



Comune di  
Sansepolcro



Provincia di  
Arezzo



**ABOCA S.p.a.**

Società Agricola  
Loc. Aboca Sansepolcro (Ar)



OPERA:

NUOVO CENTRO AZIENDALE da realizzarsi in Loc. Corpo del Sole Comune di Sansepolcro, destinato all'attività agricola della società ABOCA S.p.A. con la realizzazione di un impianto di essiccazione erbe officinali e relativo comparto servizi aziendale.

## PROGETTO DEFINITIVO

TITOLO

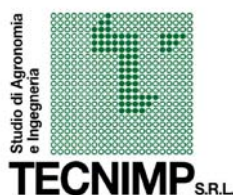
Programma aziendale pluriennale di miglioramento agricolo - ambientale (P.A.P.Dm.A.A.) ai sensi della legge 65 del 10 / 11 /2014 per la realizzazione di un centro aziendale in Loc. Corpo del Sole Sansepolcro.  
Conferenza servizi conclusiva verbale del 10 / 10 / 2017

**RELAZIONE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA IDROGEOLOGICA  
E SISMICA L.R. 53 / 2011**

### PROGETTAZIONE GENERALE

TECNIMP S.r.l. Dott. Andrea Vincenti

Via G. Marconi, 7 - 06012 CITTA' DI CASTELLO (PG) -  
Tel.075/8557905 - 8557800 n.fax.075/8550690  
E-mail: [info@studiovincenti1885.it](mailto:info@studiovincenti1885.it)  
PEC: [tecnimpsrl@pec.it](mailto:tecnimpsrl@pec.it)



Timbro responsabile

Progettazione impianti elettrici:  
M&E Srl

Prevenzione Incendi:  
Ing. M.Biagioli & Ing. M.Moretti

Geologia:  
Dott. Raffaele Rotili

Compatibilità idraulica e geotecnica:  
Ing. Vittorio Vincenti

Sicurezza:  
Arch. Luca Fortuni

Consulenza e Studi urbanistici:  
Studio Tecnico Romolini

CI riserviamo la Proprietà di questo disegno con divieto di divulgarlo a terzi senza nostra autorizzazione

Piano Attuativo ai sensi dell'Art.91 del R.U.

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DEL NUOVO  
CENTRO AZIENDALE ABOCA SPA DESTINATO  
ALL' ATTIVITA' AGRICOLA**

Committente

**ABOCA S.P.A. SOCIETA' AGRICOLA S.P.A.**

Ubicazione dell'intervento

**FRAZIONE GRICIGNANO LOC. CORPO DEL SOLE**

**RELAZIONE GEOLOGICA MORFOLOGICA  
IDROGEOLOGICA SISMICA GEOTECNICA**

**AI SENSI DEL DECRETO PRESIDENTE DELLA GIUNTA REGIONALE TOSCANA  
DEL 25 OTTOBRE 2011 n.53/R**



*Fermo, Settembre 2017*

*Dott. Raffaele Rotili*

---

*Dott. Raffaele Rotili - geologo  
Residente: Via del Crocifisso 50 63900 Fermo -338/2998581  
Domicilio: Studio Dott. Marco Roti  
via Garibaldi 32 06016 San Giustino-PG  
p.iva 01209440542 - cf RTL RFL 46T22 B963N  
e-mail: [rafrotgeo77@gmail.com](mailto:rafrotgeo77@gmail.com)  
PEC: [raffaelerotili@epap.sicurezzapostale.it](mailto:raffaelerotili@epap.sicurezzapostale.it)*



## *INDICE*

- *PREMESSA*
- *CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DI AREA VASTA*
- *ELEMENTI DI TETTONICA*
- *CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE DI AREA VASTA*
- *INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO*
- *GEOLOGIA-MORFOLOGIA-IDROGEOLOGIA DELL'AREA*
- *CONSIDERAZIONI SISMICHE*
- *PERICOLOSITÀ SISMICA*
- *INDAGINI IN SITU*
- *STRATIGRAFIA-MODELLO GEOLOGICO*
- *PROVE DI LABORATORIO*
- *DEFINIZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI*
- *SCELTA DELL'APPROCCIO PROGETTUALE DEFINIZIONE DEI PARAMETRI  
DI PROGETTO TIPOLOGIA FONDALE*
- *VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)*
- *COSTANTE DI SOTTOFONDO (KW DI WINKLER)*
- *CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRENO*
- *INDIVIDUAZIONE DEI PARAMETRI SISMICI*
- *LIQUEFACIBILITÀ DEL TERRENO*
- *MICROZONAZIONE SISMICA*
- *CONCLUSIONI*
- *ALLEGATI*

## ***PREMESSA***

Per incarico della Società ABOCA S.P.A. SOCIETA' AGRICOLA è stata espletata un'indagine geologica – morfologica – idrogeologica- geotecnica, sismica e nello studio di microzonazione sismica dell'area interessata dalla costruzione del “*NUOVO CENTRO AZIENDALE ABOCA S.P.A.*”.

Il progetto prevede la costruzione di IMPIANTO DI ESSICCAZIONE ERBE OFFICINALI E COMPARTO SERVIZI ALL'ATTIVITA' AGRICOLA.

L'area è posta in frazione Gricignano, voc. Corpo del Sole, particelle n° 256 – 212 – 213 – 214 – 218 – 201 part. Foglio n° 88 del catasto del comune di Sansepolcro.

Le norme e le raccomandazioni tecniche seguite nella redazione del presente rapporto sono le seguenti:

- D.M. LL.PP. 11 marzo 1988: Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione
- C.M. LL.PP. n° 30483 del 1988: Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione
- DM 16/01/1996: Norme tecniche per la costruzione in zona sismica
- Ord.P.C.M. 20/03/2003 n° 3274 : Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica
- D.M. 14 settembre 2005
- Eurocodice 7 : Progettazione geotecnica – Parte 1
- D.lgs. 152/1999 : Disposizioni sulla tutela delle acque all'inquinamento
- D.lgs. 152/2006 e smi : Norme in materia ambientale
- D.M. 14/01/2008: Nuove norme tecniche per le costruzioni

- C.M. LL.PP. n° 617 del 2/02/2009 : Istruzioni per l'applicazione delle NTC di cui al D.M. 14 gennaio 2008
- D.G.R. n° 1064 del 27/07/2009 art. 48 C.6 e successive integrazioni:  
*Criteri per la gestione di terreni e rocce di scavo*
- D.P.G.R. 9/luglio 2009, n° 36/R art. 7 (Classi di indagine geologiche, geofisiche e geotecniche- Bollettino Ufficiale delle Ragione Toscana n° 25 del 17/7/2009).
- D.P.G.R. 25/10/2011 n. 53/R : Regolamento di attuazione dell'atr. 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche.
- **INDIRIZZI E CRITERI PER LA MICROZONAZIONE SISMICA**

In base alla volumetria delle opere in progetto, superiore a seimila metri cubi, esso ricade nella CLASSE DI INDAGINE N. 4. **“Con riferimento a tale classe d'indagine, la categoria di suolo di fondazione e le geometrie sepolte si determinano mediante prove sismiche in foro”**.

Secondo il D.P.G.R. 25/10/2011 n. 53/R sono state eseguite le indagini geologiche (litologiche – idrogeologiche – morfologiche - stratigrafiche-geotecniche - sismiche).

Lo studio è stato realizzato nelle seguenti fasi:

- raccolta di dati cartografici geologici, morfologici, idrogeologici, idraulici e sismici dallo studio geologico a corredo del Piano Strutturale
- esecuzione di rilievi di superficie
- indagini geognostiche al fine della ricostruzione stratigrafica dei terreni
- caratterizzazione geotecnica dei terreni
- individuazione della pericolosità sismica del sito
- caratterizzazione sismica dei terreni tramite profilo di sismica a rifrazione, prova sismica in foro DOWN-HOLE e indagine sismica passiva a stazione

singola metodo HVSR

- valutazione della fattibilità dell'intervento dal punto di vista geologico
- elaborazione delle tavole di microzonazione sismica.

Per la redazione degli elaborati sono state osservate le indicazioni contenute negli "Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica" della Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento della Protezione Civile (Gruppo di lavoro MS, 2008. Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica. Conferenza delle Regioni e delle Province autonome - Dipartimento della protezione civile, Roma, 3 vol. e Dvd.)

Per la realizzazione delle carte delle microzone omogenee in prospettiva sismica del Livello 1 e delle carte di microzonazione sismica del Livello 2 sono state seguite le indicazioni contenute negli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica redatte dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento della Protezione Civile.

La caratterizzazione stratigrafica, geotecnica e sismica dei terreni è stata accertata tramite:

- n° 7 prove penetrometriche statiche/dinamiche di cui 4 realizzate nell'anno 2009 e 3 nell'anno 2015.
- un sondaggio geognostico spinto fino alla profondità di 30 m attrezzato per prova sismica in foro DH
- prelievo di un campione indisturbato per analisi di laboratorio Geomeccanico
- Prove di laboratorio certificato: Limiti di consistenza – Granulometria – Edometrica – Compressione triassiale C.I.U. Compressione triassiale U.U.
- Indagine sismica a rifrazione (2009)
- Indagine sismica in foro DOWN-HOLE (2015)
- Indagine sismica passiva a stazione singola metodo HVSR (2015)

## *CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DI AREA VASTA*

L'area dell'Alta Valle del Tevere è caratterizzata dall'affioramento di formazioni appartenenti alla serie stratigrafica Toscana e Umbro-Marchigiana. Nella parte settentrionale della Valle Tiberina si hanno affioramenti delle formazioni metamorfiche della serie Ofiolitica alloctona Ligure e terreni argilloso-calcarei e argilloscisti.

La serie Umbro-Marchigiana è costituita da formazioni marine che appartengono alla serie carbonatica mesozoica e al complesso flyschoidi miocenico e da formazioni continentali rappresentate da una potente coltre argillo-sabbioso-conglomeratica di età plio-pleistocenica costituente il riempimento dell'antico Lago Tiberino.

La serie Toscana affiora unicamente con formazioni marine flyschoidi infra-mioceniche, e nel complesso territoriale in esame, non affiorano terreni più antichi del Giura inferiore.

## *ELEMENTI DI TETTONICA*

Il motivo strutturale prevalente del bacino Toscano-Umbro, cosiddetto "Stile Romagnolo", (Signorini, 1941; Centamore e Jacobacci, 1969) è ben evidente nella parte nord-orientale dell'area, che ricade nei territori dei comuni di Sansepolcro, San Giustino, Città di Castello e Pietralunga. La formazione delle strutture plicative e delle faglie inverse che ne hanno dislocato il fianco orientale corrisponde a una prima fase tettonica compressiva, iniziata nel Tortoniano e protrattasi fino al Pliocene Superiore. E' durante questa fase compressiva che è avvenuto il sovrascorrimento dei termini "Toscani" sui termini della Serie Umbra. Alla fase compressiva segue, nel Pliocene Superiore-Pleistocene, una fase di sollevamento generale dell'area con conseguente distensione e formazione di faglie dirette appenniniche.

E' durante questa fase tettonica, che, in seguito allo sprofondamento di alcune zone e, quindi, alla formazione di depressione vallive, si formano una serie di bacini lacustri raggruppati in un unico sistema noto come "Bacino Tiberino". Le dislocazioni dei depositi continentali fluvio-lacustri del Pleistocene medio e

superiore presenti nell'area, testimoniano la recente attività delle faglie dirette. La frequenza di fenomeni sismici, soprattutto nella parte orientale del comprensorio, testimonia l'esistenza di un'attività tettonica attuale.

### *CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE DI AREA VASTA*

Il paesaggio del comprensorio in oggetto è costituito da tre unità morfologiche corrispondenti all'affioramento di formazioni litologicamente differenti:

- pianure alluvionali
- zone collinari
- zone montuose.

Il modellamento generale dell'area è il risultato di un'intensa attività tettonica, protrattasi dalla fine del Miocene all'inizio del Pleistocene, che può essere suddivisa in una fase iniziale compressiva e in una fase finale distensiva. Durante la prima fase (Miocene Sup.- Pliocene Sup.) si ha il corrugamento e sollevamento generale dell'area, con l'impostazione del sistema orografico attuale, mentre durante la seconda fase, l'azione delle faglie dirette, gioca un importante ruolo sull'assetto del reticolo idrografico, oltre che a determinare lo sprofondamento di una vasta area, parallela alle strutture appenniniche, nella quale si imposta, durante il Pliocene-Pleistocene, l'antico lago Tiberino. Questo si sviluppava dalla conca di Anghiari fino a Perugia. In seguito al colmamento di questa depressione tettonica ed al conseguente svuotamento del lago, connesso anche con l'apertura di soglie di collegamento con il mare, si va a impostare, al di sopra dei depositi lacustri l'attuale sistema fluviale del Tevere, la cui zona alluvionale corrisponde attualmente alla pianura principale del comprensorio Tosco-Umbro.

La valle, di natura tettonica, è colmata dai depositi alluvionali terrazzati in più ordini sovrastanti i sedimenti di facies fluvio-lacustre Villafranchiani, formatasi nel tardo Pliocene, nel Pleistocene e nell'Olocene. Si tratta di un "Graben" compreso tra i rilievi tosco-umbri ad ovest, ed i rilievi dell'Alpe della Luna ad est.

## *INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO*

L'assetto geomorfologico, caratterizzato da pendenze ridotte in prossimità del locale fondovalle e l'assetto stratigrafico conferiscono all'area una densità di drenaggio media con capacità di infiltrazione delle acque meteoriche più alta ove i terreni presentano concentrazioni dei termini argillosi più basse.

Da un punto di vista idrogeologico l'area dell'Alta Valle del Tevere è costituita da due unità principali: i depositi alluvionali della parte di pianura e i depositi a struttura lapidea dei rilievi collinari e montani

I depositi alluvionali di pianura svolgono la funzione importante di essere serbatoi di accumulo e le strutture lapidee collinari e montane sono la fonte di alimentazione.

Nei terreni prevalentemente marnosi ed arenacei la circolazione dell'acqua di infiltrazione è condizionata dal grado di fratturazione della roccia, dovuta in primo luogo agli sforzi tettonici registrati in passato.

All'interno dei sedimenti di pianura si registra un'alternanza tra complessi ghiaiosi sabbiosi e sabbiosi argillosi.

Da queste osservazioni si può ipotizzare che l'alimentazione dei depositi alluvionali di pianura sia ad opera delle acque infiltratesi a monte.

Le acque quindi scendendo in profondità si vanno ad accumulare al tetto degli strati sedimentari poco permeabili presenti a vari livelli della successione litologica locale formando falde libere e/o debolmente in pressione.

La circolazione idrica risulta caratterizzata da una sola falda con comportamento assimilabile ad un monostrato freatico, con deflusso preferenziale dell'acqua nei litotipi a più alto grado di permeabilità relativa ed ivi rappresentati da ghiaie immerse in matrice sabbiosa e sabbie-ghiaiose.

È da sottolineare che il valore della profondità del livello di falda può essere soggetto a variazioni dovute al carattere stagionale, in concomitanza di periodi con elevata piovosità. Il livello della falda può essere soggetto ad una eventuale risalita mentre dopo periodi di siccità si può avere una diminuzione della stessa.



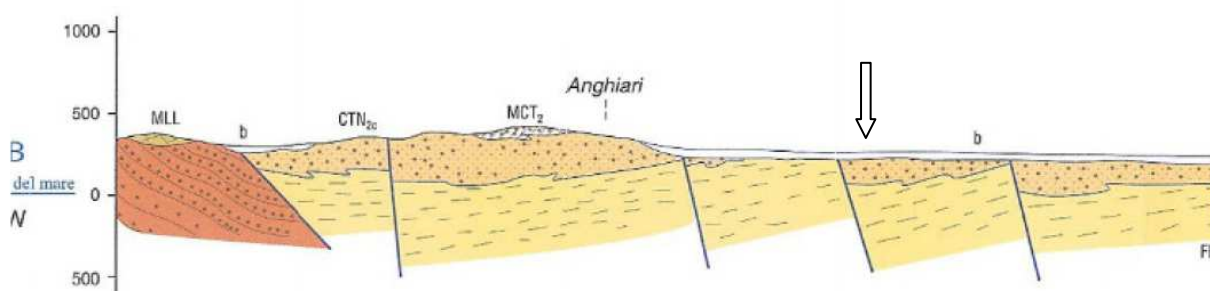
## *GEOLOGIA-MORFOLOGIA-IDROGEOLOGIA DELL'AREA*

L'area di studio è posta nella parte più occidentale della pianura tiberina, alla quota di 307 metri s.l.m. Essa è localizzata immediatamente a valle del versante nord-occidentale del sistema collinare che si sviluppa in destra idrografica del fiume Tevere. Essa è caratterizzata da un'ampia superficie pianeggiante che degrada dolcemente verso il fiume Tevere ubicato circa 3.500 metri più a valle.

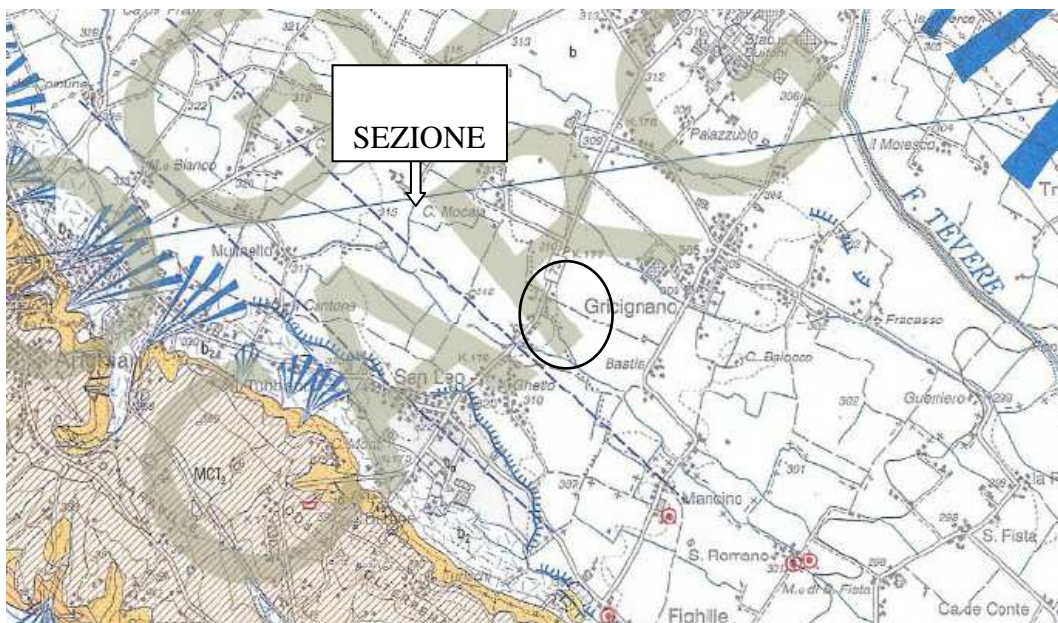
I terreni che caratterizzano l'area sono dati dai depositi alluvionali terrazzati (B2). Tali depositi sono costituiti da alternanza irregolare di limi-argillosi, limi-sabbiosi e ghiaie variamente stratificati. Talvolta sono presenti, in affioramento, delle ampie zone con presenza di sedimenti sabbiosi (B2S) e ghiaiosi (B2G).

Lo spessore di tali depositi, desunto dalle perforazioni di pozzi, è di oltre 30 metri. Ad essi seguono i sedimenti argillosi di facies fluvio-lacustre.

Il basamento litoide locale è costituito dalle formazioni Mioceniche ed è localizzato ad oltre 100 metri di profondità. Ciò è anche confermato dalla sezione geologica passante poco distante dall'area di intervento come indicato nella carta geologica d'Italia foglio di Città di Castello.



Allestimento Cartografico: Laboratorio di Cartografia digitale e G.I.S. - Centro di GeoTecnologie - Università degli Studi di Siena.



Il reticolo idrografico è costituito da fossi e canalette di scolo dei campi, fra cui i più significativi sono rappresentati dal Canale la Reglia e dal Fosso Gavina.

Dal punto di vista idrogeologico, dalla tavola desunta dal Piano Strutturale, si evince che la falda acquifera ha il livello statico alla quota di 298 metri s.l.m e quindi a circa 8/9 metri di profondità rispetto al piano di campagna del lotto di intervento. Il flusso della falda acquifera assume una direzione circa NW-SE verso il fiume Tevere che costituisce l'asse drenante principale.

L'area del tutto pianeggiante è esente da fenomeni di instabilità gravitativa, ed essa, nella tavola della pericolosità geomorfologica del Piano Strutturale, ricade all'interno della fascia a pericolosità media.

Per quanto riguarda la pericolosità idraulica, in base ai dati delle cartografie del Piano Strutturale, risulta che l'area di intervento ricade nella fascia a pericolosità idraulica elevata in base a dati storici, mentre nella tavola della pericolosità idraulica da modellazione essa non risulta interessata da fenomeni di esondazione. Inoltre anche nella tavola delle aree allagabili non si registrano fenomeni di allagamenti.

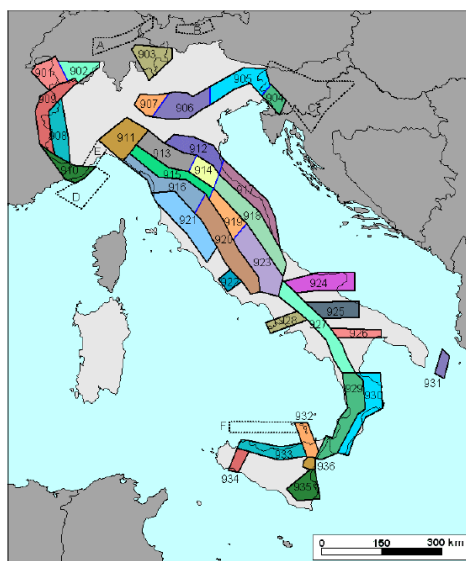
Comunque al riguardo di questo aspetto si fa riferimento allo studio idraulico specifico.

## *CONSIDERAZIONI SISMICHE*

L'istituto nazionale di geofisica e vulcanologia ha redatto una classificazione sismogenetica (zonizzazione) del territorio Italiano prendendo in considerazione le caratteristiche cinematiche di alcuni elementi geologici importanti, coinvolti nel processo di dinamica delle strutture litosferiche.

Il rapporto conclusivo della zonizzazione sismogenetica ZS9 è a cura di Meletti e Valensise (2004) con contributi di Azzaro, Barba, Basili et alii.

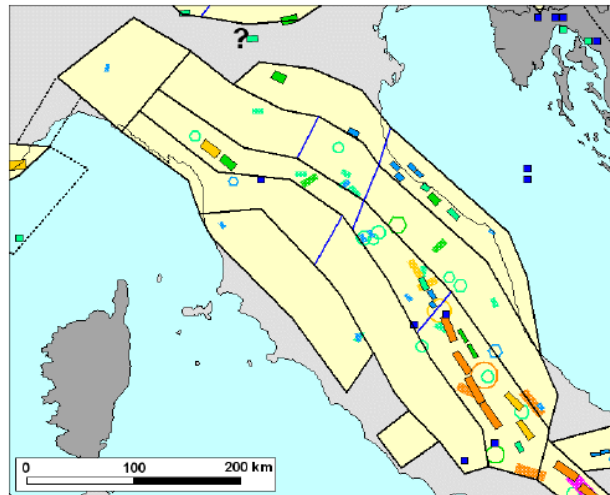
Il territorio nazionale viene diviso in 42 zone sismogenetiche sorgente, alcune sono individuate da un numero, compreso tra 901 e 936.



Zonizzazione sismogenetica

L'area interessata dal progetto è compresa nella fascia appenninica centro-settentrionale, appartenendo alla zona sismogenetica 919. La fascia centrale dell'appennino è considerata come l'area con il maggior rilascio di energia; essa corrisponde al settore più interno della catena appenninica, generalmente interessato da importanti faglie primarie. Tali faglie immergono verso NE nel settore compreso tra la Toscana settentrionale e l'Umbria settentrionale e verso SW nel settore che si estende dall'Umbria centrale fino all'Abruzzo. Questa lunga

fascia, è stata suddivisa in tre zone (915,919 e 923), che includono le sorgenti sismogenetiche responsabili dei terremoti di più elevata magnitudo che hanno caratterizzato l'arco appenninico settentrionale e centrale. La zona 919, anche se caratterizzata da limitate dimensioni, è interessata da un elevato numero di terremoti, molti dei quali di magnitudo maggiore o uguale a 5. Tutto l'arco appenninico settentrionale è stato suddiviso in cinque fasce, parallele longitudinali alla catena.



Zonazione sismogenetica ZS9 per l'appennino settentrionale e centrale

Le zone 919 e 920 coincidono con il settore in distensione tirrenica definito nel modello sismotettonico di Meletti et alii.

### *PERICOLOSITÀ SISMICA*

La prima classificazione sismica della Toscana è avvenuta con Regio Decreto Legge 13 marzo 1927 n. 431 con il quale sono stati dichiarati in zona sismica poco più di 70 Comuni delle aree della Lunigiana, Garfagnana, Mugello, Alta Val Tiberina e Amiata.

L'elenco dei comuni classificati in zona sismica è stato successivamente modificato con Legge 25 novembre 1962 n. 1684, che ha apportato modeste modifiche; fino a tale data, in Toscana, così come per il resto del territorio nazionale, la classificazione dei territori è avvenuta solo dopo il verificarsi di un

evento sismico con la finalità di applicare i provvedimenti amministrativi e finanziari necessari per la ricostruzione.

Il Decreto Ministeriale del 19 marzo 1982, ha classificato soggetti a rischio sismico 182 Comuni della Toscana su un totale di 287, di cui circa 130 inseriti per la prima volta in tale elenco. I comuni della Toscana sono stati tutti classificati di 2<sup>a</sup> categoria per circa l'80% del territorio pari al 75% della popolazione e al 70% delle abitazioni. La mappa delle zone sismiche è elaborata sulla base della proposta di classificazione del "Progetto Geodinamica" del Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.) che risale al 1980 ha tenuto conto, per la prima volta in Italia, di criteri omogenei per l'intero territorio nazionale e di parametri quantitativi.

Attualmente il territorio nazionale è sottoposto alla classificazione sismica regolata dai criteri espressi dall'Ordinanza n° 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", che propone l'adozione di un sistema normativo coerente con il codice europeo in materia antisismica (EC8).

A livello di mappatura macrosismica, l'intero territorio nazionale viene considerato sismico e suddiviso in 4 zone sulla base di un differente valore dell'accelerazione di picco  $a_g$  su terreno a comportamento litoide (espressa come frazione dell'accelerazione di gravità), derivante da studi macrosismici e sismotettonici a carattere nazionale.

Alle Regioni il compito di aggiornare gli elenchi delle zone sismiche, nell'ambito del proprio territorio di competenza, perseguendo altresì l'omogeneizzazione delle mappe. Con la Delibera n° 169 dell'8 ottobre 2003 il Consiglio Regionale ha deliberato che anche per i Comuni classificati in Zona 4 si dovesse adottare la progettazione antisismica.

Il D.M. del 14/09/2005 Norme Tecniche per le Costruzioni ha apportato delle importanti modifiche anche per ciò che concerne i criteri di classificazione sismica del territorio nazionale.

Nella tabella sottostante, si può notare che il comune di Sansepolcro era già compreso nella classificazione sismica riferita al 1962 e che secondo la

vigente normativa ricade in zona sismica 2, ovvero caratterizzata da valori di accelerazione di picco orizzontale comprese tra 0,25 e 0,15 ag con probabilità di superamento del 10% in 50 anni; in base alla recente proposta di riclassificazione sismica ai sensi dell'ordinanza 3519/2006, non è prevista alcuna variazione.

#### STORIA DELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA DELLA REGIONE TOSCANA

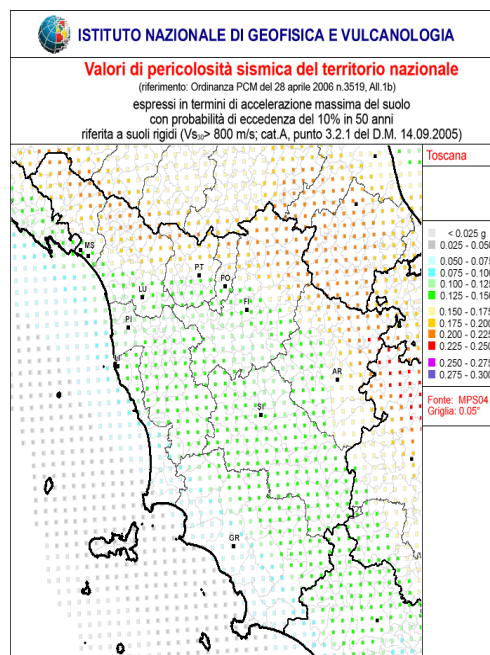
##### PROVINCIA DI AREZZO

Comune	Classificazioni precedenti					Attuale classificazione
	1927	1937	1962	1982	2003	2006
ANGIARI	classificato in zona 2	declassificato	non classificato	riclassificato in zona 2	zona 2	zona 2
AREZZO	classificato in zona 2 (M)	declassificato	non classificato	riclassificato in zona 2 (M)	zona 2	zona 2
BADIA TEDALDA	classificato in zona 2 (M)	declassificato	non classificato	riclassificato in zona 2 (M)	zona 2	zona 2
BIBBIENA	classificato in zona 2 (M)	declassificato	non classificato	riclassificato in zona 2 (M)	zona 2	zona 2
BUCINE	non classificato	non classificato	non classificato	non classificato	classificato in zona 3	zona 3
CAPOLONA	classificato in zona 2	declassificato	non classificato	riclassificato in zona 2	zona 2	zona 2
CAPRESE MICHELANGELO	classificato in zona 2	declassificato	non classificato	riclassificato in zona 2	zona 2	zona 2
CASTEL FOCOGNANO	classificato in zona 2	declassificato	non classificato	riclassificato in zona 2	zona 2	zona 2
CASTELFRANCO DI SOPRA	non classificato	non classificato	non classificato	classificato in zona 2	zona 2	riclassificato in zona 3
CASTEL SAN NICCOLO'	non classificato	non classificato	non classificato	non classificato	classificato in zona 2	zona 2
CASTIGLION FIBBOCHI	non classificato	non classificato	non classificato	non classificato	classificato in zona 3	zona 3
CASTIGLION FIORENTINO	non classificato	non classificato	non classificato	classificato in zona 2	zona 2	zona 2
CAVRIGLIA	non classificato	non classificato	non classificato	classificato in zona 2	zona 2	riclassificato in zona 3
CHITIGNANO	classificato in zona 2	declassificato	non classificato	riclassificato in zona 2	zona 2	zona 2
CHIUSI DELLA VERNA	classificato in zona 2	declassificato	non classificato	riclassificato in zona 2	zona 2	zona 2
CIVITELLA IN VAL DI CHIANA	non classificato	non classificato	non classificato	non classificato	classificato in zona 3	zona 3
CORTONA	classificato in zona 2 (M)	declassificato	non classificato	riclassificato in zona 2 (M)	zona 2	zona 2
FOIANO DELLA CHIANA	non classificato	non classificato	non classificato	non classificato	classificato in zona 3	riclassificato in zona 2
LATERINA	non classificato	non classificato	non classificato	non classificato	classificato in zona 3	zona 3
LORO CIUFFENNA	classificato in zona 2	declassificato	non classificato	non classificato	riclassificato in zona 3	zona 3
LUCIGNANO	non classificato	non classificato	non classificato	non classificato	classificato in zona 3	zona 3
MARCIGNANO DELLA CHIANA	non classificato	non classificato	non classificato	non classificato	classificato in zona 3	riclassificato in zona 2
MONTENAPOLCRO	non classificato	non classificato	non classificato	classificato in zona 2	zona 2	zona 2
MONTECATINI	classificato in zona 2	declassificato	riclassificato in zona 2	zona 2	zona 2	zona 2
MONTE SAN SAVINO	non classificato	non classificato	non classificato	non classificato	classificato in zona 3	zona 3
MONTEVARCHI	non classificato	non classificato	non classificato	non classificato	classificato in zona 3	zona 3
ORTIGNANO RAGGIOLO	non classificato	non classificato	non classificato	non classificato	classificato in zona 2	zona 2
PERGINE VALDARNO	non classificato	non classificato	non classificato	non classificato	classificato in zona 3	zona 3
PIAN DI SCO	non classificato	non classificato	non classificato	classificato in zona 2	zona 2	riclassificato in zona 3
PIEVE SANTO STEFANO	classificato in zona 2	declassificato	non classificato	riclassificato in zona 2	zona 2	zona 2
POPPI	classificato in zona 2 (M)	declassificato	non classificato	non classificato	riclassificato in zona 2 (M)	zona 2
PRATOVECCHIO	classificato in zona 2	declassificato	non classificato	non classificato	riclassificato in zona 2	zona 2
SAN GIOVANNI VALDARNO	non classificato	non classificato	non classificato	classificato in zona 2	zona 2	riclassificato in zona 3
SANSEPOLCRO	classificato in zona 2	declassificato	riclassificato in zona 2	zona 2	zona 2	zona 2
SESTINO	non classificato	non classificato	non classificato	classificato in zona 2	zona 2	zona 2
STIA	classificato in zona 2	declassificato	non classificato	riclassificato in zona 2	zona 2	zona 2
SUBBIANO	classificato in zona 2	declassificato	non classificato	riclassificato in zona 2	zona 2	zona 2
TALLA	classificato in zona 2	declassificato	non classificato	non classificato	riclassificato in zona 3	zona 3
TERRANUOVA BRACCIOLE	non classificato	non classificato	non classificato	non classificato	classificato in zona 3	zona 3

Da quanto risulta dal catalogo dei Terremoti del CNR ("Catalogo dei Terremoti Italiani dall'anno 1000 al 1980" CNR – Progetto Finalizzato Geodinamica), risulta che l'area del comune di Sansepolcro è stata interessata da terremoti di intensità massima del VIII grado Mercalli e profondità ipocentrali prossime ai 10-15 Km.

Dalla carta seguente è possibile osservare il valore di accelerazione al suolo di tipo A con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni: PGA = 0,225-0,250





Ogni regione può definire l'appartenenza di ciascun comune o porzione di esso ad una delle quattro zone sismiche definite sulla base del valore massimo di un parametro di *pericolosità sismica* valutato all'interno dell'area considerata.

In particolare, il parametro di pericolosità utilizzato è l'accelerazione orizzontale massima al suolo  $a_{g,475}$ , ossia quella relativa al 50esimo percentile, ad una vita di riferimento di 50 anni e ad una probabilità di superamento del 10%, utilizzata nel modo seguente:



- Zona 1; ricadono in questa zona i comuni o porzioni di essi per i quali  $a_{g,475} \geq 0,25g$ .
- Zona 2; ricadono in questa zona i comuni o porzioni di essi per i quali  $0,25g > a_{g,475} \geq 0,15g$ .
- Zona 3; ricadono in questa zona i comuni o porzioni di essi per i quali  $0,15g > a_{g,475} \geq 0,05g$ .
- Zona 4; ricadono in questa zona i comuni o porzioni di essi per i quali  $a_{g,475} < 0,05g$ .

Il territorio del comune di Sansepolcro è classificato in classe 2 con conseguente accelerazione sismica pari a  $a_g/g = 0,25g-0,15g$ .

Nella zona 3 (sismicità bassa) sono compresi 77 Comuni, che interessano l'area sud-occidentale della provincia di Arezzo corrispondente alla Val di Chiana aretina, l'estremità settentrionale e la parte orientale della provincia di Grosseto, gran parte della provincia di Lucca, l'estremità meridionale della provincia di Pisa, la parte occidentale della provincia di Pistoia, l'area della provincia di Siena comprendente le Crete, la Val d'Orcia e la Val di Chiana senese.

Nessun comune della Toscana rientra nella zona 1 a sismicità elevata.

L'elenco sottostante evidenzia la sismicità storica avvenuta nella regione Toscana e più precisamente nella provincia di Arezzo.

**STORICO dei terremoti italiani dal 217 a.c. al 2002 d.c. (fonte INGV CPTI04)**

(Le zone sono suddivise per province e regioni)

anno	regione	prov	ZONA	rows x page
tutti	Toscana	AR	tutte le zone	15
n°	zona sismica	ora UTC	MAG	LAT - LON
1)	Arezzo (AR)	00/00/1005 00:00:00	5,37	43.463, 11.879
2)	Sansepolcro (AR)	00/00/1270 00:00:00	5,37	43.570, 12.141
3)	Monterchi (AR)	25/12/1352 00:00:00	6,00	43.465, 12.127
4)	Sansepolcro (AR)	00/00/1358 00:00:00	5,03	43.570, 12.141
5)	Sansepolcro (AR)	09/12/1456 00:00:00	4,63	43.570, 12.141
6)	Sansepolcro (AR)	00/00/1489 00:00:00	5,17	43.570, 12.141
7)	Bibbiena (AR)	01/11/1504 00:00:00	5,03	43.696, 11.816
8)	Sansepolcro (AR)	08/04/1694 00:00:00	5,12	43.570, 12.141
9)	Poppi (AR)	26/12/1787 00:00:00	4,83	43.750, 11.750
10)	Capolona (AR)	05/02/1796 02:00:00	5,05	43.533, 11.872
11)	Pieve Santo Stefano (AR)	05/06/1856 00:00:00	5,03	43.670, 12.041
12)	Bibbiena (AR)	03/03/1877 01:09:26	4,83	43.667, 11.833
13)	Chitignano (AR)	27/06/1902 16:48:00	4,83	43.642, 11.856
14)	Lucignano (AR)	07/11/1908 15:23:40	4,83	43.267, 11.750
15)	Monterchi (AR)	26/04/1917 09:35:00	5,80	43.465, 12.125

**STORICO dei terremoti italiani dal 217 a.c. al 2002 d.c. (fonte INGV CPTI04)**

(Le zone sono suddivise per province e regioni)

anno	regione	prov	ZONA	rows x page
tutti	Toscana	AR	tutte le zone	15
n°	zona sismica	ora UTC	MAG	LAT - LON
16)	Castiglion Fibocchi (AR)	14/01/1918 06:44:00	4,90	43.500, 11.800
17)	Sansepolcro (AR)	25/10/1919 13:51:00	5,15	43.570, 12.132
18)	Anghiari (AR)	13/06/1948 06:33:00	5,17	43.536, 12.104
19)	Sestino (AR)	15/04/1960 02:45:11	4,83	43.750, 12.283
20)	Chiusi della Verna (AR)	09/08/1969 09:20:57	4,76	43.700, 11.933
21)	Martigliano (AR)	05/07/1987 13:12:36	4,65	43.740, 12.303
22)	San Pietro in Villa (AR)	26/11/2001 00:56:55	5,37	43.600, 12.109

L'area esaminata dal punto di vista strutturale è ubicata nella valle tiberina costituita da un graben asimmetrico orientato NW-SE, il cui fianco sud-ovest è stato ribassato da una serie di faglie dirette listriche che hanno originato la depressione tettonica attualmente percorsa dal fiume Tevere. Tale graben è il risultato di un campo di stress regionale distensivo, iniziato nel pliocene, e probabilmente ancora attivo come dimostrano alcune macrozonazioni sismiche eseguite su alcuni recenti eventi sismici. Dai dati attualmente a disposizione non è possibile dire se queste dislocazioni possono essere considerate ancora attive.

Nella zona di pianura sono state osservate intensità macrosismiche anomale. Infatti a livello di microzonazione sismica è possibile riscontrare incrementi nella risposta sismica locale legati a fattori litologici, morfologici e geotecnici.

Dalla tavola della pericolosità sismica locale del Piano Strutturale si evince che il vocabolo Corpo del Sole è adiacente all'area definita come zona con presenza di depositi alluvionali granulari e/o sciolti e quindi con *“Amplificazione diffusa del moto del suolo dovuta alla differenza di risposta sismica tra substrato e copertura dovuta a fenomeni di amplificazione stratigrafica”*, di conseguenza essa può essere considerata appartenente alla zona descritta.

## *INDAGINI IN SITU*

Al fine di ottenere i parametri più indicativi relativi alle caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni si fa riferimento ai risultati delle prove penetrometriche statiche/dinamiche e del sondaggio geognostico ubicate nell'area di ingombro delle strutture da realizzare. In particolare sono state realizzate n° 7 prove penetrometriche statiche/dinamiche in due fasi. Un primo gruppo nell'anno 2009 ed un secondo nel 2015. Per la loro ubicazione si rimanda alla planimetria di progetto allegata.

Le prove statiche-dinamiche sono state spinte fino al rifiuto che è avvenuto alla profondità compresa tra m 4.90 e m 5.20 in corrispondenza di uno strato ghiaioso addensato.

Il sondaggio geognostico è stato spinto fino alla profondità di m 30 ed è stata accertata la seguente stratigrafia:

m 0.0 – m 0.60	Coltre vegetale limo-argillo-sabbiosa
m 0.60 – m 5.20	Limo-argillo-sabbioso di colore marrone
m 5.20 – m 18.70	Ghiaia in matrice limo-sabbiosa addensata
m 18.70 – m 19.20	Argilla-limosa marrone
m 19.20 – m 24.80	Ghiaia in matrice limo-sabbiosa addensata
m 24.80 – m 25.30	Sabbia limosa marrone addensata
m 25.30 – m 30.00	Ghiaia in matrice limo-sabbiosa addensata

Tale situazione stratigrafica è rappresentata nella sezione allegata. Lo strato B (ghiaia in matrice limo-sabbiosa) è intercalato da due sottili livelli di argilla-limosa marrone da m 18.70 a m 19.20 e da sabbia limosa marrone da m 24.80 a m 25.30. Nella sezione i due livelli intercalati nella ghiaia sono stati accertati in corrispondenza del sondaggio S, quindi nella restante zona della sezione essi sono indicati con tratteggio (probabile presenza dato il loro esiguo spessore).

## ***STRATIGRAFIA-MODELLO GEOLOGICO***

Il sottosuolo di intervento, in base ai dati delle prove penetrometriche e del sondaggio geognostico a carotaggio continuo, risulta omogeneo ed è costituito da limi-argillo-sabbiosi consistenti fino alla profondità massima di m 5.20. Da tale profondità si passa alle ghiaie in matrice limo-sabbiosa addensate. Tali ghiaie sono state incontrate dal sondaggio geognostico fino alla profondità di m 30. Inoltre in base ai risultati delle penetrometrie si evince che il tetto delle ghiaie è uniforme in quanto è stato rinvenuto alle profondità comprese tra m 4.90 e m 5.20.

Il sottosuolo può essere suddiviso, a parte la coltre agraria, in due tipi litologici principali:

- A) Limo argillo sabbioso consistente da m 0.60 a m 5.20
- B) Ghiaia in matrice limo-sabbiosa addensata da m 5.20 a m 30.

## ***PROVE DI LABORATORIO***

Il campione prelevato a pressione tramite fustella, alla profondità m 2.50-m 3.0 durante la realizzazione del sondaggio geognostico, è stato inviato al laboratorio geomeccanico certificato TERRA SNC di Papiano (PG) e sottoposto alle seguenti prove:

- Limiti di consistenza liquido e plastico
- Analisi granulometrica
- Prova Edometrica
- Prova di compressione triassiale C.I.U.
- Prova di compressione triassiale U.U.

Dai risultati delle prove si evince che il livello “A” è classificato nell’abaco di Casagrande come “Argille inorganiche di media plasticità”.

### ***DEFINIZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI***

Le caratteristiche geomeccaniche dei terreni, sono state desunte dall’elaborazione della prova di laboratorio e dalle penetrometrie statiche/dinamiche. Tali caratteristiche sono state individuate per ogni singola unità litotecnica.

I valori minimi, a partire dalla profondità di m 1.50 corrispondente alla quota minima di appoggio della fondazione, sono di seguito descritti:

#### **PARAMETRI GEOTECNICI NON DRENATI**

Profondità	$\gamma$	Cu	$\Phi$
m 1.50 – m 5.20	20 kN/m <sup>3</sup>	232 KPa	
m 5.20	20 kN/m <sup>3</sup>		35°

#### **VALORI RIDOTTI NON DRENATI**

Profondità	$\gamma$	Cu	$\phi$
m 1.50 – m 5.20	20 kN/m <sup>3</sup>	165 KPa	
m 5.20	20 kN/m <sup>3</sup>		29°

#### **PARAMETRI GEOTECNICI DRENATI**

Profondità	$\gamma$	c'	$\Phi'$
m 1.50 – m 5.20	20 kN/m <sup>3</sup>	34 KPa	30.8°
m 5.20	20 kN/m <sup>3</sup>	-----	35°

#### **VALORI RIDOTTI DRENATI**

Profondità	$\gamma$	c'	$\Phi'$
m 1.50 – m 5.20	20 kN/m <sup>3</sup>	24.28 KPa	25.5°
m 5.20	20 kN/m <sup>3</sup>	-----	29°

## ***SCELTA DELL'APPROCCIO PROGETTUALE, DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO – TIPOLOGIA FONDALE***

La stima della capacità portante ( $R_d$ ) del terreno è una verifica allo Stato Limite Ultimo (in particolare allo SLV) e viene eseguita secondo l'approccio DA1 combinazione C2 mediante l'utilizzo dei coefficienti A2, M2 ed R2 che vengono riportati nelle sottostanti tabelle contenute nel D.M. 14-01-08:

**Tabella 6.2.I** – *Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.*

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

**Tabella 6.2.II** – *Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno*

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	(M1)	(M2)
<i>Tangente dell'angolo di resistenza al taglio</i>	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
<i>Coesione efficace</i>	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
<i>Resistenza non drenata</i>	$C_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
<i>Peso dell'unità di volume</i>	$\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

Per il calcolo della capacità portante ( $R_d$ ) del terreno non viene considerata la presenza di azioni di cui è a conoscenza il progettista strutturale.

Nel calcolo vengono utilizzati i valori di progetto dei parametri geotecnici  $x_{di}$  che si ottengono suddividendo i valori caratteristici  $x_{ki}$  per i coefficienti parziali  $\gamma_M$  secondo la seguente formula:  $x_{di} = x_{ki} / \gamma_M$ .

Il valore della capacità portante di progetto si ottiene suddividendo il valore della capacità portante così ottenuto per il coefficiente parziale  $\gamma_R$ ; che nel caso

della verifica allo SLU per fondazioni superficiali con approccio DA1 assume il seguente valore:  $\gamma_R = 1,8$ .

**Tabella 6.4.I** - *Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per la riduzione della resistenza globale del sistema geotecnico per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.*

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,8$	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$	$\gamma_R = 1,1$

In base alla stratigrafia dell'area di intervento le fondazioni potranno essere di due tipologie:

- a) Fondazioni superficiali del tipo a trave continua o a plinto poste alla profondità di almeno m 1.50 dal piano di campagna attenendosi ai parametri geotecnici desunti dalle prove di laboratorio.
- b) Fondazioni profonde tramite pali trivellati incassati nelle sottostanti ghiaie in matrice limo-sabbiosa addensate.

Il calcolatore delle strutture provvederà ad eseguire le verifiche di sicurezza agli stati limite, accertando che i valori di progetto  $E_d$  degli effetti delle azioni siano minori o uguali dei valori di progetto  $R_d$  degli effetti delle resistenze:

$$E_d \leq R_d$$



### ***VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)***

Lo stato limite di esercizio (SLE) è verificato quando il cedimento risulta compatibile con la funzionalità delle strutture da costruire. Si dovrà rispettare la condizione:

$$Ed \leq Cd$$

In cui  $Ed$  rappresenta il valore di progetto dell'effetto delle azioni e  $Cd$  il prescritto valore limite dell'effetto delle azioni.

In considerazione della omogeneità dei terreni del sottosuolo dell'area di intervento non si verificheranno cedimenti differenziali apprezzabili.

### ***COSTANTE DI SOTTOFONDO (KW DI WINKLER)***

La costante elastica di Winkler potrà assumere un valore compreso tra 3 e 7 Kg/cmc per terreni normalmente consolidati

### ***MICROZONAZIONE SISMICA***

Negli studi stratigrafici e sismici l'area di intervento risulta, nella CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS), come ZONA STABILE SUSCETTIBILE DI AMPLIFICAZIONI LOCALI – ZONA 1. Mentre nella CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA di LIVELLO 2 è caratterizzata da un valore di  $F_a = 1,3-1,4$ .

## FATTORI DI AMPLIFICAZIONE

FA

VsH= 350 m/s – H = 100 m

Fattore di amplificazione		Tipo di terreno		$a_g$ (g)		Profilo di velocità					
FA		Argilla		0.26g		Lineare pendenza intermedia					
		$V_{sH}$ (m/s)									
		150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
H	5	2.21	1.79	1.75	1.57	1.35	1.19	1.09	1.04	1.01	1.00
	10	-	2.27	1.96	1.63	1.43	1.32	1.25	1.16	1.05	1.01
	15	-	2.35	2.14	1.88	1.66	1.47	1.33	1.22	1.10	1.03
	20	-	2.14	2.16	1.96	1.75	1.58	1.43	1.31	1.15	1.05
	25	-	1.89	2.00	1.97	1.79	1.62	1.48	1.37	1.19	1.07
	30	-	1.77	1.89	1.85	1.77	1.62	1.49	1.38	1.20	1.07
	35	-	-	1.71	1.76	1.67	1.60	1.48	1.38	1.21	1.08
	40	-	-	1.73	1.64	1.62	1.52	1.46	1.37	1.21	1.07
	50	-	-	1.70	1.65	1.51	1.42	1.36	1.31	1.18	1.06
	60	-	-	1.60	1.60	1.51	1.39	1.30	1.24	1.15	1.05
	70	-	-	1.52	1.52	1.47	1.40	1.29	1.21	1.11	1.03
	80	-	-	1.45	1.47	1.41	1.36	1.29	1.21	1.09	1.01
	90	-	-	1.38	1.43	1.37	1.33	1.27	1.21	1.08	0.99
	100	-	-	1.27	1.36	1.32	1.27	1.24	1.19	1.08	0.98
	110	-	-	1.29	1.31	1.30	1.25	1.20	1.17	1.07	0.98
120	-	-	1.21	1.27	1.26	1.24	1.18	1.13	1.06	0.97	
130	-	-	1.18	1.23	1.22	1.20	1.17	1.12	1.04	0.96	
140	-	-	1.13	1.20	1.20	1.18	1.14	1.10	1.03	0.95	
150	-	-	1.10	1.18	1.16	1.14	1.12	1.09	1.02	0.94	

FV

Fattore di amplificazione		Tipo di terreno		$a_g$ (g)		Profilo di velocità					
FV		Argilla		0.26g		Lineare pendenza intermedia					
		$V_{sH}$ (m/s)									
		150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
H	5	1.12	1.05	1.03	1.02	1.01	1.01	1.01	1.00	1.00	1.00
	10	-	1.32	1.13	1.06	1.04	1.03	1.02	1.02	1.01	1.00
	15	-	1.95	1.39	1.19	1.12	1.06	1.04	1.03	1.01	1.01
	20	-	2.33	1.74	1.38	1.22	1.14	1.10	1.05	1.03	1.01
	25	-	2.71	2.04	1.57	1.34	1.23	1.15	1.10	1.04	1.01
	30	-	2.79	2.32	1.80	1.50	1.32	1.22	1.14	1.08	1.02
	35	-	-	2.50	2.01	1.63	1.43	1.29	1.20	1.09	1.02
	40	-	-	2.50	2.17	1.79	1.52	1.36	1.25	1.11	1.03
	50	-	-	2.33	2.21	1.94	1.69	1.50	1.36	1.17	1.04
	60	-	-	2.29	2.06	1.95	1.76	1.57	1.42	1.21	1.08
	70	-	-	2.38	2.04	1.84	1.74	1.60	1.46	1.24	1.09
	80	-	-	2.35	2.05	1.82	1.66	1.57	1.46	1.25	1.10
	90	-	-	2.25	2.12	1.83	1.64	1.51	1.42	1.24	1.07
	100	-	-	2.16	2.07	1.86	1.65	1.50	1.40	1.24	1.07
	110	-	-	2.11	2.02	1.84	1.64	1.50	1.39	1.22	1.07
	120	-	-	2.15	1.94	1.82	1.65	1.50	1.38	1.21	1.07
	130	-	-	2.15	1.91	1.79	1.64	1.50	1.38	1.19	1.06
140	-	-	2.13	1.92	1.74	1.63	1.51	1.39	1.20	1.05	
150	-	-	2.04	1.93	1.73	1.61	1.50	1.38	1.20	1.05	

## ***CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRENO***

La classificazione sismica del suolo è stata accertata tramite le seguenti tipologie di indagine sismiche.

A ) Indagine sismica a rifrazione (2009)

B) Indagine sismica in foro DH - Indagine sismica passiva a stazione singola metodo HVSR (2015)

Da tali indagini si evince che il sottosuolo, fino alla profondità indagata di 30 metri, è caratterizzato da valori della velocità delle onde di taglio Vs30 pari a circa 550 m/s. (Sismica a rifrazione) e 401.60 (DOWN-HOLE), mentre con la prova HVSR si sono ottenuti valori delle Vs30 pari a 380 m/s.

In base a quanto stabilito nelle N.T.C. 14/01/2008, il suolo in oggetto può essere classificato di **tipo B**.

“B - Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o 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 Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica NSPT > 50, o coesione non drenata  $c_u > 250$  kPa)”.

## ***INDIVIDUAZIONE DEI PARAMETRI SISMICI***

I parametri sismici che determinano lo spettro di risposta sismica dell'area in esame sono stati estrapolati tramite il programma della Società Geostru. Tale determinazione del sisma di progetto è stata effettuata sulla base della procedura descritta nel D.M. 14/01/2008.

- vita nominale dell'edificio:  $V_n = 50$  anni (tab. 2.4.1 D.M. 14-01-2008)
- classe d'uso: II (tab. 2.3.II) a cui corrisponde un coefficiente d'uso  $C_u = 1$ ;
- periodo di riferimento per l'azione sismica:  $V_R = V_N * C_u = 50$  anni.
- Categoria sottosuolo: B
- Categoria topografica: T1

Coordinate geografiche del sito:	43.542486 N 12.101128 E
Stato Limite Ultimo scelto:	S.L.V. (probabilità di superamento =10%)
Stato Limite d'Esercizio scelto:	S.L.D. (probabilità di superamento = 63%)
Vita nominale dell'opera:	50 anni
Classe d'uso:	Classe II
Categoria topografica	T1

Di seguito sono descritti i valori ottenuti:

Parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c$  per i periodi di ritorno  $T_r$  di riferimento:

Stato Limite	$T_r$ (anni)	$a_g(g)$	$F_0$	$T_c$ (s)
Operatività (SLO) Prob. Sup =81%	30	0.066	2.428	0.265
Danno (SLD) Prob. Sup = 63%	50	0.087	2.358	0.269
Salvaguardia Vita (SLV) Prob. Sup =10%	475	0.217	2.385	0.293
Prevenzione Collasso (SLC) Prob. Sup. = 5%	975	0.278	2.405	0.308

Coefficienti sismici:

Stato Limite	$S_s$	$C_c$	$S_t$	$K_h$	$K_v$	$A_{max}$	$\beta$
SLO	1.200	1.430	1.000	0.016	0.008	0.776	0.200
SLD	1.200	1.430	1.000	0.021	0.010	1.026	0.200
SLV	1.190	1.410	1.000	0.072	0.036	2.538	0.280
SLC	1.130	1.390	1.000	0.088	0.044	3.080	0.280

## *LIQUAFACIBILITA' DEL TERRENO*

La liquefazione è un processo in seguito al quale un sedimento che si trova al di sotto del livello di falda perde temporaneamente resistenza e si comporta come un liquido viscoso a causa di un aumento della pressione neutra e di una riduzione della pressione efficace.

Questo fenomeno si verifica nel terreno durante i terremoti, è una delle più importanti cause di danneggiamento e collasso delle costruzioni fondate su terreni sabbiosi saturi. Alla liquefazione del terreno possono, infatti, associarsi estesi fenomeni di subsidenza, movimenti di masse fluidificate di terreno ecc., ma anche effetti meno devastanti (cedimenti differenziali, lesioni negli edifici ecc.) che tuttavia possono produrre gravissimi danni al patrimonio abitativo e artistico di una località.

La liquefazione di un deposito è il risultato dell'effetto combinato di due principali fattori: le condizioni del terreno (fattore di predisposizione) e la sismicità (fattore scatenante). Si verifica quando la pressione dei pori aumenta

fino a eguagliare la pressione intergranulare. In termini tecnici ha inizio quando la pressione dei pori  $u_0$  eguaglia la pressione totale  $\sigma_{v0}$ .

Questo crea uno stato della pressione effettiva uguale a zero:

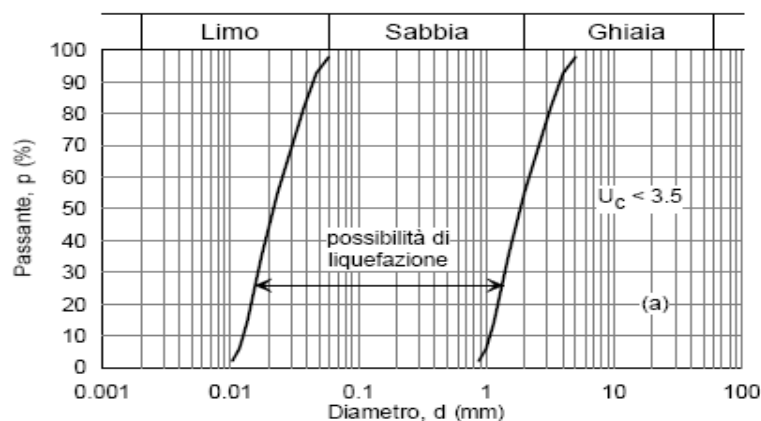
$$\sigma_{v0}' = (\sigma_{v0} - u_0) = 0$$

L'incremento della pressione neutra è indotto dalla tendenza di un materiale granulare a compattarsi quando è soggetto ad azioni cicliche di un sisma, con conseguente aumento del potenziale di liquefazione del terreno.

Nei casi documentati in bibliografia, si osservano dei fattori predisponenti a tale fenomeno:

- Valori di densità relativa  $< 75 \%$
- Il terreno deve essere saturo, con livello della falda molto superficiale
- Il terreno non deve essere coesivo, sabbie e limi non plastici
- Il terremoto deve produrre scuotimenti di sufficiente intensità e durata
- Lo scuotimento deve generare condizioni non drenate

La figura mostra i fusi granulometrici dei terreni suscettibili a fenomeni di liquefazione.



In profondità si ha un aumento del grado di addensamento del materiale, riducendo le possibilità di innesco di tale fenomeno.

La verifica a tale fenomeno è stata effettuata con il metodo di Andrus e Stokoe (1997) utilizzando la stima del rischio con caratterizzazioni del suolo da prove sismiche.

La stima è stata verificata per sismi con magnitudo pari a 6.5 e profondità della falda a -5 metri dal piano campagna.

I coefficienti di sicurezza alla liquefazione sono superiori a 1, da tale verifica risulta quindi che il rischio di liquefazione è molto basso.

## *CONCLUSIONI*

In base alle condizioni geologiche, morfologiche, idrogeologiche, stratigrafiche, geotecniche e sismiche desunte dai dati delle indagini in situ stratigrafiche e sismiche, non sussistono controindicazioni al progetto di costruzione degli opifici come da progetto. Inoltre dalle tavole della Pericolosità Geomorfologica – Pericolosità Idraulica, risulta che l'area ricade nelle classi a pericolosità media e bassa, quindi si può attribuire all'area di intervento una fattibilità con normali vincoli di progetto, senza ricorrere ad interventi di bonifica dei terreni e/o tecniche fondazionali particolari.

Dalle verifiche idrauliche eseguite (vedi Relazione di Compatibilità Idraulica) si evince che l'area non è interessata da fenomeni di esondazione.

Negli studi stratigrafici e sismici l'area di intervento risulta, nella CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS), come ZONA STABILE SUSCETTIBILE DI AMPLIFICAZIONI LOCALI – ZONA 1. Mentre nella CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA di LIVELLO 2 è caratterizzata da un valore di  $F_a = 1,3-1,4$ .

Le fondazioni dei fabbricati potranno essere superficiali del tipo a plinto o a trave continua o fondazioni profonde tramite pali trivellati incassati nelle ghiaie sottostanti.

Sarà comunque compito dello strutturista calcolatore verificare che il valore del carico trasmesso dalla struttura in fondazione sia inferiore o pari al valore del carico ammissibile sul terreno.

Il progettista dovrà verificare le interazioni struttura – terreno attenendosi alle caratteristiche del terreno.

*I terreni in esame, in base alle condizioni stratigrafiche e litologiche dell'area ed ai valori delle Vs30 desunti dall'indagine sismica, appartengono alla categoria di suolo "B". Mentre per quanto riguarda il fattore topografico, in base alle condizioni morfologiche, essa appartiene alla categoria T1.*

Inoltre è stato individuato anche il rischio sismico, i valori di progetto dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c$  in funzione del periodo di ritorno  $T_r$ .

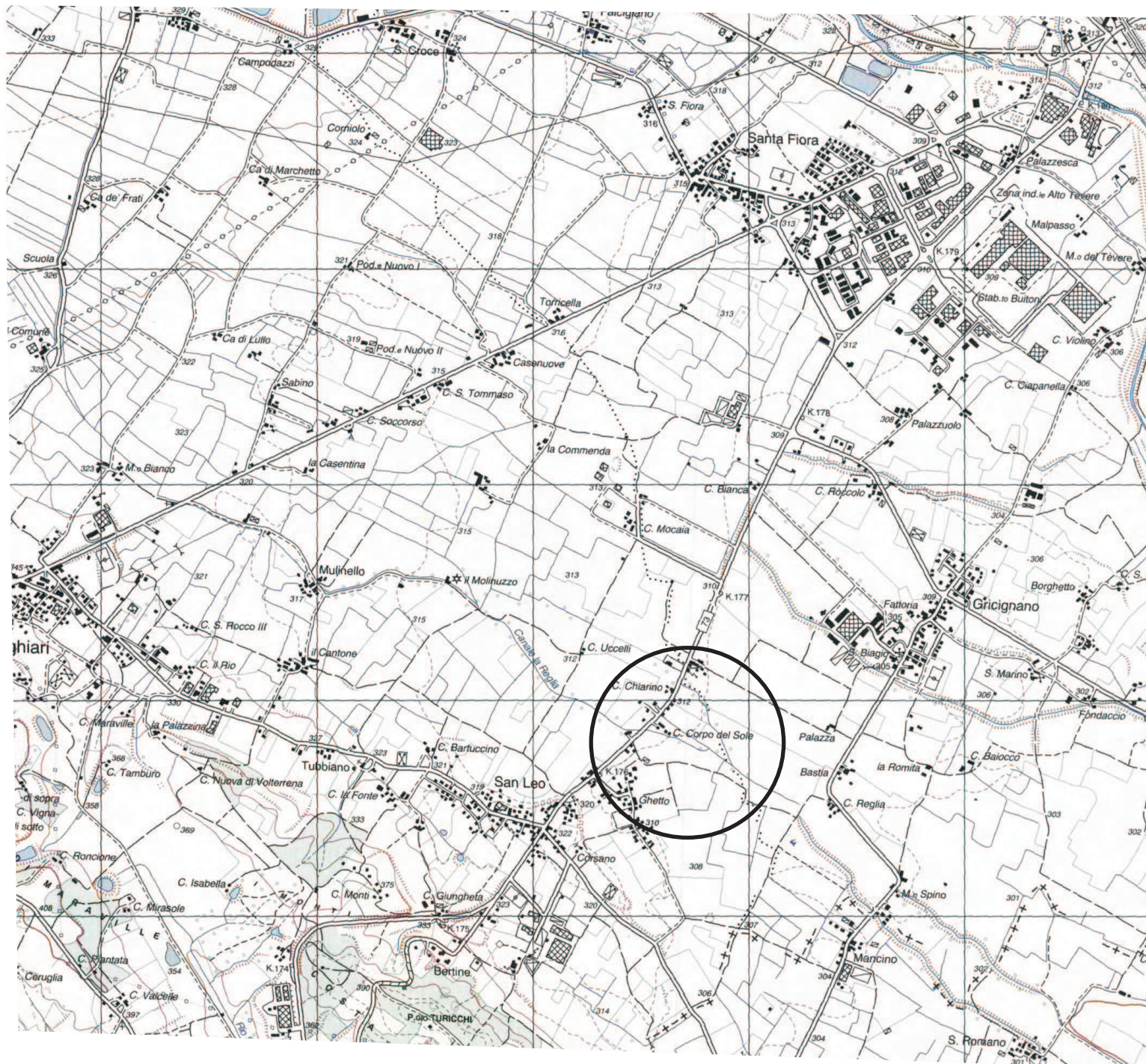
I terreni di risulta degli scavi, di natura limo-argillosa e argillo-limosa, verranno accantonati nell'area adiacente a quella di costruzione sempre della stessa proprietà e verranno riutilizzati per il livellamento dell'area circostante.

Si raccomanda di convocare lo scrivente nella fase di realizzazione degli scavi delle opere fondali.

*Dott. Raffaele Rotili*



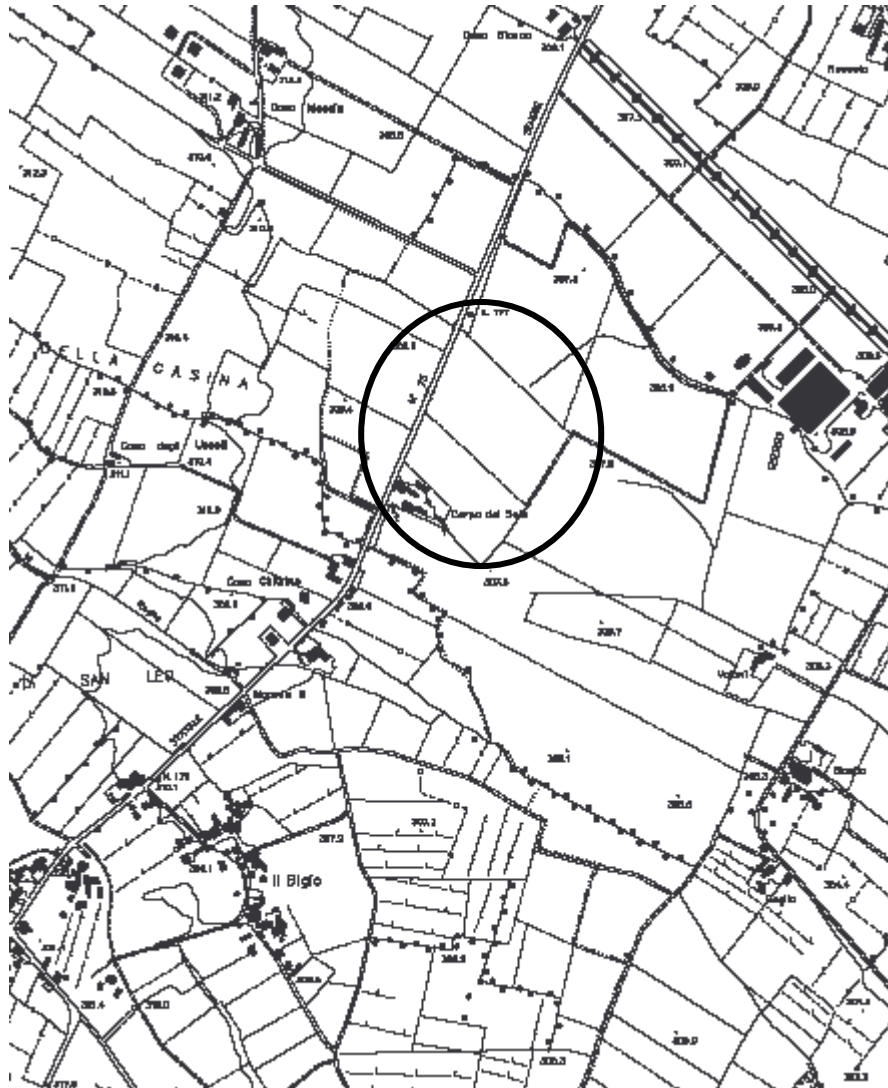
INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO IGM 1.25.000





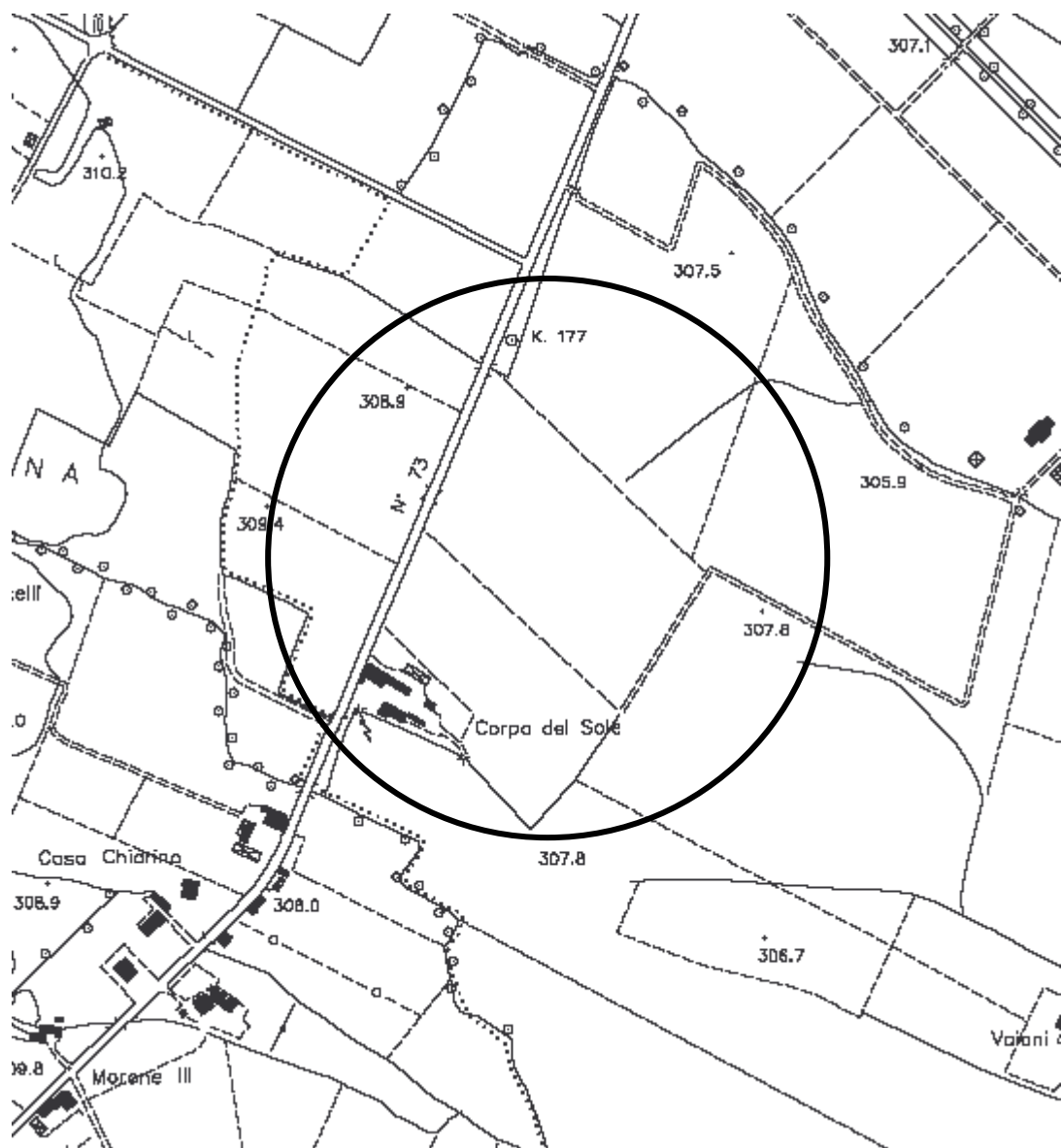
## LOCALIZZAZIONE AREA DI INTERVENTO

CTR 1:10.000 SEZ. 289060



## LOCALIZZAZIONE AREA DI INTERVENTO

CTR 1:5.000

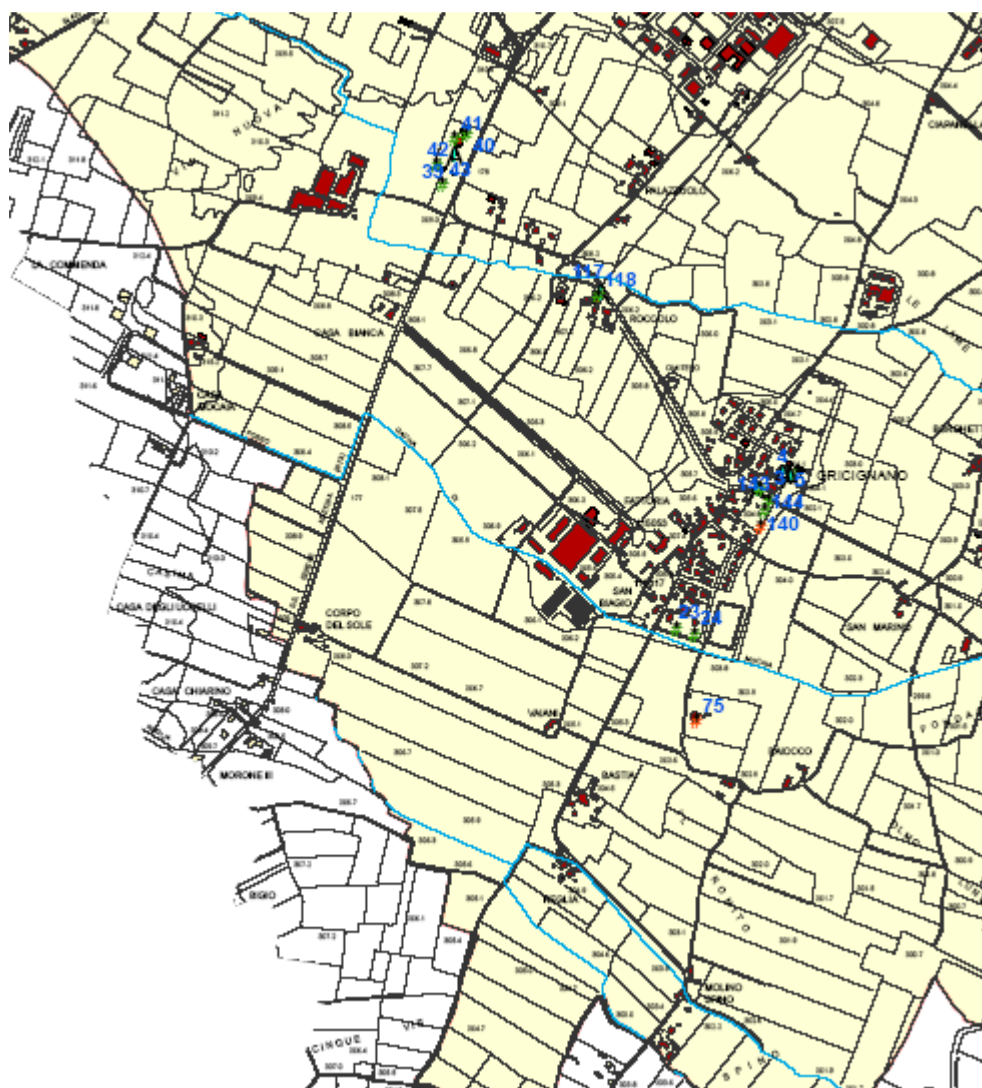


## DESUNTO DAL PROGETTO CARG





## DESUNTA DAL PIANO STRUTTURALE

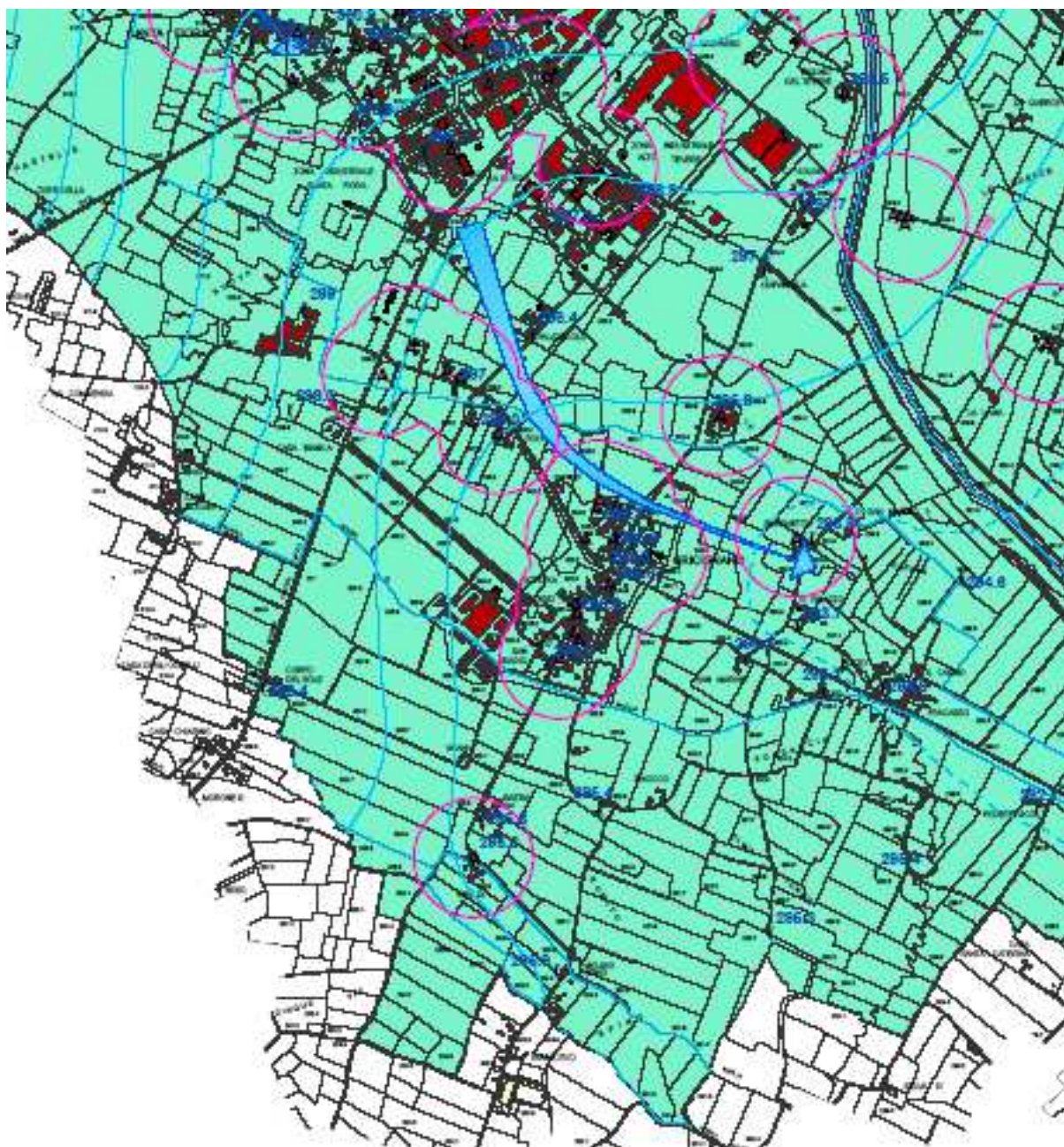


### Materiali a comportamento eterogeneo

Litotipi con presenza di intercalazioni limoso - sabbioso - argillose, moderatamente addensati e/o consistenti

## CARTA IDROGEOLOGICA

DESUNTA DAL PIANO STRUTTURALE



## LEGENDA

### CLASSE DI PERMEABILITA'

primaria	secondaria
	
	
	
	
	

Elevata

Media

Medio - bassa

Bassa

Molto bassa



Isofreatiche con quote assolute s.l.m.



Linee di flusso



Pozzi presenti sul territorio comunale sui quali sono state effettuate misure del livello freatico espresse in quote assolute s.l.m. (campagna pozzi anno 2004)

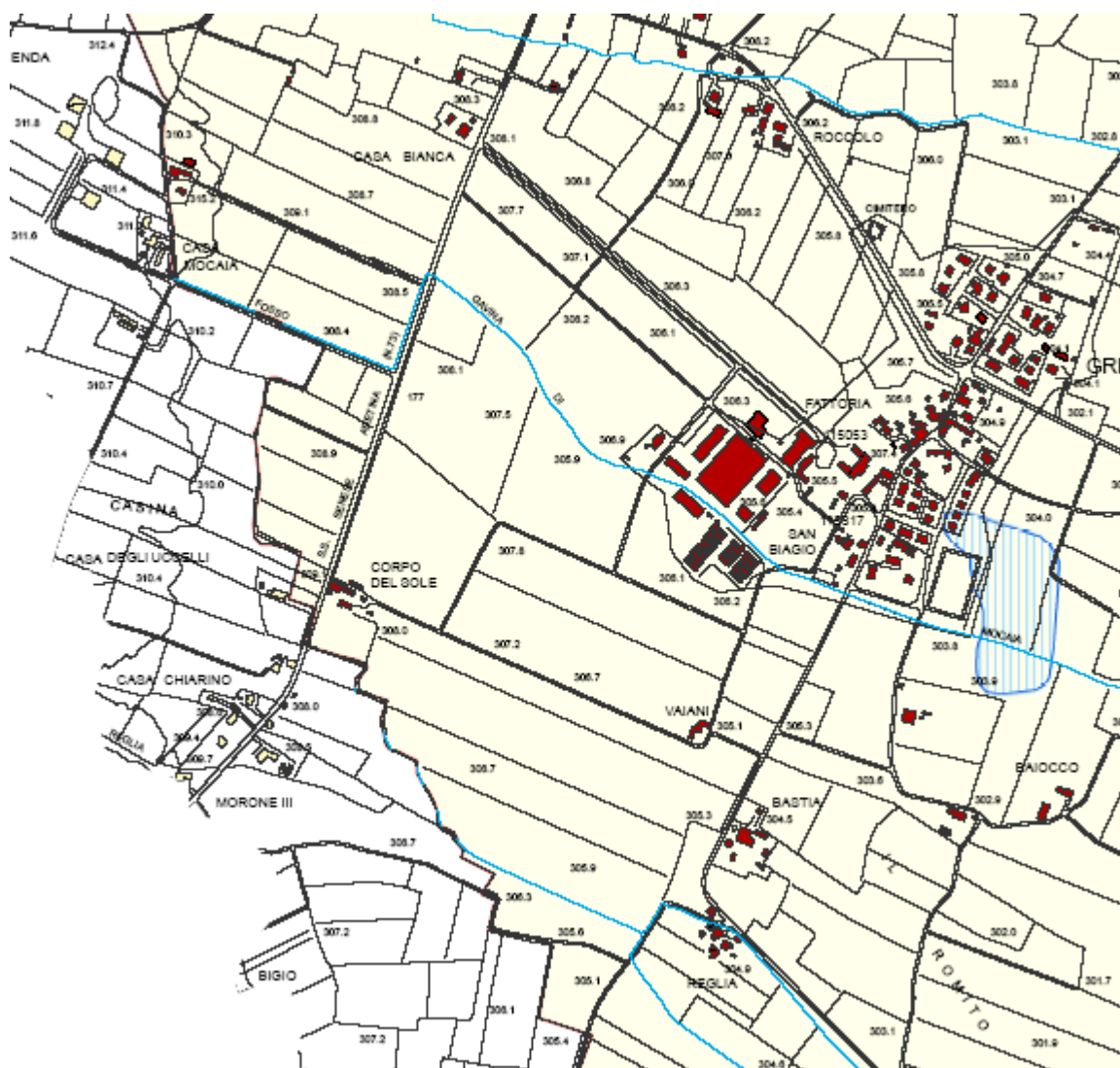


Pozzi ad uso potabile (database Provincia di Arezzo) e relativa area di rispetto pari a 200 m




# CARTA DELLE AREE ALLAGABILI DA DATI STORICI

## DESUNTA DA PIANO STRUTTURALE



### Legenda

Aree soggette ad inondazione - fonte informativa Provincia di Arezzo e Autorità di Bacino del Fiume Tevere


 Zone soggette ad inondazione derivanti da modello idraulico


Aree soggette ad inondazione - fonte informativa Provincia di Arezzo


 Zone soggette ad inondazione


Aree soggette ad inondazione - fonte informativa Regione Toscana (anno 1995)

 Aree inondabili soggette a ricorrenti e significativi fenomeni di esondazione e ristagno

 Aree inondabili soggette a fenomeni di esondazione eccezionali

 Aree inondate nel corso degli eventi alluvionali degli anni '91 - '92 - '93

 Aree soggette a fenomeni di ristagno

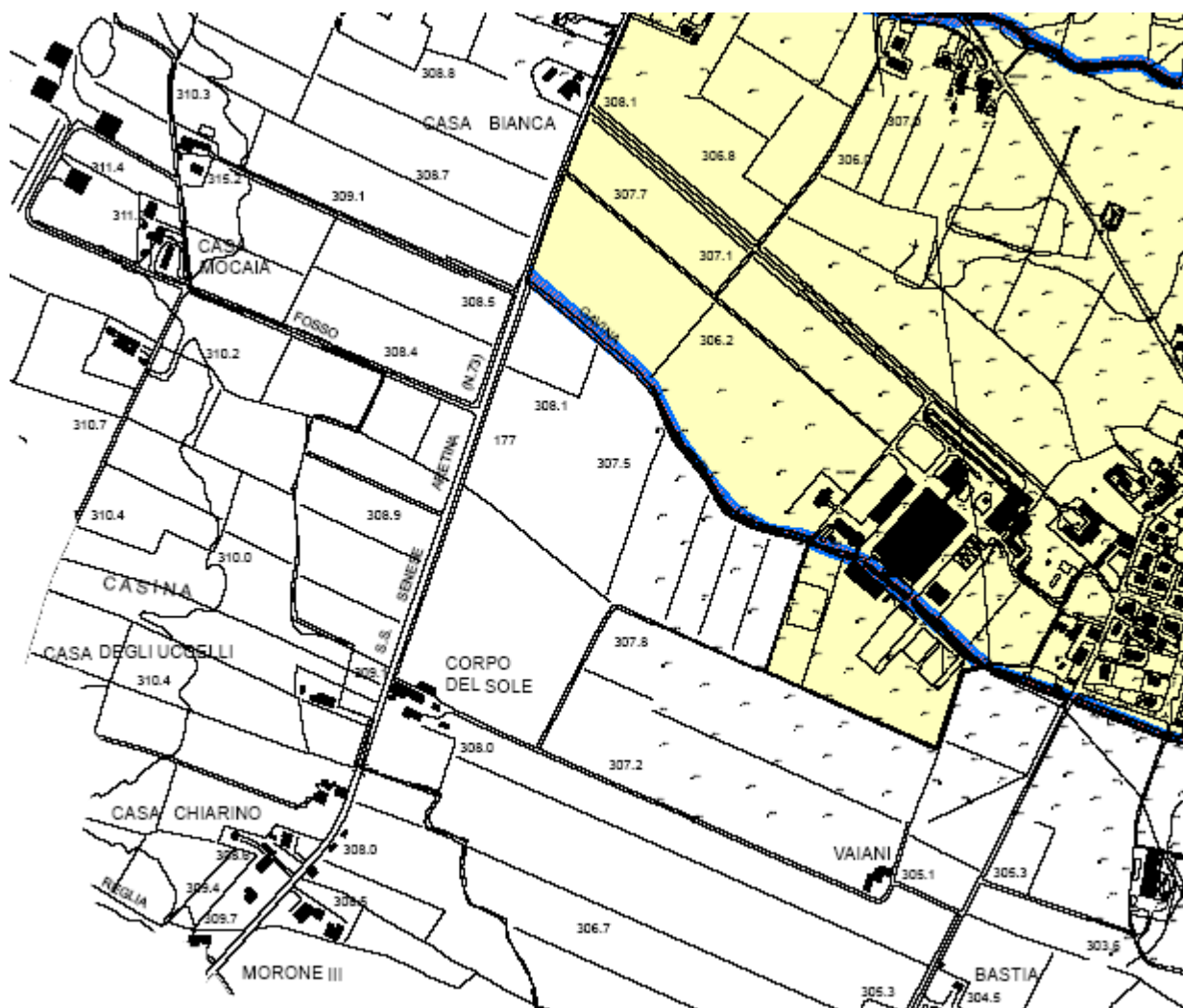
 Sistema idraulico

 Pianura alluvionale



# CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA DA MODELLAZIONE

## DESUNTA DAL PIANO STRUTTURALE



### Legenda

CLASSI DI PERICOLOSITA' AI SENSI DEL D.P.G.R. N° 26/R

#### I.4 - Pericolosità idraulica molto elevata

 Aree interessate da allagamenti per eventi con  $tr \leq 20$  anni

 Aree interessate da allagamenti per eventi con  $tr \leq 30$  anni


#### I.3 - Pericolosità idraulica elevata

 Aree interessate da allagamenti per eventi con  $30 < tr \leq 200$  anni

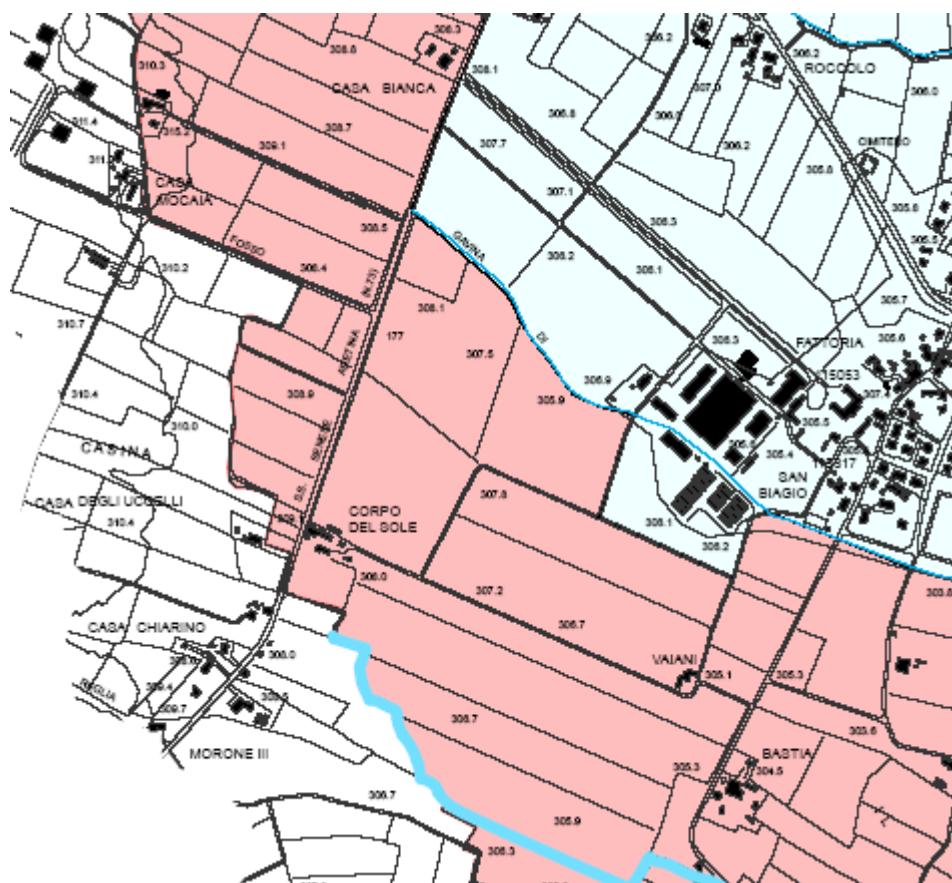
#### I.2 - Pericolosità idraulica media

 Aree interessate da allagamenti per eventi con  $200 < tr \leq 500$  anni

#### I.1 - Pericolosità idraulica bassa

 Aree collinari prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:  
a) non vi sono notizie storiche di inondazioni  
b) sono in situazione di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

# CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA(DATI STORICI) DESUNTA DAL PIANO STRUTTURALE



## Legenda

*Pericolosità idraulica ai sensi del DPGR n. 26/R*

### I.4 - PERICOLOSITA' IDRAULICA MOLTO ELEVATA

- Aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorrono contestualmente le seguenti condizioni:
  - a) vi sono notizie storiche di inondazioni
  - b) sono morfologicamente in situazione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda

### I.3 - PERICOLOSITA' IDRAULICA ELEVATA

- Aree di fondovalle per le quali ricorra almeno una delle seguenti condizioni:
  - a) vi sono notizie storiche di inondazioni
  - b) sono morfologicamente in situazione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda

### I.2 - PERICOLOSITA' IDRAULICA MEDIA

- Aree di fondovalle per le quali ricorrono le seguenti condizioni:
  - a) non vi sono notizie storiche di inondazioni
  - b) sono in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda

### I.1 - PERICOLOSITA' IDRAULICA BASSA

- Aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:
  - a) non vi sono notizie storiche di inondazioni
  - b) sono in situazioni favorevoli di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda

### AREE A PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

**G.4 - Pericolosità geomorfologica molto elevata**

■ Aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza

### G.3 - Pericolosità geomorfologica elevata

Area in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con indizi di instabilità connessi alla glacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza

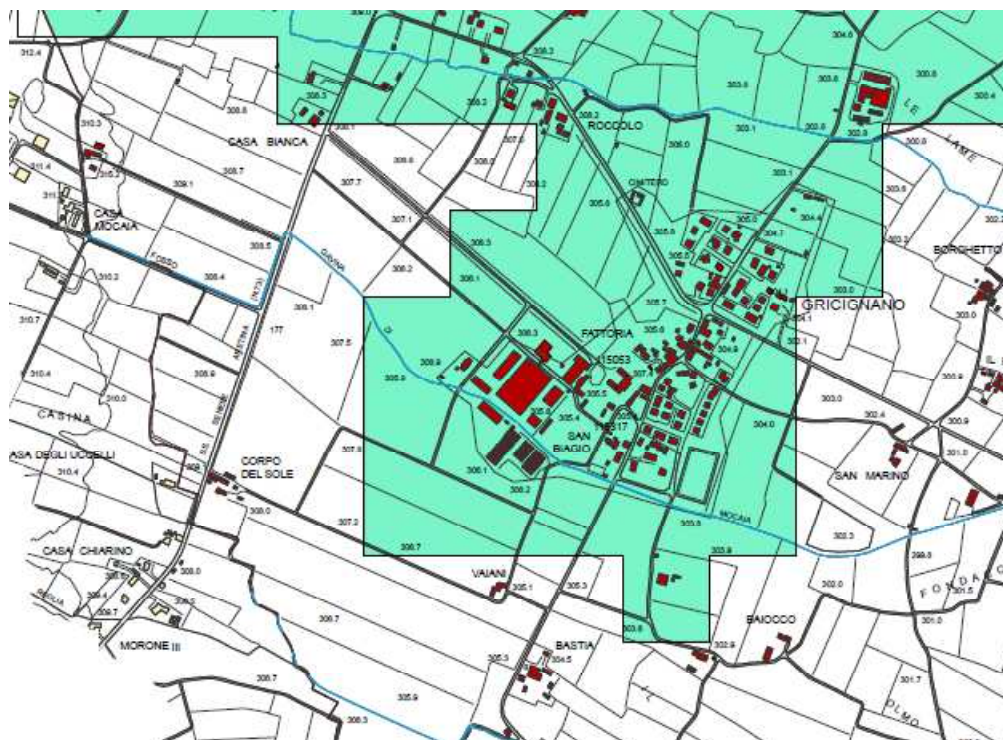
### G.2 - Pericolosità geomorfologica media

 Aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e glaciali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto

G.1 - Pericolosità geomorfologica bassa

Aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, glaciali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di movimenti di massa

## CARTA DELLE AREE A MAGGIOR PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE



### Legenda

Pericolosità Sismica Locale ai sensi del DPGR n.26/R

**S.4 - Pericolosità sismica locale molto elevata**

Area in cui sono presenti fenomeni di instabilità attivi e che pertanto potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici

### 3.3 - Pericolosità sismica locale elevata

Area in cui sono presenti fenomeni di instabilità sismica e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici di non trascurabile intensità e spostamenti. Gli allineamenti che escludono "fenomeni di instabilità indotta dalla sollecitazione sismica; zone con possibile amplificazione sismica connesse a zone di bordo della valle e/o aree di raccordo con il versante; zone con possibile amplificazione per effetti strutturali; zone di contatti tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse; presenza di faglie e/o contatti tettonici

5.2 - Pericostitis simplex locale media

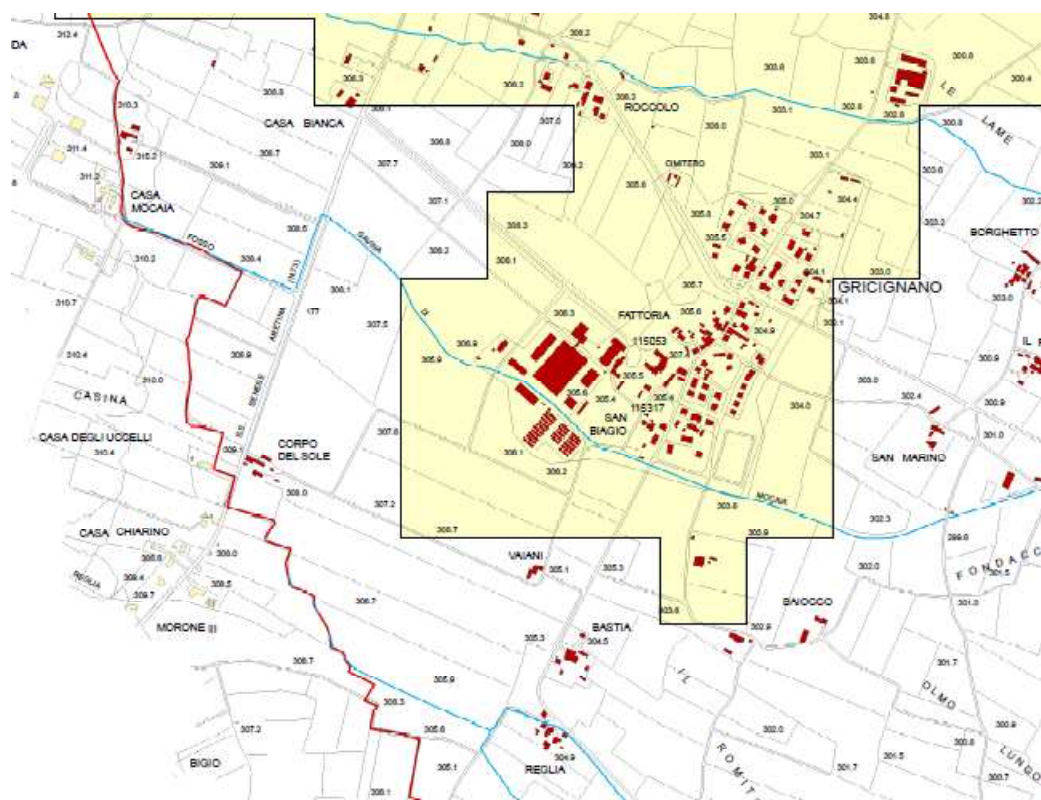
 Zone con fenomeni franosi inattivi

5.1 - Pericolosità sismica locale bassa

Arece caratterizzate dalla presenza di formazioni litoidi e dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica



## CARTA DELLE ZONE A MAGGIOR PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE



### Legenda

*Accentuazione dei fenomeni di instabilità in atto e potenziali dovuti ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici*

- 1: Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi
- 2A: Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti
- 2B: Zone potenzialmente franose
- 3: Zona caratterizzata da movimenti franosi inattivi

*Amplificazione sismica dovuta a morfologie sepolte*

- 8: Zone di bordo della valle e/o aree di raccordo con il versante

*Amplificazione diffusa del moto del suolo dovuta alla differenza di risposta sismica tra substrato e copertura dovuta a fenomeni di amplificazione stratigrafica*

- 9: Zona con presenza di depositi alluvionali granulari e/o sciolti
- 10: Zona con presenza di coltri detritiche di alterazione del substrato roccioso e/o coperture colluviali
- 11: Aree costituite da conoidi alluvionali e/o con detritici

*Amplificazione differenziata del moto del suolo e dei cedimenti; meccanismi di focalizzazione delle onde*

- 12: Zona di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse
- 13: Contatti tettonici, faglie, sovrascorimenti e sistemi di fratturazione





## Geo Probing

di Francesco Becattini

Telefono cellulare: **347.6434222**  
Sede: Strada Perugia - Ponte Valleceppi, n° 96  
06135 Ponte Valleceppi (PG)  
Telefono e Fax: **075.5928321**  
e-mail: [f.becattini@geoprobing.it](mailto:f.becattini@geoprobing.it)  
sito internet: [www.geoprobing.it](http://www.geoprobing.it)

### PROVE PENETROMETRICHE STATICHE E DINAMICHE CONTINUE

- RAPPORTO ED ELABORAZIONE DEI  
VALORI MISURATI

- DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Committente: Dott. Geol. Raffaele Rotili

Località: Corpo del Sole

Comune: Sansepolcro (AR)

Ponte Valleceppi, 30 ottobre 2008



## RAPPORTO TECNICO SULLA CAMPAGNA DI PROVE PENETROMETRICHE

Nelle pagine che seguono sono schematizzati i risultati di due prove penetrometriche, di cui una statica ed una dinamica continua, effettuate, per conto del Dott. Geol. Raffaele Rotili, in una particella di terreno, ubicata in località Corpo del Sole, frazione del Comune di Sansepolcro (AR), in corrispondenza dell'area sulla quale dovrà essere edificato un nuovo centro aziendale da parte della Società Aboca S.p.A.

L'attrezzatura utilizzata per l'esecuzione delle indagini è un penetrometro dinamico/statico auto-semovente ed auto-ancorante prodotto dalla Ditta Pagani e contraddistinto dalla sigla 63/200.

L'impianto consente la realizzazione di prove statiche con una spinta massima di 200 KN (circa 20 tonnellate), la punta utilizzata è di tipo Begemann, meccanica.

Questa, collegata ad una cella di carico, viene infissa nel terreno alla velocità costante di 2 centimetri al secondo. Ciò consente la misura della resistenza del terreno all'avanzamento della punta e del manicotto di frizione, per la valutazione dell'attrito laterale.

Inoltre è possibile effettuare prove dinamiche continue secondo lo standard ISSMFE, cioè con la seguente configurazione:

- Massa del maglio (kg)	63,5
- Altezza caduta (cm)	75,0
- Lunghezza aste (m)	1,0
- Massa aste (kg/m)	6,2
- Diametro aste (mm)	32
- Diametro base punta conica (mm)	51
- Angolo apertura punta conica (°)	90
- Penetrazione standard (cm)	20,0

Di seguito vengono esposti i risultati delle prove schematizzati secondo il seguente ordine:

### **CPT 1, CPT 2 e CPT 3:**

- **Tabulato della prova**, contenente i valori, misurati direttamente in campagna, dello sforzo necessario all'avanzamento di punta e punta + manicotto, nonché i valori calcolati di  $q_c$  (resistenza specifica all'avanzamento della punta conica),  $f_s$  (attrito laterale locale) e del rapporto  $q_c/f_s$ ;
- **Grafico della prova ( $q_c - f_s$ )**;
- **Stratigrafia della prova** ricavata con il metodo di Searle (1979);
- **Parametri geotecnici**;



- **Metodi di calcolo dei parametri geotecnici;**
- **Colonna stratigrafica** ricavata con il metodo di Searle (1979).

#### **DPSH 4:**

- **Tabulato della prova**, contenente i valori, misurati direttamente in campagna, del numero di colpi necessario all'avanzamento standard di 20 cm e il numero di colpi equivalenti ad NSTP;
- **Grafico Numero di colpi - Resistenza dinamica;**
- **Stratigrafia della prova**, dove è evidenziata la discretizzazione dei valori misurati ed il tipo di comportamento meccanico (granulare o coesivo) previsto per i singoli strati ;
- **Parametri geotecnici**, ricavati per ogni singolo strato individuato;
- **Metodi di calcolo dei parametri geotecnici;**
- **Colonna stratigrafica** derivata da correlazioni empiriche con stratigrafie simili (in questo caso si è tenuta in considerazione la stratigrafia ricavata dalla prova penetrometrica statica CPT 1);

In conclusione, inoltre, viene riportato uno stralcio della documentazione fotografica scattata durante l'esecuzione delle indagini.

N.B. In relazione alle tabelle di seguito riportate si vuol ricordare quanto segue:

- gli schemi “Tabulato della prova” e “Grafico della prova” si riferiscono a valori misurati direttamente o, da essi, matematicamente calcolati;
- in merito allo schema “Grafico della prova” si consiglia di porre attenzione alle scale , soprattutto nel confronto tra grafici differenti, infatti esse sono variabili in funzione dell'intervallo di valori misurati in campagna;
- talvolta, gli stessi grafici, sono creati con scale che tagliano i valori di resistenza di punta elevati, in modo da evitare l'appiattimento della curva in corrispondenza degli strati meno resistenti.
- lo schema “Stratigrafia della prova” si basa su una discretizzazione, soggetta ad interpretazione, di tutte le letture effettuate ed il metodo di classificazione degli strati così suddivisi, nel caso di prove penetrometriche dinamiche continue, deriva da correlazioni empiriche con stratigrafie simili;
- nello schema “Metodo di calcolo dei parametri geotecnici” sono riportate le formule utilizzate nelle corrispondenti caselle della pagina precedente relativa ai “Parametri geotecnici”;
- l'elaborazione della “Colonna Stratigrafica” deriva da un'interpretazione soggettiva dei dati raccolti durante la prova, riclassificati stratigraficamente con il metodo di Searle (1979) per le prove statiche, tramite correlazioni empiriche con stratigrafie simili per le prove dinamiche;
- la presenza di falda, se indicata nei tabulati, deriva da misurazioni effettuate a fine foro e mai da

valutazioni sull'umidità delle aste che, eventualmente, vengono riportate nella sezione dedicata agli appunti sulla campagna d'indagini.

### APPUNTI SULLA CAMPAGNA D'INDAGINI

Tutte e quattro le prove sono state interrotte per rifiuto all'avanzamento della punta, al termine delle indagini è stata effettuata una misura sull'eventuale presenza d'acqua all'interno dei fori di sondaggio e sull'integrità degli stessi dalla quale è risultato quanto segue:

CPT 1: Foro integro ed asciutto per tutta la verticale di prova, aste impiegate asciutte;

CPT 2: Foro integro ed asciutto per tutta la verticale di prova, aste impiegate asciutte;

CPT 3: Foro integro ed asciutto per tutta la verticale di prova, aste impiegate asciutte;

DPSH 4: Foro integro ed asciutto per tutta la verticale di prova, aste impiegate asciutte.

N.B. La prova DPSH 4 è stata realizzata con il chiaro intento di indagare lo spessore del livello ghiaioso individuato alla profondità di 5,0 metri nelle altre tre prove tuttavia l'indagine è stata interrotta dopo aver misurato 78 colpi per un avanzamento di 10 centimetri circa (il rifiuto per la strumentazione è pari a 67 colpi per 20 centimetri) ed aver osservato che a quella quota la punta praticamente non avanzava più.

Nella pagina seguente è riportata una planimetria in scala 1:1.000 con l'ubicazione delle 4 prove.

**CPT 1**



## Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)

Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321

e-mail: f.becattini@geoprobings.it - sito internet: [www.geoprobings.it](http://www.geoprobings.it)

Committente: Dott. Geol. Raffaele Rotili

Località: Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)

Data: 30 ottobre 2009

Attrezzatura: Pagani TG 63/200

Note:

Quota(m):

Sigla: CPT 1

### Tabulato della prova

Profondità (m)	Rp(kg)	Rp+Rl (kg)	qc(kg/cm <sup>2</sup> )	fs(kg/cm <sup>2</sup> )	u(kg/cm <sup>2</sup> )	qc/fs
0,2	60	100	6	0,4		15
0,4	80	140	8	0,73		10,96
0,6	150	260	15	1,27		11,81
0,8	190	380	19	1,93		9,84
1	220	510	22	2,33		9,44
1,2	230	580	23	2,27		10,13
1,4	350	690	35	2,53		13,83
1,6	340	720	34	2,93		11,6
1,8	310	750	31	1,87		16,58
2	350	630	35	2,33		15,02
2,2	280	630	28	1,67		16,77
2,4	270	520	27	1,33		20,3
2,6	270	470	27	1,2		22,5
2,8	240	420	24	1,07		22,43
3	200	360	20	0,8		25
3,2	220	340	22	0,93		23,66
3,4	360	500	36	0,87		41,38
3,6	230	360	23	0,87		26,44
3,8	210	340	21	0,73		28,77
4	200	310	20	0,87		22,99
4,2	150	280	15	0,8		18,75
4,4	270	390	27	0,87		31,03
4,6	270	400	27	0,8		33,75
4,8	310	430	31	1,33		23,31
5	4480	4680	448	1,33		336,84



## Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)

Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321

e-mail: f.becattini@geoprobings.it - sito internet: www.geoprobings.it

Committente: Dott. Geol. Raffaele Rotili

Località: Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)

Data: 30 ottobre 2009

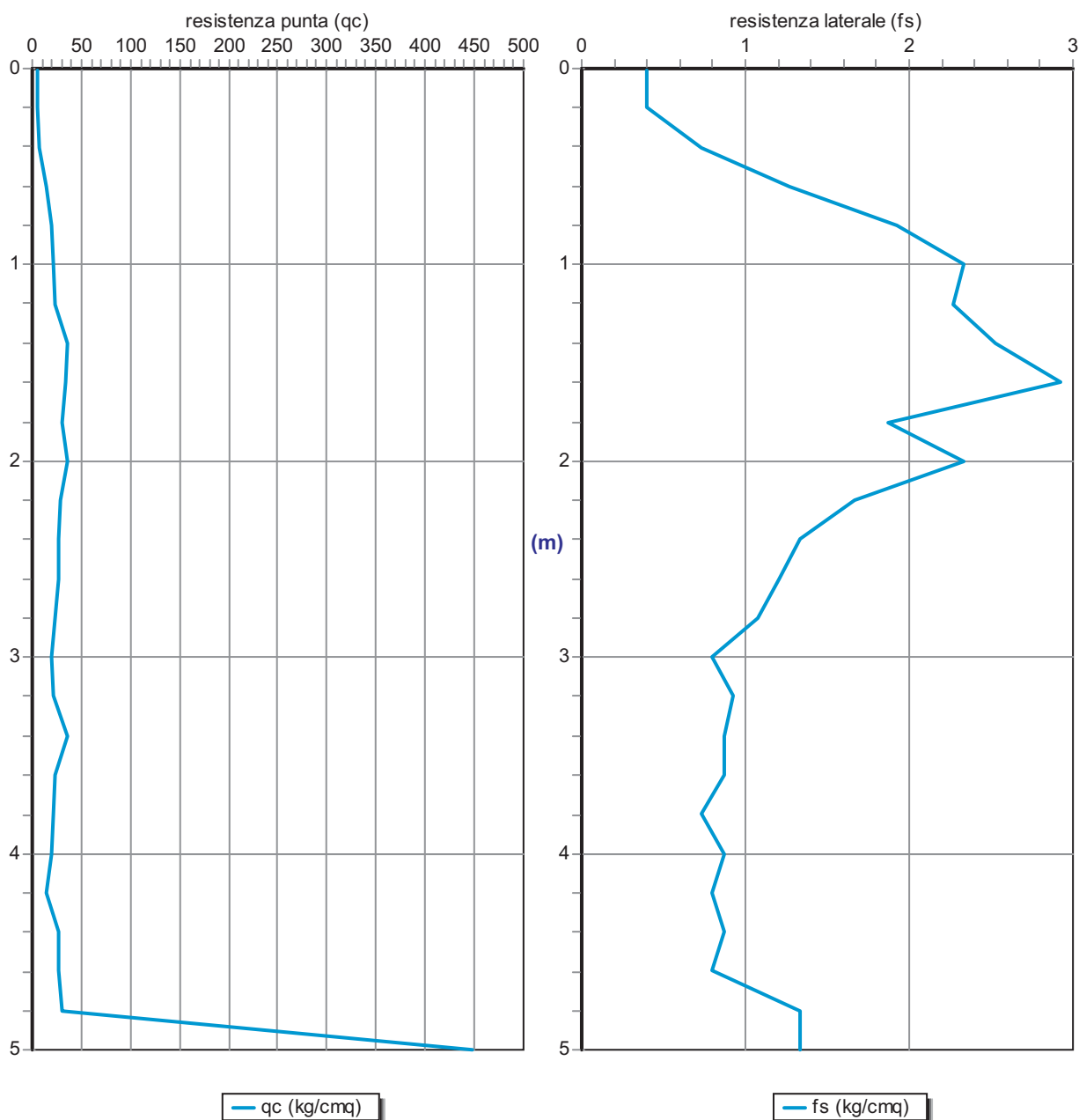
Attrezzatura: Pagani TG 63/200

Note:

Quota(m):

Sigla: CPT 1

### Grafico della prova





## Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)

Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321

e-mail: f.becattini@geoprobings.it - sito internet: www.geoprobings.it

Committente: Dott. Geol. Raffaele Rotili

Località: Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)

Data: 30 ottobre 2009

Attrezzatura: Pagani TG 63/200

Note:

Quota(m):

Sigla: CPT 1

### Stratigrafia della prova

Profondità (m)	qc(kg/cmq)	fs(kg/cmq)	Descrizione litologica	Comport. meccanico
0,6	9,67	0,8	Argilla plastica (terreno organico)	1
2,2	28,38	2,23	Argilla molto consistente	1
4,8	24,62	0,96	Limo sabbioso argilloso med.addensato	0
5	448	1,33	Ghiaia med.addensata	0

Passo di lettura (cm): 20

Profondità di partenza (m): 0,2

Lunghezza della prova (m): 5

Comportamento meccanico dello strato: 0 = incoerente - 1 = coesivo - 2 = intermedio



## Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)  
Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321  
e-mail: f.becattini@geoprobng.it - sito internet: [www.geoprobng.it](http://www.geoprobng.it)

Committente: Dott. Geol. Raffaele Rotili

Località: Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)

Data: 30 ottobre 2009

Attrezzatura: Pagani TG 63/200

Note:

Quota(m):

Sigla: CPT 1

### Parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	qc (kg/cm <sup>2</sup> )	Descrizione litologica dello strato	k (m/s)	Cc	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (t/m <sup>3</sup> )	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo edom. coesivi (kg/cm <sup>2</sup> )	O. C. R.	Modulo dinamico di taglio (kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo edom. incoerenti (kg/cm <sup>2</sup> )	Pres.eff. a metà strato (kg/cm <sup>2</sup> )
0,6	10	Argilla plastica (terreno organico)	3,7E-16	0,02		1,88			0,582	35	1,86	114		0,05
2,2	28	Argilla molto consistente	1,66E-16	0,02		2,11			1,629	48	2,26	214		0,16
4,8	25	Limo sabbioso argilloso med.addensato	4,17E-9		31	2,07	48	63				200	44	0,39
5	448	Ghiaia med.addensata	0,00324		44	2,27	85	1120				1167	89	0,54



## Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)  
Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321  
e-mail: f.becattini@geoprob.it - sito internet: [www.geoprob.it](http://www.geoprob.it)

Committente: Dott. Geol. Raffaele Rotili

Località: Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)

Data: 30 ottobre 2009

Attrezzatura: Pagani TG 63/200

Note:

Quota(m):

Sigla: CPT 1

### Metodi di calcolo dei parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Modulo edometrico strati incoerenti(kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata(kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo edometrico strati coesivi(kg/cm <sup>2</sup> )	Densità relativa (%)	Modulo di Young(kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo dinamico di taglio strati incoerenti(kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo dinamico di taglio strati coesivi(kg/cm <sup>2</sup> )	Rapporto di sovra consolidazione
0,6			Lunne e Eide	Mitchell e Gardner - CL				Imai e Tomouchi	Ladd & Foot
2,2			Lunne e Eide	Mitchell e Gardner - CL				Imai e Tomouchi	Ladd & Foot
4,8	Meyerhof	Robertson e Campanella			Harman	Schmertmann	Imai e Tomouchi		
5	Meyerhof	Robertson e Campanella			Harman	Schmertmann	Imai e Tomouchi		





Dott. Geol. Raffaele Rotili

Località: Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)

Scala 1:25

Attrezzatura: Pagani TG 63/200

Data: 30 ottobre 2009

Sigla: CPT 1

Profondità (m)	Colonna stratigrafica	DESCRIZIONE	Peso di volume naturale(t/mc)	Coesione non drenata(kg/cmq)	Angolo d'attrito(°)
0,60		Argilla plastica (terreno organico)	1,88	0,582	nc
0,60					
1,60		Argilla molto consistente	2,11	1,629	nc
2,20					
2,60		Limo sabbioso argilloso med.addensato	2,07	nc	31
4,80					
0,20 5,00		Ghiaia med.addensata	2,27	nc	44

# DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



FOTO 1: Strumentazione utilizzata per l'esecuzione della prova CPT 1.



FOTO 2: Un'immagine della piazzola osservata da un'altra angolatura.

## CPT 2



## Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)

Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321

e-mail: f.becattini@geoprobings.it - sito internet: [www.geoprobings.it](http://www.geoprobings.it)

Committente: Dott. Geol. Raffaele Rotili

Località: Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)

Data: 30 ottobre 2009

Attrezzatura: Pagani TG 63/200

Note:

Quota(m):

Sigla: CPT 2

### Tabulato della prova

Profondità (m)	Rp(kg)	Rp+Rl (kg)	qc(kg/cm <sup>2</sup> )	fs(kg/cm <sup>2</sup> )	u(kg/cm <sup>2</sup> )	qc/fs
0,2	110	150	11	0,47		23,4
0,4	100	170	10	0,87		11,49
0,6	140	270	14	1,07		13,08
0,8	370	530	37	2,27		16,3
1	390	730	39	3,07		12,7
1,2	280	740	28	2,33		12,02
1,4	300	650	30	2,33		12,88
1,6	380	730	38	2		19
1,8	390	690	39	2,27		17,18
2	330	670	33	2		16,5
2,2	320	620	32	1,53		20,92
2,4	310	540	31	1		31
2,6	330	480	33	1,27		25,98
2,8	300	490	30	1,4		21,43
3	260	470	26	0,93		27,96
3,2	310	450	31	1,6		19,37
3,4	250	490	25	0,93		26,88
3,6	220	360	22	0,87		25,29
3,8	200	330	20	1		20
4	190	340	19	0,8		23,75
4,2	200	320	20	1		20
4,4	220	370	22	1,07		20,56
4,6	330	490	33	1,4		23,57
4,8	380	590	38	1,53		24,84
5	4350	4580	435	1,53		284,31



## Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)

Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321

e-mail: f.becattini@geoprobings.it - sito internet: www.geoprobings.it

Committente: Dott. Geol. Raffaele Rotili

Località: Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)

Data: 30 ottobre 2009

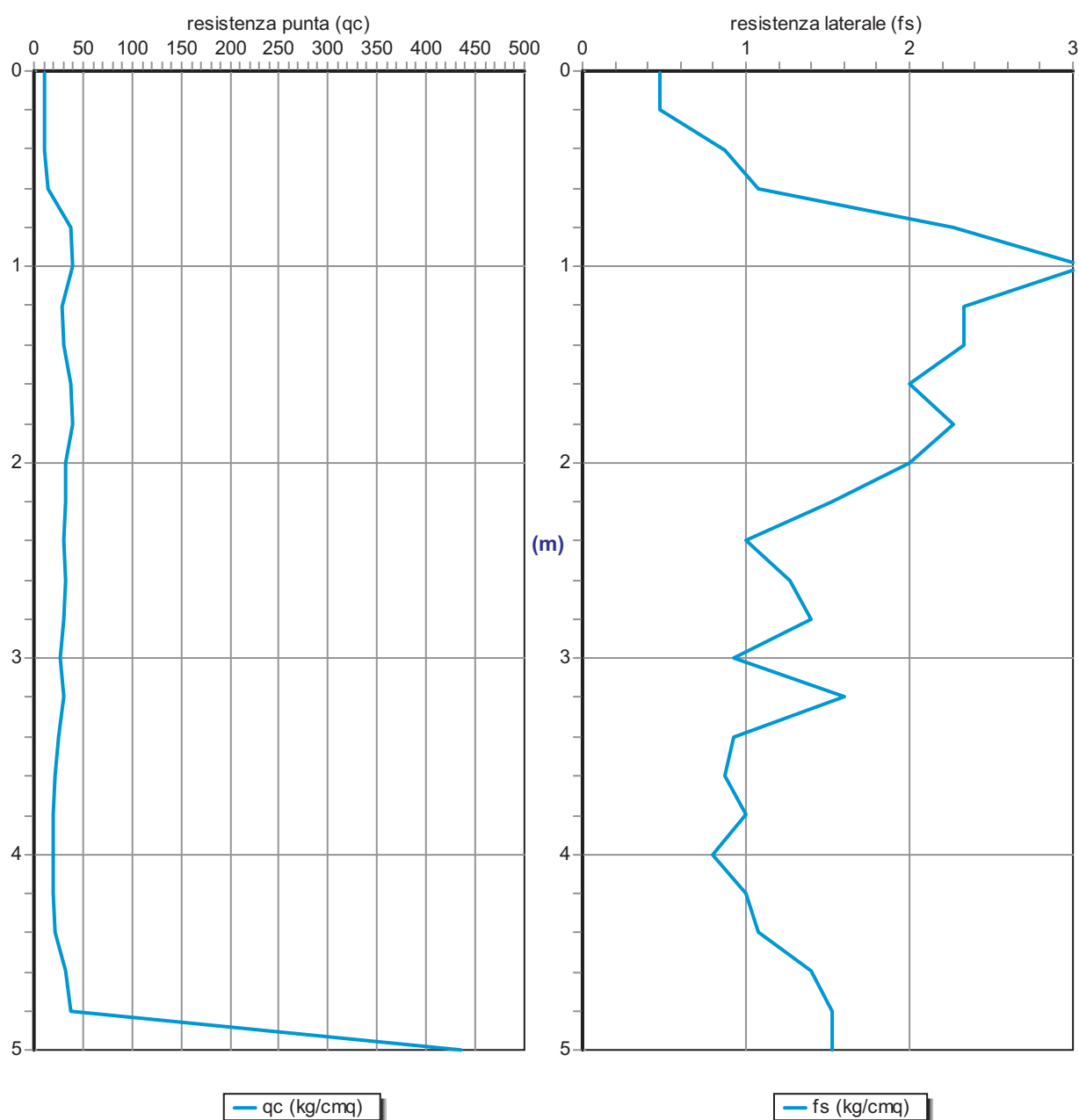
Attrezzatura: Pagani TG 63/200

Note:

Quota(m):

Sigla: CPT 2

### Grafico della prova





## Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)

Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321

e-mail: f.becattini@geoprobings.it - sito internet: www.geoprobings.it

Committente: Dott. Geol. Raffaele Rotili

Località: Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)

Data: 30 ottobre 2009

Attrezzatura: Pagani TG 63/200

Note:

Quota(m):

Sigla: CPT 2

### Stratigrafia della prova

Profondità (m)	qc(kg/cmq)	fs(kg/cmq)	Descrizione litologica	Comport. meccanico
0,6	11,67	0,8	Argilla limosa plastica (terreno organico)	1
2,2	34,5	2,23	Argilla limosa molto consistente	1
4,8	26,92	1,14	Limo argilloso consistente	1
5	435	1,53	Ghiaia med.addensata	0

Passo di lettura (cm): 20

Profondità di partenza (m): 0,2

Lunghezza della prova (m): 5

Comportamento meccanico dello strato: 0 = incoerente - 1 = coesivo - 2 = intermedio



## Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)  
Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321  
e-mail: f.becattini@geoprobng.it - sito internet: [www.geoprobng.it](http://www.geoprobng.it)

Committente: Dott. Geol. Raffaele Rotili

Località: Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)

Data: 30 ottobre 2009

Attrezzatura: Pagani TG 63/200

Note:

Quota(m):

Sigla: CPT 2

### Parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	qc (kg/cm <sup>2</sup> )	Descrizione litologica dello strato	k (m/s)	Cc	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (t/m <sup>3</sup> )	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo edom. coesivi (kg/cm <sup>2</sup> )	O. C. R.	Modulo dinamico di taglio (kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo edom. incoerenti (kg/cm <sup>2</sup> )	Pres.eff. a metà strato (kg/cm <sup>2</sup> )
0,6	12	Argilla limosa plastica (terreno organico)	7,13E-14	0		1,9			0,633	42	4,79	128		0,03
2,2	34	Argilla limosa molto consistente	6,09E-14	0,01		2,13			1,792	58	2,9	241		0,14
4,8	27	Limo argilloso consistente	9,26E-10	0,04		2,07			1,345	46	2,7	210		0,37
5	435	Ghiaia med.addensata	0,00263		44	2,27	85	1088				1146	89	0,53





## Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)  
Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321  
e-mail: f.becattini@geoprobng.it - sito internet: [www.geoprobng.it](http://www.geoprobng.it)

Committente: Dott. Geol. Raffaele Rotili

Località: Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)

Data: 30 ottobre 2009

Attrezzatura: Pagani TG 63/200

Note:

Quota(m):

Sigla: CPT 2

### Metodi di calcolo dei parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Modulo edometrico strati incoerenti(kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata(kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo edometrico strati coesivi(kg/cm <sup>2</sup> )	Densità relativa (%)	Modulo di Young(kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo dinamico di taglio strati incoerenti(kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo dinamico di taglio strati coesivi(kg/cm <sup>2</sup> )	Rapporto di sovra consolidazione
0,6			Lunne e Eide	Mitchell e Gardner - CL				Imai e Tomouchi	Ladd & Foot
2,2			Lunne e Eide	Mitchell e Gardner - CL				Imai e Tomouchi	Ladd & Foot
4,8			Lunne e Eide	Mitchell e Gardner - CL				Imai e Tomouchi	Ladd & Foot
5	Meyerhof	Robertson e Campanella			Harman	Schmertmann	Imai e Tomouchi		





Dott. Geol. Raffaele Rotili

Località: Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)

Scala 1:25

Attrezzatura: Pagani TG 63/200

Data: 30 ottobre 2009

Sigla: CPT 2

Profondità (m)	Colonna stratigrafica	DESCRIZIONE	Peso di volume naturale(t/mc)	Coesione non drenata(kg/cmq)	Angolo d'attrito(°)
0,60		Argilla limosa plastica (terreno organico)	1,9	0,633	nc
0,60					
1,60		Argilla limosa molto consistente	2,13	1,792	nc
2,20					
2,60		Limo argilloso consistente	2,07	1,345	nc
4,80					
0,20 5,00		Ghiaia med.addensata	2,27	nc	44

# DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

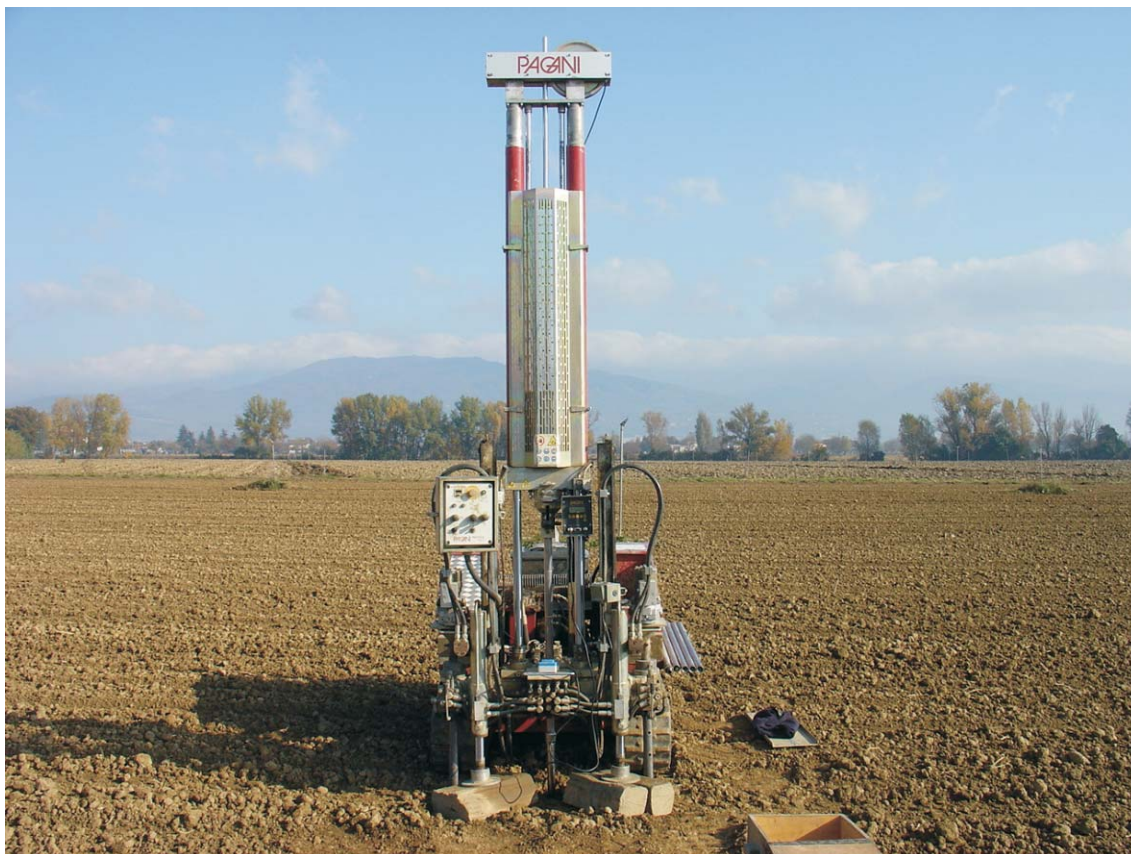


FOTO 1: Strumentazione utilizzata per l'esecuzione della prova CPT 2.



FOTO 2: Un'immagine della piazzola osservata da un'altra angolatura.

## CPT 3



## Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)

Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321

e-mail: f.becattini@geoprobings.it - sito internet: [www.geoprobings.it](http://www.geoprobings.it)

Committente: Dott. Geol. Raffaele Rotili

Località: Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)

Data: 30 ottobre 2009

Attrezzatura: Pagani TG 63/200

Note:

Quota(m):

Sigla: CPT 3

### Tabulato della prova

Profondità (m)	Rp(kg)	Rp+Rl (kg)	qc(kg/cmq)	fs(kg/cmq)	u(kg/cmq)	qc/fs
0,2	60	110	6	0,6		10
0,4	80	170	8	0,53		15,09
0,6	140	220	14	1,47		9,52
0,8	230	450	23	1,93		11,92
1	200	490	20	2,2		9,09
1,2	250	580	25	1,53		16,34
1,4	360	590	36	2,13		16,9
1,6	370	690	37	2,6		14,23
1,8	330	720	33	2,47		13,36
2	260	630	26	1,73		15,03
2,2	330	590	33	1,27		25,98
2,4	360	550	36	1,93		18,65
2,6	300	590	30	1,4		21,43
2,8	310	520	31	0,73		42,47
3	470	580	47	1,47		31,97
3,2	330	550	33	1,27		25,98
3,4	290	480	29	1,27		22,83
3,6	290	480	29	1,27		22,83
3,8	240	430	24	0,67		35,82
4	350	450	35	1,6		21,87
4,2	300	540	30	0,87		34,48
4,4	240	370	24	1,2		20
4,6	240	420	24	1,4		17,14
4,8	410	620	41	2,8		14,64
5	3440	3860	344	3,2		107,5
5,2	3950	4430	395	3,2		123,44



## Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)

Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321

e-mail: f.becattini@geoprobings.it - sito internet: www.geoprobings.it

Committente: Dott. Geol. Raffaele Rotili

Località: Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)

Data: 30 ottobre 2009

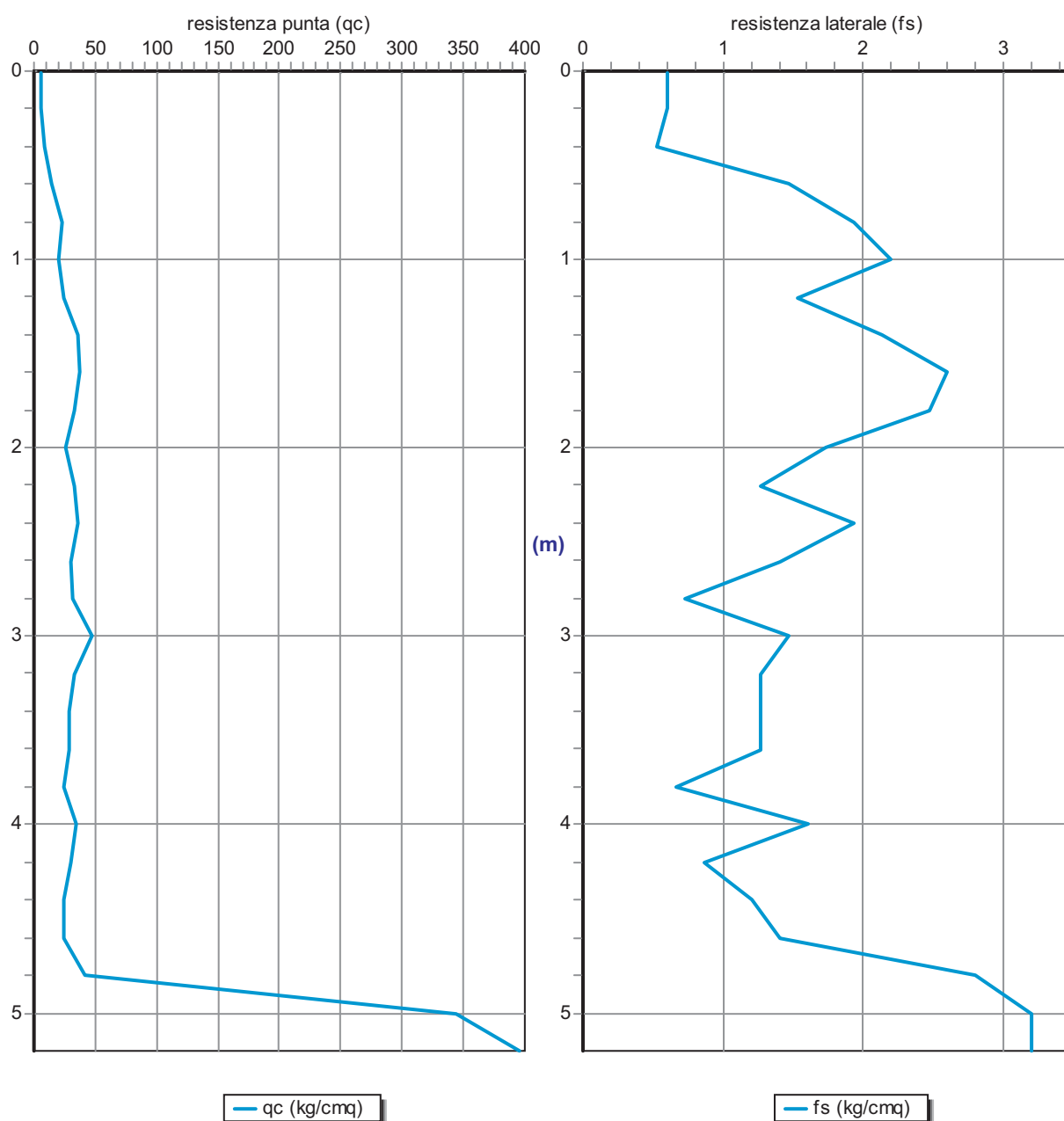
Attrezzatura: Pagani TG 63/200

Note:

Quota(m):

Sigla: CPT 3

### Grafico della prova





## Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)

Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321

e-mail: f.becattini@geoprobings.it - sito internet: www.geoprobings.it

Committente: Dott. Geol. Raffaele Rotili

Località: Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)

Data: 30 ottobre 2009

Attrezzatura: Pagani TG 63/200

Note:

Quota(m):

Sigla: CPT 3

### Stratigrafia della prova

Profondità (m)	qc(kg/cmq)	fs(kg/cmq)	Descrizione litologica	Comport. meccanico
0,6	9,33	0,87	Argilla plastica (terreno organico)	1
2,4	29,89	1,98	Argilla limosa molto consistente	1
4,8	31,42	1,33	Limo argilloso consistente	1
5,2	369,5	3,2	Sabbia ghiaiosa addensata	0

Passo di lettura (cm): 20

Profondità di partenza (m): 0,2

Lunghezza della prova (m): 5,2

Comportamento meccanico dello strato: 0 = incoerente - 1 = coesivo - 2 = intermedio



## Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)  
Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321  
e-mail: f.becattini@geoprobng.it - sito internet: [www.geoprobng.it](http://www.geoprobng.it)

Committente: Dott. Geol. Raffaele Rotili

Località: Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)

Data: 30 ottobre 2009

Attrezzatura: Pagani TG 63/200

Note:

Quota(m):

Sigla: CPT 3

### Parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	qc (kg/cm <sup>2</sup> )	Descrizione litologica dello strato	k (m/s)	Cc	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (t/m <sup>3</sup> )	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo edom. coesivi (kg/cm <sup>2</sup> )	O. C. R. (kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo dinamico di taglio (kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo edom. incoerenti (kg/cm <sup>2</sup> )	Pres.eff. a metà strato (kg/cm <sup>2</sup> )
0,6	9	Argilla plastica (terreno organico)	4,42E-19	0,01		1,9			0,525	32	3,79	107		0,03
2,4	30	Argilla limosa molto consistente	5,69E-14	0,02		2,13			1,58	51	2,35	224		0,16
4,8	31	Limo argilloso consistente	6,92E-10	0,04		2,07			1,547	53	3,57	228		0,39
5,2	370	Sabbia ghiaiosa addensata	0,000371		44	2,27	85	925				1038	86	0,54





## Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)  
Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321  
e-mail: f.becattini@geoprob.it - sito internet: [www.geoprob.it](http://www.geoprob.it)

Committente: Dott. Geol. Raffaele Rotili

Località: Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)

Data: 30 ottobre 2009

Attrezzatura: Pagani TG 63/200

Note:

Quota(m):

Sigla: CPT 3

### Metodi di calcolo dei parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Modulo edometrico strati incoerenti(kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata(kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo edometrico strati coesivi(kg/cm <sup>2</sup> )	Densità relativa (%)	Modulo di Young(kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo dinamico di taglio strati incoerenti(kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo dinamico di taglio strati coesivi(kg/cm <sup>2</sup> )	Rapporto di sovra consolidazione
0,6			Lunne e Eide	Mitchell e Gardner - CL				Imai e Tomouchi	Ladd & Foot
2,4			Lunne e Eide	Mitchell e Gardner - CL				Imai e Tomouchi	Ladd & Foot
4,8			Lunne e Eide	Mitchell e Gardner - CL				Imai e Tomouchi	Ladd & Foot
5,2	Meyerhof	Robertson e Campanella			Harman	Schmertmann	Imai e Tomouchi		





Dott. Geol. Raffaele Rotili

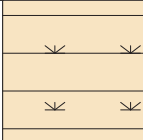
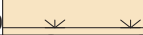
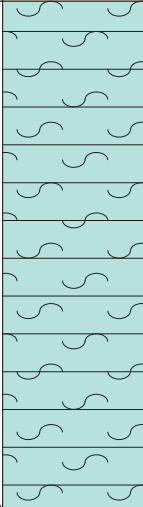

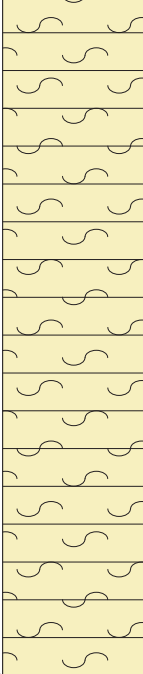
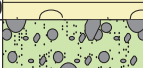
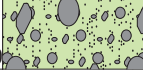

Località: Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)

Scala 1:25

Attrezzatura: Pagani TG 63/200

Data: 30 ottobre 2009

Sigla: CPT 3

Profondità (m)	Colonna stratigrafica	DESCRIZIONE	Peso di volume naturale(t/mc)	Coesione non drenata(kg/cmq)	Angolo d'attrito(°)
0,60		Argilla plastica (terreno organico)	1,9	0,525	nc
0,60					
1,80		Argilla limosa molto consistente			
2,40					
2,40		Limo argilloso consistente	2,07	1,547	nc
4,80					
0,40		Sabbia ghiaiosa addensata	2,27	nc	44
5,20					

# DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



FOTO 1: Strumentazione utilizzata per l'esecuzione della prova CPT 3.



FOTO 2: Un'immagine della piazzola osservata da un'altra angolatura.

**DPSH 4**



## Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)

Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321

e-mail: f.becattini@geoprobings.it - sito internet: [www.geoprobings.it](http://www.geoprobings.it)

Committente: Dott. Geol. Raffaele Rotili

Località: Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)

Data: 30 ottobre 2009

Attrezzatura: Pagani TG 63/200

Note:

Quota(m):

Sigla: DPSH 4

### Tabulato della prova

Profondità (m)	N. colpi della punta misurato	N.colpi del rivestimento	N. colpi SPT equivalenti	N. colpi del rivestimento corretto
0,2	1		2	
0,4	3		4	
0,6	3		4	
0,8	4		6	
1	5		8	
1,2	5		8	
1,4	5		8	
1,6	6		9	
1,8	5		8	
2	4		6	
2,2	4		6	
2,4	4		6	
2,6	5		8	
2,8	3		4	
3	4		6	
3,2	3		4	
3,4	3		4	
3,6	3		4	
3,8	2		3	
4	2		3	
4,2	2		3	
4,4	3		4	
4,6	4		6	
4,8	4		6	
5	25		38	
5,2	78		117	



## Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)

Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321

e-mail: f.becattini@geoprobings.it - sito internet: www.geoprobings.it

Committente: Dott. Geol. Raffaele Rotili

Località: Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)

Data: 30 ottobre 2009

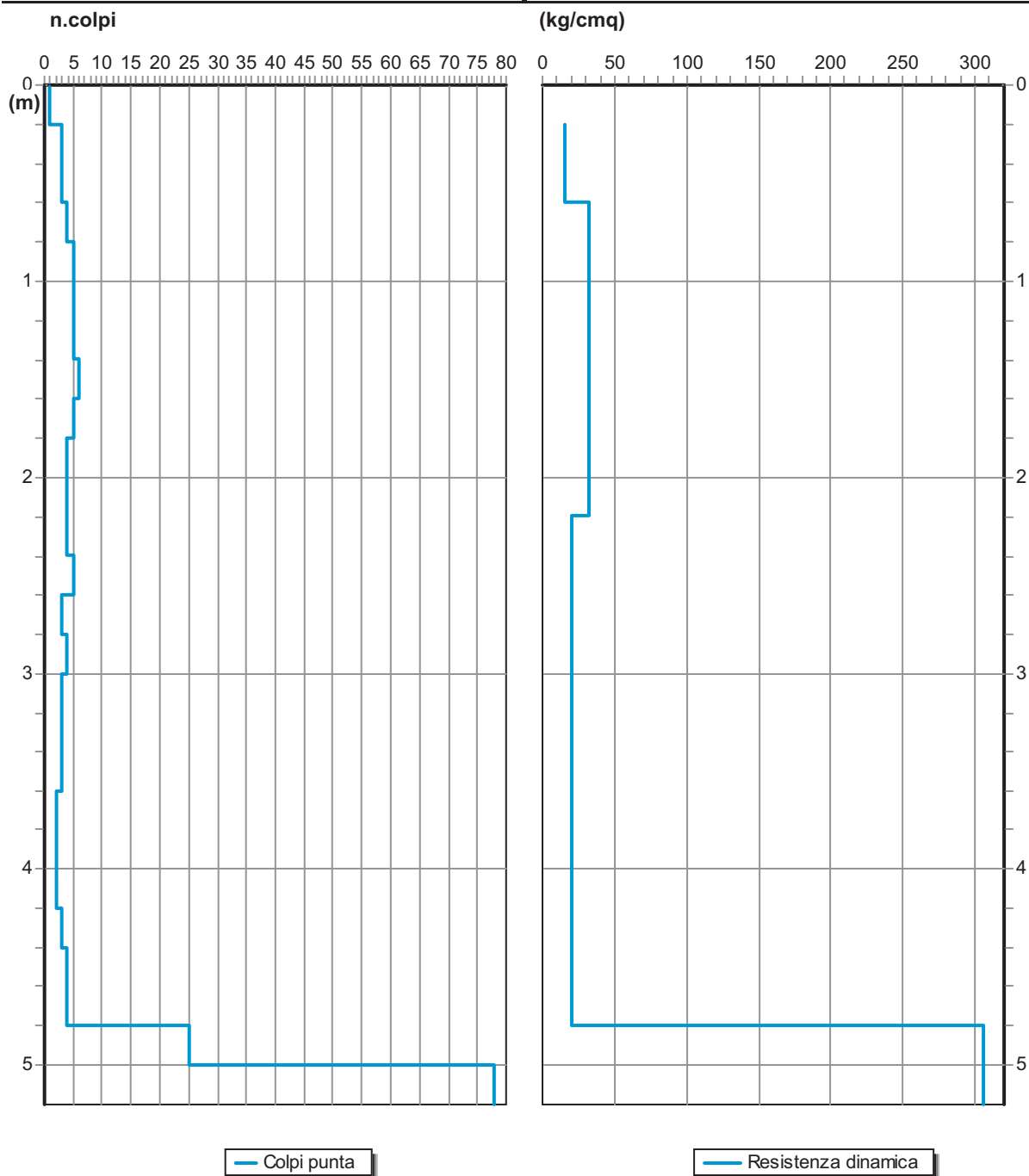
Attrezzatura: Pagani TG 63/200

Note:

Quota(m):

Sigla: DPSH 4

### Grafico n.colpi - resistenza dinamica





## Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)  
Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321  
e-mail: f.becattini@geoprobina.it - sito internet: www.geoprobina.it

Committente: Dott. Geol. Raffele Rotili

Località: Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)

Data: 30 ottobre 2009

Attrezzatura: Pagani TG 63/200

Note:

Quota(m):

Sigla: DPSH 4

## Stratigrafia della prova

Profondità (m)	Nspt medio equiv.	Resist.dinam. (kg/cm <sup>2</sup> )	Descrizione litologica	Comport. meccanico	Correzione litologica
0,6	3	15,23	Argilla plastica (terreno organico) Argilla limosa consistente Limo argilloso consistente	1	1
2,2	7	32,24		1	1
4,8	5	20,02		1	1
5,2	78	306,11	Ghiaia sabbiosa mediamente addensata	0	1

Comportamento meccanico dello strato: 0 = incoerente - 1 = coesivo - 2 = intermedio

Peso del maglio (kg): 63,5

Passo di lettura (cm): 20

Volata del maglio (cm): 75

Profondità di partenza (m): 0,2

Peso delle aste (kg): 6,2

Lunghezza della prova (m): 5,2

Diametro della punta (cm): 5,1

Fattore di correzione strumentale: 1,5



## Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)  
Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321  
e-mail: f.becattini@geoprobining.it - sito internet: [www.geoprobining.it](http://www.geoprobining.it)

Committente: Dott. Geol. Raffaele Rotili

Località: Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)

Data: 30 ottobre 2009

Attrezzatura: Pagani TG 63/200

Note:

Quota (m):

Sigla: DPSH 4

### Parametri geotecnici

Profondità base strato (m)	Nspt medio equivalente	Descrizione litologica dello strato	Velocità onde S (m/s)	Rapporto Tau/Sigma	Angolo d'attrito (°)	Peso di volume naturale (t/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cmq)	Coesione non drenata (kg/cmq)	Modulo edom. coesivi (kg/cmq)	O. C. R.	Modulo dinamico di taglio (kg/cmq)	Modulo edom. incoerenti (kg/cmq)	Pres.eff. a metà strato (kg/cmq)
0,6	3	Argilla plastica (terreno organico)	64			1,89			0,38	14	1	330		0,06
2,2	7	Argilla limosa consistente	100			1,9			0,88	32	0,5	639		0,27
4,8	5	Limo argilloso consistente	114			1,81			0,63	23	0,5	491		0,65
5,2	78	Ghiaia sabbiosa mediamente	212	0,9	45	2,16	85	4285				1138	554	0,93





## Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)  
Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321  
e-mail: f.becattini@geoprobings.it - sito internet: [www.geoprobings.it](http://www.geoprobings.it)

Committente: Dott. Geol. Raffaele Rotili

Località: Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)

Data: 30 ottobre 2009

Attrezzatura: Pagani TG 63/200

Note:

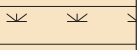
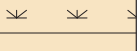
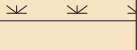
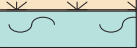




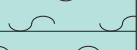


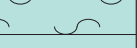


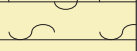
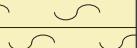
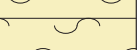
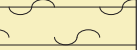
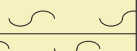
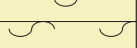
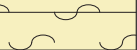

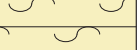
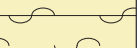
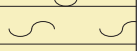
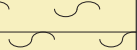
Quota(m):

Sigla: DPSH 4

### Metodi di calcolo dei parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Modulo edometrico strati incoerenti(kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata(kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo edometrico strati coesivi(kg/cm <sup>2</sup> )	Densità relativa (%)	Modulo di Young(kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo dinamico di taglio strati incoerenti(kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo dinamico di taglio strati coesivi(kg/cm <sup>2</sup> )	Rapporto di sovra consolidazione
0,6			Sanglerat Argille	Stroud e Butler 20<IP<40				Ohsaki & Iwasaki	Ladd & Foot
2,2			Sanglerat Argille	Stroud e Butler 20<IP<40				Ohsaki & Iwasaki	Ladd & Foot
4,8			Sanglerat Argille	Stroud e Butler 20<IP<40				Ohsaki & Iwasaki	Ladd & Foot
5,2	Road Bridge Specification	Farrent			Skempton 1986	Stroud	Crespellani e Vannucchi		



Profondità (m)	Colonna stratigrafica	DESCRIZIONE	Peso di volume naturale (t/mc)	Coesione non drenata (kg/cmq)	Angolo d'attrito(°)
0,60		Argilla plastica (terreno organico)	1,89	0,38	nc
					
					
0,60					
1,60		Argilla limosa consistente	1,9	0,88	nc
					
					
					
					
					
					
2,20					
2,60		Limo argilloso consistente	1,81	0,63	nc
					
					
					
					
					
					
					
					
					
					
4,80					
0,40		Ghiaia sabbiosa mediamente addensata	2,16	nc	45
5,20					

# DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

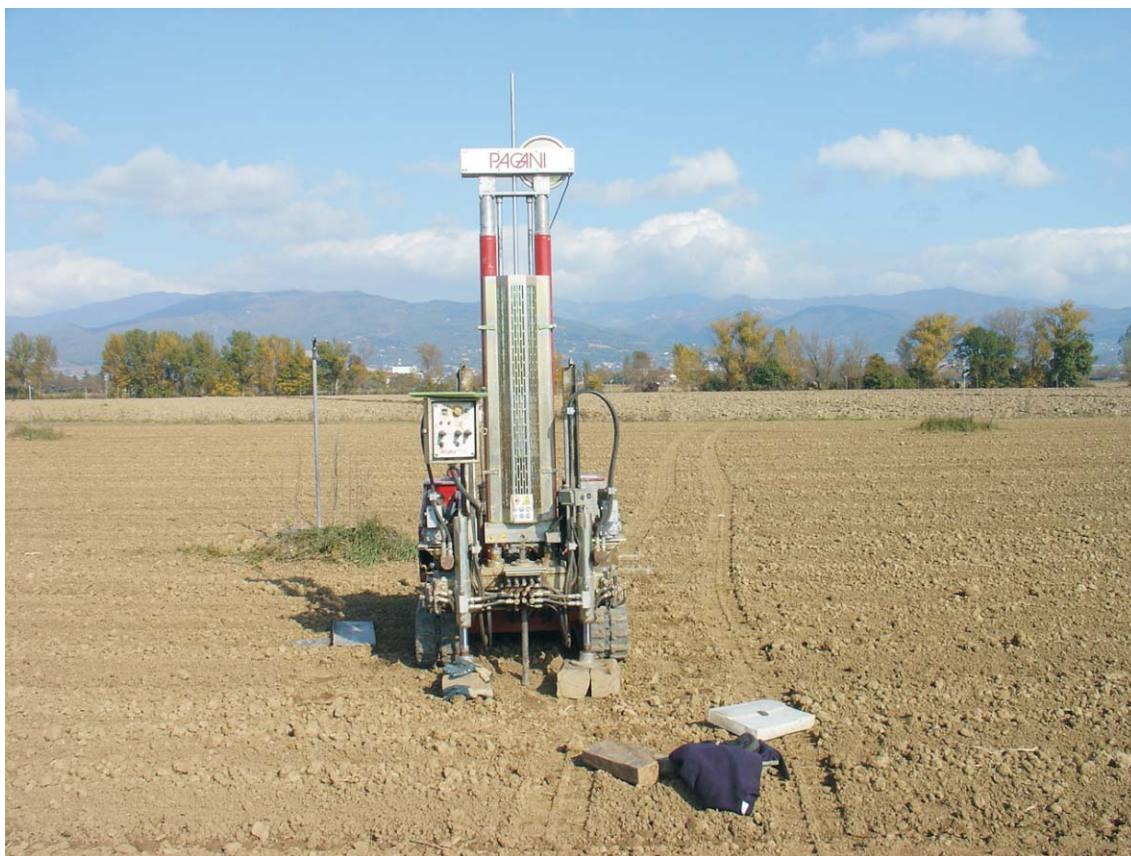


FOTO 1: Strumentazione utilizzata per l'esecuzione della prova DPSH 4.



FOTO 2: Un'immagine della piazzola osservata da un'altra angolatura.



**Geo Probing**

**di Francesco Becattini**

Telefono cellulare: **347.6434222**

Sede: Strada Perugia - Ponte Valleceppi, n° 96

06135 Ponte Valleceppi (PG)

Telefono e Fax: **075.5928321**

e-mail: [f.becattini@geoprobing.it](mailto:f.becattini@geoprobing.it)

PEC: [f.becattini@pec.geoprobing.it](mailto:f.becattini@pec.geoprobing.it)

sito internet: [www.geoprobing.it](http://www.geoprobing.it)

## PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

### CONTINUE

- RAPPORTO ED ELABORAZIONE DEI

VALORI MISURATI

- DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Committente: Dott. Geol. Raffaele Rotili

Località: Loc. Corpo del Sole - Sansepolcro

Comune: Sansepolcro (AR)

Ponte Valleceppi, 20 maggio 2015





## RAPPORTO TECNICO SULLA CAMPAGNA DI PROVE PENETROMETRICHE

Nelle pagine che seguono sono schematizzati i risultati di tre prove penetrometriche dinamiche continue effettuate, per conto del Dott. Geol. Raffaele Rotili, nei pressi di una particella di terreno che sarà interessata da un progetto per la realizzazione di alcune strutture da porre a servizio dell'Azienda «Aboca S.p.A.», ubicata in località Corpo del Sole, nel comune di Sansepolcro (AR).

L'attrezzatura impiegata per l'esecuzione delle indagini è un penetrometro dinamico/statico auto-semovente ed auto-ancorante prodotto dalla Ditta Pagani e contraddistinto dalla sigla TG 63/200.

L'impianto consente la realizzazione di prove dinamiche continue secondo lo standard ISSMFE, cioè con la seguente configurazione:

- Massa del maglio (kg)	63,5
- Altezza caduta (cm)	75,0
- Lunghezza aste (m)	1,0
- Massa aste (kg/m)	6,2
- Diametro aste (mm)	32
- Diametro base punta conica (mm)	51
- Angolo apertura punta conica (°)	90
- Penetrazione standard (cm)	20,0

Nelle pagine seguenti si riporta il certificato «Dichiarazione di Conformità» alla Norma Tecnica EN-ISO 22476-2:2005/Amd 1:2011 fornito dal produttore della strumentazione.

Di seguito vengono esposti i risultati delle prove schematizzati secondo il seguente ordine:

- **Tabella dati della prova penetrometrica dinamica**, contenente i valori, misurati direttamente in campagna, del numero di colpi necessario all'avanzamento di 20 cm e la correlazione con  $N_{SPT}$ ;
- **Tabella e grafico della prova penetrometrica**, contenente i valori, misurati direttamente in campagna, del numero di colpi necessario all'avanzamento di 20 cm ed il relativo grafico;
- **Tabella riassuntiva stratigrafia**, dove è evidenziata la discretizzazione dei valori misurati e le resistenze dinamiche calcolate;
- **Colonna stratigrafica riassuntiva**, dove è evidenziato il grafico con il valore medio di  $N_{SPT}$ ;
- **Tabella riassuntiva dei parametri geotecnici**, sono indicati, per ogni strato i parametri geotecnici calcolati;
- **Tabella riassuntiva dei metodi di calcolo dei parametri geotecnici**, per ciascuno strato viene indicata la formula che ha permesso il calcolo dei singoli parametri;
- **Legenda delle formule utilizzate per il calcolo dei parametri geotecnici**;
- **Colonna stratigrafica e parametri di input**;
- **Colonna stratigrafica e parametri geotecnici S.L.U.**;
- **Colonna stratigrafica e parametri geotecnici S.L.E.**

In conclusione, infine, viene riportato uno stralcio della documentazione fotografica scattata

durante l'esecuzione dell'indagine.

N.B. In relazione alle tabelle di seguito riportate si vuol ricordare quanto segue:

- gli schemi "Tabulato della prova" e "Grafico della prova" si riferiscono a valori misurati direttamente o, da essi, matematicamente calcolati;
  - in merito allo schema "Grafico della prova" si consiglia di porre attenzione alle scale, soprattutto nel confronto tra grafici differenti, infatti esse sono variabili in funzione dell'intervallo di valori misurati in campagna;
  - lo schema "Stratigrafia della prova" si basa su una discretizzazione, soggetta ad interpretazione, di tutte le letture effettuate ed il metodo di classificazione degli strati così suddivisi, nel caso di prove penetrometriche dinamiche continue, deriva da correlazioni empiriche con stratigrafie simili;
  - nello schema "Metodo di calcolo dei parametri geotecnici" sono riportate le formule utilizzate nelle corrispondenti caselle della pagina precedente relativa ai "Parametri geotecnici";
  - l'elaborazione della "Colonna Stratigrafica" deriva da un'interpretazione soggettiva dei dati raccolti durante la prova, riclassificati stratigraficamente tramite correlazioni empiriche con stratigrafie simili;
  - la presenza di falda, se indicata nei tabulati, deriva da misurazioni effettuate a fine foro e mai da valutazioni sull'umidità delle aste che, eventualmente, vengono riportate nella sezione dedicata agli appunti sulla campagna d'indagini;
  - negli schemi "Calcolo del valore di  $N_{SPT}$  normalizzato" o "Stima della velocità delle onde S" è indicata la media pesata dei valori di  $N_1$  oppure delle  $V_s^*$  ricavati secondo la nuova normativa antisismica. Si vuol sottolineare che tale valore è effettuato solamente sui metri di prova realizzati, spetterà a colui che interpreta le prove stabilire se la classificazione fatta è estensibile o meno in profondità.
- \* dal confronto con dati di  $V_s$  effettuati dallo scrivente si è osservato che le formule proposte per tale calcolo tendono a sottostimare il dato reale.

### APPUNTI SULLA CAMPAGNA D'INDAGINI

Tutte e tre le prove sono state interrotte per rifiuto all'avanzamento della punta.

Al termine di ciascuna indagine è stata effettuata una misura sull'integrità del foro di sondaggio e sull'eventuale presenza di acqua al suo interno, dalla quale è risultato quanto segue:

DPSH 1 - Foro chiuso alla profondità di 1,81 metri asciutto fino alla quota di chiusura, aste impiegate asciutte;

DPSH 2 - Foro chiuso alla profondità di 4,22 metri asciutto fino alla quota di chiusura, aste impiegate asciutte;

DPSH 3 - Foro chiuso alla profondità di 4,48 metri asciutto fino alla quota di chiusura, aste impiegate asciutte.



Calendasco, lì 19.05.2014

**DICHIARAZIONE DI CONFORMITA'**  
**NORMA TECNICA EN ISO 22476-2:2005/Amd 1:2011**

IL COSTRUTTORE: PAGANI GEOTECHNICAL EQUIPMENT di PAGANI ERMANNO  
SEDE: LOCALITA' SANTIMENTO, 44  
STABILIMENTO: LOC. CAMPOGRANDE  
29010 - CALENDASCO - PIACENZA

dichiara sotto la sua esclusiva responsabilità che

i penetrometri della serie TG73 modello 200kN,  
i penetrometri della serie TG63, modelli 100kN e 200kN,

disponibili nella configurazione DPSH-B

Configurazione	Peso maglio (kg)	Corsa (mm)
DPSH-B	63,5	750

sono costruiti in conformità alla norma tecnica EN ISO 22476-2:2005/Amd 1:2011 e pertanto, può,  
nel rispetto di tale norma effettuare indagini e prove geotecniche in sito.

In fede

  
**PAGANI** *Geotechnical Equipment*  
di PAGANI ERMANNO

.....  
Pagani Ermanno, Titolare  
(timbro e firma)

**DPSH 1**

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)  
Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321  
e-mail: [f.becattini@geoprobinq.it](mailto:f.becattini@geoprobinq.it) - sito internet: [www.geoprobinq.it](http://www.geoprobinq.it)

Committente:	Dott. Geol. Raffaele Rotili				
Località:	Loc. Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)			Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	20 maggio 2015	Data fine cantiere:	20 maggio 2015	Sigla:	DPSH 1
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200				
Coordinate geografiche:					

[illegible]



## Geo Probing di Francesco Becattini

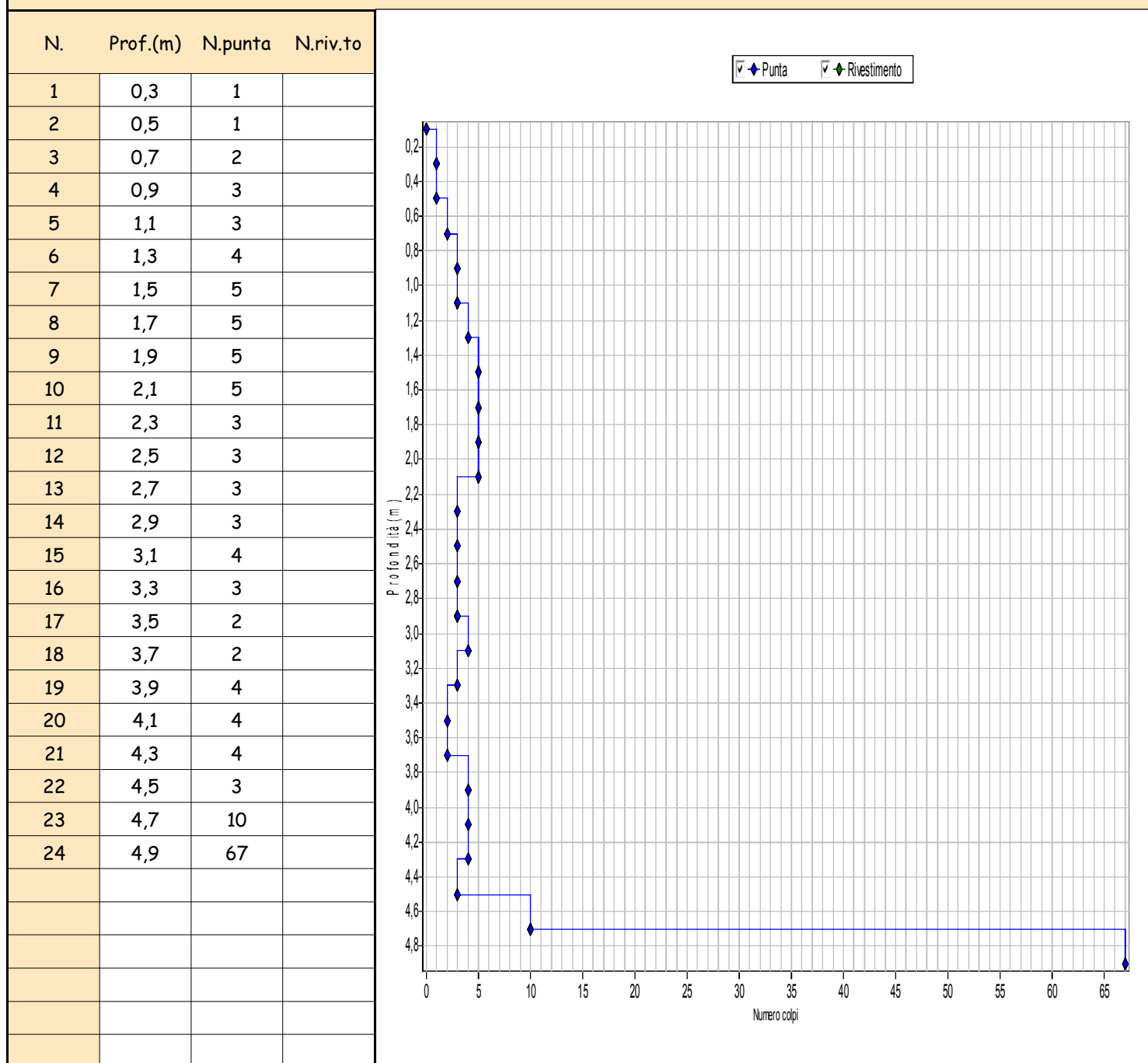
Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)

Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321

e-mail: f.becattini@geoprobing.it - sito internet: www.geoprobing.it

Committente:	Dott. Geol. Raffaele Rotili				
Località:	Loc. Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)			Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	20 maggio 2015	Data fine cantiere:	20 maggio 2015	Sigla:	DPSH 1
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200				
Coordinate geografiche:					

### TABELLA E GRAFICO DATI PROVA PENETROMETRICA DINAMICA



Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)  
Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321  
e-mail: [f.becattini@geoprobinq.it](mailto:f.becattini@geoprobinq.it) - sito internet: [www.geoprobinq.it](http://www.geoprobinq.it)

Committente:	Dott. Geol. Raffaele Rotili				
Località:	Loc. Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)			Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	20 maggio 2015	Data fine cantiere:	20 maggio 2015	Sigla:	DPSH 1
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200				
Coordinate geografiche:					

[illegible]



## Geo Probing di Francesco Becattini

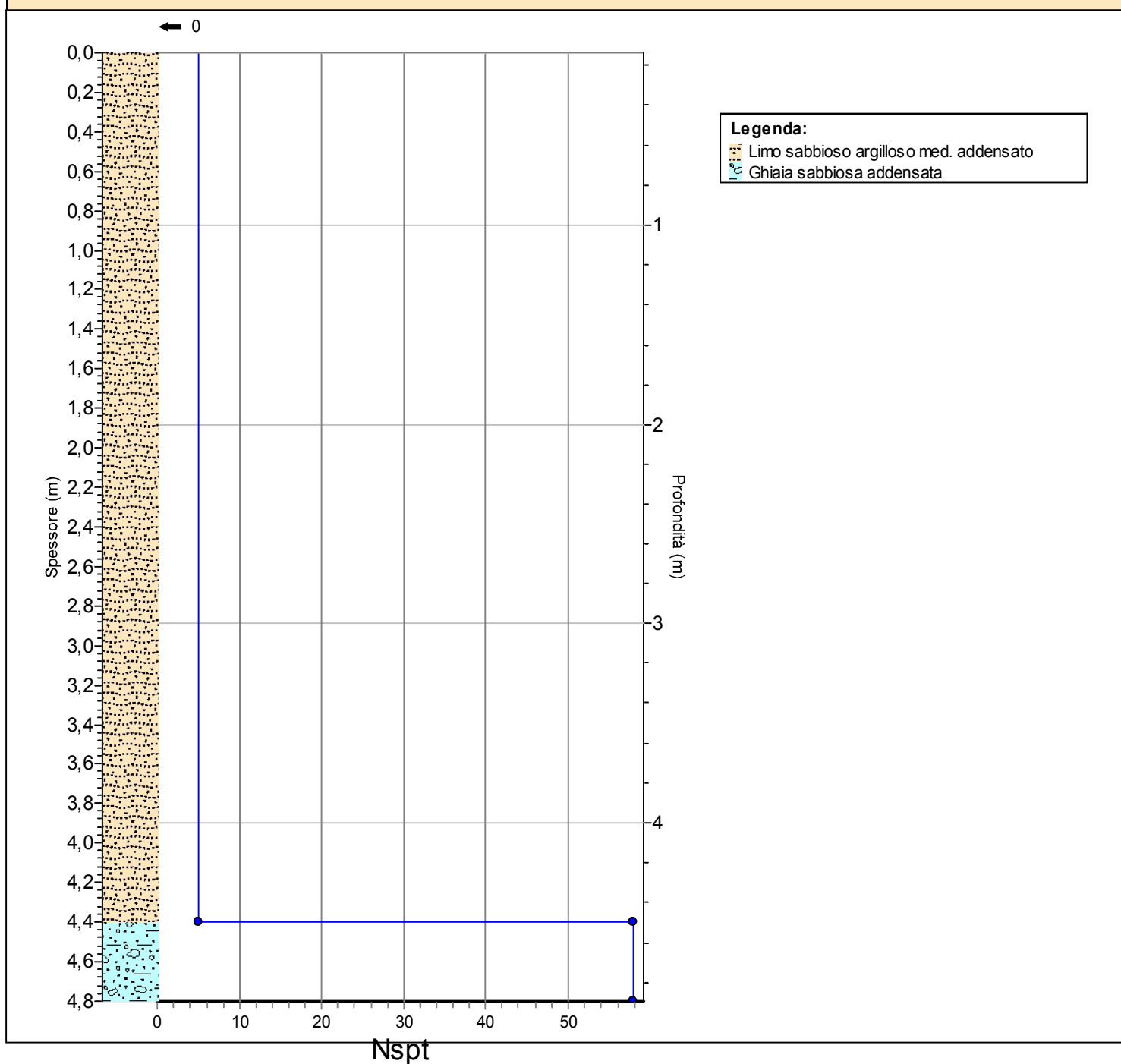
Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)

Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321

e-mail: f.becattini@geoprobings.it - sito internet: [www.geoprobings.it](http://www.geoprobings.it)

Committente:	Dott. Geol. Raffaele Rotili				
Località:	Loc. Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)			Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	20 maggio 2015	Data fine cantiere:	20 maggio 2015	Sigla:	DPSH 1
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200				
Coordinate geografiche:					

### COLONNA STRATIGRAFICA RIASSUNTIVA





Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)  
Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321  
e-mail: [f.becattini@geoprobinq.it](mailto:f.becattini@geoprobinq.it) - sito internet: [www.geoprobinq.it](http://www.geoprobinq.it)

Committente:	Dott. Geol. Raffaele Rotili				
Località:	Loc. Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)			Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	20 maggio 2015	Data fine cantiere:	20 maggio 2015	Sigla:	DPSH 1
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200				
Coordinate geografiche:					

[illegible]

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)  
Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321  
e-mail: [f.becattini@geoprobinq.it](mailto:f.becattini@geoprobinq.it) - sito internet: [www.geoprobinq.it](http://www.geoprobinq.it)

Committente:	Dott. Geol. Raffaele Rotili				
Località:	Loc. Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)			Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	20 maggio 2015	Data fine cantiere:	20 maggio 2015	Sigla:	DPSH 1
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200				
Coordinate geografiche:					

[illegible]



## Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)

Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321

e-mail: f.becattini@geoprobings.it - sito internet: www.geoprobings.it

Committente:	Dott. Geol. Raffaele Rotili				
Località:	Loc. Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)			Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	20 maggio 2015	Data fine cantiere:	20 maggio 2015	Sigla:	DPSH 1
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200				
Coordinate geografiche:					

### LEGENDA DEI METODI DI CALCOLO DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Sigla	Descrizione	Sigla	Descrizione
T&P	Terzaghi e Peck	Mesre	Mesre et Al.
RBS	Road Bridge Specification	Stroud	Stroud
DeM&M	De Mello-Mitchell	Tornaghi	Tornaghi et Al.
JNR	Japanese National Railway	DA GSnc	DAppolonia et Al. Ghiaia e Sabbia NC
O&I	Owasaki & Iwasaki	DA Ssc	DAppolonia et Al. Sabbia SC
Sch-sf	Schmertmann -sabbia fine	Webb sp	Webb Sabbia pulita
Sch-sm	Schmertmann -sabbia media	Webb sa	Webb Sabbia argillosa
Sch-sg	Schmertmann -sabbia grossa	Sch- sbl	Schmertmann Sabbia limosa
Sch-gh	Schmertmann -ghiaia	Sch-sb	Schmertmann Sabbia
Sowers	Sowers	Sch gh	Schmertmann Ghiaia
Malcev	Malcev	K&M sf	Kulhawy & Mayne - Sabbia con fine
Peck	Peck	K&M spnc	Kulhawy & Mayne - Sabbia pulita NC
Me<5	Meyerhof - <5% di limo	K&M spoc	Kulhawy & Mayne - Sabbia pulita OC
Me>5	Meyerhof - >5% di limo	Farrent	Farrent
H&U	Hatanaka & Uchida	M&M sf	Menzebach e Malcev Sabbia fine
Wolff	Wolff	M&M sm	Menzebach e Malcev Sabbia media
K&M	Kulhawy & Mayne	M&M s+g	Menzebach e Malcev Sabbia+ghiaia
Bolton-qf	Bolton - granuli di quarzo/feldspato	M&M sg	Menzebach e Malcev Sabbia ghiaiosa
Bolton-c	Bolton - granuli di calcare	S&B IP:20-40	Stroud e Butler 20<IP<40
Bolton-g	Bolton - granuli di gesso	S&B IP>40	Stroud e Butler IP>40
C&I-sl	Cubrinovski e Ishihara - sabbia con limo	C&V	Crespellani e Vannucchi
C&I-sp	Cubrinovski e Ishihara - sabbia pulita	O&I sp	Ohsaki & Iwasaki Sabbie pulite
C&I-sg	Cubrinovski e Ishihara - sabbia con ghiaia	O&I sfp	Ohsaki & Iwasaki Sabbie con fine plastico
C&I-gs	Cubrinovski e Ishihara - ghiaia con sabbia	O&I a	Ohsaki & Iwasaki Argille
Skempton86	Skempton 1986	O&G sfO	Otha e Goto-sabbia fine (Olocene)
G&H	Gibbs & Holtz	O&G sfP	Otha e Goto-sabbia fine (Pleistocene)
S&M	Schultze & Menzembach	O&G smO	Otha e Goto-sabbia media (Olocene)
Skempton	Skempton	O&G smP	Otha e Goto-sabbia media (Pleistocene)
L&F	Ladd & Foot	O&G sgO	Otha e Goto-sabbia grossolana (Olocene)
S&F IP>40	Shioi-Fukui IP>40	O&G sgP	Otha e Goto-sabbia grossolana (Pleistocene)
S&F IP:10-40	Shioi-Fukui 10<IP<40	O&G s+gO	Otha e Goto-sabbia e ghiaia (Olocene)
DM7 IP>40	DM-7 IP>40	O&G s+gP	Otha e Goto-sabbia e ghiaia (Pleistocene)
DM7 IP:10-40	DM-7 10<IP<40	O&G gO	Otha e Goto-ghiaia (Olocene)
DM7 IP<10	DM-7 IP<10	O&G gP	Otha e Goto-ghiaia (Pleistocene)
Sanglerat a	Sanglerat Argille	O&G aO	Otha e Goto-argilla (Olocene)
Sanglerat al	Sanglerat Argille limose	O&G aP	Otha e Goto-argilla (Pleistocene)
Sanglerat als	Sanglerat Argille limo-sabbiose	S&I sp	Seed e Idriss - sabbia pulita
Hara	Hara et Al.	S&I sl	Seed e Idriss - sabbia limosa



## Geo Probing di Francesco Becattini

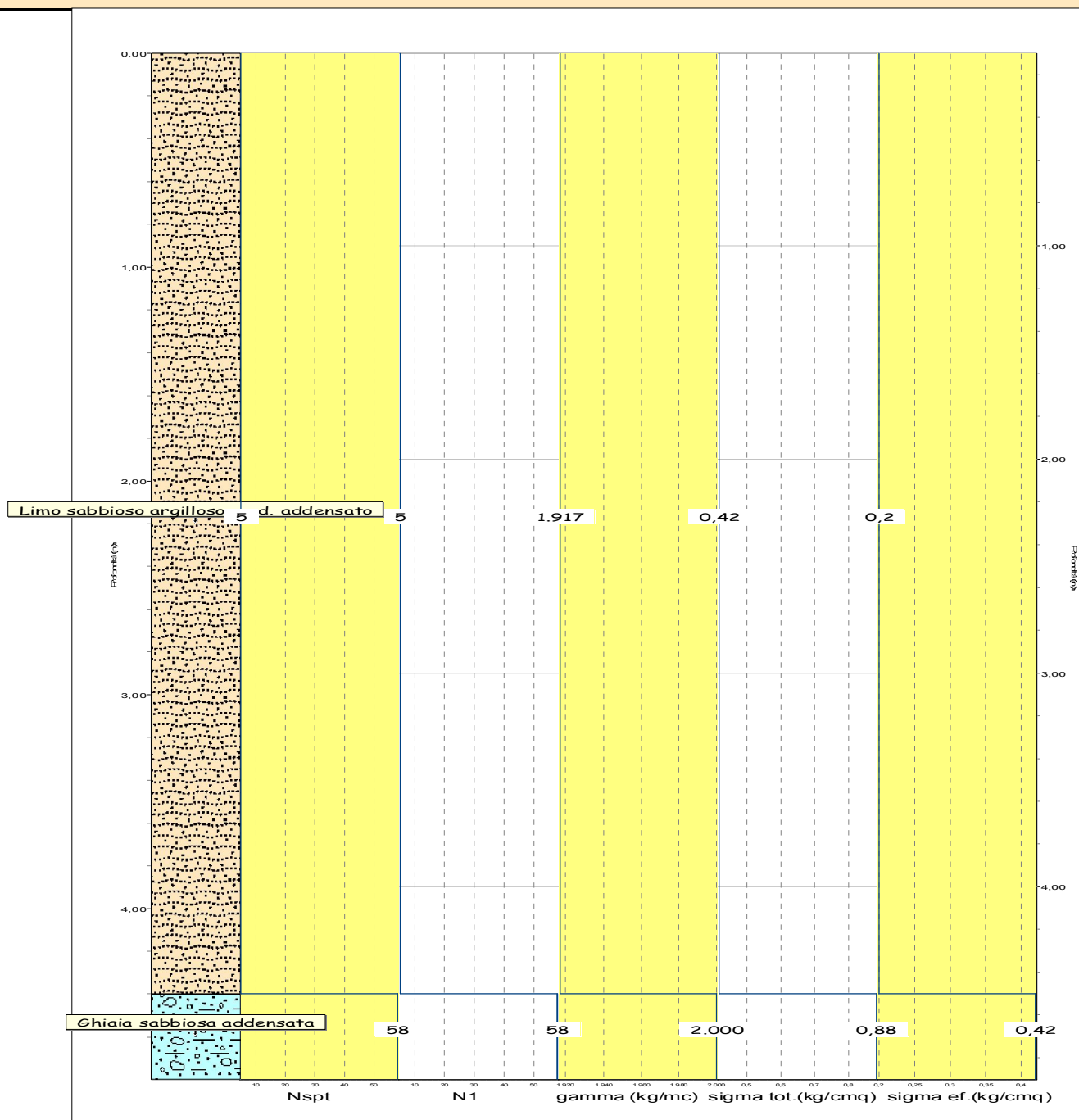
Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)

Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321

e-mail: f.becattini@geoprobings.it - sito internet: www.geoprobings.it

Committente:	Dott. Geol. Raffaele Rotili				
Località:	Loc. Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)			Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	20 maggio 2015	Data fine cantiere:	20 maggio 2015	Sigla:	DPSH 1
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200				
Coordinate geografiche:					

### COLONNA STRATIGRAFICA RIASSUNTIVA E PARAMETRI DI INPUT





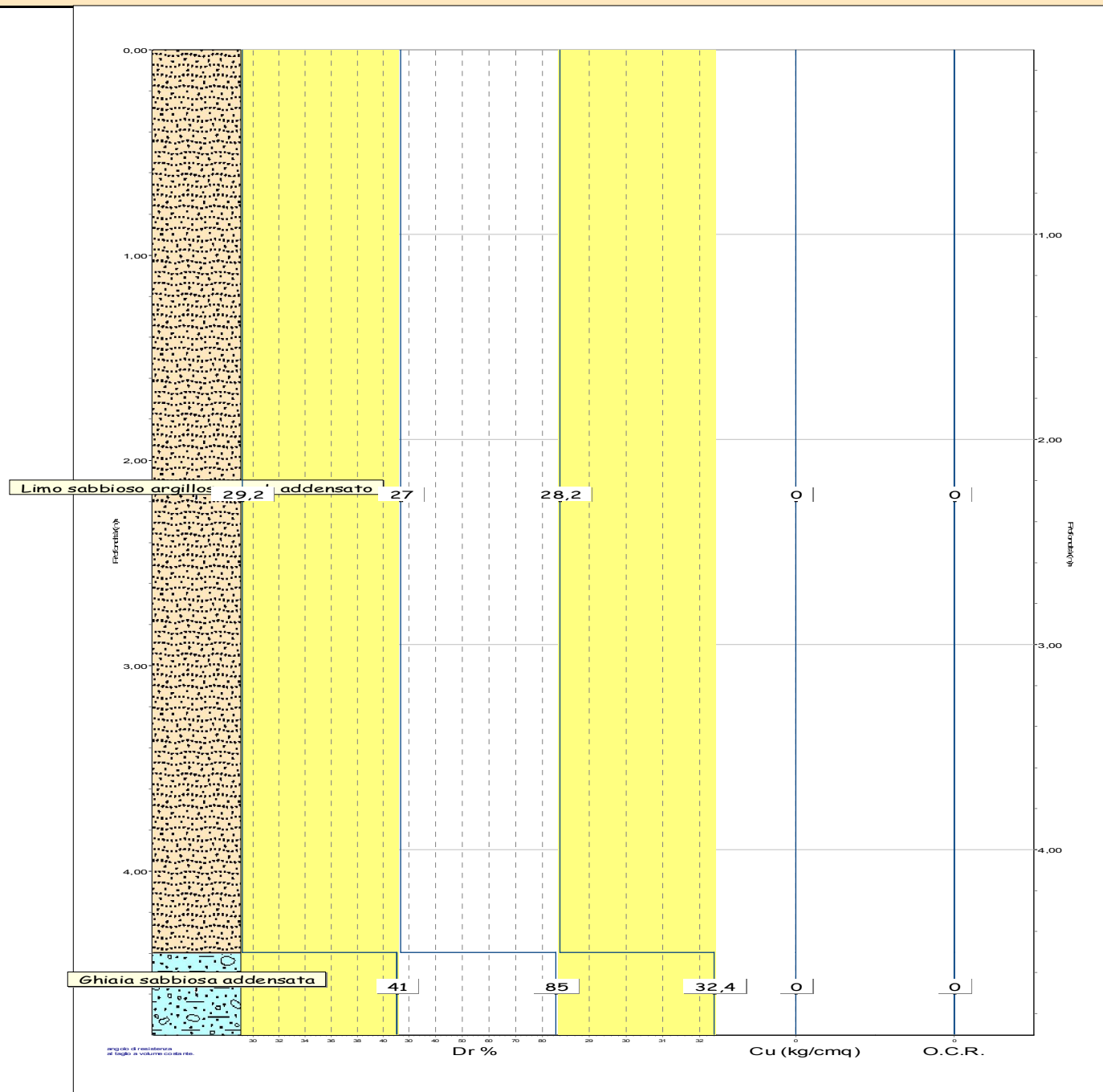
## Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)

Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321

e-mail: f.becattini@geoprobings.it - sito internet: www.geoprobings.it

Committente:	Dott. Geol. Raffaele Rotili						
Località:	Loc. Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)				Quota s.l.m.(m):		
Data inizio cantiere:	20 maggio 2015		Data fine cantiere:	20 maggio 2015		Sigla:	DPSH 1
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200						
Coordinate geografiche:							
COLONNA STRATIGRAFICA RIASSUNTIVA E PARAMETRI GEOTECNICI S.L.U.							





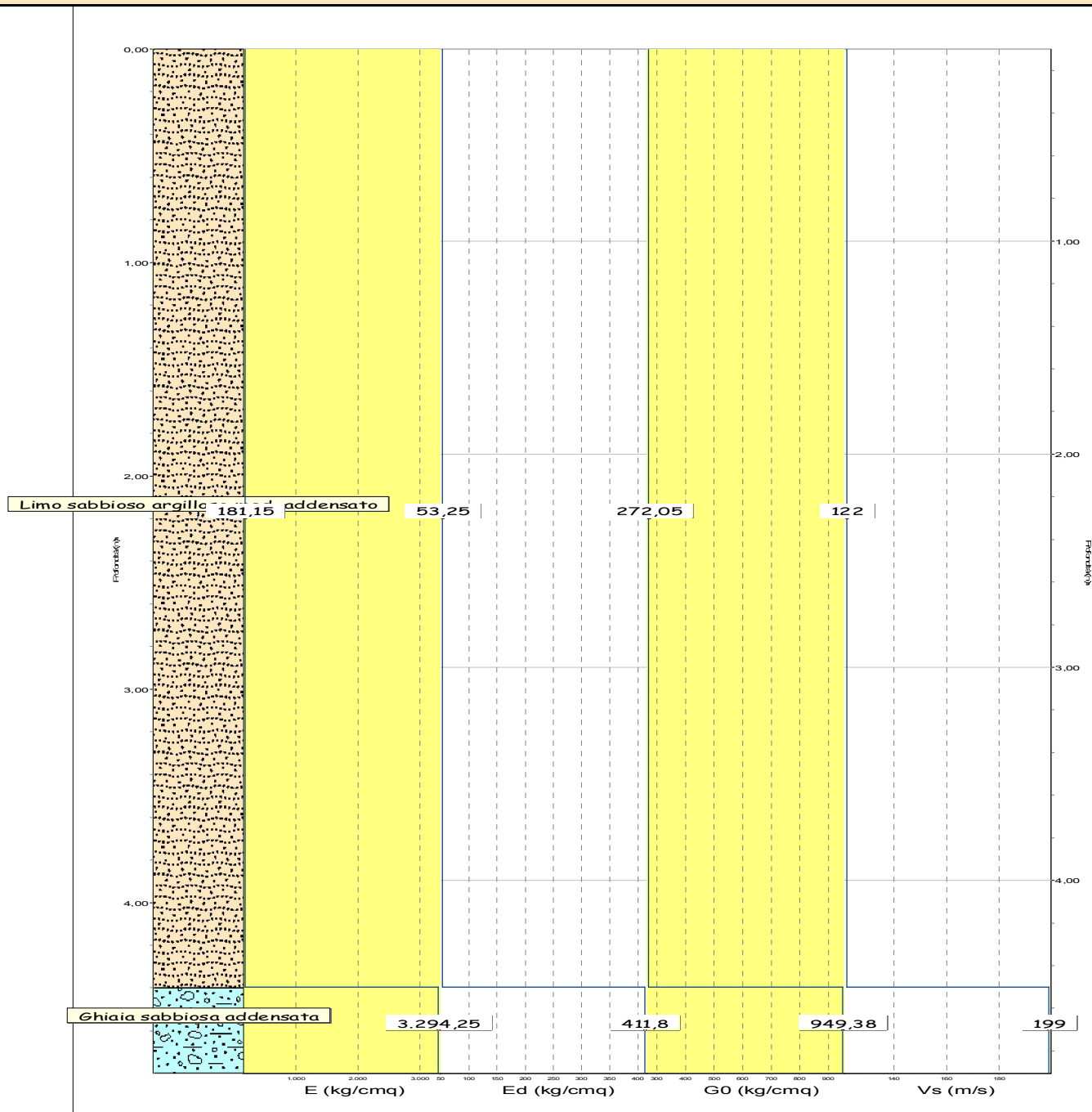
## Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)

Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321

e-mail: f.becattini@geoprobings.it - sito internet: www.geoprobings.it

Committente:	Dott. Geol. Raffaele Rotili				
Località:	Loc. Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)			Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	20 maggio 2015	Data fine cantiere:	20 maggio 2015	Sigla:	DPSH 1
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200				
Coordinate geografiche:					
COLONNA STRATIGRAFICA RIASSUNTIVA E PARAMETRI GEOTECNICI S.L.E.					





# DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



FOTO 1: Strumentazione utilizzata per l'esecuzione della prova DPSH 1.



FOTO 2: Un'immagine della piazzola osservata da un'altra angolatura.

**DPSH 2**

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)  
Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321  
e-mail: [f.becattini@geoprobinq.it](mailto:f.becattini@geoprobinq.it) - sito internet: [www.geoprobinq.it](http://www.geoprobinq.it)

Committente:	Dott. Geol. Raffaele Rotili				
Località:	Loc. Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)			Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	20 maggio 2015	Data fine cantiere:	20 maggio 2015	Sigla:	DPSH 2
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200				
Coordinate geografiche:					

[illegible]



## Geo Probing di Francesco Becattini

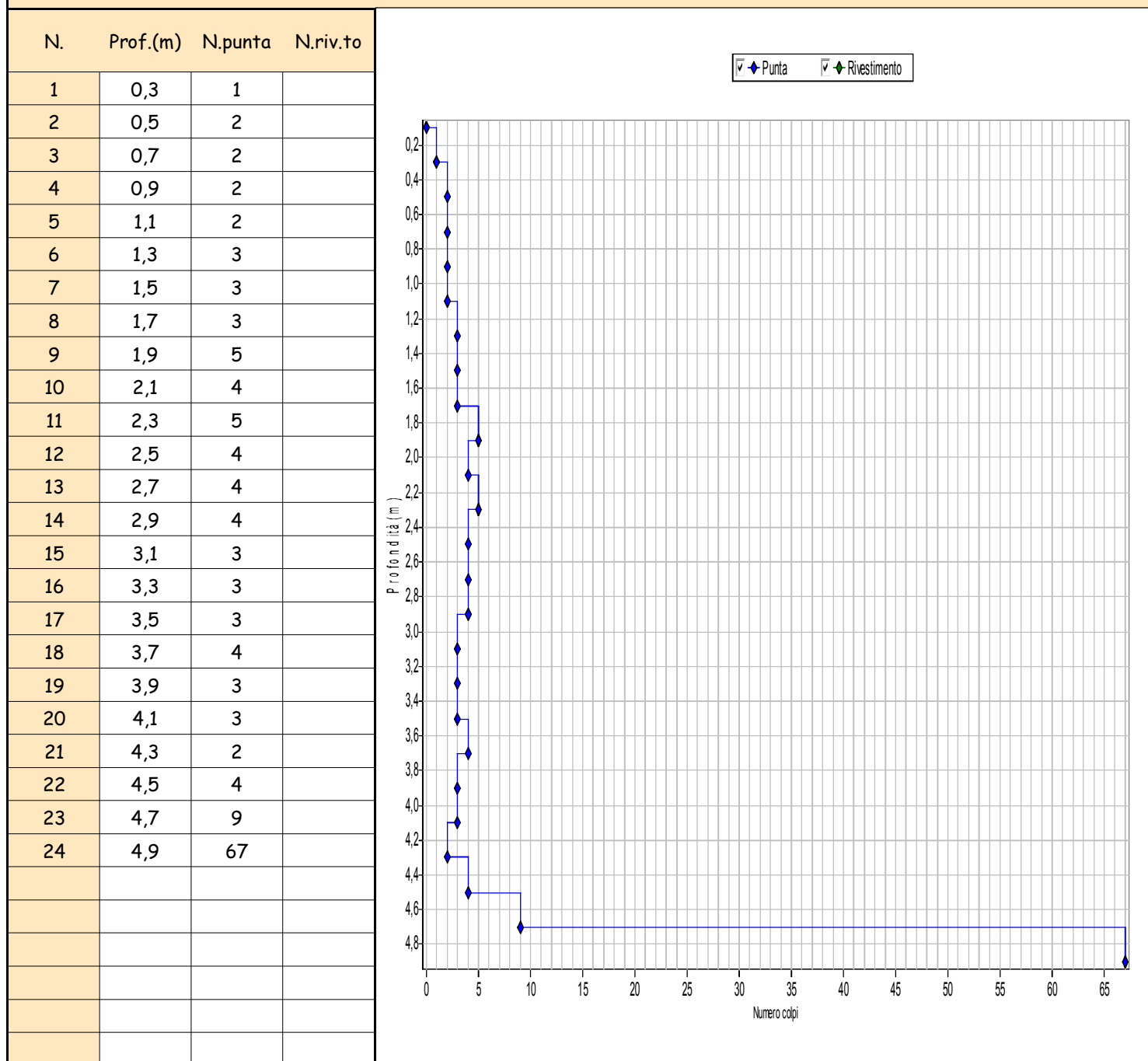
Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)

Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321

e-mail: f.becattini@geoprobing.it - sito internet: www.geoprobing.it

Committente:	Dott. Geol. Raffaele Rotili				
Località:	Loc. Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)			Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	20 maggio 2015	Data fine cantiere:	20 maggio 2015	Sigla:	DPSH 2
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200				
Coordinate geografiche:					

### TABELLA E GRAFICO DATI PROVA PENETROMETRICA DINAMICA



Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)  
Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321  
e-mail: [f.becattini@geoprobinq.it](mailto:f.becattini@geoprobinq.it) - sito internet: [www.geoprobinq.it](http://www.geoprobinq.it)

Committente:	Dott. Geol. Raffaele Rotili				
Località:	Loc. Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)			Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	20 maggio 2015	Data fine cantiere:	20 maggio 2015	Sigla:	DPSH 2
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200				
Coordinate geografiche:					

[illegible]



## Geo Probing di Francesco Becattini

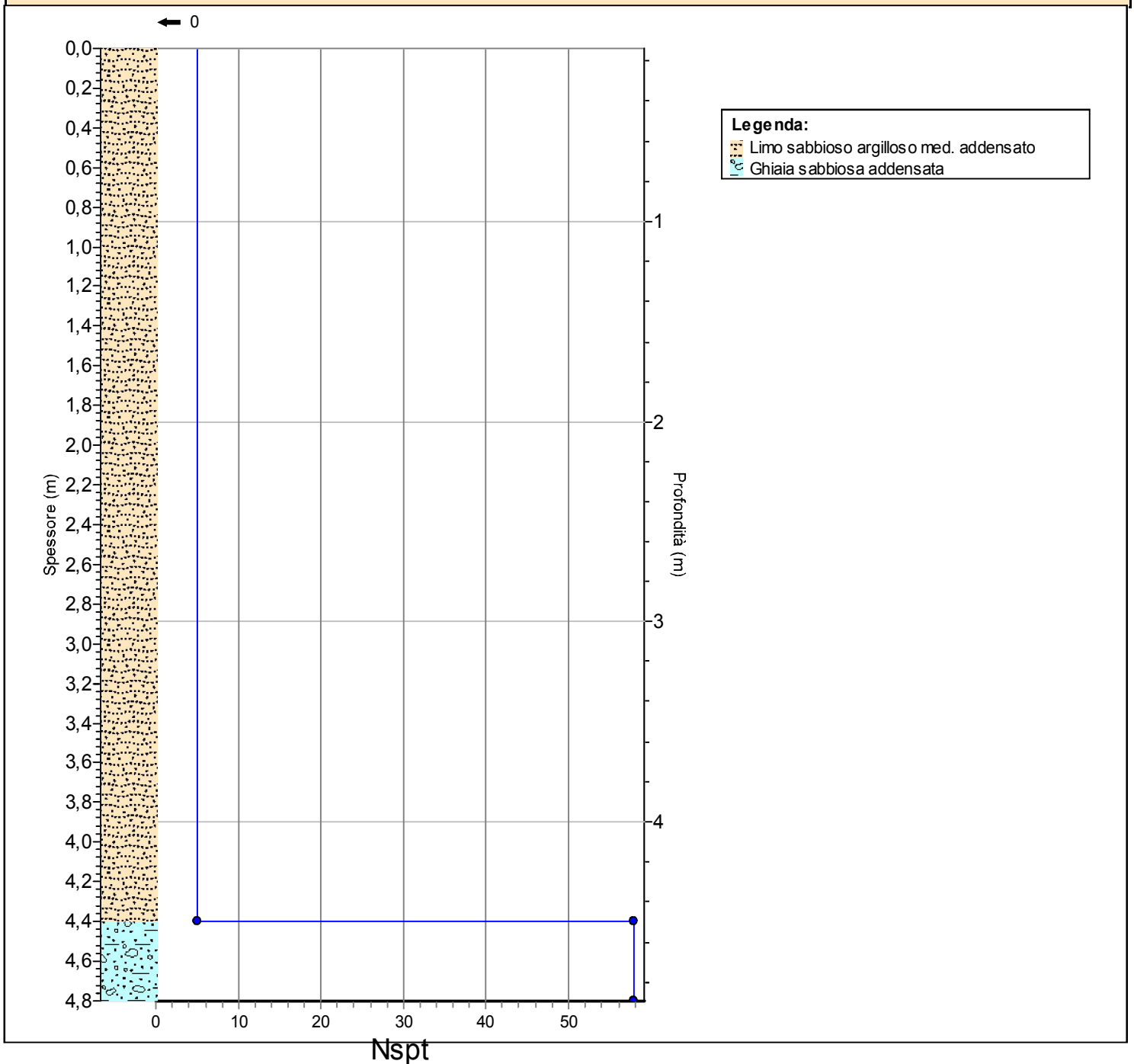
Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)

Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321

e-mail: f.becattini@geoprobings.it - sito internet: [www.geoprobings.it](http://www.geoprobings.it)

Committente:	Dott. Geol. Raffaele Rotili				
Località:	Loc. Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)			Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	20 maggio 2015	Data fine cantiere:	20 maggio 2015	Sigla:	DPSH 2
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200				
Coordinate geografiche:					

### COLONNA STRATIGRAFICA RIASSUNTIVA





Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)  
Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321  
e-mail: [f.becattini@geoprobinq.it](mailto:f.becattini@geoprobinq.it) - sito internet: [www.geoprobinq.it](http://www.geoprobinq.it)

Committente:	Dott. Geol. Raffaele Rotili				
Località:	Loc. Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)			Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	20 maggio 2015	Data fine cantiere:	20 maggio 2015	Sigla:	DPSH 2
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200				
Coordinate geografiche:					

[illegible]



Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)  
Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321  
e-mail: [f.becattini@geoprobinq.it](mailto:f.becattini@geoprobinq.it) - sito internet: [www.geoprobinq.it](http://www.geoprobinq.it)

Committente:	Dott. Geol. Raffaele Rotili				
Località:	Loc. Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)			Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	20 maggio 2015	Data fine cantiere:	20 maggio 2015	Sigla:	DPSH 2
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200				
Coordinate geografiche:					

[illegible]



## Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)

Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321

e-mail: f.becattini@geoprobings.it - sito internet: www.geoprobings.it

Committente:	Dott. Geol. Raffaele Rotili				
Località:	Loc. Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)			Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	20 maggio 2015	Data fine cantiere:	20 maggio 2015	Sigla:	DPSH 2
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200				
Coordinate geografiche:					

### LEGENDA DEI METODI DI CALCOLO DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Sigla	Descrizione	Sigla	Descrizione
T&P	Terzaghi e Peck	Mesre	Mesre et Al.
RBS	Road Bridge Specification	Stroud	Stroud
DeM&M	De Mello-Mitchell	Tornaghi	Tornaghi et Al.
JNR	Japanese National Railway	DA GSnc	DAppolonia et Al. Ghiaia e Sabbia NC
O&I	Owasaki & Iwasaki	DA Ssc	DAppolonia et Al. Sabbia SC
Sch-sf	Schmertmann -sabbia fine	Webb sp	Webb Sabbia pulita
Sch-sm	Schmertmann -sabbia media	Webb sa	Webb Sabbia argillosa
Sch-sg	Schmertmann -sabbia grossa	Sch- sbl	Schmertmann Sabbia limosa
Sch-gh	Schmertmann -ghiaia	Sch-sb	Schmertmann Sabbia
Sowers	Sowers	Sch gh	Schmertmann Ghiaia
Malcev	Malcev	K&M sf	Kulhawy & Mayne - Sabbia con fine
Peck	Peck	K&M spnc	Kulhawy & Mayne - Sabbia pulita NC
Me<5	Meyerhof - <5% di limo	K&M spoc	Kulhawy & Mayne - Sabbia pulita OC
Me>5	Meyerhof - >5% di limo	Farrent	Farrent
H&U	Hatanaka & Uchida	M&M sf	Menzebach e Malcev Sabbia fine
Wolff	Wolff	M&M sm	Menzebach e Malcev Sabbia media
K&M	Kulhawy & Mayne	M&M s+g	Menzebach e Malcev Sabbia+ghiaia
Bolton-qf	Bolton - granuli di quarzo/feldspato	M&M sg	Menzebach e Malcev Sabbia ghiaiosa
Bolton-c	Bolton - granuli di calcare	S&B IP:20-40	Stroud e Butler 20<IP<40
Bolton-g	Bolton - granuli di gesso	S&B IP>40	Stroud e Butler IP>40
C&I-sl	Cubrinovski e Ishihara - sabbia con limo	C&V	Crespellani e Vannucchi
C&I-sp	Cubrinovski e Ishihara - sabbia pulita	O&I sp	Ohsaki & Iwasaki Sabbie pulite
C&I-sg	Cubrinovski e Ishihara - sabbia con ghiaia	O&I sfp	Ohsaki & Iwasaki Sabbie con fine plastico
C&I-gs	Cubrinovski e Ishihara - ghiaia con sabbia	O&I a	Ohsaki & Iwasaki Argille
Skempton86	Skempton 1986	O&G sfO	Otha e Goto-sabbia fine (Olocene)
G&H	Gibbs & Holtz	O&G sfP	Otha e Goto-sabbia fine (Pleistocene)
S&M	Schultze & Menzembach	O&G smO	Otha e Goto-sabbia media (Olocene)
Skempton	Skempton	O&G smP	Otha e Goto-sabbia media (Pleistocene)
L&F	Ladd & Foot	O&G sgO	Otha e Goto-sabbia grossolana (Olocene)
S&F IP>40	Shioi-Fukui IP>40	O&G sgP	Otha e Goto-sabbia grossolana (Pleistocene)
S&F IP:10-40	Shioi-Fukui 10<IP<40	O&G s+gO	Otha e Goto-sabbia e ghiaia (Olocene)
DM7 IP>40	DM-7 IP>40	O&G s+gP	Otha e Goto-sabbia e ghiaia (Pleistocene)
DM7 IP:10-40	DM-7 10<IP<40	O&G gO	Otha e Goto-ghiaia (Olocene)
DM7 IP<10	DM-7 IP<10	O&G gP	Otha e Goto-ghiaia (Pleistocene)
Sanglerat a	Sanglerat Argille	O&G aO	Otha e Goto-argilla (Olocene)
Sanglerat al	Sanglerat Argille limose	O&G aP	Otha e Goto-argilla (Pleistocene)
Sanglerat als	Sanglerat Argille limo-sabbiose	S&I sp	Seed e Idriss - sabbia pulita
Hara	Hara et Al.	S&I sl	Seed e Idriss - sabbia limosa



## Geo Probing di Francesco Becattini

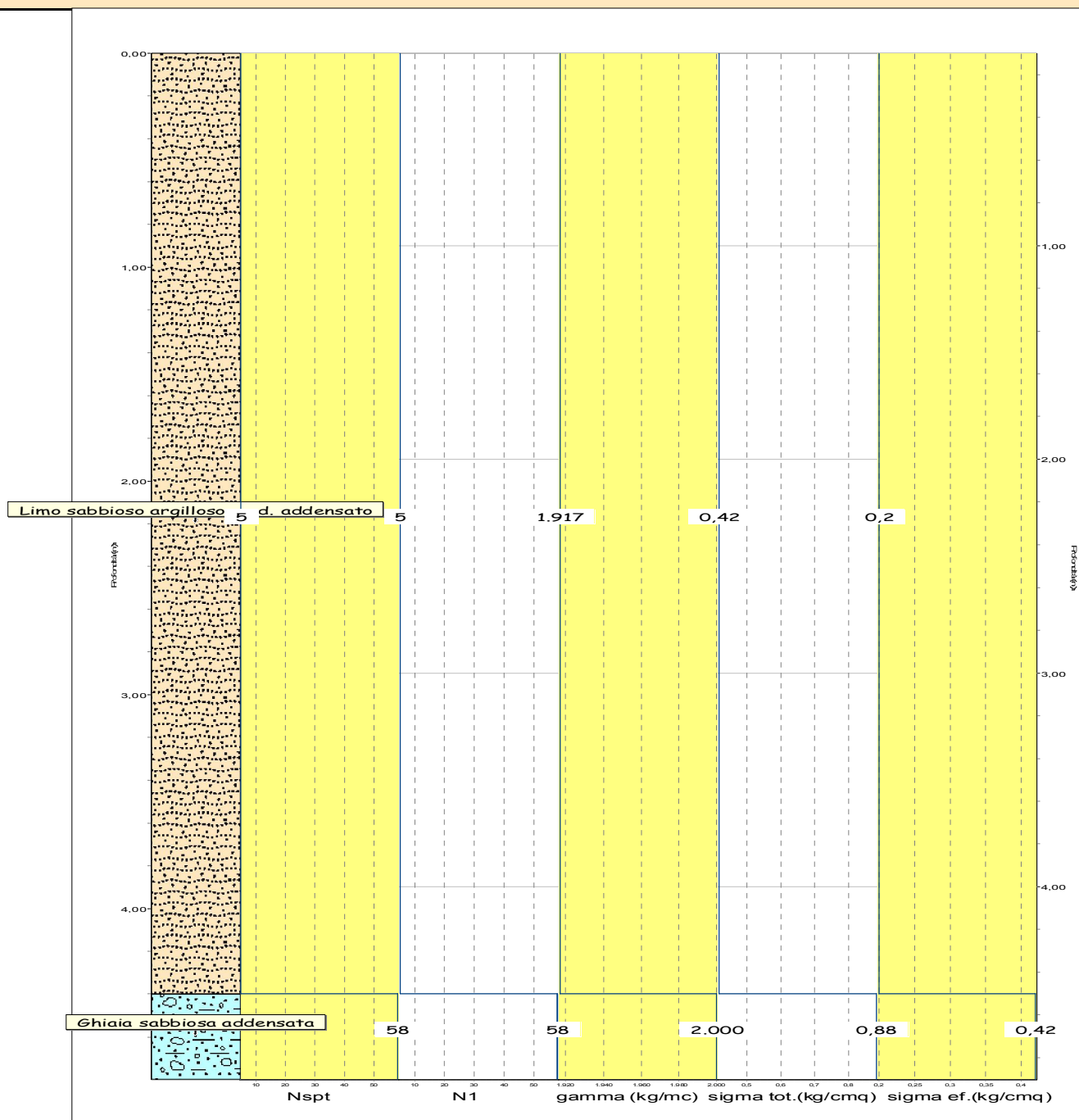
Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)

Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321

e-mail: f.becattini@geoprobings.it - sito internet: www.geoprobings.it

Committente:	Dott. Geol. Raffaele Rotili				
Località:	Loc. Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)			Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	20 maggio 2015	Data fine cantiere:	20 maggio 2015	Sigla:	DPSH 2
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200				
Coordinate geografiche:					

### COLONNA STRATIGRAFICA RIASSUNTIVA E PARAMETRI DI INPUT





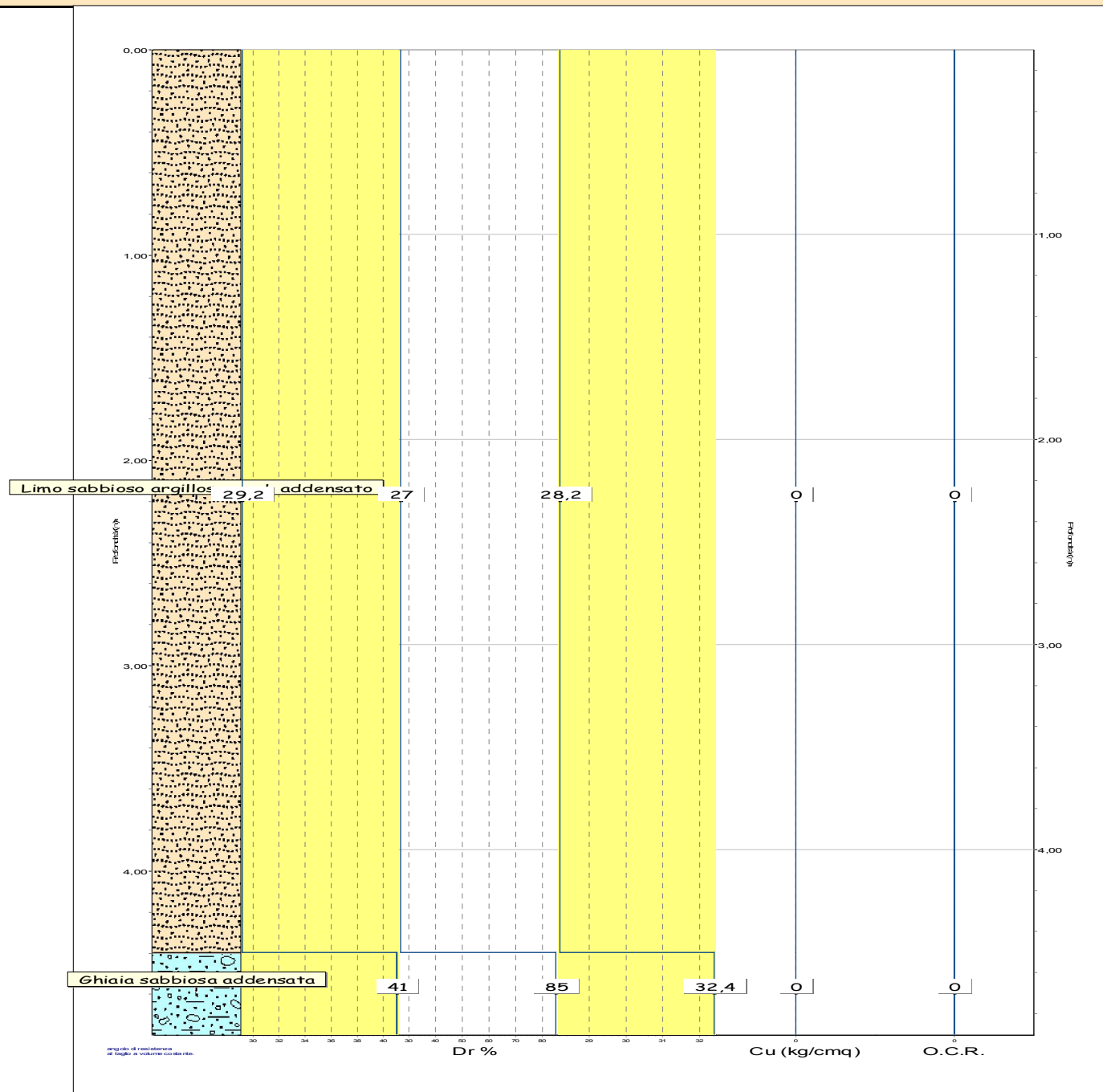
## Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)

Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321

e-mail: f.becattini@geoprobings.it - sito internet: www.geoprobings.it

Committente:	Dott. Geol. Raffaele Rotili				
Località:	Loc. Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)			Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	20 maggio 2015	Data fine cantiere:	20 maggio 2015	Sigla:	DPSH 2
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200				
Coordinate geografiche:					
COLONNA STRATIGRAFICA RIASSUNTIVA E PARAMETRI GEOTECNICI S.L.U.					





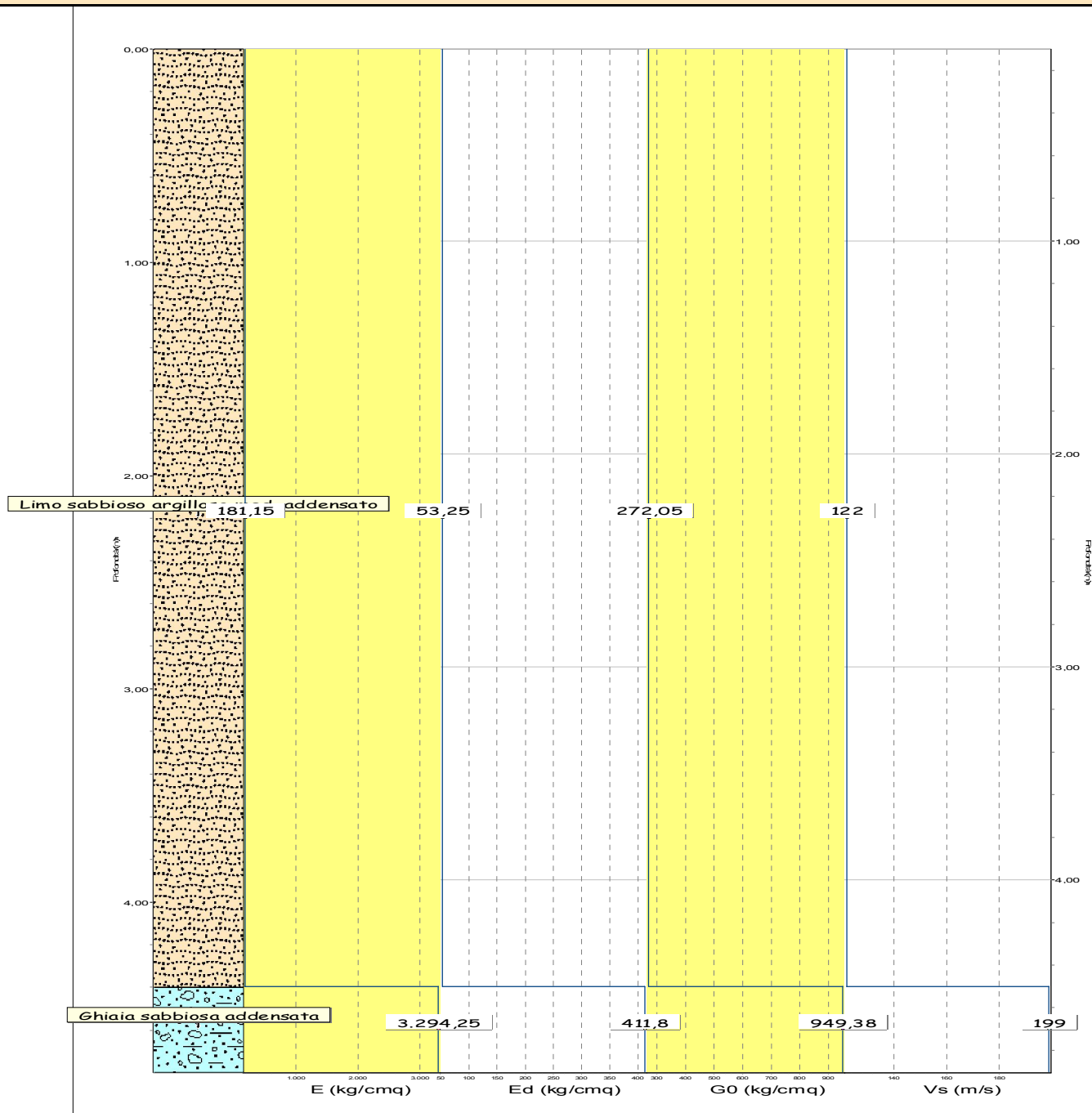
## Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)

Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321

e-mail: f.becattini@geoprobings.it - sito internet: www.geoprobings.it

Committente:	Dott. Geol. Raffaele Rotili				
Località:	Loc. Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)			Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	20 maggio 2015	Data fine cantiere:	20 maggio 2015	Sigla:	DPSH 2
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200				
Coordinate geografiche:					
COLONNA STRATIGRAFICA RIASSUNTIVA E PARAMETRI GEOTECNICI S.L.E.					





# DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

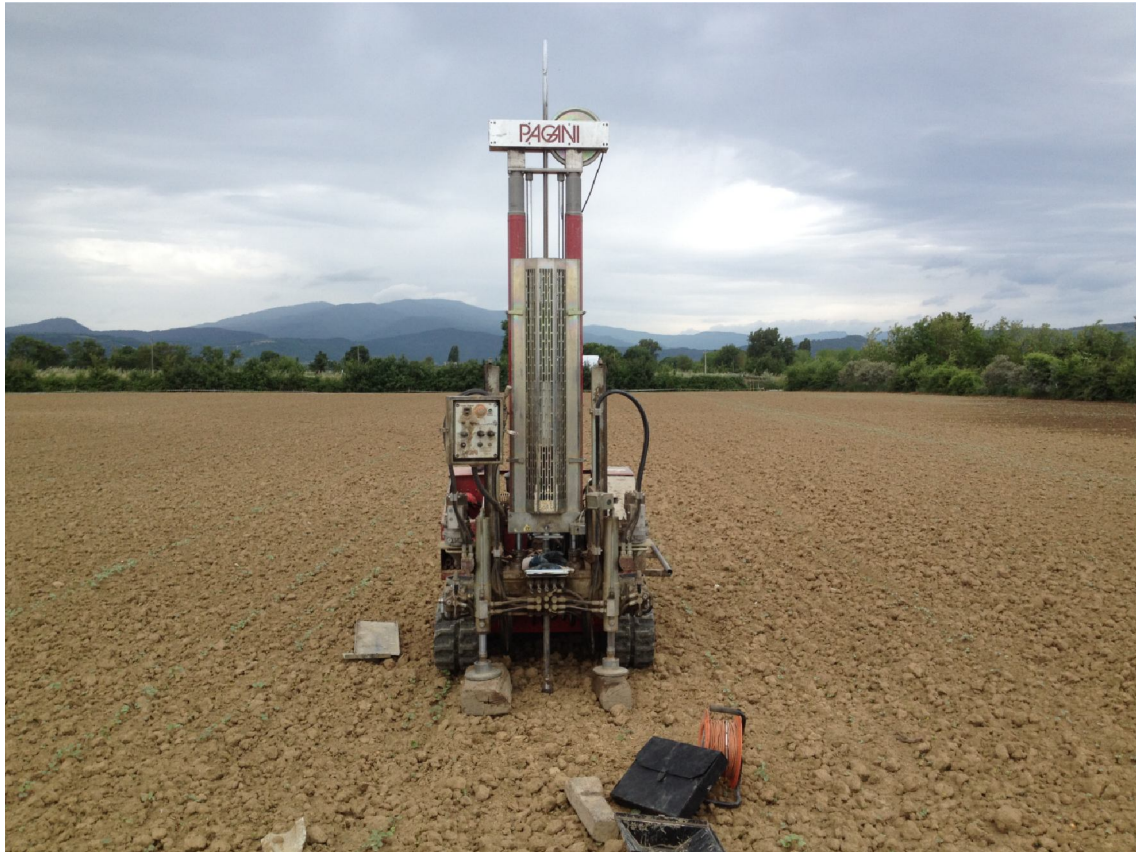


FOTO 1: Strumentazione utilizzata per l'esecuzione della prova DPSH 2.



FOTO 2: Un'immagine della piazzola osservata da un'altra angolatura.

**DPSH 3**



Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)  
Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321  
e-mail: [f.becattini@geoprobinq.it](mailto:f.becattini@geoprobinq.it) - sito internet: [www.geoprobinq.it](http://www.geoprobinq.it)

Committente:	Dott. Geol. Raffaele Rotili				
Località:	Loc. Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)			Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	20 maggio 2015	Data fine cantiere:	20 maggio 2015	Sigla:	DPSH 3
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200				
Coordinate geografiche:					

[illegible]



## Geo Probing di Francesco Becattini

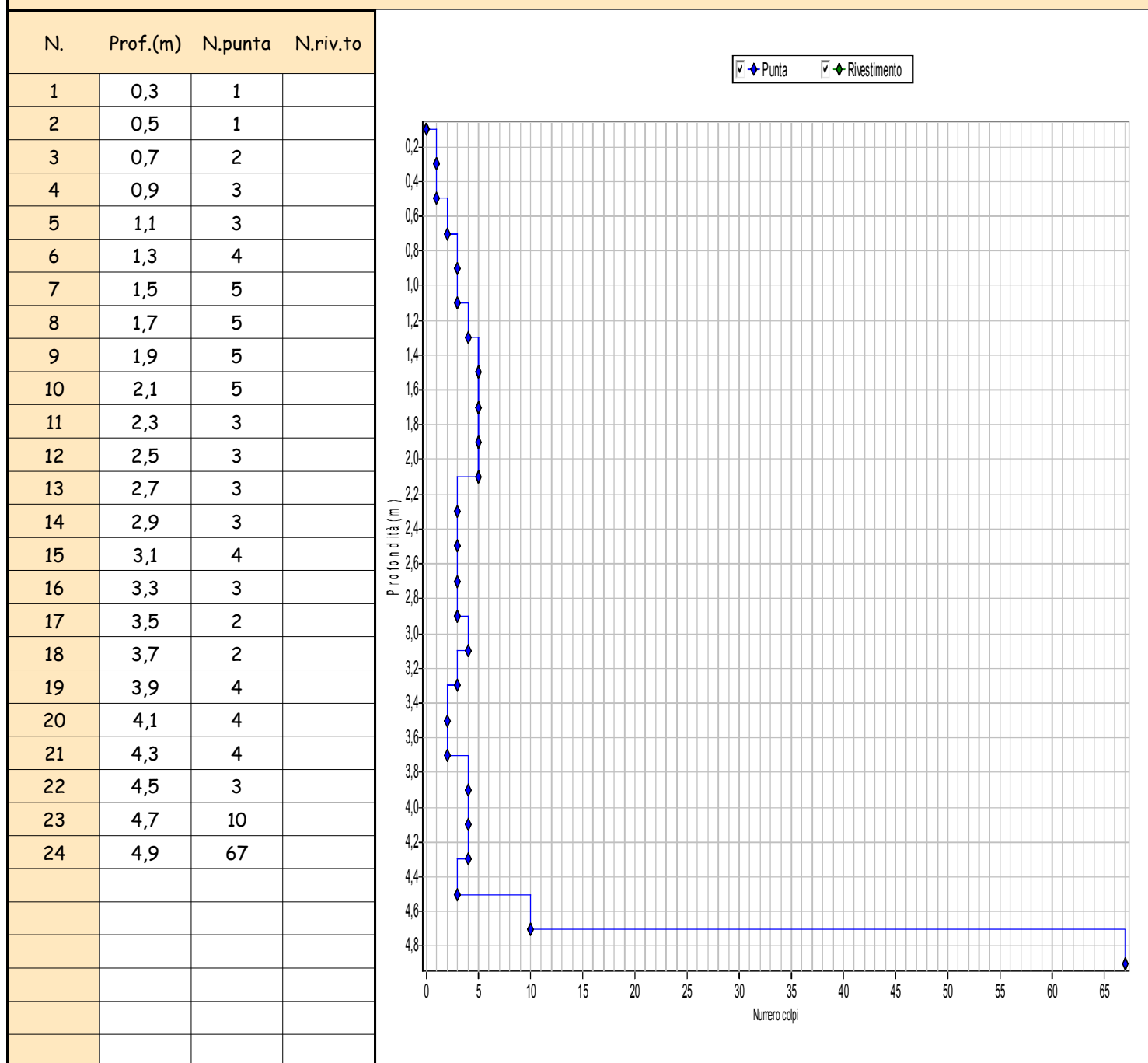
Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)

Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321

e-mail: f.becattini@geoprobing.it - sito internet: www.geoprobing.it

Committente:	Dott. Geol. Raffaele Rotili				
Località:	Loc. Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)			Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	20 maggio 2015	Data fine cantiere:	20 maggio 2015	Sigla:	DPSH 3
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200				
Coordinate geografiche:					

### TABELLA E GRAFICO DATI PROVA PENETROMETRICA DINAMICA



Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)  
Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321  
e-mail: [f.becattini@geoprobinq.it](mailto:f.becattini@geoprobinq.it) - sito internet: [www.geoprobinq.it](http://www.geoprobinq.it)

Committente:	Dott. Geol. Raffaele Rotili				
Località:	Loc. Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)			Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	20 maggio 2015	Data fine cantiere:	20 maggio 2015	Sigla:	DPSH 3
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200				
Coordinate geografiche:					

[illegible]



## Geo Probing di Francesco Becattini

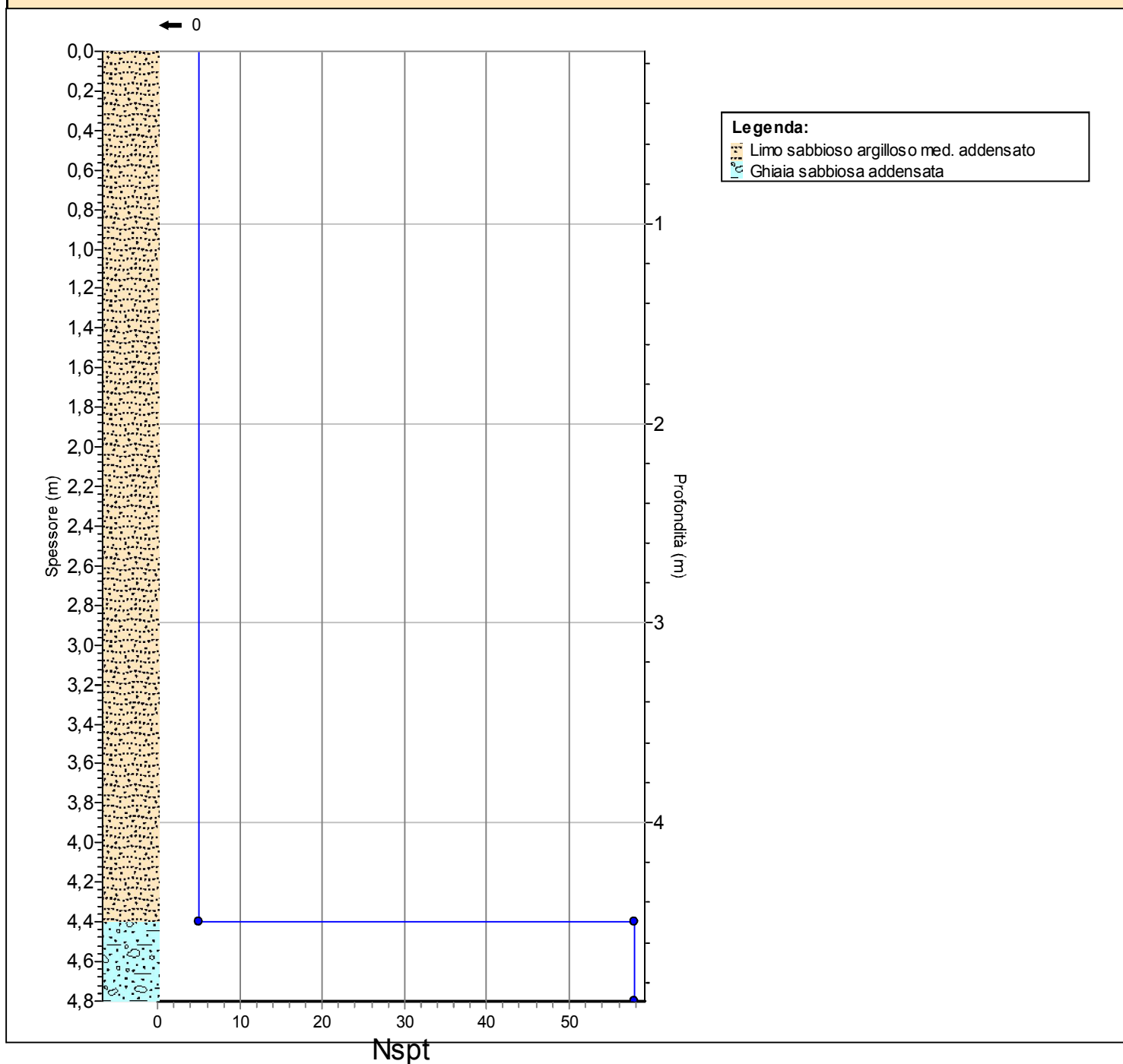
Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)

Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321

e-mail: f.becattini@geoprobings.it - sito internet: [www.geoprobings.it](http://www.geoprobings.it)

Committente:	Dott. Geol. Raffaele Rotili				
Località:	Loc. Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)			Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	20 maggio 2015	Data fine cantiere:	20 maggio 2015	Sigla:	DPSH 3
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200				
Coordinate geografiche:					

### COLONNA STRATIGRAFICA RIASSUNTIVA



Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)  
Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321  
e-mail: [f.becattini@geoprobinq.it](mailto:f.becattini@geoprobinq.it) - sito internet: [www.geoprobinq.it](http://www.geoprobinq.it)

Committente:	Dott. Geol. Raffaele Rotili				
Località:	Loc. Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)			Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	20 maggio 2015	Data fine cantiere:	20 maggio 2015	Sigla:	DPSH 3
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200				
Coordinate geografiche:					

[illegible]

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)  
Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321  
e-mail: [f.becattini@geoprobinq.it](mailto:f.becattini@geoprobinq.it) - sito internet: [www.geoprobinq.it](http://www.geoprobinq.it)

Committente:	Dott. Geol. Raffaele Rotili				
Località:	Loc. Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)			Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	20 maggio 2015	Data fine cantiere:	20 maggio 2015	Sigla:	DPSH 3
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200				
Coordinate geografiche:					

[illegible]



## Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)

Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321

e-mail: f.becattini@geoprobings.it - sito internet: www.geoprobings.it

Committente:	Dott. Geol. Raffaele Rotili				
Località:	Loc. Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)			Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	20 maggio 2015	Data fine cantiere:	20 maggio 2015	Sigla:	DPSH 3
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200				
Coordinate geografiche:					

### LEGENDA DEI METODI DI CALCOLO DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Sigla	Descrizione	Sigla	Descrizione
T&P	Terzaghi e Peck	Mesre	Mesre et Al.
RBS	Road Bridge Specification	Stroud	Stroud
DeM&M	De Mello-Mitchell	Tornaghi	Tornaghi et Al.
JNR	Japanese National Railway	DA GSnc	DAppolonia et Al. Ghiaia e Sabbia NC
O&I	Owasaki & Iwasaki	DA Ssc	DAppolonia et Al. Sabbia SC
Sch-sf	Schmertmann -sabbia fine	Webb sp	Webb Sabbia pulita
Sch-sm	Schmertmann -sabbia media	Webb sa	Webb Sabbia argillosa
Sch-sg	Schmertmann -sabbia grossa	Sch- sbl	Schmertmann Sabbia limosa
Sch-gh	Schmertmann -ghiaia	Sch-sb	Schmertmann Sabbia
Sowers	Sowers	Sch gh	Schmertmann Ghiaia
Malcev	Malcev	K&M sf	Kulhawy & Mayne - Sabbia con fine
Peck	Peck	K&M spnc	Kulhawy & Mayne - Sabbia pulita NC
Me<5	Meyerhof - <5% di limo	K&M spoc	Kulhawy & Mayne - Sabbia pulita OC
Me>5	Meyerhof - >5% di limo	Farrent	Farrent
H&U	Hatanaka & Uchida	M&M sf	Menzebach e Malcev Sabbia fine
Wolff	Wolff	M&M sm	Menzebach e Malcev Sabbia media
K&M	Kulhawy & Mayne	M&M s+g	Menzebach e Malcev Sabbia+ghiaia
Bolton-qf	Bolton - granuli di quarzo/feldspato	M&M sg	Menzebach e Malcev Sabbia ghiaiosa
Bolton-c	Bolton - granuli di calcare	S&B IP:20-40	Stroud e Butler 20<IP<40
Bolton-g	Bolton - granuli di gesso	S&B IP>40	Stroud e Butler IP>40
C&I-sl	Cubrinovski e Ishihara - sabbia con limo	C&V	Crespellani e Vannucchi
C&I-sp	Cubrinovski e Ishihara - sabbia pulita	O&I sp	Ohsaki & Iwasaki Sabbie pulite
C&I-sg	Cubrinovski e Ishihara - sabbia con ghiaia	O&I sfp	Ohsaki & Iwasaki Sabbie con fine plastico
C&I-gs	Cubrinovski e Ishihara - ghiaia con sabbia	O&I a	Ohsaki & Iwasaki Argille
Skempton86	Skempton 1986	O&G sfO	Otha e Goto-sabbia fine (Olocene)
G&H	Gibbs & Holtz	O&G sfP	Otha e Goto-sabbia fine (Pleistocene)
S&M	Schultze & Menzembach	O&G smO	Otha e Goto-sabbia media (Olocene)
Skempton	Skempton	O&G smP	Otha e Goto-sabbia media (Pleistocene)
L&F	Ladd & Foot	O&G sgO	Otha e Goto-sabbia grossolana (Olocene)
S&F IP>40	Shioi-Fukui IP>40	O&G sgP	Otha e Goto-sabbia grossolana (Pleistocene)
S&F IP:10-40	Shioi-Fukui 10<IP<40	O&G s+gO	Otha e Goto-sabbia e ghiaia (Olocene)
DM7 IP>40	DM-7 IP>40	O&G s+gP	Otha e Goto-sabbia e ghiaia (Pleistocene)
DM7 IP:10-40	DM-7 10<IP<40	O&G gO	Otha e Goto-ghiaia (Olocene)
DM7 IP<10	DM-7 IP<10	O&G gP	Otha e Goto-ghiaia (Pleistocene)
Sanglerat a	Sanglerat Argille	O&G aO	Otha e Goto-argilla (Olocene)
Sanglerat al	Sanglerat Argille limose	O&G aP	Otha e Goto-argilla (Pleistocene)
Sanglerat als	Sanglerat Argille limo-sabbiose	S&I sp	Seed e Idriss - sabbia pulita
Hara	Hara et Al.	S&I sl	Seed e Idriss - sabbia limosa





## Geo Probing di Francesco Becattini

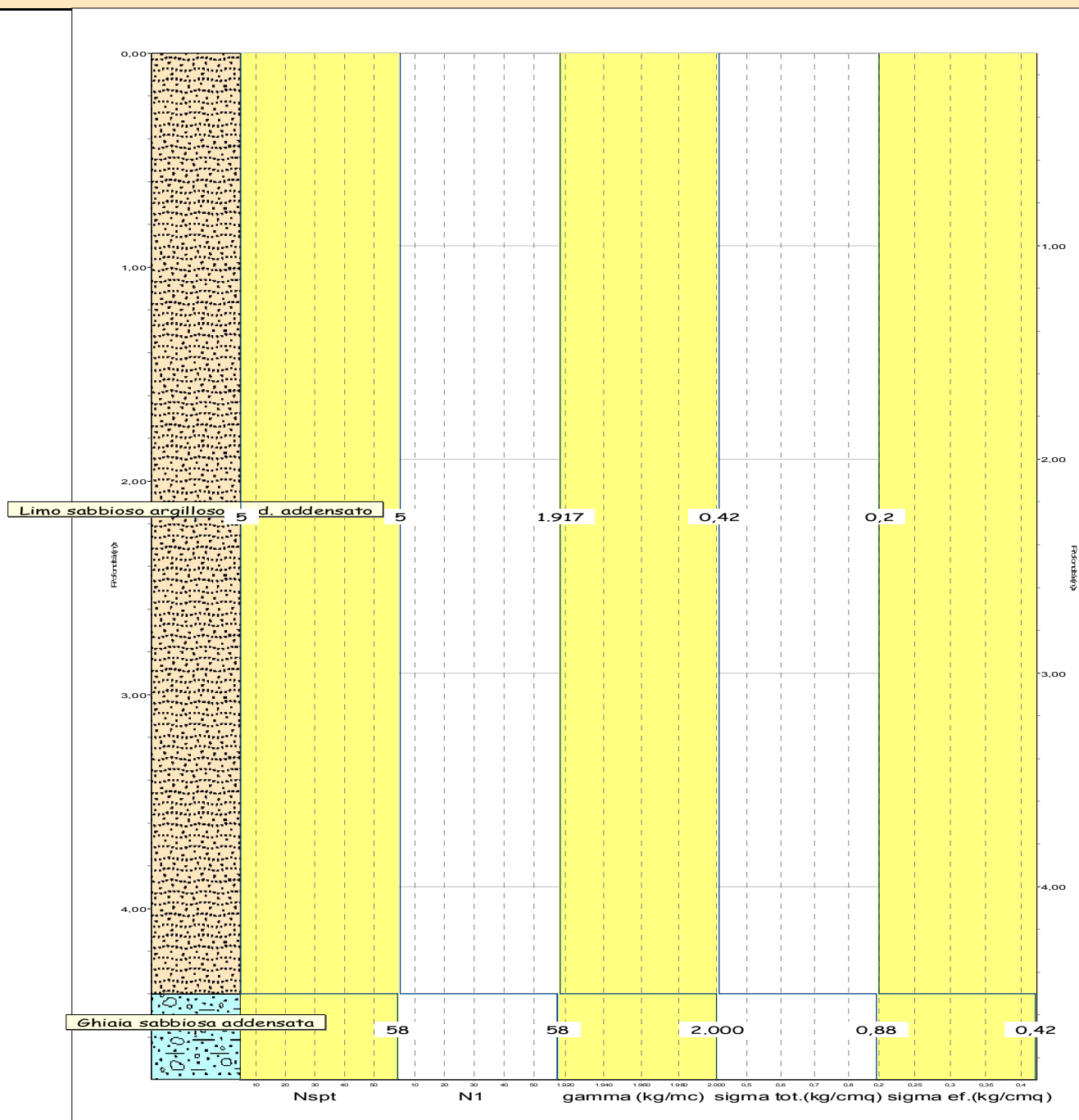
Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)

Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321

e-mail: f.becattini@geoprobings.it - sito internet: www.geoprobings.it

Committente:	Dott. Geol. Raffaele Rotili				
Località:	Loc. Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)			Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	20 maggio 2015	Data fine cantiere:	20 maggio 2015	Sigla:	DPSH 3
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200				
Coordinate geografiche:					

### COLONNA STRATIGRAFICA RIASSUNTIVA E PARAMETRI DI INPUT





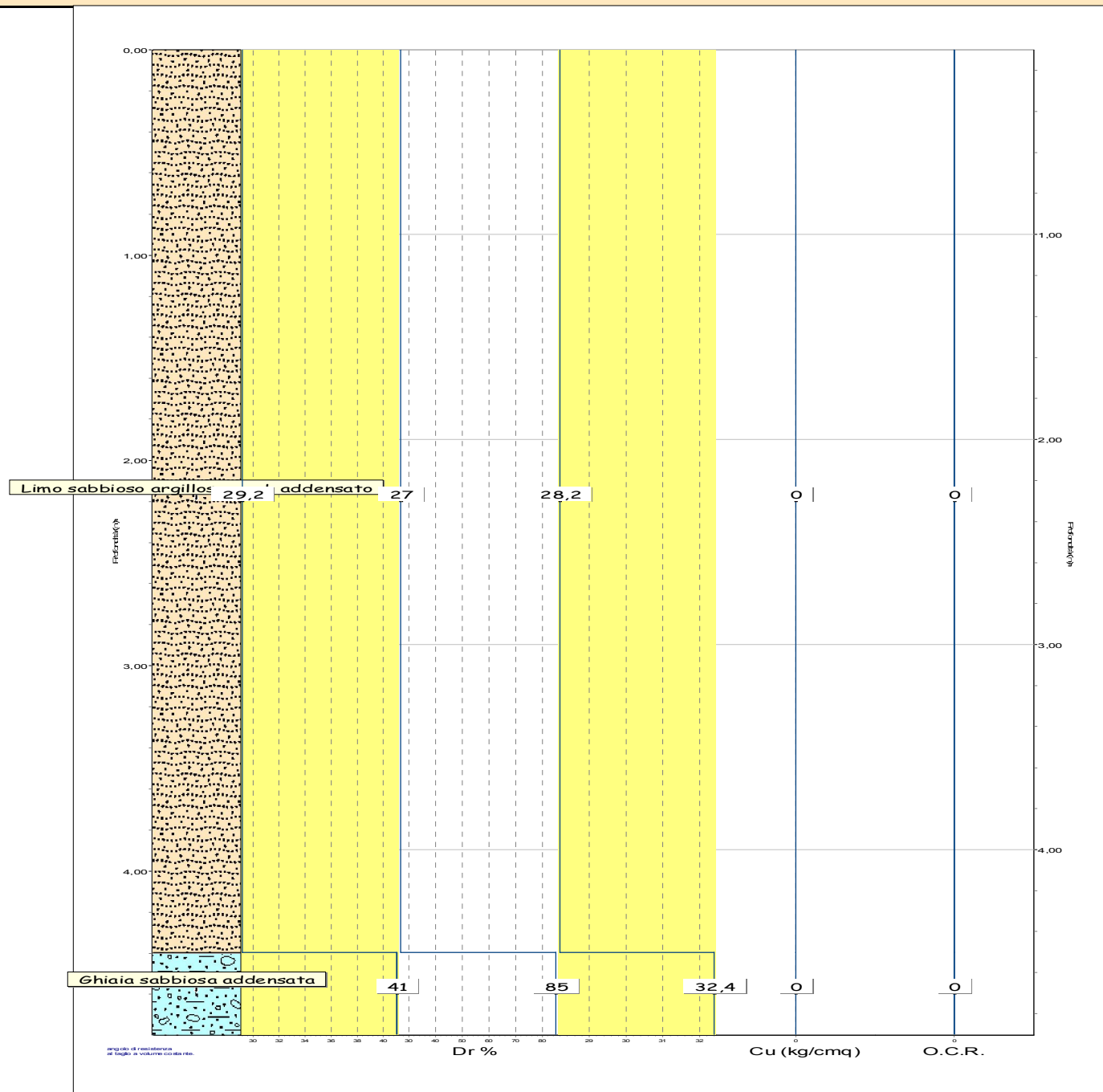
## Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)

Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321

e-mail: f.becattini@geoprobings.it - sito internet: www.geoprobings.it

Committente:	Dott. Geol. Raffaele Rotili				
Località:	Loc. Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)			Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	20 maggio 2015	Data fine cantiere:	20 maggio 2015	Sigla:	DPSH 3
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200				
Coordinate geografiche:					
COLONNA STRATIGRAFICA RIASSUNTIVA E PARAMETRI GEOTECNICI S.L.U.					





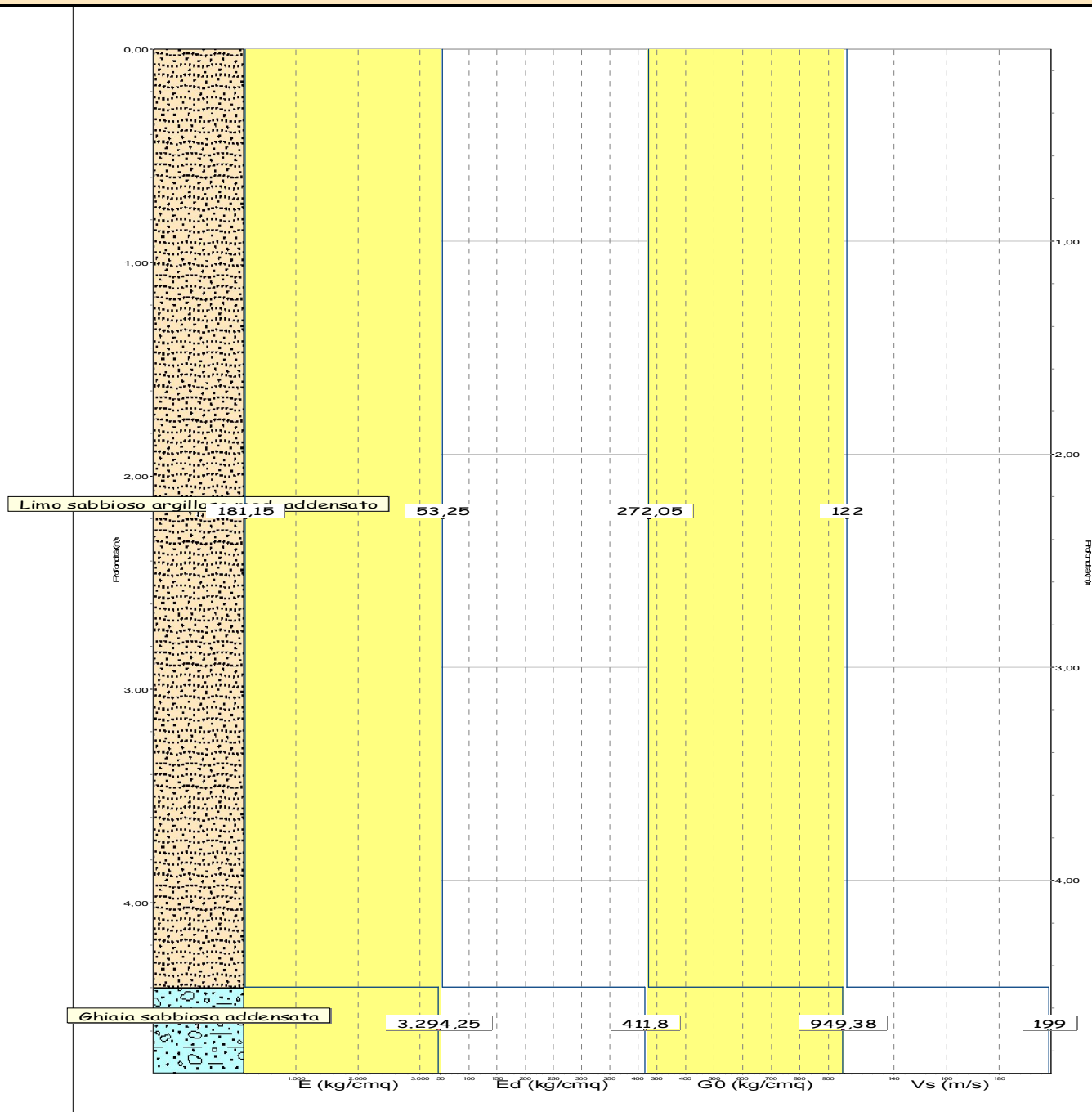
## Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)

Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321

e-mail: f.becattini@geoprobings.it - sito internet: www.geoprobings.it

Committente:	Dott. Geol. Raffaele Rotili					
Località:	Loc. Corpo del Sole - Sansepolcro (AR)				Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	20 maggio 2015	Data fine cantiere:	20 maggio 2015	Sigla:	DPSH 3	
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200					
Coordinate geografiche:						
COLONNA STRATIGRAFICA RIASSUNTIVA E PARAMETRI GEOTECNICI S.L.E.						



# DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



FOTO 1: Strumentazione utilizzata per l'esecuzione della prova DPSH 3.



FOTO 2: Un'immagine della piazzola osservata da un'altra angolatura.





m 0.0. – m 5.0





m 5.0 – m 10



m 10 – m 15





m 15 – m 20

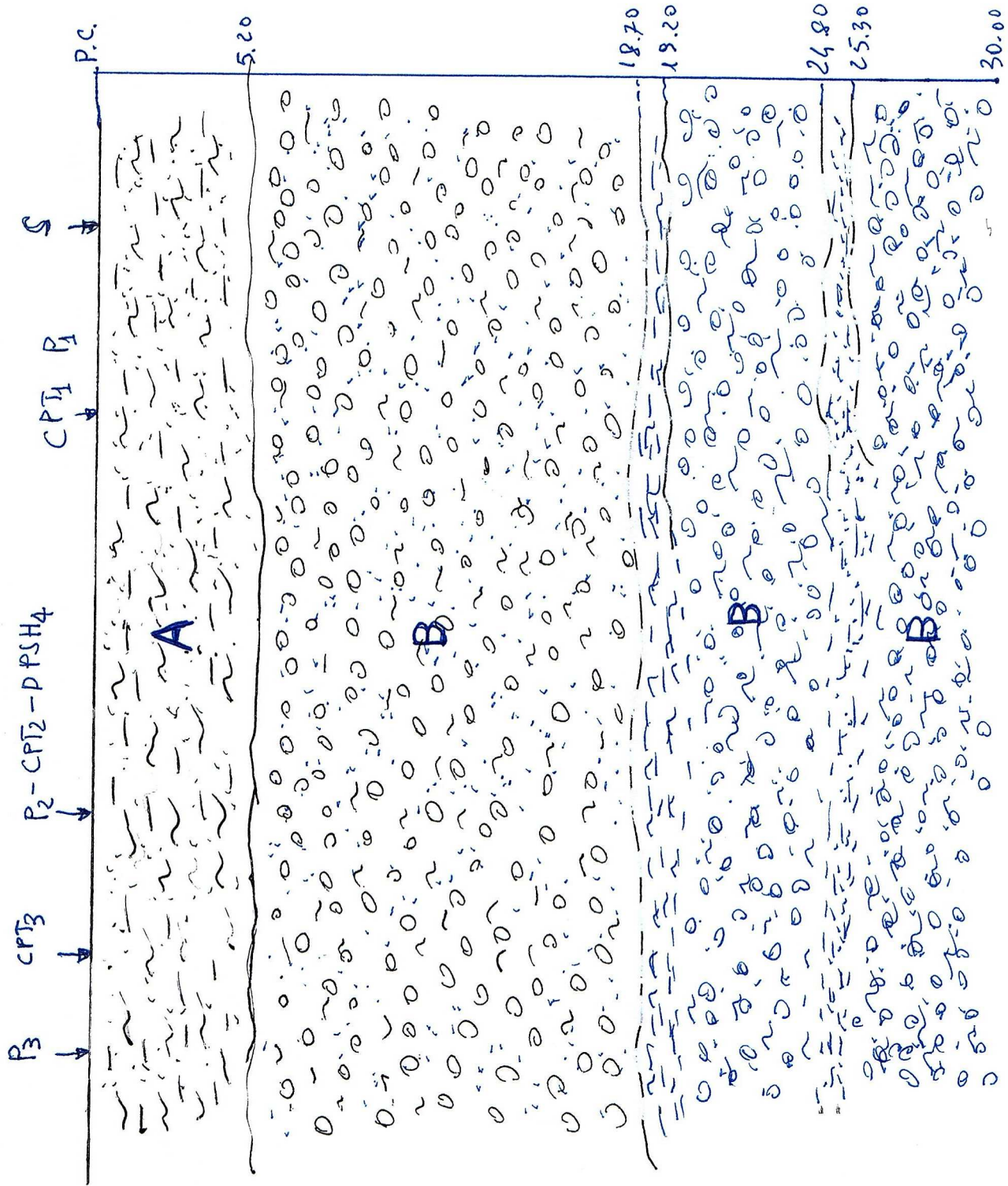


m 20 – m 25





m 25 – m 30





# OSSERVATORIO SISMICO "ANDREA BINA"

---

B.go XX Giugno, 74    06100 PERUGIA, Tel. 075/34060    P. I.V.A. 01796550547

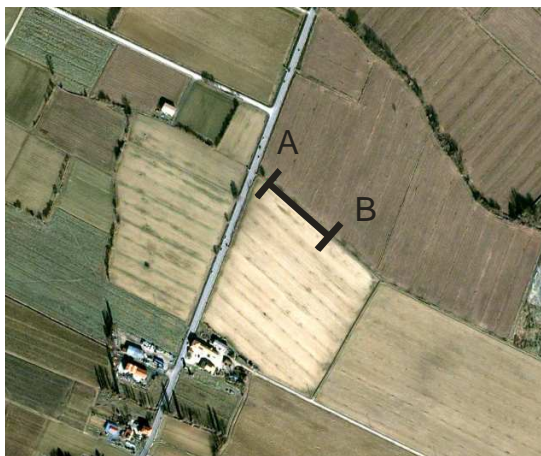
---

## INDAGINI DI SISMICA A RIFRAZIONE

### Località SANSEPOLCRO

### AREZZO

In base a quanto previsto dalle N.T.C. 14/01/2008



Committente: Dott. Geol. Raffaele Rotili  
Novembre 2009

Il Direttore  
(Padre Martino Siciliani)





# OSSERVATORIO SISMICO "ANDREA BINA"

---

B.go XX Giugno, 74 06100 PERUGIA, Tel. 075/34060 P. I.V.A. 01796550547

---

## DATI TECNICI

Ambito indagine:	<b>INDAGINI GEOFISICHE</b>
Tipo di indagini:	<b>PROSPEZIONI SISMICHE A RIFRAZIONE</b>
Località:	Sansepolcro – Zona Gricignano
Strumentazione:	Acquisitore PASI mod. 16S/24 (dinamica 24 bit, acquisizione a 24 canali).
Descrizione prove:	n. 1 stendimento sismico (A-B onde SH) Lunghezza profilo: 120 m. n. 5 energizzazioni (una ogni 30 m).
Data:	11/11/2009 (Acquisizione)

## INTRODUZIONE

E' stata realizzata, in una zona presso Gricignano (San Sepolcro AR), un'indagine di sismica a rifrazione, con lo scopo di ricostruire l'assetto sismostratigrafico dei livelli più superficiali e di fornire la velocità delle onde S entro i primi trenta metri, così come indicato dalle N.T.C. del 14/01/2008.

La campagna geofisica è stata eseguita attraverso l'esecuzione di:

- n. 1 stendimento sismico di 120 m con distanza intergeofonica di 5.0 m.

Il profilo in onde S è stato effettuato con geofoni 14 Hz orizzontali e con energizzazione orizzontale (per generare onde SH).

Sono stati realizzati cinque punti di energizzazione per acquisire le onde S (SH). E' stato energizzato con martello pesante con battuta su un piano verticale (su una trave di legno posta con asse maggiore perpendicolare allo stendimento, con contrappeso).

I sismogrammi sono stati acquisiti con un sismografo a 24 bit, collegato con 24 sensori e l'elaborazione è avvenuta in tecnica tomografica (preferibile al GRM ed ai metodi tradizionali in quanto il profilo insiste su terreni alluvionali privi di importanti contrasti di rigidità nei livelli più superficiali). Il software utilizzato elabora un modello teorico compiendo alcune migliaia di iterazioni sulla base dei primi arrivi delle onde sismiche longitudinali e trasversali. Tale modello viene affinato automaticamente fino a che i dati teorici coincidono il più possibile con quelli acquisiti direttamente nella campagna di indagini sismiche. Attraverso questo tipo di elaborazioni, si riducono sensibilmente gli eventuali errori dovuti a fattori soggettivi di interpretazione.

L'elaborato finale fornisce la velocità relativa a singole celle aventi lati inferiori ai due metri. In questo modo possono essere riconosciute con chiarezza anche anomalie laterali di velocità.



## OSSERVATORIO SISMICO "ANDREA BINA"

---

B.go XX Giugno, 74 06100 PERUGIA, Tel. 075/34060 P. I.V.A. 01796550547

---

Localizzazione dello stendimento



Il profilo sismico A-B onde SH assume una lunghezza di 120 m.  
Le coordinate geografiche indicative del centro del profilo risultano:  
Lat. 43.5430, Long. 12.1016



# OSSERVATORIO SISMICO "ANDREA BINA"

---

B.go XX Giugno, 74 06100 PERUGIA, Tel. 075/34060 P. I.V.A. 01796550547

---

## INDAGINI GEOFISICHE CON TECNICHE A RIFRAZIONE

### **Applicazioni:**

- Stratigrafia geologica a piccola e media profondità
- Determinazione della profondità del substrato roccioso
- Studio di fondazioni
- Indagini preliminari per la realizzazione di grandi opere (ferrovie, strade, oleodotti)
- Valutazione del costo di operazioni di scavo e sbancamento
- Valutazione depositi di ghiaia, sabbia, argilla
- Ricerche minerarie

### **Metodologia:**

La sismica a rifrazione consente di determinare con buona approssimazione la stratigrafia del sottosuolo, limitando così - con notevole risparmio di tempo e denaro - il numero di sondaggi geognostici da effettuare nell'area da investigare.

Un'apparecchiatura per sismica a rifrazione è costituita generalmente da un sismografo e da un gruppo di geofoni (freq. 10-14 Hz): si tratta di energizzare il terreno mediante l'onda d'urto prodotta dall'esplosione di una piccola carica o dall'impatto di una mazza di battuta. Il compito del sismografo è quello di misurare il tempo impiegato dalla perturbazione sismica indotta nel terreno a percorrere la distanza tra la sorgente e ciascun geofono, opportunamente spaziato lungo un profilo. La velocità di propagazione dell'onda sismica dipende dalle caratteristiche elastiche del sottosuolo e dalla sua conformazione; la relazione tra velocità dell'onda e distanza sorgente-geofono (dromocrona) consente - applicando una serie di formule matematiche - di risalire agli spessori degli strati esistenti nel sottosuolo.

## **APPARECCHIATURA NECESSARIA PER LA SISMICA A RIFRAZIONE**

L'apparecchiatura utilizzata per questo tipo di prove si deve comporre delle seguenti parti:

- Sistema sorgente;
- Sistema di ricezione;
- Sistema di acquisizione dati;
- Trigger.

## **SCHEMA DELLA PROVA**

La prova consiste nel produrre sulla superficie del terreno, in prossimità del sito da investigare, sollecitazioni dinamiche verticali per la generazione delle onde P ed orizzontali per le onde SH e nel registrare le vibrazioni prodotte, sempre in corrispondenza della superficie, a distanze note e prefissate mediante sensori a componente verticale.

L'interpretazione dei segnali rilevati e la conseguente stima del profilo di velocità delle onde P ed SH può scomporsi in queste fasi fondamentali:

- Individuazione del primo arrivo in P ed in SH;
- Ricostruzione delle dromocrona e relativa interpretazione in P ed in SH.





# OSSERVATORIO SISMICO "ANDREA BINA"

---

B.go XX Giugno, 74    06100 PERUGIA, Tel. 075/34060    P. I.V.A. 01796550547

---

## SISMOGRAFO PER RIFRAZIONE PASI 16 S

### Funzioni principali:

- Attivazione filtri: in acquisizione o post-acquisizione
- Filtri antialiasing: attivi, LPF, 6°ordine Butterworth; pend.asint.-36dB/oct (-120dB/dec); accuratezza.  $\pm 1\%$  freq.di taglio
- Start acquisizione: con trigger esterno o comando software (ASAP)
- Trigger: hammer o geofono starter (7 livelli di sensibilità selezionabili via software); inibizione impulsi dovuti a rimbalzi; segnalazione di accettazione impulso
- Guadagni: tutti selezionabili via software
- Enhancement con/senza preview totale/parziale
- Marker per determinare la posizione dei punti video sulla scala dei tempi
- A.G.C. Automatic Gain Control
- Delay: Pre-trigger 0-10ms (step di 1ms); Post-trigger 0-16000ms (step di 1ms)
- Visualizzazione in wiggle-trace o area variabile
- Noise-monitor con visualizzazione "real time" a cascata
- Determinazione risorse disponibili sullo strumento in funzione dello spazio libero su disco
- Trace-size automatica o manuale per ogni canale
- Registrazione automatica delle acquisizioni
- Scaricamento dati a PC via porta seriale tramite software dedicato PCLINK32
- Scaricamento dati a periferiche con collegamento su porta parallela (es. I/Omega ZIP o JAZZ)
- Calibrazioni automatiche : doppia taratura offset, taratura ingressi su tensione di riferimento, taratura guadagno
- Codifica dati in formato SEG-2

### CARATTERISTICHE TECNICHE

Processore: Pentium 266 Intel  
Trattamento dati: Floating Point 32-bit  
Ambiente operativo: Windows©  
Interfaccia multilingue: Italiano,Inglese,Francese,Spagnolo,etc.  
Numero canali: 24  
Puntamento: VersaPoint Mouse  
Display: VGA a colori in LCD-TFT 10.4"  
Supporto di memorizzazione: Hard-Disk 3.2 Gb  
Risoluzione di acquisizione: 24bit con sovracampionamento e post-processing  
Stampante (opzionale): Seiko DPU-414 thermal printer  
Porte dati esterne: RS232, parallela, stampante  
Sensore ambiente interno: temperatura  
Protezioni termiche: prevenzione e controllo surriscaldamenti interni (warning sul display e blocco)  
Compatibilità dati acquisiti: SEG-2  
Connettori cavo geofoni: standard NK-27-21C  
Alimentazione: 12VDC (batteria esterna su richiesta); allarme di batteria scarica  
Temperatura di funzionamento: 0°C ÷ 55°C:  
Umidità: 5% ÷ 90%, non condensante  
Dimensioni fisiche: 50x40x22cm (valigia antiurto)  
Peso: 16 kg



## OSSERVATORIO SISMICO "ANDREA BINA"

---

B.go XX Giugno, 74    06100 PERUGIA, Tel. 075/34060    P. I.V.A. 01796550547

---

### GEOFONI

Sono stati utilizzati n. 24 geofoni orizzontali per sismica a rifrazione. Si tratta di geofoni orizzontali con frequenza propria tra 10 e 14 Hz. Sono di tipo elettromagnetico a bobina mobile. Tali dispositivi convertono il movimento del suolo causato dall'energizzazione in tensione. Ogni geofono è collegato, tramite il cavo principale, all'acquisitore.

### SORGENTE DI ENERGIA

Per realizzare i profili sismici richiesti è stato più che sufficiente energizzare con martello pesante. Ciò dipende anche dal fatto che l'acquisitore possiede un'elevata dinamica e un potente sistema di amplificazione del segnale sismico.

### TRIGGER

Come sistema di trigger per fornire il tempo zero all'acquisitore, è stato utilizzato un accelerometro piezoelettrico posto in corrispondenza della testa del martello pesante (con sensibilità settabile attraverso il sismografo)

### CONFIGURAZIONE DELLE LINEE SISMICHE

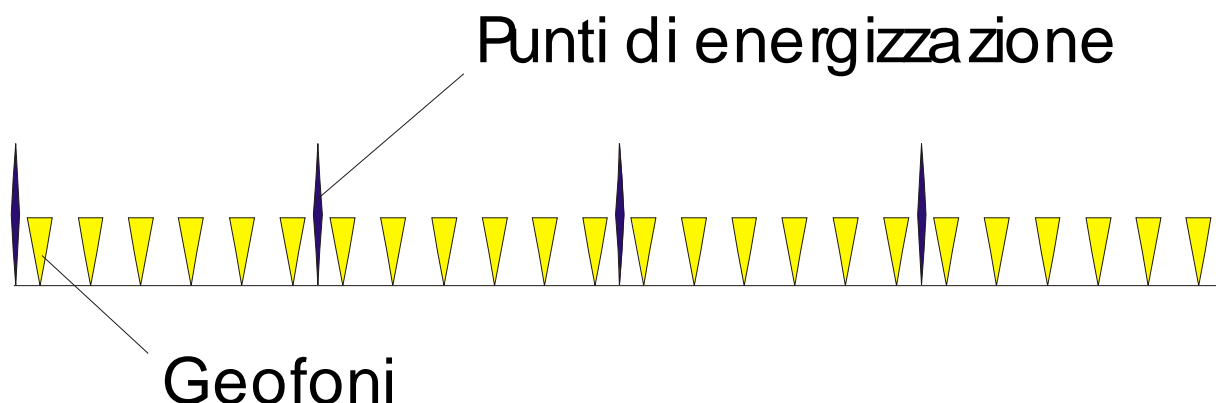
#### *Punti di energizzazione:*

Per ogni base sismica (profilo) sono state effettuate cinque registrazioni (scoppi o tiri) equidistanti, secondo il seguente schema:

Estremo a sx	Intermedio a sx	Centrale	Intermedio a dx	Estremo a dx
--------------	-----------------	----------	-----------------	--------------

#### *Sistema di ricezione:*

Esempio di stendimento a 24 geofoni





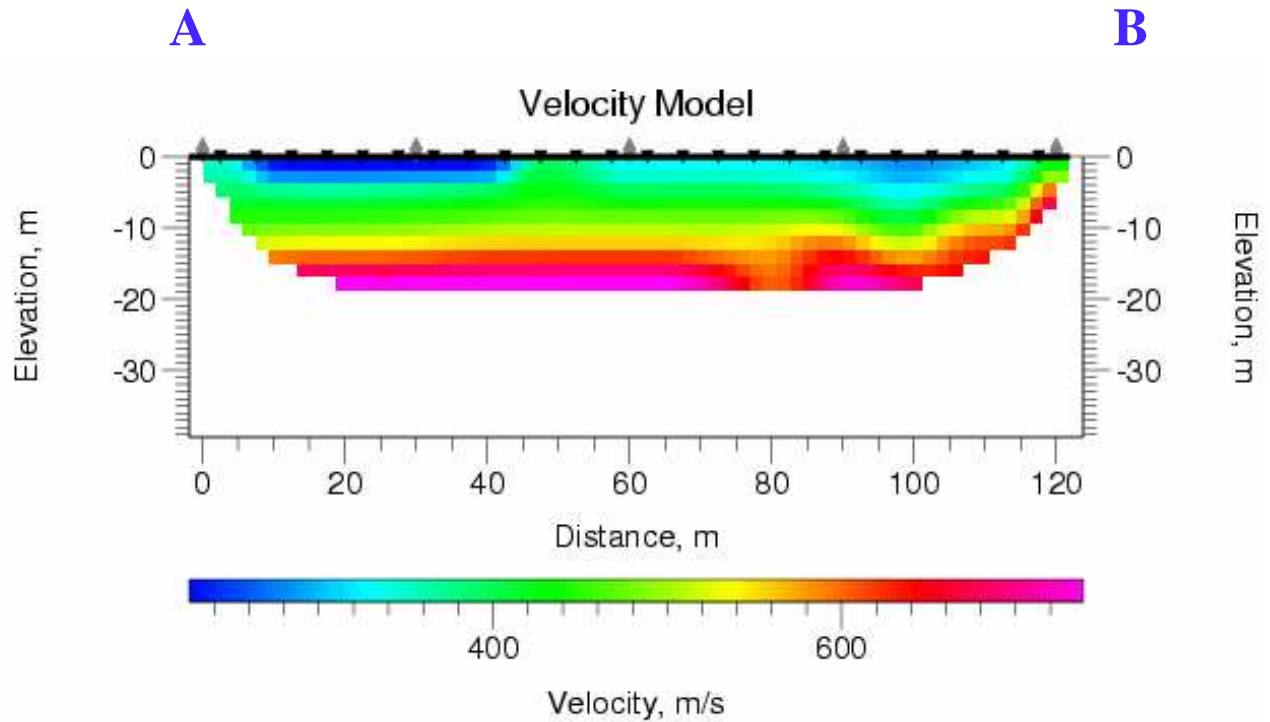
## OSSERVATORIO SISMICO "ANDREA BINA"

B.go XX Giugno, 74 06100 PERUGIA, Tel. 075/34060 P. I.V.A. 01796550547

**ONDE S (onde SH)**

### PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE: ELABORAZIONI GRAFICHE

Sezione A – B onde S: Modello di velocità (modello multistrato)





## OSSERVATORIO SISMICO "ANDREA BINA"

B.go XX Giugno, 74 06100 PERUGIA, Tel. 075/34060 P. I.V.A. 01796550547

### CALCOLO DEL PARAMETRO $V_{S30}$ .N.T.C. del 14/01/2008

Velocità di propagazione delle Onde di taglio

hi=(m)	Vsi=(m/s)	hi/vs	$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}} =$	549.9394 m/s
1.875	330.457	0.005674		
1.875	351.939	0.005328		
1.875	392.68	0.004775		
1.875	436.884	0.004292		
1.875	474.271	0.003953		
1.875	510.609	0.003672		
1.875	557.261	0.003365		
1.875	621.633	0.003016		
1.875	692.19	0.002709		
1.875	738.687	0.002538		
1.875	738.687	0.002538		
1.875	738.687	0.002538		
1.875	738.687	0.002538		
1.875	738.687	0.002538		
1.875	738.687	0.002538		
1.875	738.687	0.002538		
30		0.054551		

Considerazioni sul valore di  $V_{S30}$

Il calcolo ha fornito un valore di circa 550 m/s. Non sono evidenti particolari contrasti di rigidità all'interno dello spessore di depositi investigati. Si consiglia, in base a quanto riportato nelle N.T.C del 14/01/2008, di associare una categoria di sottosuolo tipo **B**.



# OSSERVATORIO SISMICO "ANDREA BINA"

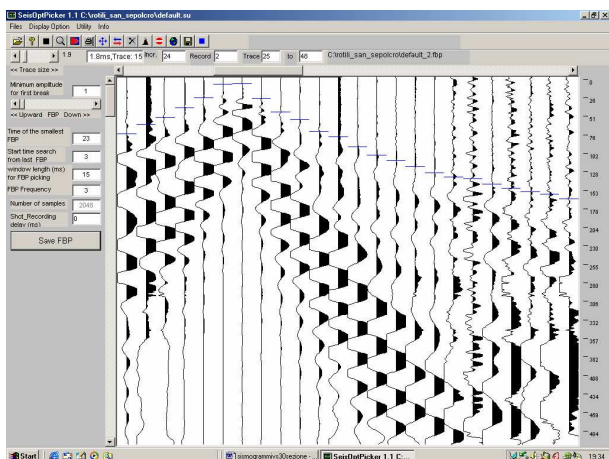
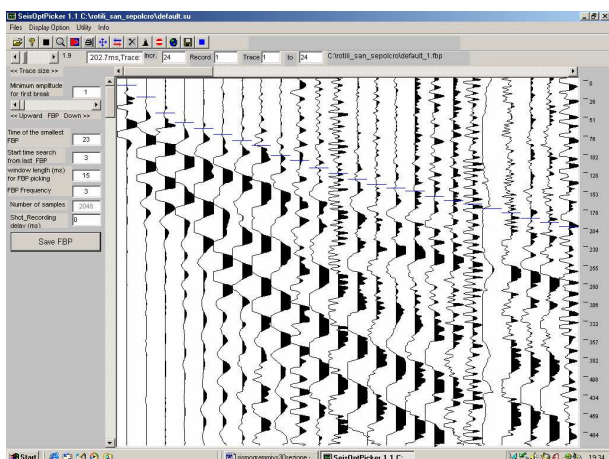
B.go XX Giugno, 74 06100 PERUGIA, Tel. 075/34060 P. I.V.A. 01796550547

## CONCLUSIONI

La realizzazione di un profilo sismico in onde SH effettuato presso Gricignano di San Sepolcro, ha permesso di evidenziare l'andamento sismostratigrafico dei livelli presenti nei primi metri di profondità nella zona investigata e di ricavare la media ponderata delle velocità delle onde SH entro i primi 30 m.

Viene riportato nel presente studio il calcolo delle  $V_{s30}$  (effettuato con le modalità previste dalle N.T.C. 14/01/2008). Si consiglia, in base a quanto previsto nelle N.T.C, di associare il tipo di suolo ad una categoria B.

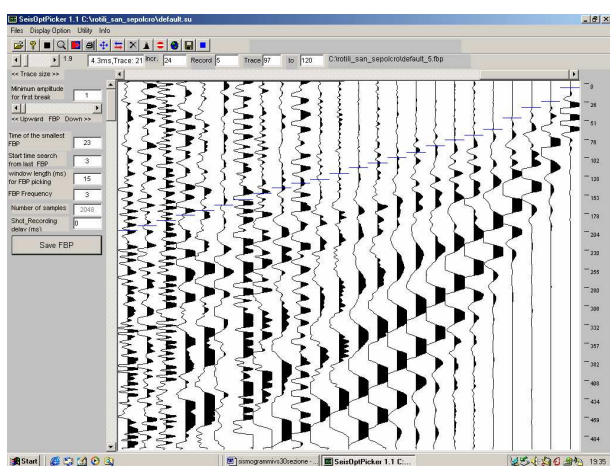
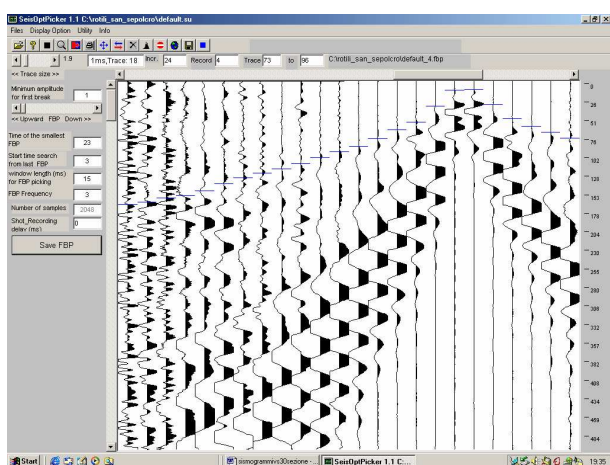
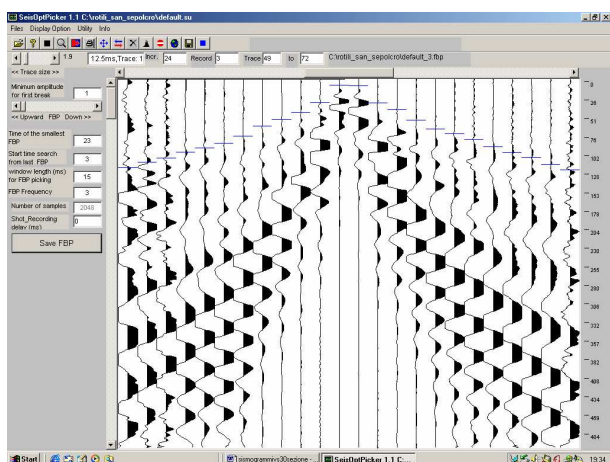
## SISMOGRAMMI





# OSSERVATORIO SISMICO "ANDREA BINA"

B.go XX Giugno, 74 06100 PERUGIA, Tel. 075/34060 P. I.V.A. 01796550547







## OSSERVATORIO SISMICO "ANDREA BINA"

---

B.go XX Giugno, 74 06100 PERUGIA, Tel. 075/34060 P. I.V.A. 01796550547

---

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**IDROGEOTEC S.N.C. DI BOILA PAOLO & C.**

**IDROGEOLOGIA - GEOFISICA - GEOTECNICA**

Via Fra Giovanni da Pian di Carpine,78 06127 Ferro di Cavallo – PERUGIA

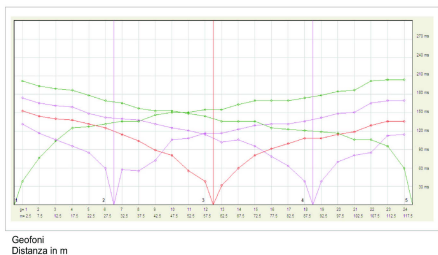
tel.075 5000603 – fax075 5002694 - cell. 3693011946

email [idrogeotec@tin.it](mailto:idrogeotec@tin.it)

## COMUNE DI SAN SEPOLCRO LOCALITA' CORPO DEL SOLE

### ESECUZIONE INDAGINI SISMICHE IN FORO DOWN - HOLE

Sismica a rifrazione  
Dromocrone Onde S Profilo P1



## INDAGINI GEOFISICHE

**COMMITTENTE : ABOCA Spa**

Perugia giugno 2015

**INDICE**

<b>1. PREMESSA</b>	Pag. 1
<b>2. INDAGINI SISMICHE IN FORO PER LA DETERMINAZIONE DELLA VELOCITA' DELLE ONDE P e S</b>	Pag. 2
2.1 Indagine Down - Hole	Pag. 2
<b>3. CONCLUSIONI</b>	Pag. 4

**ELENCO ALLEGATI:**

- Documentazione Fotografica
- Sismogrammi
- Tabelle e grafici dati

**1.PREMESSA**

Su incarico dell' ABOCA Spa è stata eseguita una indagine geofisiche in foro tramite la realizzazione di una Down – Hole, su di un sondaggio, realizzato in Località Corpo del Sole Comune di San Sepolcro.

## **2.INDAGINE SISMICA IN FORO PER LA DETERMINAZIONE DELLA VELOCITA' DELLE ONDE P e S**

### **2.1 INDAGINE DOWN - HOLE**

L' acquisizione è stata realizzata con la seguente strumentazione:

- Sismografo Echo 24/2010 a 24 canali, 24 bit ad incremento di segnale, finestra di registrazione di 100 ms per le onde di compressione P e di 200 ms per le onde di taglio SH, frequenza di campionamento 0,128 ms.
- 2 terne di Geofoni solidali poste a distanza di 1,0 m, di frequenza 14 Hz per le onde P e 10 Hz per le onde S, con sistema di ancoraggio idraulico, tramite 4 pistoni idraulici, azionati a gas.
- Fonti di energizzazione:
  - mazza da 8 kg su piastra di alluminio per le onde di compressione P,
  - mazza da 8 kg su trave di legno, ancorata al suolo tramite fuoristrada, per attrito radente per le onde di taglio S

La distanza in superficie tra un foro di sondaggio predisposto e il punto di energizzazione è stata di 3,0 m.

La prova è stata eseguita in un'area di proprietà della società ABOCA a fianco di alcuni edifici rurali esistenti.

La prova Down – Hole è stata eseguita generando onde di compressione e onde di taglio in superficie, ed acquisendo in discesa, da 1,0 m di profondità, con passo di 1,0 m, sino a fondo foro, alla profondità massima raggiungibile di 30,00 m. Pur essendo l'area in prossimità di una strada extraurbana, con intenso traffico si è comunque ottenuto un rapporto segnale/rumore favorevole, e i frequenti transienti non hanno comunque influenzato la prova.

La cementazione del foro di rivestimento, in base alla qualità dei segnali registrati è apparsa sufficientemente saturante .

Sulle tracce acquisite, con onde di compressione, si è quindi proceduto, all'individuazione dei tempi di primo arrivo delle onde P, nei canali relativi ai geofoni verticali.

Per le onde SH, acquisite con il metodo d'inversione della polarità (esecuzione di due battute una con polarità delle onde positiva, una seconda con polarità delle onde negativa), si è proceduto alla sovrapposizione dei sismogrammi relativi, e alla individuazione dei primi arrivi in SH in corrispondenza della prima inversione d'onda.

Sono state quindi calcolate le velocità dirette, distanza/tempo, determinate ai vari intervalli di profondità, applicando le opportune correzioni per le distanze, sono state ricostruite le dromocrone relative, e calcolate le velocità intervallari.

Un'analisi schematica dei dati finali di processo permette di rilevare i seguenti aspetti:

- un discreto aumento della velocità delle onde P a partire dalla profondità di circa 5 metri,
- una leggera diminuzione delle velocità dirette delle onde negli intervalli di profondità 21,0 – 22,0 m e 25,0 – 26,0 m,
- una buona correlazione tra le velocità delle onde P e le onde S;
- un buon incremento della velocità delle onde SH a partire da 5,0 m di profondità, seguito da una crescita costante ma graduale.

In allegato sono riportati, i sismogrammi acquisiti, la tabella profondità, distanze, i primi arrivi P e S e le velocità dirette relative, le dromocrone e le velocità intervallari ottenute.

### **3.CONCLUSIONI**

L'esecuzione della indagine sismica in foro di tipo Down-Hole, in onde P e SH, ha permesso con buona approssimazione, di ricostruire l'andamento sismostratigrafico lungo la verticale di sondaggio, mostrando variazioni significative di velocità per le onde P, e per le onde SH.

Perugia giugno 2015

**IDROGEOTEC S.N.C.**

Dott. Paolo Boila







**UBICAZIONE INDAGINE DH**

## **DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



**Allestimento cantiere inserimento geofoni da foro**



**Energizzazione in onde P di compressione**

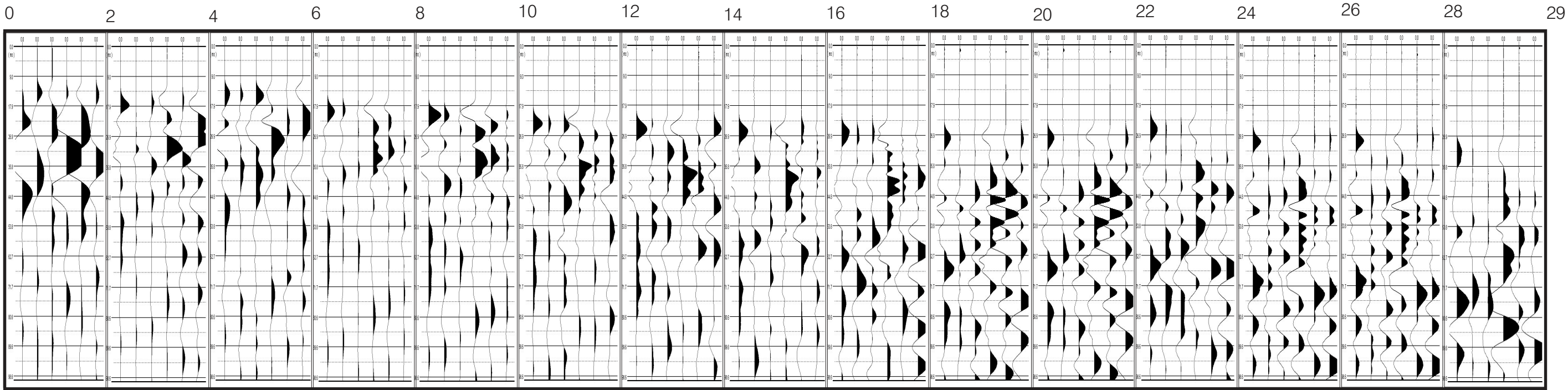


**Energizzazione per attrito radente in onde S di taglio**

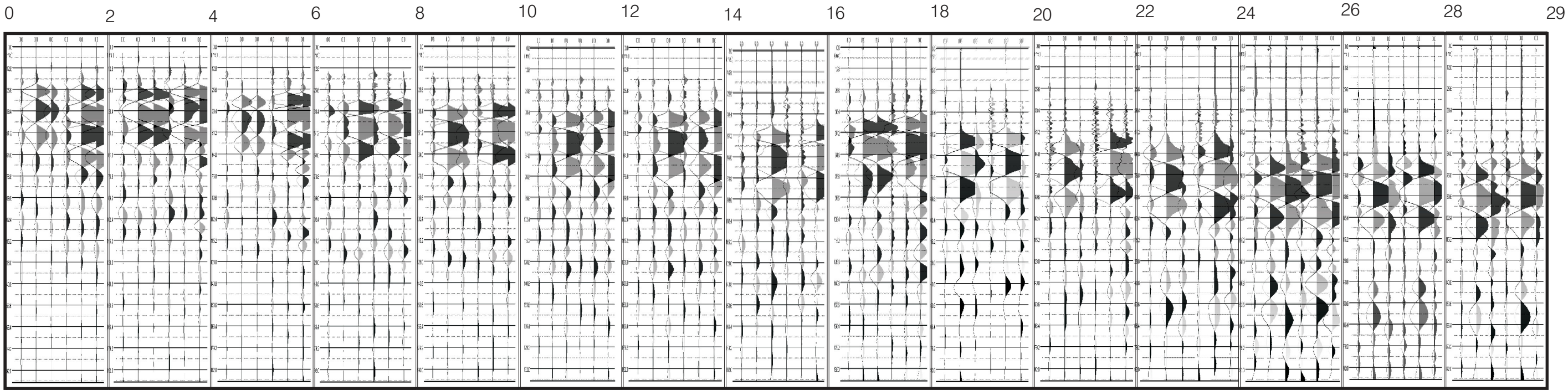


Sismica in foro  
Prova Down-Hole n. 1 Sondaggio n. 1  
Sismogrammi -Onde P e Onde S  
Profondità in metri

Energizzazione Onde P

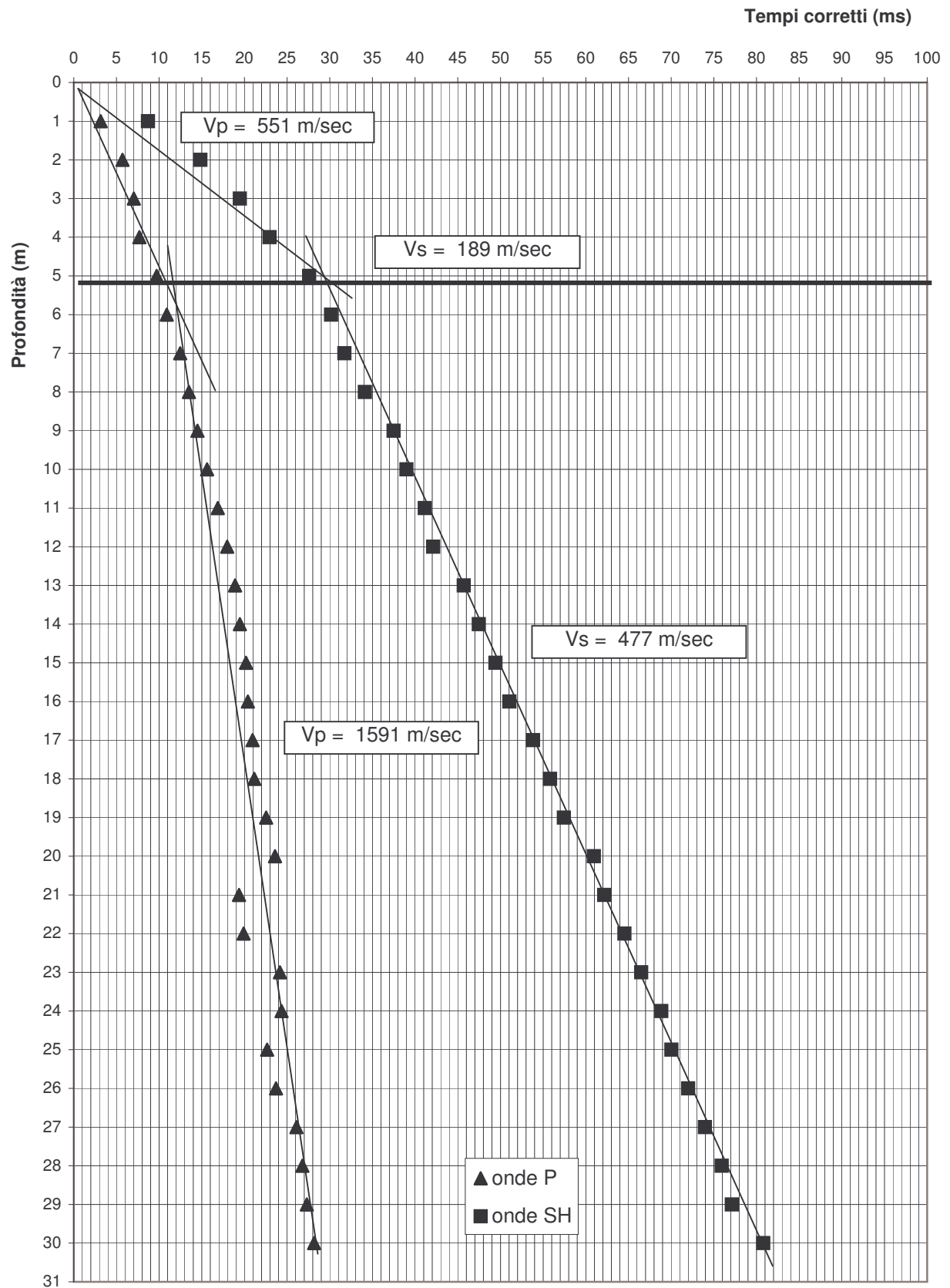


Energizzazione Onde S

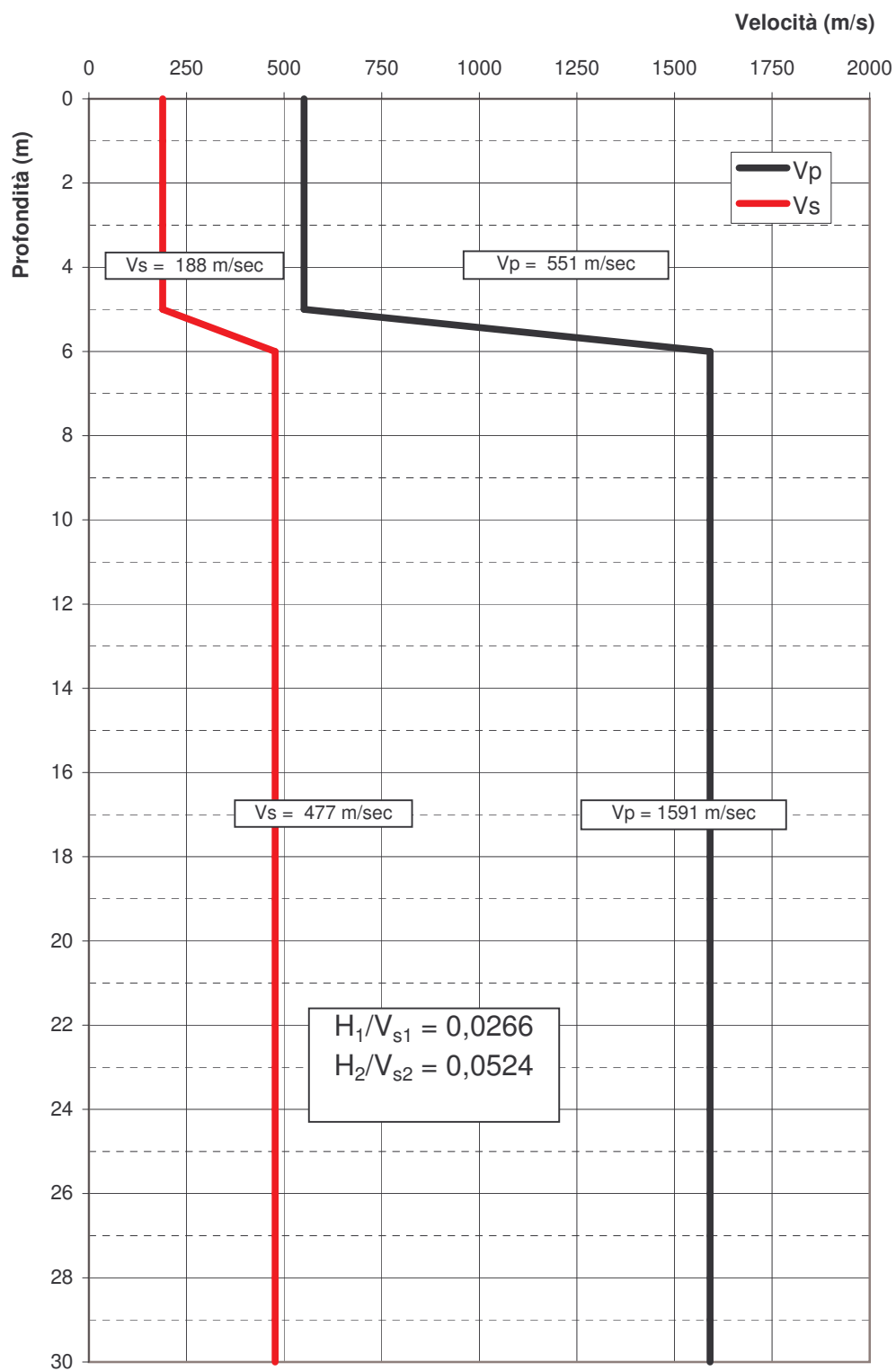


INDAGINI SISMICHE IN FORO TEMPI DI ARRIVO						
Località:Corpo del Sole - S.Sepolcro				Sondaggio n° 1		
Down-Hole n° 1				Distanza dal bocca foro: 3 m		
Profondità	ONDE P			ONDE SH		
m dal p.c.	Tempi osservati (ms)	Tempi calcolati (ms)	Velocità (m/s)	Tempi osservati (ms)	Tempi calcolati (ms)	Velocità (m/s)
1	9.95	3.15	318	27.52	8.70	115
2	10.30	5.71	350	26.74	14.83	135
3	9.95	7.04	426	27.52	19.46	154
4	9.61	7.69	520	28.68	22.94	174
5	11.33	9.72	515	32.17	27.59	181
6	12.18	10.89	551	33.72	30.16	199
7	13.56	12.46	562	34.50	31.71	221
8	14.41	13.49	593	36.43	34.11	235
9	15.27	14.49	621	39.50	37.47	240
10	16.30	15.61	641	40.70	38.98	257
11	17.50	16.88	652	42.64	41.14	267
12	18.53	17.98	668	43.41	42.11	285
13	19.39	18.89	688	46.90	45.70	284
14	19.90	19.46	719	48.54	47.46	295
15	20.59	20.19	743	50.39	49.41	304
16	20.76	20.40	784	51.94	51.05	313
17	21.28	20.96	811	54.65	53.82	316
18	21.45	21.16	851	56.59	55.82	322
19	22.82	22.54	843	58.14	57.43	331
20	23.85	23.59	848	61.63	60.95	328
21	19.56	19.36	1085	62.79	62.16	338
22	20.08	19.90	1106	65.12	64.52	341
23	24.37	24.17	952	67.05	66.49	346
24	24.54	24.35	986	69.38	68.84	349
25	22.82	22.66	1103	70.54	70.04	357
26	23.85	23.69	1097	72.48	72.00	361
27	26.25	26.09	1035	74.42	73.96	365
28	26.94	26.79	1045	76.36	75.93	369
29	27.46	27.31	1062	77.52	77.11	376
30	28.30	28.16	1065	81.20	80.80	371

## DROMOCRONE - Down Hole



## VELOCITA' INTERVALLARI - Down Hole 1







**IDROGEOTEC S.N.C.**

**IDROGEOLOGIA - GEOFISICA - GEOTECNICA**

Via Fra Giovanni da Pian di Carpine, 78 06127 Ferro di Cavallo – PERUGIA

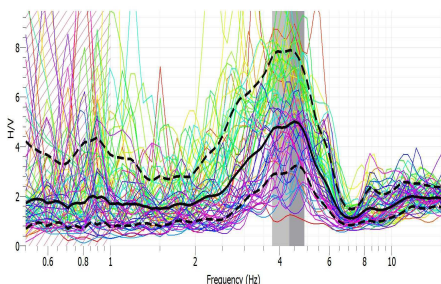
tel. 075 5000603 – fax 075 5002694

email [idrogeotec@tin.it](mailto:idrogeotec@tin.it)

Tribunale di Perugia 11699

C.C.I.A.A. 136398

Codice Fiscale – Partita IVA 01368350540



## **INDAGINA SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA METODO HVSR**

**COMMITTENTE:** Dott. Geologo Rotili Raffaele

**LOCALITA':** Corpo del Sole

**COMUNE:** San Sepolcro

**OGGETTO:** INDAGINI SISMICHE PASSIVE A STAZIONE SINGOLA PER  
LA RICOSTRUZIONE SISMOSTRATIGRAFICA E LA DEFINIZIONE  
DELLA Vs30

**DATA:** 25/08/2015

## INDICE

1. PREMESSA	Pag. 2
2. METODOLOGIE D'INDAGINE	Pag. 2
3. METODO DI ACQUISIZIONE	Pag. 2
4. ELABORAZIONE DATI OTTENUTI	Pag. 3
5. RISULTATI	Pag. 3
6. CONCLUSIONI	Pag. 4

### ALLEGATI:

Ubicazione indagini

Scheda Stazione di misura metodo H/V

Documentazione fotografica H/V

## 1. PREMESSA

Su incarico del Dott. Geol. Rotili Raffaele è stata eseguita un'indagine sismica passiva a stazione singola con metodo HVSR, per la stima della velocità equivalente Vs30, in località Corpo del sole, Comune di Città di San Sepolcro.

## 2. METODOLOGIE D'INDAGINE

### 2.1 Sismica passiva a stazione singola metodo HVSR

La metodologia adottata è quella della sismica passiva, che sfrutta il rumore sismico ambientale presente ovunque in superficie. Tale rumore sismico è prodotto da vari fenomeni, quali l'attività dinamica terrestre, fenomeni atmosferici di grande portata (venti, onde marine), attività antropica. Il rumore sismico ambientale viene definito anche come "microtremore", in quanto è caratterizzato da oscillazioni molto più piccole di quelle generate dai terremoti nel campo vicino, pari a  $10^{-15} \text{ [m/s}^2\text{]}^2$  in termini di accelerazione.

Questa metodologia è definita come "passiva" in quanto il terreno non viene energizzato artificialmente nel corso delle registrazioni, come nella sismica a rifrazione.

## 3. METODI DI ACQUISIZIONE

### 3.1 Metodo HVSR

L'indagine in oggetto è stata eseguita tramite una stazione singola di registrazione, costituita da tre velocimetri, calibrati, un verticale, e due orizzontali, con disposizione convenzionale N-S e E-W, di frequenza naturale pari a 2 Hz, (SR04MT). Per il punto/stazione di misura è stato particolarmente curato l'accoppiamento sensore/terreno, ed è stata eseguita una accurata livellazione e messa in bolla del sensore,

Le misure sono state acquisite in via digitale a 24 bit con una frequenza di campionamento di 200 Hz, la durata di registrazione è stata di 10'.

## 4. ELABORAZIONE DATI OTTENUTI

### 4.1 Elaborazione dati HVSR

Tra le varie tecniche consolidate per ricavare informazioni del sottosuolo, partendo dagli spettri del rumore sismico registrati, quella che ha riscosso maggiori consensi è la tecnica dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella del moto verticale, denominata HVSR da Horizontal to Vertical Spectral Ratio, o più brevemente H/V, nota anche come tecnica di Nakamura.

Le basi teoriche del metodo possono essere brevemente riassunte considerando un sottosuolo a due strati, con densità e velocità differenti. Un'onda che viaggia nello strato 1 viene parzialmente riflessa dall'orizzonte di separazione dei due strati, interferisce con le onde incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime, in condizione di risonanza, quando la lunghezza dell'onda incidente è 4 volte (o multipli dispari) lo spessore del primo strato.

Per le onde P di compressione ciò si traduce in:

$$f_r = V_{p1}/(4h)$$

mentre per le onde S in:

$$f_r = V_{s1}/(4h)$$

con  $f_r$  = frequenza di risonanza.

Essendo questo effetto teoricamente sommabile, la curva HVSR mostra, come massimi relativi, le frequenze di risonanza caratteristiche dei vari strati, ciò insieme ad una stima delle velocità, permette di prevedere con una certa approssimazione gli spessori.

## 5. RISULTATI

### 5.1 Risultati HVSR

Per la misurazione è riportata in allegato una scheda con la tabella di settaggio, i segnali registrati, la campionatura di analisi e il risultante grafico del rapporto spettrale H/V e il modello di inversione ricavato per la definizione della sismostratigrafia.

Nel grafico H/V si mette in evidenza una situazione caratterizzata dalla presenza di un passaggio superficiale compreso tra 1.00 e 0.60 Hz, un orizzonte intermedio compreso tra 0.20 e 0.50 Hz e un semispazio di materiale omogeneo compreso tra 0.02 e 0.20 Hz che raggiunge profondità oltre i 30 m dal piano campagna. Nel modello di inversione calcolato non viene raggiunto il bedrock sismico.

Spessore (m)	Velocità ( m/s)
<b>4,56</b>	<b>173</b>
<b>18,70</b>	<b>440</b>
<b>6,74</b>	<b>672</b>

Tramite la relazione: 
$$Vs_{30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_i}}$$

Si ottiene un valore della  $Vs_{30}$  equivalente pari a **380 m/s**.

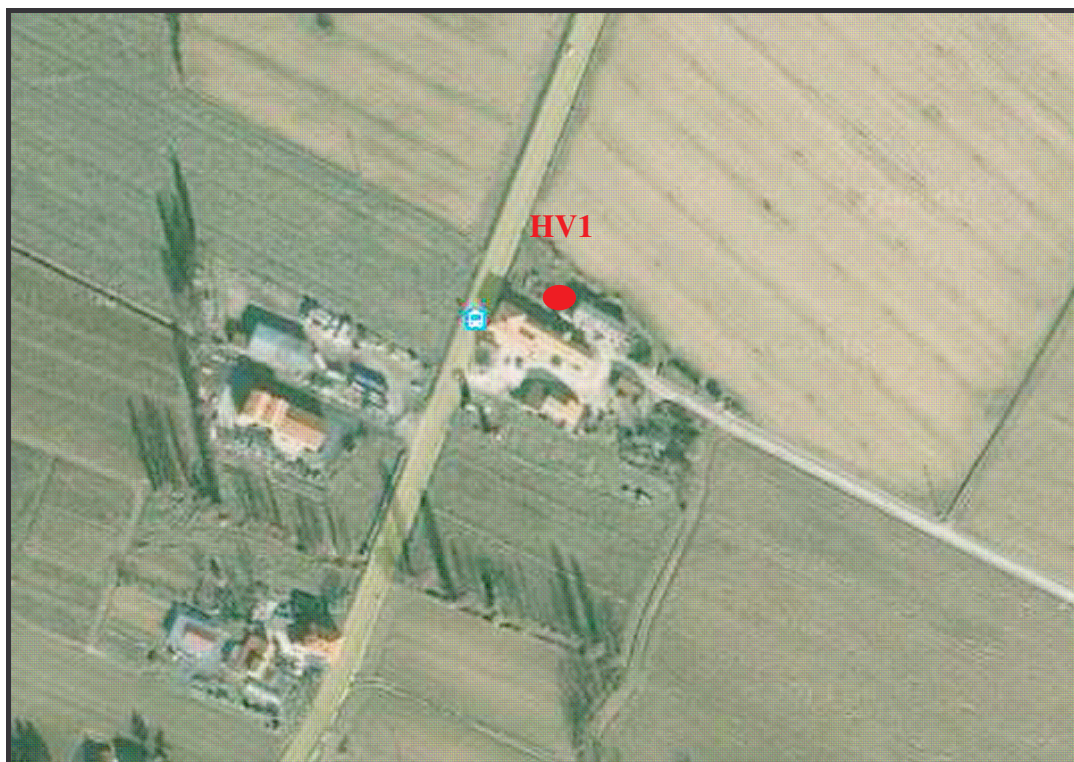
## 6. CONCLUSIONI

I risultati ottenuti dall'indagine condotta con una misurazione passiva a stazione singola, con metodo analitico H/V, tarati tramite i dati esistenti nell'area di tipo geologico stratigrafico e i risultati di una prova DH, hanno permesso una ricostruzione del modello sismostratigrafico del sito e la definizione della Vs30 equivalente, pari a 380 m/s.

Le misure HVSR hanno permesso di individuare un picco caratteristico alle basse frequenze indice della presenza di un cambio di impedenza in profondità.

Perugia 25/08/2015

Dott. Paolo Boila



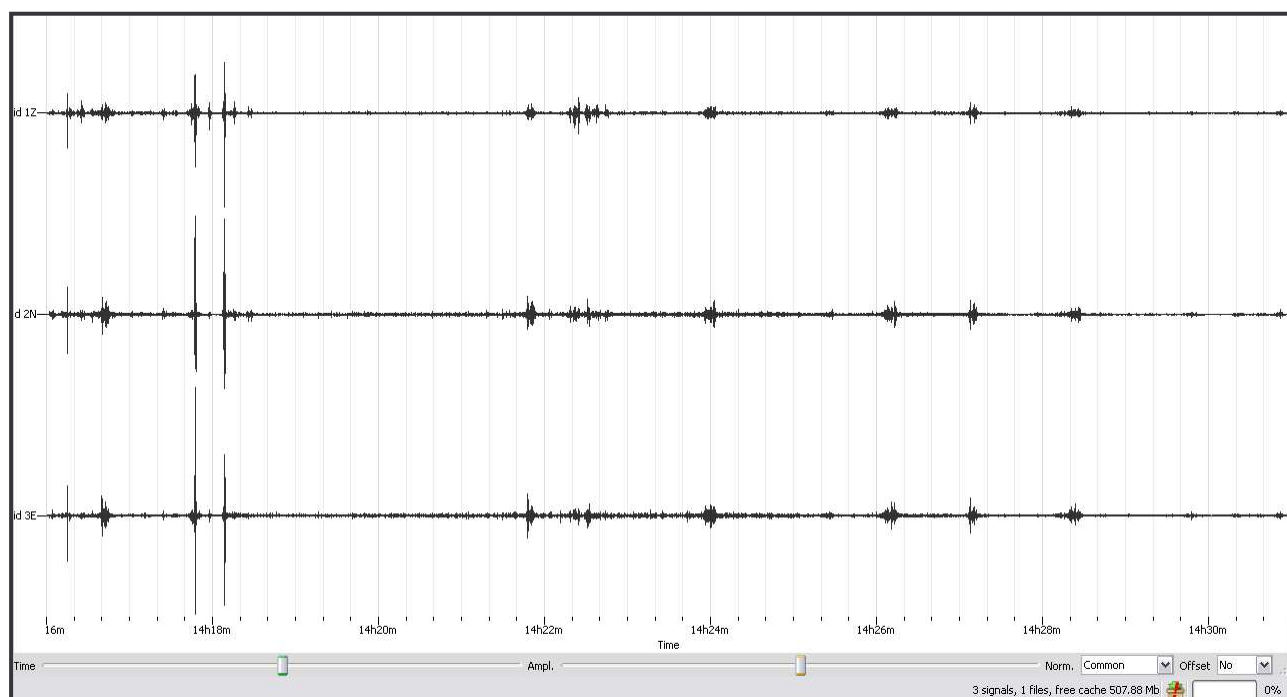
**HV1**

● Ubicazione indagine HVSR

## INDAGINE HVSR

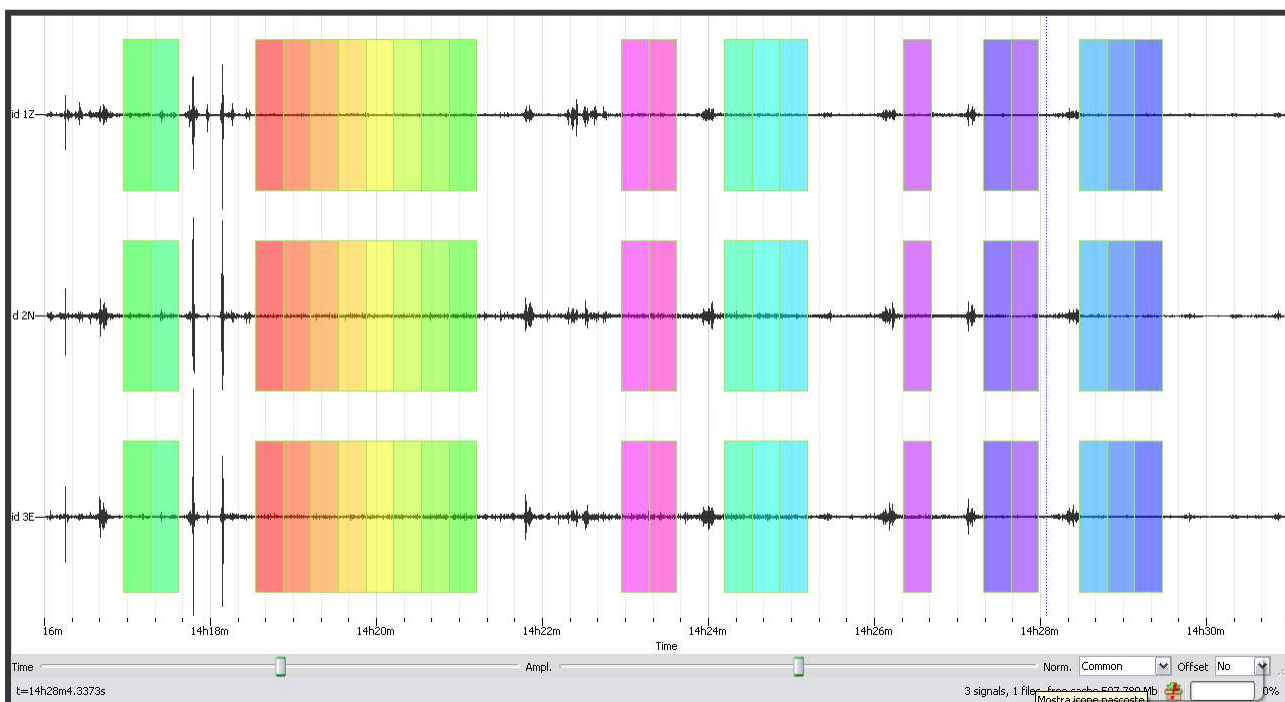
	ID	Name	Component	Time reference	Start time	End time	Sampling frequency	dt	N samples	Duration	Rec x	Rec y	Rec z	Type
1	1		Vertical	24/08/2015 00:00:00	14h16m	14h31m	200	0,005	180000	15m	0	0	0	Waveform
2	2		North	24/08/2015 00:00:00	14h16m	14h31m	200	0,005	180000	15m	0	0	0	Waveform
3	3		East	24/08/2015 00:00:00	14h16m	14h31m	200	0,005	180000	15m	0	0	0	Waveform

**Tabella parametri di settaggio**

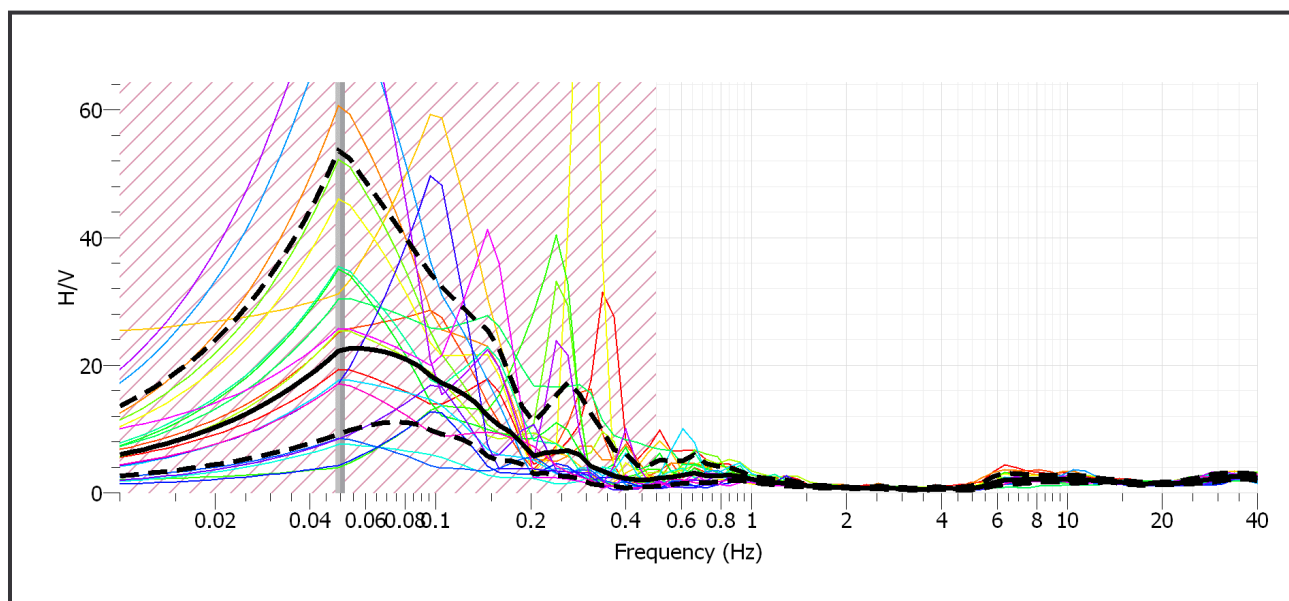


**Grafico ampiezza tempo del segnale acquisito nelle tre componenti: Verticale; orizzontale N-S, E-W**



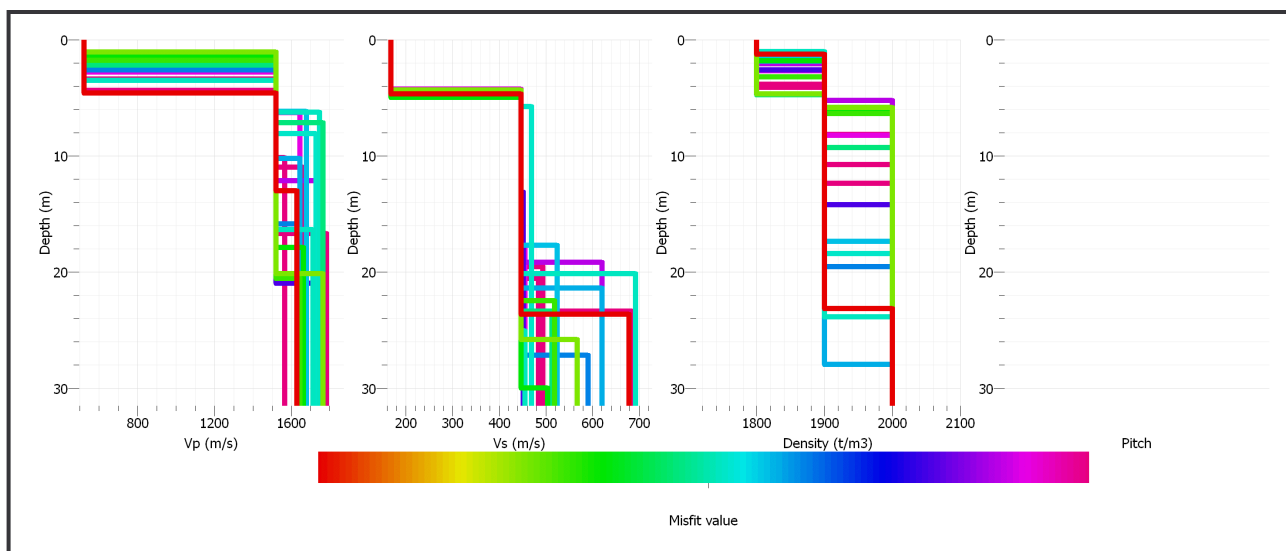


**Analisi del segnale: definizione delle finestre di calcolo del range di frequenza**



**Grafico del rapporto calcolato H/V**





**Grafico elaborazione modello sismostratigrafico**



**Particolare installazione stazione di misura HVSr1**



## **INDICE DI LIQUEFAZIONE**

La stima del rischio di liquefazione dei terreni incoerenti sotto falda, può essere fatta determinando un indice lungo un profilo verticale.

$$IL = \sum_{i=1}^n FW \cdot \Delta z$$

z [m]	Δz [m]	W	Fs	F	IL
3,5	3,5	8,25	1,57	0,00	0,00
28,5	25	-4,25	35,76	0,00	0,00
0	0	0	0,00	0,00	0,00
0	0	0	0,00	0,00	0,00
0	0	0	0,00	0,00	0,00
0	0	0	0,00	0,00	0,00
0	0	0	0,00	0,00	0,00
0	0	0	0,00	0,00	0,00
0	0	0	0,00	0,00	0,00
0	0	0	0,00	0,00	0,00
0	0	0	0,00	0,00	0,00
0	0	0	0,00	0,00	0,00
0	0	0	0,00	0,00	0,00
0	0	0	0,00	0,00	0,00
0	0	0	0,00	0,00	0,00

<b>IL tot</b>	0,00
---------------	------

<b>IL</b>	<b>Molto basso</b>
-----------	--------------------

z      profondità  
 Δz     spessore strato considerato  
 W      fattore profondità  
 Fs     fattore di sicurezza  
 F      coefficiente di sicurezza  
 IL     indice di liquefazione

## Parametri sismici

determinati con **GeoStru PS** <http://www.geostru.com/geoapp>

Le coordinate geografiche espresse in questo file sono in ED50

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

### Sito in esame.

latitudine: 43,542486 [°]

longitudine: 12,101128 [°]

Classe d'uso: II. Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

### Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	21180	43,525900	12,042080	5104,8
Sito 2	21181	43,526740	12,111030	1924,2
Sito 3	20959	43,576730	12,109890	3872,7
Sito 4	20958	43,575890	12,040920	6110,1

### Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficiente cu: 1

	Prob. superament o [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,066	2,428	0,265

Danno (SLD)	63	50	0,087	2,358	0,269
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,217	2,385	0,293
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,278	2,405	0,308

### Coefficienti Sismici

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s <sup>2</sup> ]	Beta [-]
SLO	1,200	1,430	1,000	0,016	0,008	0,776	0,200
SLD	1,200	1,430	1,000	0,021	0,010	1,026	0,200
SLV	1,190	1,410	1,000	0,072	0,036	2,538	0,280
SLC	1,130	1,390	1,000	0,088	0,044	3,080	0,280



**TERRA S.n.c.**

via Vittorio Veneto 4 - 06055 Papiano (PG)

tel: 075 8089539 fax: 075 7823018

info@laboratoriogeotecnico.it

# ANALISI E PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

<b>Committente:</b>	<b>ABOCA S.p.A. Società Agricola</b>
<b>Riferimento:</b>	
<b>Località:</b>	<b>Corpo del sole, Sansepolcro (AR)</b>
<b>Verbale di Accettazione n°:</b>	<b>15/052</b>
<b>Data accettazione:</b>	<b>22/05/2015</b>
<b>Certificazione del:</b>	<b>06/06/2015</b>

Il direttore del laboratorio  
Paolo Bartocci



**TERRA S.n.c.**via Vittorio Veneto 4 - 06055 Papiano (PG)  
tel: 075 8089539 fax: 075 7823018  
info@laboratorlogeotecnico.itAzienda con sistema di gestione qualità  
UNI EN ISO 9001:2008 certificatoLaboratorio aut. con D.M. n° 2612 del 26/03/2010  
Settore A (prove di laboratorio sui terreni con estensione carico su pali)

COMMITTENTE: ABOCA S.p.A. Società Agricola

RIFERIMENTO: Corpo del Sole, Sansepolcro (AR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.50 - 3.00

Posizione delle prove		cm	Rp kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
CF	GR ED CU				
		0			Limo con argilla sabbioso
		10	2.3		
		20	3.2		
		30	3.7		
		40	4.5		
		50	4.3		
				53	

TIPO DI CAMPIONE

- ☒ Cilindrico  
☐ Cubico  
☐ Massivo

QUALITÀ DEL CAMPIONE

- ☒ Q5 (Ottima)  
☐ Q4 (Buona)  
☐ Q3 (Sufficiente)  
☐ Q2 (Insufficiente)  
☐ Q1 (Pessima)

**TERRA S.n.c.**via Vittorio Veneto 4 - 06055 Papiano (PG)  
tel: 075 8089539 fax: 075 7823018  
info@laboratoriogetecnico.itAzienda con sistema di gestione qualità  
UNI EN ISO 9001:2008 certificatoLaboratorio aut. con D.M. n° 2612 del 26/03/2010  
Settore A (prove di laboratorio sui terreni con estensione carico su pali)**CERTIFICATO DI PROVA N°: 00305** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 15/052 del 23/05/15

DATA DI EMISSIONE: 06/06/15

Inizio analisi: 29/05/15

Apertura campione: 25/05/15

Fine analisi: 30/05/15

COMMITTENTE: ABOCA S.p.A. Società Agricola

RIFERIMENTO: Corpo del Sole, Sansepolcro (AR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.50 - 3.00

**LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO**

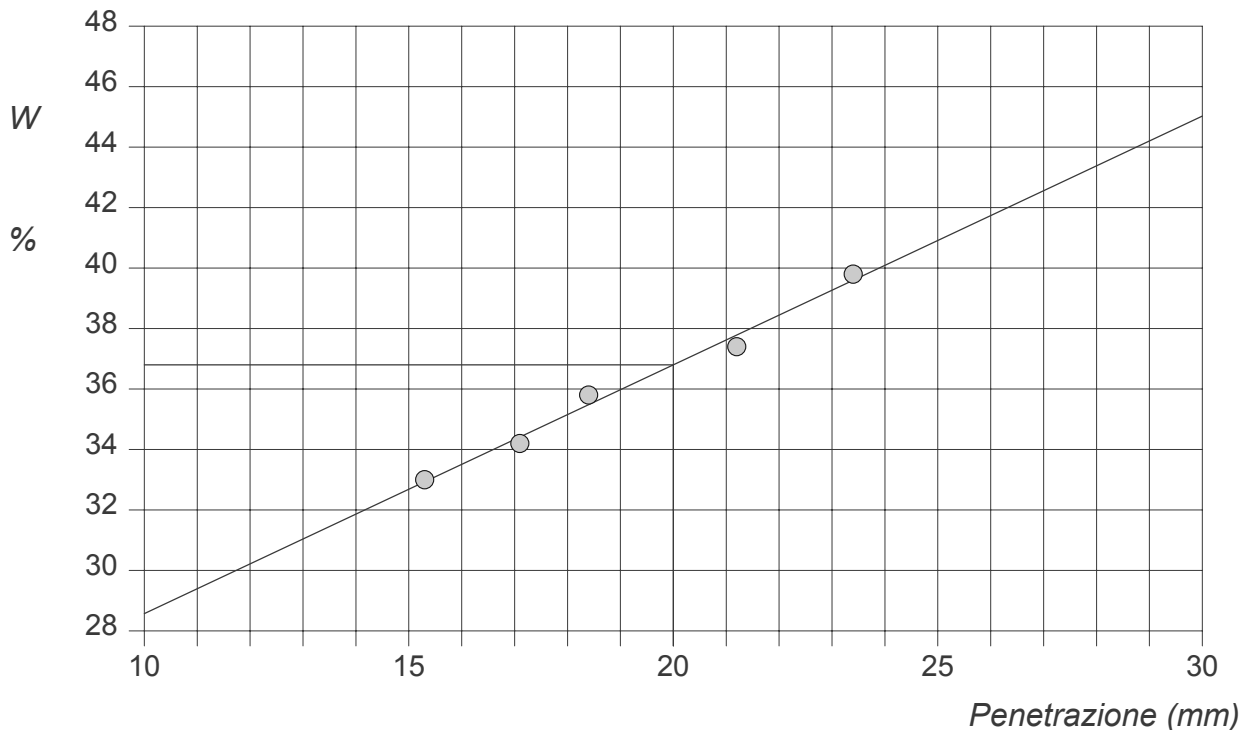
Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità 36,8 %

Limite di plasticità 18,0 %

Indice di plasticità 18,8 %

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Penetrazione (mm)	15,3	17,1	18,4	21,2	23,4	Umidità (%)	17,9	18,0
Umidità (%)	33,0	34,2	35,8	37,4	39,8	Umidità media	18,0	

**Determinazione del Limite di liquidità**

**TERRA S.n.c.**via Vittorio Veneto 4 - 06055 Papiano (PG)  
tel: 075 8089539 fax: 075 7823018  
info@laboratoriorisultati.itAzienda con sistema di gestione qualità  
UNI EN ISO 9001:2008 certificatoLaboratorio aut. con D.M. n° 2612 del 26/03/2010  
Settore A (prove di laboratorio sui terreni con estensione carico su pali)**CERTIFICATO DI PROVA N°: 00305** Allegato 1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 15/052 del 23/05/15

DATA DI EMISSIONE: 06/06/15

Inizio analisi: 29/05/15

Apertura campione: 25/05/15

Fine analisi: 30/05/15

COMMITTENTE: ABOCA S.p.A. Società Agricola

RIFERIMENTO: Corpo del Sole, Sansepolcro (AR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.50 - 3.00

**ABACO DI CASAGRANDE**

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	36,8	%
Limite di plasticità	18,0	%
Indice di plasticità	18,8	%
Indice di consistenza	0,91	
Passante al set. n° 40	NO	

**C - Argille inorganiche**

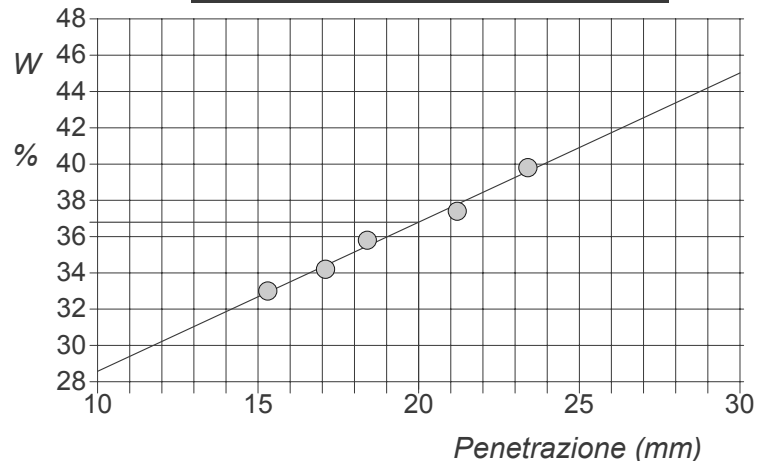
M - Limi inorganici

O - Argille e limi organici

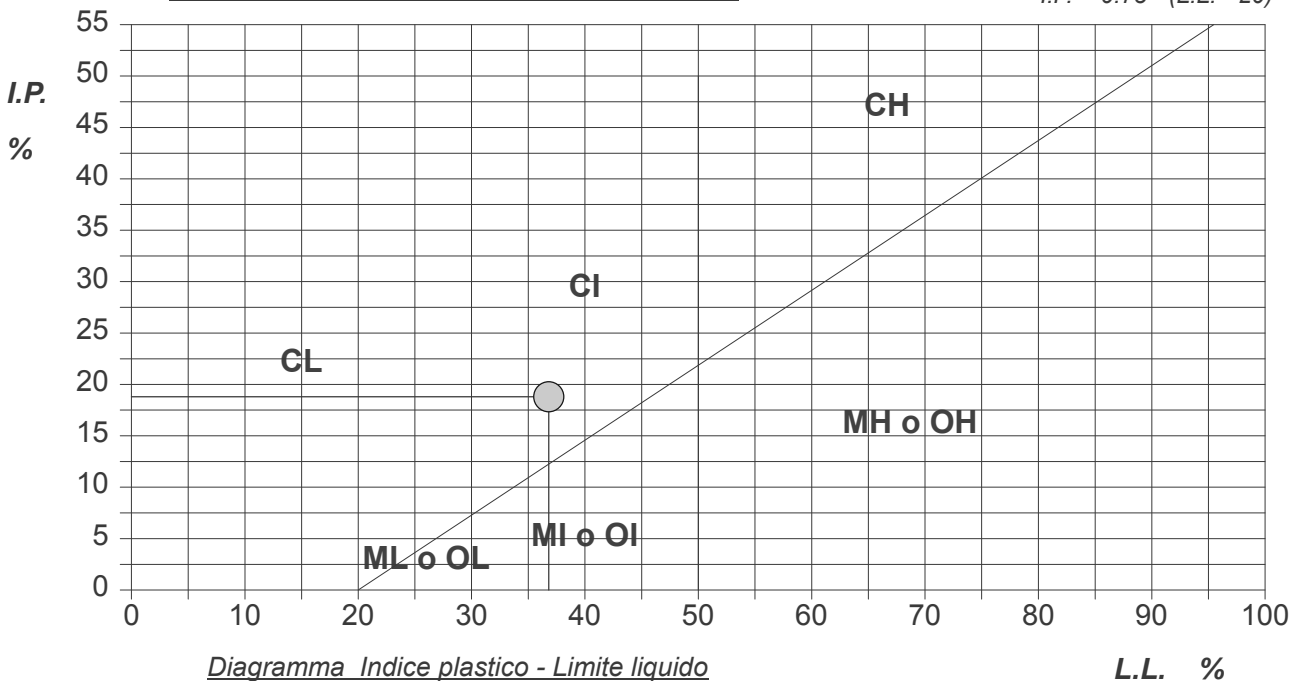
L - Bassa compressibilità

**I - Media compressibilità**

H - Alta compressibilità

**Determinazione del Limite di liquidità****ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE**

$$I.P. = 0.73 \cdot (L.L. - 20)$$



**TERRA S.n.c.**via Vittorio Veneto 4 - 06055 Papiano (PG)  
tel: 075 8089539 fax: 075 7823018  
info@laboratorlogeotecnico.itAzienda con sistema di gestione qualità  
UNI EN ISO 9001:2008 certificatoLaboratorio aut. con D.M. n° 2612 del 26/03/2010  
Settore A (prove di laboratorio sui terreni con estensione carico su pali)**CERTIFICATO DI PROVA N°: 00306** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 15/052 del 23/05/15

DATA DI EMISSIONE: 06/06/15

Inizio analisi: 27/05/15

Apertura campione: 25/05/15

Fine analisi: 30/05/15

COMMITTENTE: ABOCA S.p.A. Società Agricola

RIFERIMENTO: Corpo del Sole, Sansepolcro (AR)

SONDAGGIO: S1

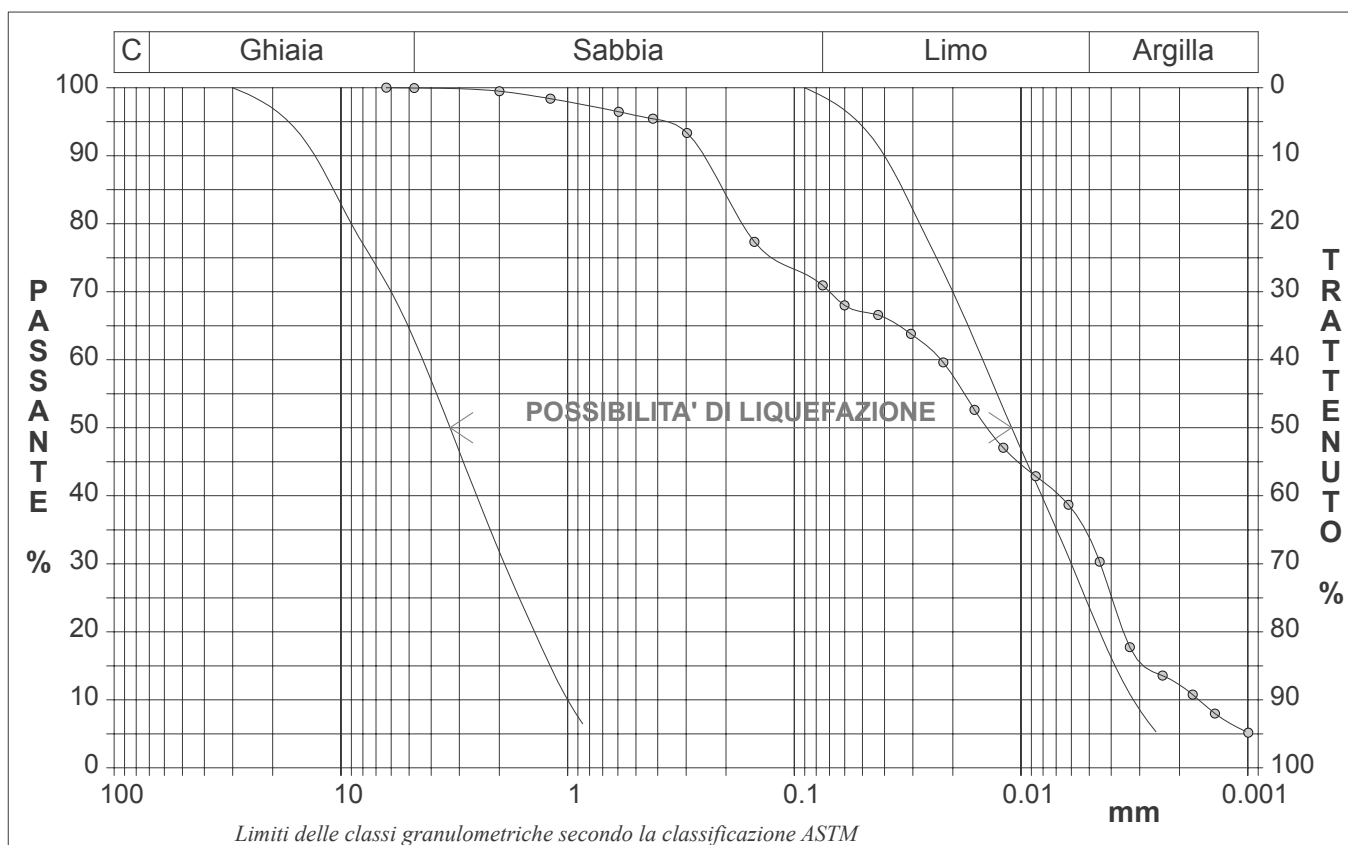
CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.50 - 3.00

## ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	99,5 %	D10	0,00164 mm
Sabbia	29,1 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	95,1 %	D30	0,00447 mm
Limo	37,8 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	70,9 %	D50	0,01397 mm
Argilla	33,1 %			D60	0,02270 mm
				D90	0,25751 mm
Coefficiente di uniformità		13,82	Coefficiente di curvatura		0,53



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
6,3000	100,00	0,4200	95,43	0,0427	66,59	0,0086	42,87	0,0017	10,77
4,7500	99,95	0,2970	93,34	0,0306	63,80	0,0062	38,68	0,0014	7,98
2,0000	99,48	0,1500	77,33	0,0220	59,62	0,0045	30,31	0,0010	5,19
1,1900	98,38	0,0750	70,94	0,0160	52,64	0,0033	17,75		
0,5950	96,45	0,0600	67,99	0,0120	47,06	0,0024	13,56		

**TERRA S.n.c.**via Vittorio Veneto 4 - 06055 Papiano (PG)  
tel: 075 8089539 fax: 075 7823018  
info@laboratorlogeotecnico.itAzienda con sistema di gestione qualità  
UNI EN ISO 9001:2008 certificatoLaboratorio aut. con D.M. n° 2612 del 26/03/2010  
Settore A (prove di laboratorio sui terreni con estensione carico su pali)**CERTIFICATO DI PROVA N°: 00307** Pagina 1/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 15/052 del 23/05/15

DATA DI EMISSIONE: 06/06/15

Inizio analisi: 25/05/15

Apertura campione: 25/05/15

Fine analisi: 06/06/15

COMMITTENTE: ABOCA S.p.A. Società Agricola

RIFERIMENTO: Corpo del Sole, Sansepolcro (AR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.50 - 3.00

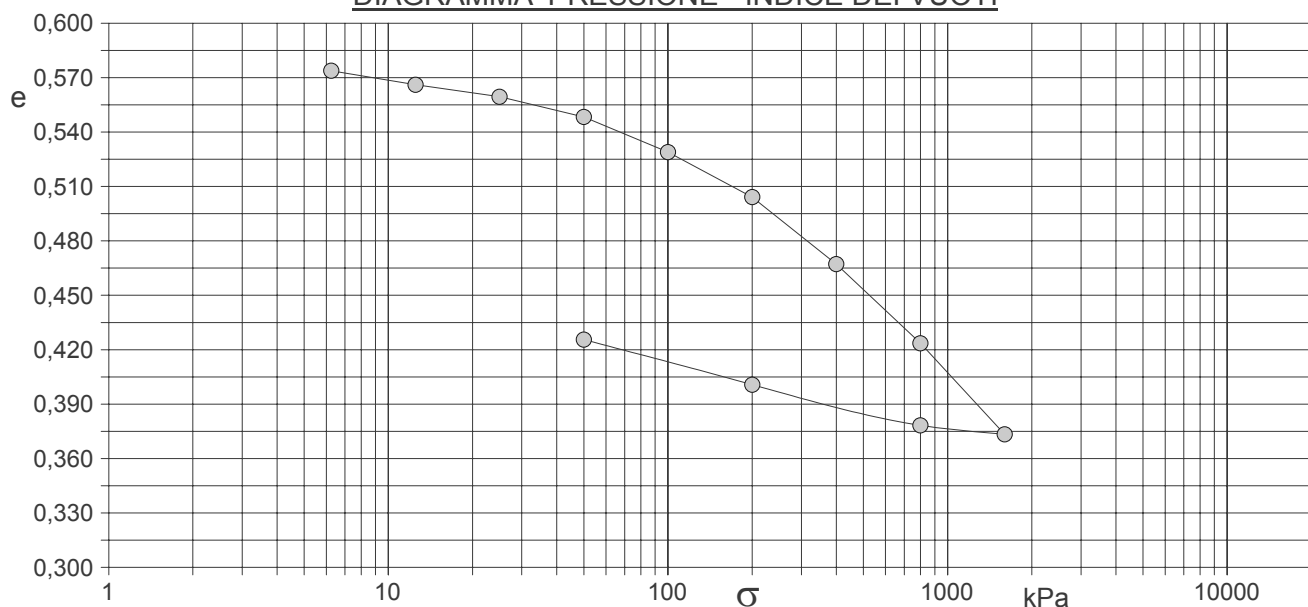
## PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

### Caratteristiche del campione

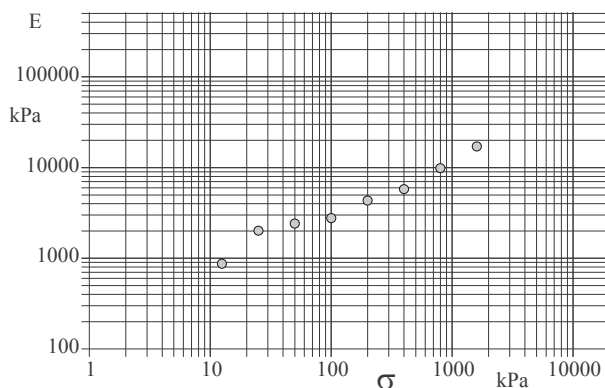
Peso di volume (kN/m³)	19,96	Altezza provino cm	2,00	Indice dei vuoti	0,57
Umidità (%)	19,8	Volume provino (cm³)	80,08	Porosità (%)	36,46
Peso specifico (kN/m³)	26,22	Volume dei vuoti (cm³)	29,20	Saturazione (%)	92,2

### DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm²/sec	k cm/sec
6,3	0,1	0,574				
12,5	9,9	0,566	0,026	1277		
25,0	18,4	0,559	0,022	2955		
50,0	32,5	0,548	0,037	3534		
100,0	57,1	0,529	0,064	4064	0,001089	2,63E-08
200,0	88,6	0,504	0,082	6348	0,002219	3,43E-08
400,0	135,6	0,467	0,123	8505	0,000915	1,06E-08
800,0	191,0	0,424	0,145	14464	0,000813	5,51E-09
1600,0	254,7	0,373	0,167	25084	0,000545	2,13E-09
800,0	248,5	0,378				
200,0	220,0	0,401				
50,0	188,5	0,426				

### Diagramma Pressione - Modulo edometrico



**TERRA S.n.c.**via Vittorio Veneto 4 - 06055 Papiano (PG)  
tel: 075 8089539 fax: 075 7823018  
info@laboratoriogetecnico.itAzienda con sistema di gestione qualità  
UNI EN ISO 9001:2008 certificatoLaboratorio aut. con D.M. n° 2612 del 26/03/2010  
Settore A (prove di laboratorio sui terreni con estensione carico su pali)**CERTIFICATO DI PROVA N°: 00307** Pagina 2/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 15/052 del 23/05/15

DATA DI EMISSIONE: 06/06/15

Inizio analisi: 25/05/15

Apertura campione: 25/05/15

Fine analisi: 06/06/15

COMMITTENTE: ABOCA S.p.A. Società Agricola

RIFERIMENTO: Corpo del Sole, Sansepolcro (AR)

SONDAGGIO: S1

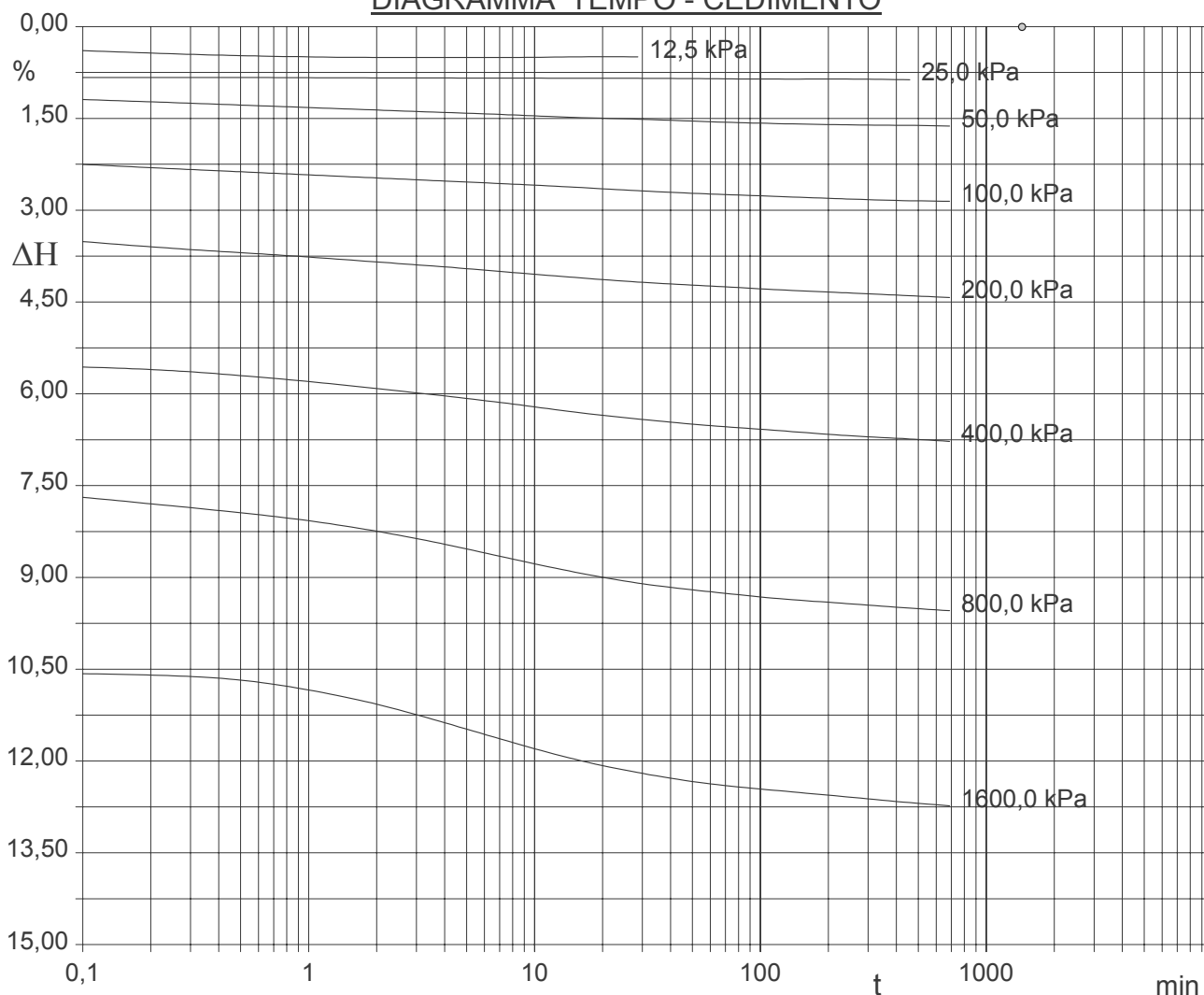
CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.50 - 3.00

## PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

### DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



Pressione: 100,0 kPa

 $C_v = 0,001089 \text{ cm}^2/\text{sec}$ 

Pressione: 200,0 kPa

 $C_v = 0,002219 \text{ cm}^2/\text{sec}$ 

Pressione: 400,0 kPa

 $C_v = 0,000915 \text{ cm}^2/\text{sec}$ 

Pressione: 800,0 kPa

 $C_v = 0,000813 \text{ cm}^2/\text{sec}$ 

Pressione: 1600,0 kPa

 $C_v = 0,000545 \text{ cm}^2/\text{sec}$ Sperimentatore  
Simone ZucconiIl direttore del laboratorio  
Paolo Bartocci



**TERRA S.n.c.**via Vittorio Veneto 4 - 04055 Papiano (PG)  
tel: 075 8089539 fax: 075 7823018  
info@laboratoriogeotecnico.itAzienda con sistema di gestione qualità  
UNI EN ISO 9001:2008 certificatoLaboratorio aut. con D.M. n° 2612 del 26/03/2010  
Settore A (prove di laboratorio sui terreni con estensione carico su pali)**CERTIFICATO DI PROVA N°: 00307** Pagina 3/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 15/052 del 23/05/15

DATA DI EMISSIONE: 06/06/15

Inizio analisi: 25/05/15

Apertura campione: 25/05/15

Fine analisi: 06/06/15

COMMITTENTE: ABOCA S.p.A. Società Agricola

RIFERIMENTO: Corpo del Sole, Sansepolcro (AR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.50 - 3.00

## PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

### LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 12,5 kPa		Pressione 25,0 kPa		Pressione 50,0 kPa		Pressione 100,0 kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0,00	0,1	0,00	9,9	0,00	17,2	0,00	32,5
0,10	7,9	0,10	17,5	0,10	23,8	0,10	45,0
0,25	8,9	0,25	17,6	0,25	24,8	0,25	46,4
0,50	9,5	0,50	17,5	0,50	25,6	0,50	47,4
1,00	9,9	1,00	17,6	1,00	26,4	1,00	48,4
2,00	10,1	2,00	17,7	2,00	27,3	2,00	49,5
4,00	10,1	4,00	17,7	4,00	28,1	4,00	50,5
8,00	10,1	8,00	17,7	8,00	28,9	8,00	51,5
15,00	9,9	15,00	17,8	15,00	29,7	15,00	52,5
30,00	9,9	30,00	17,9	30,00	30,3	30,00	53,7
		60,00	18,0	60,00	31,1	60,00	54,7
		120,00	18,1	120,00	31,7	120,00	55,5
		240,00	18,1	240,00	32,1	240,00	56,3
		480,00	18,4	480,00	32,3	480,00	56,9
				720,00	32,5	720,00	57,1

Pressione 200,0 kPa		Pressione 400,0 kPa		Pressione 800,0 kPa		Pressione 1600,0 kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0,00	57,1	0,00	88,6	0,00	135,6	0,00	191,0
0,10	70,2	0,10	111,2	0,10	153,8	0,10	211,5
0,25	72,5	0,25	112,4	0,25	156,6	0,25	212,2
0,50	73,9	0,50	114,0	0,50	158,9	0,50	213,6
1,00	75,3	1,00	116,0	1,00	161,5	1,00	216,8
2,00	76,9	2,00	118,3	2,00	164,9	2,00	221,4
4,00	78,5	4,00	120,7	4,00	169,2	4,00	227,5
8,00	80,3	8,00	123,3	8,00	174,0	8,00	234,0
15,00	82,0	15,00	126,0	15,00	178,2	15,00	239,4
30,00	83,6	30,00	128,4	30,00	182,1	30,00	244,0
60,00	84,8	60,00	130,4	60,00	184,7	60,00	247,5
120,00	86,0	120,00	132,0	120,00	186,9	120,00	249,7
240,00	87,0	240,00	133,6	240,00	188,5	240,00	251,7
480,00	88,0	480,00	134,8	480,00	190,1	480,00	253,7
720,00	88,6	720,00	135,6	720,00	191,0	720,00	254,7

**TERRA S.n.c.**via Vittorio Veneto 4 - 04055 Papiano (PG)  
tel: 075 8089539 fax: 075 7823018  
info@laboratoriogeotecnico.itAzienda con sistema di gestione qualità  
UNI EN ISO 9001:2008 certificatoLaboratorio aut. con D.M. n° 2612 del 26/03/2010  
Settore A (prove di laboratorio sui terreni con estensione carico su pali)**CERTIFICATO DI PROVA N°: 00308** Pagina 1/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 15/052 del 23/05/15

DATA DI EMISSIONE: 06/06/15 Inizio analisi: 31/05/15

Apertura campione: 25/05/15 Fine analisi: 03/06/15

COMMITTENTE: ABOCA S.p.A. Società Agricola

RIFERIMENTO: Corpo del Sole, Sansepolcro (AR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.50 - 3.00

**PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE C.I.U.**

Modalità di prova: Norma ASTM D 4767

**TABELLA RIASSUNTIVA DEI DATI DELLA PROVA**

PROVINO	1	2	3	PROVINO	1	2	3
Condizioni	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato	<b>Pressioni iniziali</b>			
<b>Caratteristiche iniziali dei provini</b>				Pressione di cella (kPa)	392	490	588
Massa (g)	180,18	180,57	180,34	Back pressure (kPa)	294	294	294
Altezza (cm)	7,60	7,58	7,60	Pressione efficace(kPa)	98	196	294
Diametro (cm)	3,76	3,77	3,75	<b>Valori finali o a rottura</b>			
Sezione (cm²)	11,10	11,16	11,04	Deformazione verticale (%)	7,1	14,0	10,2
Volume (cm³)	84,39	84,61	83,94	$\sigma_1-\sigma_3$ (kPa)	243	518	548
Peso di volume (kN/m³)	20,9	20,9	21,1	Pressione interstiziale (kPa)	334	302	382
Umidità (%)	19,5	19,6	20,3	$(\sigma_1+\sigma_3) / 2$ (kPa)	219	455	568
Peso specifico	26,2	26,2	26,2	$(\sigma'_1+\sigma'_3) / 2$ (kPa)	180	446	480
Peso di volume secco (kN/m³)	17,5	17,5	17,5	$(\sigma_1-\sigma_3) / 2$ (kPa)	121	259	274
Grado di saturazione (%)	100,0	100,0	100,0	Velocità di prova (mm/min)	0,085		
<b>Parametri di saturazione</b>							
Coefficiente B	0,97	0.98	0.96				
<b>Caratteristiche dopo la consolidazione</b>							
Altezza (cm)	7,58	7,57	7,62				
Variazione altezza (%)	-0,3	-0,1	0,3				
Volume (cm³)	83,79	84,11	84,44				
Variazione volume (%)	-0,7	-0,6	0,6				
Peso di volume (kN/m³)	21,0	21,8	21,6				
Umidità (%)	18,87	24,00	23,75				
Grado di saturazione (%)	100,0	100,0	100,0				
<b>Caratteristiche dopo la rottura</b>							
Altezza (cm)	6,53	5,45	6,55				
Volume (cm³)	83,79	84,11	84,44				
Peso di volume (kN/m³)	21,0	21,8	21,6				
Umidità (%)	18,87	24,00	23,75				
Grado di saturazione (%)	100,0	100,0	100,0				

**TERRA S.n.c.**via Vittorio Veneto 4 - 04055 Papiano (PG)  
tel: 075 8089539 fax: 075 7823018  
info@laboratoriogeotecnico.itAzienda con sistema di gestione qualità  
UNI EN ISO 9001:2008 certificatoLaboratorio aut. con D.M. n° 2612 del 26/03/2010  
Settore A (prove di laboratorio sui terreni con estensione carico su pali)**CERTIFICATO DI PROVA N°: 00308** Pagina 2/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 15/052 del 23/05/15

DATA DI EMISSIONE: 06/06/15

Inizio analisi: 31/05/15

Apertura campione: 25/05/15

Fine analisi: 03/06/15

COMMITTENTE: ABOCA S.p.A. Società Agricola

RIFERIMENTO: Corpo del Sole, Sansepolcro (AR)

SONDAGGIO: S1

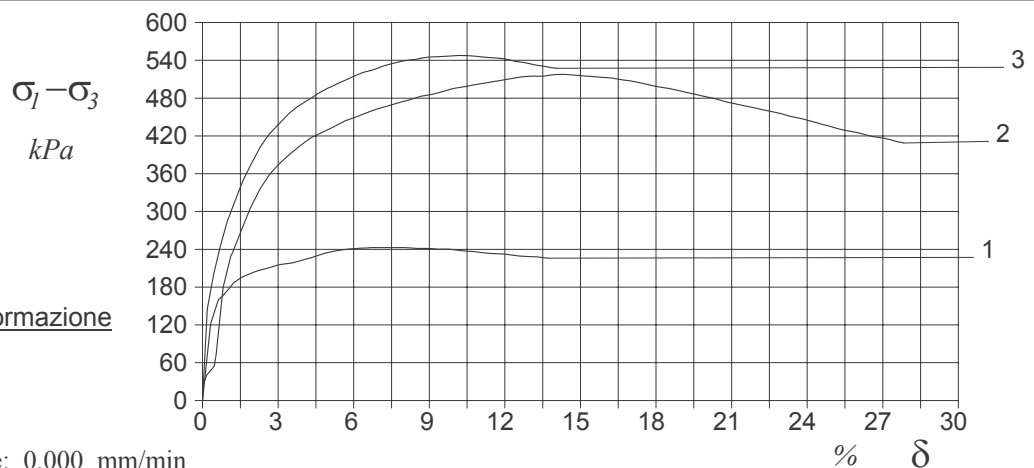
CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.50 - 3.00

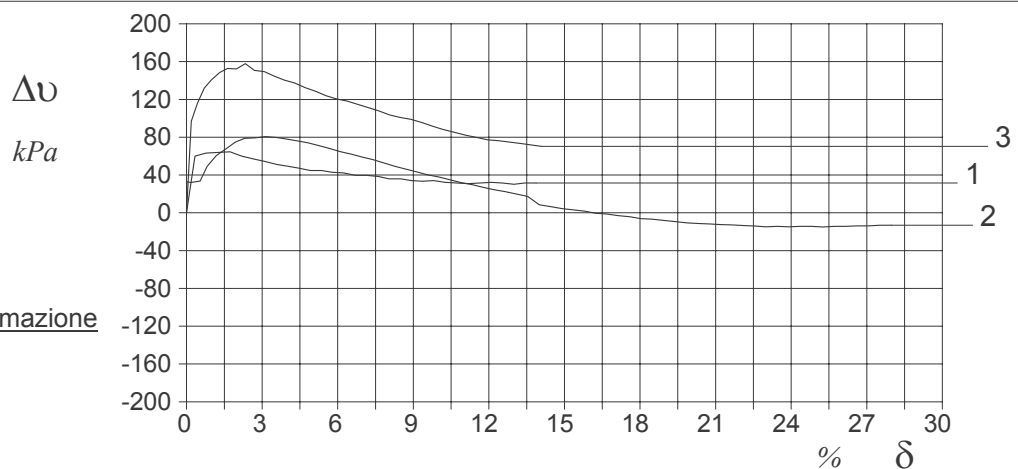
**PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE C.I.U.**

Modalità di prova: Norma ASTM D 4767

P	Dimensioni	Caratteristiche fisiche					Consolidazione					Valori finali o a rottura							
n	H <sub>o</sub> φ	γ	γ <sub>s</sub>	w <sub>o</sub>	S <sub>o</sub>	σ <sub>3</sub>	u <sub>o</sub>	σ' <sub>3</sub>	ΔV/V	ΔH/H	w <sub>f</sub>	δ <sub>f</sub>	σ <sub>1</sub> -σ <sub>3</sub>	u	$\frac{\sigma_1+\sigma_3}{2}$	$\frac{\sigma'_1+\sigma'_3}{2}$	$\frac{\sigma_1-\sigma_3}{2}$		
	cm   cm	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	%	%	kPa	kPa	kPa	%	%	%	%	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
1	7,60 3,76	20,9	26,2	19,5	100,0	392	294	98	0,7	0,3	18,9	7,1	243	334	219	180	121		
2	7,58 3,77	20,9	26,2	19,6	100,0	490	294	196	0,6	0,1	24,0	14,0	518	302	455	446	259		
3	7,60 3,75	21,1	26,2	20,3	100,0	588	294	294	-0,6	-0,3	23,8	10,2	548	382	568	480	274		

H<sub>o</sub> φ - Altezza e diametro provini  
w<sub>o</sub> w<sub>f</sub> - Umidità iniziale e finaleγ γ<sub>s</sub> - Peso di volume e peso spec.  
S<sub>o</sub> - Grado di saturazione inizialeΔH ΔV - Variaz. di altezza e volume  
σ<sub>3</sub>/u<sub>o</sub> - Press. di cella/Back pressureδ<sub>f</sub> - Deformazione a rottura  
σ σ' - Tensioni totali e efficaciDiagrammaTensione totale - Deformazione

Velocità di deformazione: 0,000 mm/min

DiagrammaPress. interstiz. - DeformazioneSperimentatore  
Roberta FiciaraIl direttore del laboratorio  
Paolo Bartocci

**TERRA S.n.c.**via Vittorio Veneto 4 - 04055 Papiano (PG)  
tel: 075 8089539 fax: 075 7823018  
info@laboratoriologeo-tecnico.itAzienda con sistema di gestione qualità  
UNI EN ISO 9001:2008 certificatoLaboratorio aut. con D.M. n° 2612 del 26/03/2010  
Settore A (prove di laboratorio sui terreni con estensione carico su pali)**CERTIFICATO DI PROVA N°: 00308** Pagina 3/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 15/052 del 23/05/15

DATA DI EMISSIONE: 06/06/15

Inizio analisi: 31/05/15

Apertura campione: 25/05/15

Fine analisi: 03/06/15

COMMITTENTE: ABOCA S.p.A. Società Agricola

RIFERIMENTO: Corpo del Sole, Sansepolcro (AR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.50 - 3.00

**PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE C.I.U.**

Modalità di prova: Norma ASTM D 4767

PROVINO 1				PROVINO 2				PROVINO 3			
$\delta$ mm	$\delta$ %	$\sigma_I - \sigma_3$ kPa	$\Delta u$ kPa	$\delta$ mm	$\delta$ %	$\sigma_I - \sigma_3$ kPa	$\Delta u$ kPa	$\delta$ mm	$\delta$ %	$\sigma_I - \sigma_3$ kPa	$\Delta u$ kPa
0,25	0,33	123,5	60,1	0,01	0,01	18,6	32,7	0,14	0,19	145,2	96,8
0,58	0,77	164,7	63,2	0,02	0,02	24,7	33,0	0,33	0,43	199,4	116,2
0,95	1,25	187,1	63,9	0,12	0,16	40,2	32,0	0,53	0,70	244,5	132,0
1,31	1,72	198,4	64,5	0,41	0,54	72,3	33,6	0,75	0,99	285,5	140,8
1,66	2,19	206,0	60,1	0,62	0,82	179,5	49,2	1,00	1,31	319,8	148,5
2,03	2,67	211,0	56,9	0,89	1,18	233,9	60,6	1,24	1,63	351,4	152,9
2,36	3,10	216,0	54,4	1,19	1,57	274,1	68,0	1,50	1,97	378,9	152,3
2,72	3,58	218,5	51,2	1,46	1,92	308,0	74,6	1,77	2,33	404,9	157,9
3,05	4,01	223,5	49,3	1,74	2,30	337,0	78,8	2,04	2,68	424,6	150,7
3,38	4,45	228,4	47,4	2,05	2,71	361,2	79,4	2,35	3,09	441,4	149,5
3,73	4,91	234,4	44,8	2,37	3,13	379,1	80,7	2,63	3,46	456,9	144,8
4,07	5,35	238,0	44,8	2,69	3,55	393,9	79,7	2,95	3,88	469,6	140,4
4,39	5,78	240,4	42,9	3,00	3,96	407,1	78,1	3,26	4,29	479,8	137,3
4,73	6,23	241,6	42,3	3,32	4,37	418,6	76,2	3,56	4,69	490,0	132,7
5,09	6,70	242,7	39,8	3,66	4,82	427,0	74,0	3,89	5,12	498,7	128,6
5,41	7,12	242,7	39,8	3,97	5,24	435,4	71,1	4,20	5,53	506,2	123,9
5,78	7,60	242,6	38,5	4,28	5,65	443,7	68,3	4,52	5,94	513,6	120,5
6,11	8,04	242,6	35,9	4,62	6,10	450,3	64,8	4,85	6,38	520,7	118,3
6,46	8,50	241,4	35,9	4,94	6,52	457,0	62,2	5,17	6,80	525,5	114,6
6,78	8,92	241,4	34,0	5,29	6,97	463,4	59,1	5,48	7,22	531,5	111,2
7,12	9,36	240,2	33,4	5,61	7,40	468,4	56,2	5,81	7,64	536,1	107,7
7,46	9,81	240,2	34,0	5,94	7,84	473,3	52,7	6,11	8,04	539,6	103,7
7,80	10,27	237,8	32,1	6,28	8,28	478,2	49,2	6,44	8,47	541,8	100,9
8,15	10,72	236,6	31,5	6,59	8,70	483,0	46,3	6,77	8,90	545,0	99,0
8,50	11,18	234,3	30,9	6,93	9,15	486,3	43,2	7,10	9,34	545,9	95,6
8,85	11,65	233,1	31,5	7,25	9,57	491,0	40,3	7,42	9,76	546,8	91,5
9,20	12,11	231,9	32,1	7,58	10,00	495,6	38,1	7,75	10,20	547,6	88,1
9,53	12,54	229,7	31,5	7,92	10,45	498,7	34,9	8,08	10,63	547,2	85,3
9,87	12,99	228,5	30,2	8,25	10,88	501,8	32,0	8,42	11,08	545,6	82,2
10,21	13,43	227,3	31,5	8,59	11,33	504,8	29,8	8,75	11,51	544,1	79,7
10,55	13,88	225,1	31,5	8,92	11,77	507,8	26,9	9,08	11,94	542,6	77,2
				9,25	12,21	510,7	24,4	9,42	12,40	538,7	76,3
				9,58	12,64	513,5	22,5	9,77	12,86	535,8	74,7
				9,92	13,09	514,9	19,9	10,11	13,31	532,0	73,2
				10,26	13,54	514,9	17,4	10,46	13,76	529,2	71,6
				10,61	14,00	517,7	8,5	10,71	14,10	527,1	70,4
				10,96	14,46	517,4	6,6				
				11,29	14,90	516,1	4,3				
				11,64	15,36	514,6	3,1				
				11,98	15,80	513,2	1,8				
				12,30	16,23	511,9	-0,4				
				12,65	16,69	509,1	-1,4				
				12,98	17,13	506,4	-3,0				
				13,34	17,60	502,2	-4,2				
				13,67	18,04	498,3	-6,2				
				14,00	18,47	495,6	-6,8				
				14,36	18,94	491,5	-8,1				
				14,69	19,38	487,6	-9,3				
				15,04	19,84	483,6	-10,6				
				15,73	20,76	474,4	-11,9				
				16,41	21,65	466,6	-12,8				
				17,11	22,57	458,8	-14,1				
				17,77	23,45	450,0	-14,4				
				18,46	24,35	441,2	-14,4				
				19,14	25,25	431,3	-15,1				
				19,83	26,17	423,7	-14,4				
				20,53	27,08	416,2	-13,8				
				21,22	27,99	407,7	-13,1				

Sperimentatore  
Roberta FiciaraIl direttore del laboratorio  
Paolo Bartocci

**TERRA S.n.c.**via Vittorio Veneto 4 - 06055 Papiano (PG)  
tel: 075 8089539 fax: 075 7823018  
info@laboratorlogeotecnico.itAzienda con sistema di gestione qualità  
UNI EN ISO 9001:2008 certificatoLaboratorio aut. con D.M. n° 2612 del 26/03/2010  
Settore A (prove di laboratorio sui terreni con estensione carico su pali)**CERTIFICATO DI PROVA N°: 00309** Pagina 1/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 15/052 del 23/05/15

DATA DI EMISSIONE: 06/06/15

Inizio analisi: 04/06/15

Apertura campione: 25/05/15

Fine analisi: 05/06/15

COMMITTENTE: ABOCA S.p.A. Società Agricola

RIFERIMENTO: Corpo del Sole, Sansepolcro (AR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.50 - 3.00

**PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.**

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

**TABELLA RIASSUNTIVA DEI DATI DELLA PROVA**

PROVINO	1	2	3	PROVINO	1	2	3
Condizioni	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato	<b>Pressioni iniziali</b>			
<b>Caratteristiche iniziali dei provini</b>				Pressione di cella (kPa)	294	294	
Massa (g)	181,28	179,85		Back pressure (kPa)			
Altezza (cm)	7,60	7,58		Pressione efficace(kPa)			
Diametro (cm)	3,76	3,77		<b>Valori finali o a rottura</b>			
Sezione (cm²)	11,10	11,16		Deformazione verticale (%)	11,9	21,8	
Volume (cm³)	84,39	84,61		$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	441	485	
Peso di volume (kN/m³)	21,1	20,8		Pressione interstiziale (kPa)			
Umidità (%)	19,8	19,7		$(\sigma_1 + \sigma_3) / 2$ (kPa)	514	537	
Peso specifico	26,2	26,2		$(\sigma_1 - \sigma_3) / 2$ (kPa)	220	243	
Peso di volume secco (kN/m³)	17,6	17,4					
Grado di saturazione (%)	100,0	100,0					

**TERRA S.n.c.**via Vittorio Veneto 4 - 04055 Papiano (PG)  
tel: 075 8089539 fax: 075 7823018  
info@laboratoriogeotecnico.itAzienda con sistema di gestione qualità  
UNI EN ISO 9001:2008 certificatoLaboratorio aut. con D.M. n° 2612 del 26/03/2010  
Settore A (prove di laboratorio sui terreni con estensione carico su pali)**CERTIFICATO DI PROVA N°: 00309** Pagina 2/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 15/052 del 23/05/15

DATA DI EMISSIONE: 06/06/15

Inizio analisi: 04/06/15

Apertura campione: 25/05/15

Fine analisi: 05/06/15

COMMITTENTE: ABOCA S.p.A. Società Agricola

RIFERIMENTO: Corpo del Sole, Sansepolcro (AR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

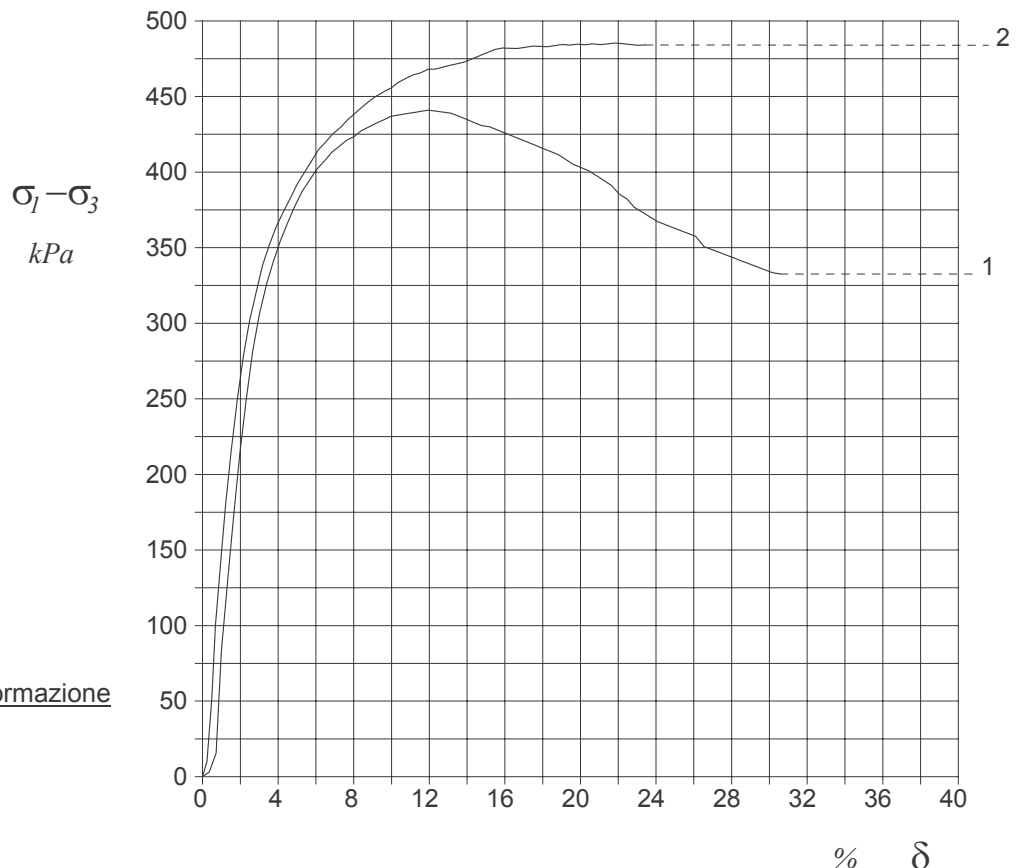
PROFONDITA': m 2.50 - 3.00

**PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.**

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

P	Dimensioni		Caratteristiche fisiche				Pressione			Valori finali o a rottura			
n	H <sub>o</sub>	φ	γ	γ <sub>s</sub>	w	S <sub>o</sub>	σ <sub>3</sub>	u <sub>o</sub>	σ' <sub>3</sub>	δ <sub>f</sub>	σ <sub>1</sub> -σ <sub>3</sub>	$\frac{\sigma_1+\sigma_3}{2}$	$\frac{\sigma_1-\sigma_3}{2}$
	cm	cm	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	%	%	kPa	kPa	kPa	%	kPa	kPa	kPa
1	7,60	3,76	21,1	26,2	19,8	100,0	294	0	294	11,9	441	514	220
2	7,58	3,77	20,8	26,2	19,7	100,0	294	0	294	21,8	485	537	243

H <sub>o</sub> φ - Altezza e diametro provini w - Umidità dei provini	γ γ <sub>s</sub> - Peso di volume e peso specifico S <sub>o</sub> - Grado di saturazione iniziale	σ <sub>3</sub> - Pressione di cella u <sub>o</sub> - Back pressure	δ <sub>f</sub> - Deformazione a rottura σ <sub>1</sub> σ <sub>3</sub> - Tensioni totali
--	--	---	--



Velocità di deformazione: 0,000 mm/min

Sperimentatore  
Roberta FiciaraIl direttore del laboratorio  
Paolo Bartocci



**TERRA S.n.c.**via Vittorio Veneto 4 - 04055 Papiano (PG)  
tel: 075 8089539 fax: 075 7823018  
info@laboratoriologeo-tecnico.itAzienda con sistema di gestione qualità  
UNI EN ISO 9001:2008 certificatoLaboratorio aut. con D.M. n° 2612 del 26/03/2010  
Settore A (prove di laboratorio sui terreni con estensione carico su pali)**CERTIFICATO DI PROVA N°: 00309** Pagina 3/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 15/052 del 23/05/15

DATA DI EMISSIONE: 06/06/15

Inizio analisi: 04/06/15

Apertura campione: 25/05/15

Fine analisi: 05/06/15

COMMITTENTE: ABOCA S.p.A. Società Agricola

RIFERIMENTO: Corpo del Sole, Sansepolcro (AR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.50 - 3.00

**PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.**

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

PROVINO 1				PROVINO 2				PROVINO 3			
$\delta$ mm	$\delta$ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	$\Delta u$ kPa	$\delta$ mm	$\delta$ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	$\Delta u$ kPa	$\delta$ mm	$\delta$ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	$\Delta u$ kPa
0,26	0,35	3,1	12,4	0,17	0,23	10,1	61,4				
0,54	0,72	15,4	12,4	0,37	0,48	51,5	56,7				
0,76	0,99	83,1	12,7	0,52	0,68	100,3	58,2				
1,01	1,33	130,4	12,7	0,73	0,96	142,5	58,9				
1,25	1,65	172,8	10,2	0,93	1,23	180,8	56,1				
1,50	1,97	213,4	11,5	1,16	1,52	216,3	52,0				
1,75	2,31	249,2	12,4	1,39	1,83	249,1	51,7				
2,02	2,65	281,6	12,7	1,64	2,16	277,9	52,9				
2,29	3,01	306,2	12,1	1,88	2,48	301,6	49,5				
2,58	3,39	326,0	11,8	2,16	2,85	321,3	48,0				
2,85	3,76	341,3	11,5	2,41	3,18	338,5	48,9				
3,13	4,12	354,9	11,8	2,68	3,53	351,9	50,1				
3,43	4,51	366,8	10,8	2,96	3,90	363,9	51,1				
3,70	4,87	377,3	9,9	3,23	4,27	373,4	47,3				
4,01	5,28	387,4	12,7	3,52	4,64	382,7	49,8				
4,31	5,66	394,7	10,2	3,80	5,01	392,1	48,6				
4,59	6,04	401,8	11,5	4,09	5,39	400,0	43,0				
4,90	6,45	407,4	10,5	4,36	5,75	406,8	47,0				
5,19	6,83	413,0	10,2	4,64	6,13	414,7	43,9				
5,49	7,22	417,0	10,8	4,94	6,52	420,0	41,1				
5,79	7,62	420,9	12,1	5,23	6,90	425,4	39,6				
6,09	8,01	423,5	11,1	5,53	7,29	429,4	39,9				
6,38	8,40	427,4	11,1	5,82	7,68	434,6	44,2				
6,68	8,79	429,8	10,8	6,11	8,06	438,7	38,6				
6,97	9,17	432,2	10,8	6,38	8,41	442,8	43,0				
7,28	9,58	434,5	9,9	6,67	8,80	446,6	39,2				
7,58	9,97	436,9	11,5	6,98	9,20	450,4	36,1				
7,88	10,37	437,7	10,2	7,26	9,58	453,1	36,7				
8,17	10,75	438,6	12,4	7,56	9,98	455,6	36,4				
8,48	11,16	439,4	11,8	7,85	10,36	459,3	34,9				
8,78	11,55	440,2	11,8	8,14	10,74	461,9	34,6				
9,08	11,95	441,0	10,8	8,45	11,14	464,3	40,2				
9,37	12,33	440,4	12,4	8,74	11,53	465,6	35,2				
9,69	12,75	439,6	12,1	9,04	11,93	468,0	33,9				
10,02	13,18	438,8	10,8	9,33	12,31	468,2	39,2				
10,34	13,61	436,7	12,1	9,63	12,71	469,4	33,9				
10,64	13,99	434,7	11,5	9,92	13,09	470,6	34,9				
11,24	14,79	430,7	10,2	10,22	13,49	471,7	37,4				
11,85	15,59	427,9	11,5	10,52	13,88	472,8	38,9				
12,47	16,41	423,8	12,7	10,82	14,28	475,0	41,7				
13,07	17,19	419,8	12,4	11,13	14,68	477,0	35,2				
13,67	17,99	415,8	12,4	11,43	15,08	479,1	40,2				
14,31	18,82	411,6	9,9	11,73	15,48	481,1	39,9				
14,92	19,63	405,0	9,9	12,03	15,87	482,1	36,1				
15,53	20,43	400,9	11,5	12,34	16,28	481,9	35,8				
16,14	21,24	394,4	12,4	12,63	16,66	481,8	36,4				
16,75	22,04	385,5	12,1	12,94	17,07	482,5	38,3				
17,37	22,86	376,7	12,7	13,24	17,47	483,4	34,3				
17,99	23,67	370,4	13,0	13,54	17,86	483,1	37,7				
18,60	24,48	365,3	12,7	13,83	18,25	482,9	35,5				
19,22	25,29	361,3	13,0	14,13	18,64	483,7	37,4				
19,84	26,11	357,4	13,0	14,43	19,04	484,4	37,4				
20,47	26,94	348,8	12,4	14,73	19,44	484,0	34,6				
21,08	27,73	345,0	12,4	15,34	20,24	484,3	37,7				
21,69	28,54	341,2	13,0	15,95	21,05	484,3	33,6				
22,32	29,37	337,2	13,0	16,55	21,84	485,4	38,9				
22,93	30,17	333,4	11,8	17,15	22,62	484,4	39,9				
23,54	30,97	330,6	12,4	17,76	23,43	484,2	39,6				

Sperimentatore  
Roberta FiciaraIl direttore del laboratorio  
Paolo Bartocci

COMMITTENTE:	ABOCA S.p.A. Società Agricola				
RIFERIMENTO:	Corpo del Sole, Sansepolcro (AR)				
SONDAGGIO:	S1	CAMPIONE:	C1	PROFONDITA': m	2.50 - 3.00

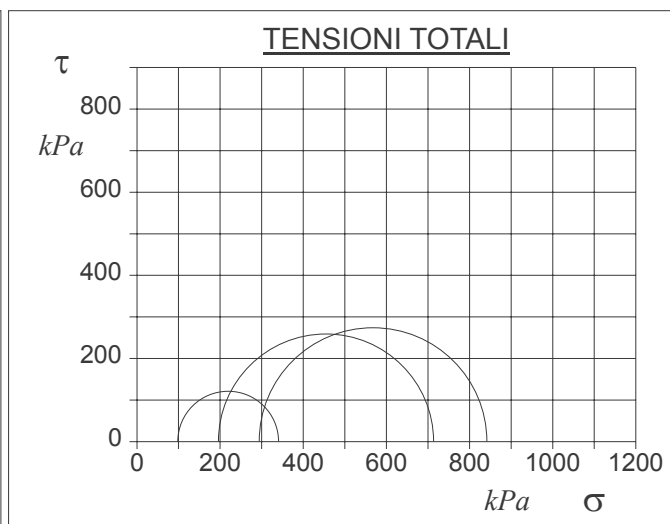
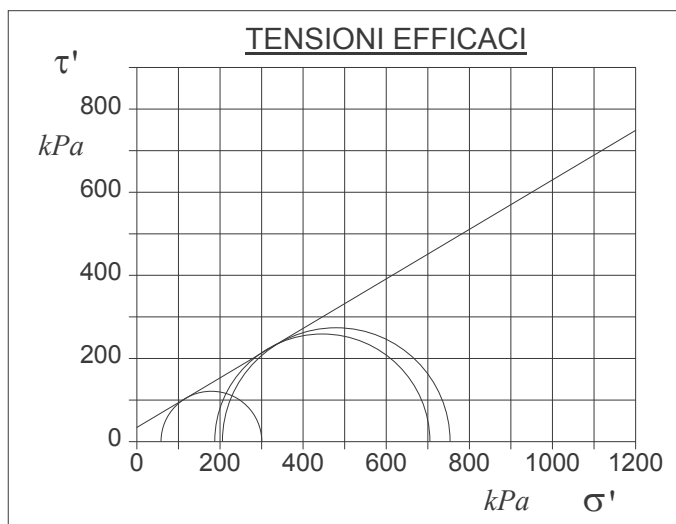
## PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE C.I.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 4767

Pr.	Dimensioni		Caratteristiche fisiche				Consolidazione					Velocità di deformazione $v = 0,085 \text{ mm/min}$
n°	H <sub>o</sub> cm	φ cm	γ kN/m³	γ <sub>s</sub> kN/m³	w <sub>o</sub> %	S <sub>o</sub> %	σ <sub>3</sub> kPa	u <sub>o</sub> kPa	σ' <sub>3</sub> kPa	ΔV/V %	ΔH/H %	
1	7,60	3,76	20,9	26,2	19,5	100,0	392	294	98	0,7	0,3	H <sub>o</sub> - Altezza dei provini φ - Diametro dei provini w <sub>o</sub> - Umidità iniziale w <sub>f</sub> - Umidità finale γ - Peso di volume γ <sub>s</sub> - Peso specifico S - Grado di saturazione ΔH - Variazione di altezza ΔV - Variazione di volume σ <sub>3</sub> - Pressione di cella u <sub>o</sub> - Back pressure δ <sub>f</sub> - Deformazione a rottura σ <sub>1</sub> σ <sub>3</sub> - Tensioni totali σ' <sub>1</sub> σ' <sub>3</sub> - Tensioni efficaci u - Pressione interstiziale
2	7,58	3,77	20,9	26,2	19,6	100,0	490	294	196	0,6	0,1	
3	7,60	3,75	21,1	26,2	20,3	100,0	588	294	294	-0,6	-0,3	

Pr.	Coefficienti di press. interstiz.		Valori finali o a rottura						
n°	A <sub>f</sub>	B	w <sub>f</sub> %	δ <sub>f</sub> %	σ <sub>1</sub> -σ <sub>3</sub> kPa	u kPa	$\frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2}$ kPa	$\frac{\sigma'_1 + \sigma'_3}{2}$ kPa	$\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$ kPa
1	0,16	0,97	18,9	7,1	243	334	219	180	121
2	0,02	0,00	24,0	14,0	518	302	455	446	259
3	0,16	0,00	23,8	10,2	548	382	568	480	274



$c' = 34 \text{ kPa}$

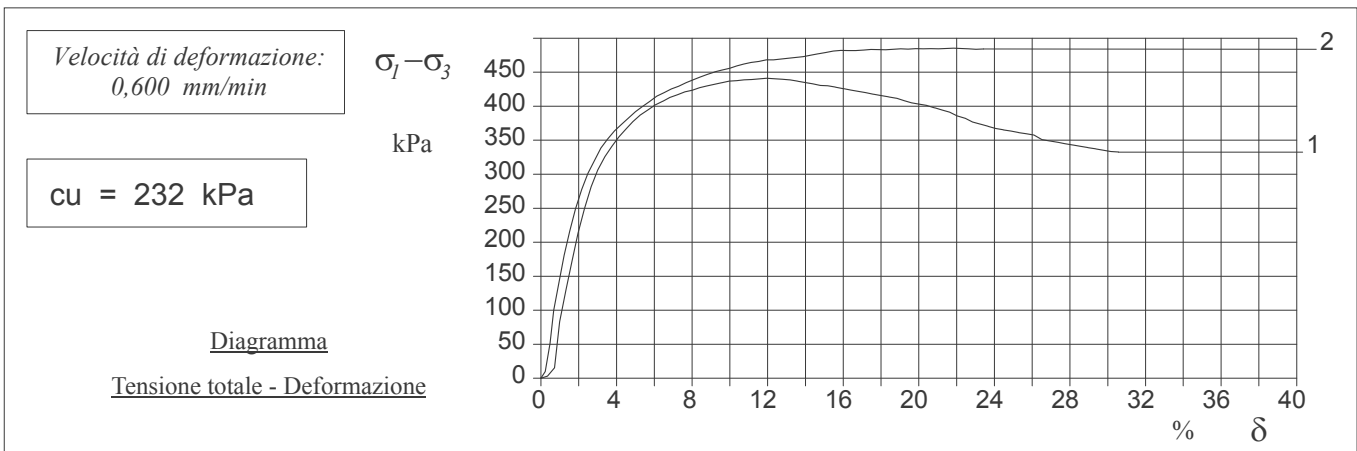
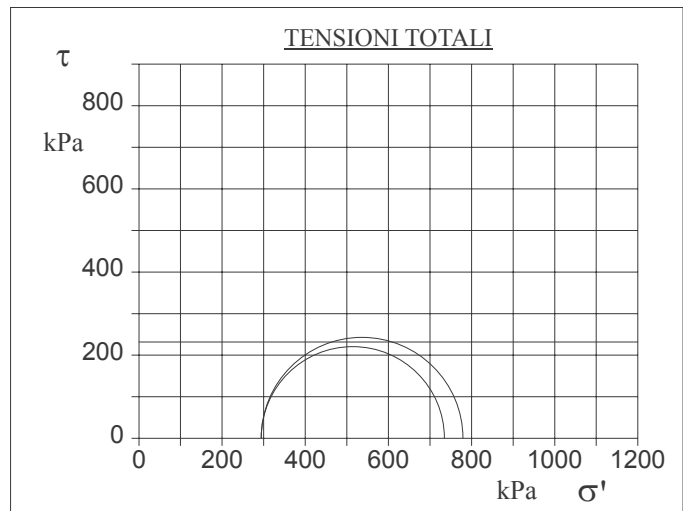
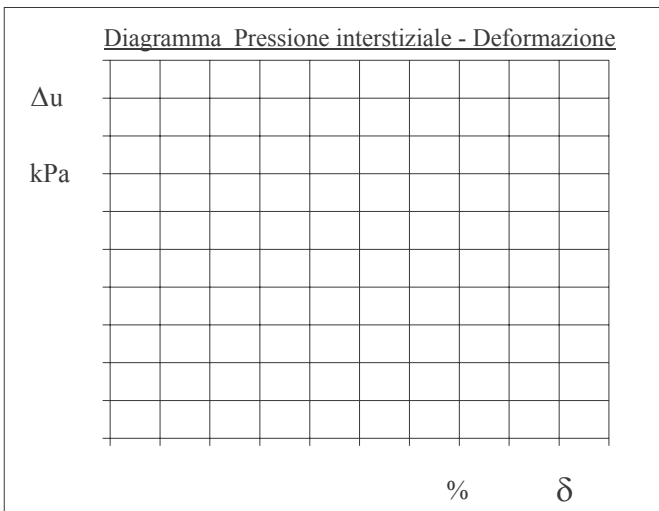
$\phi' = 30,8^\circ$

COMMITTENTE: ABOCA S.p.A. Società Agricola			
RIFERIMENTO: Corpo del Sole, Sansepolcro (AR)			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	2.50 - 3.00

## PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

Pr.	Dimensioni		Caratteristiche fisiche				Consolidazione			Valori finali o a rottura			
n°	H <sub>o</sub> cm	φ cm	γ kN/m³	γ <sub>s</sub> kN/m³	w %	S <sub>o</sub> %	σ <sub>3</sub> kPa	u <sub>o</sub> kPa	σ' <sub>3</sub> kPa	δ <sub>f</sub> %	σ <sub>l</sub> -σ <sub>3</sub> kPa	$\frac{\sigma_l + \sigma_3}{2}$ kPa	$\frac{\sigma_l - \sigma_3}{2}$ kPa
1	7,60	3,76	21,1	26,2	19,8	100,0	294	0	294	11,9	441	514	220
2	7,58	3,77	20,8	26,2	19,7	100,0	294	0	294	21,8	485	537	243
3													
H <sub>o</sub> φ - Altezza e diametro provini w - Umidità dei provini			γ γ <sub>s</sub> - Peso di volume e peso specifico S - Grado di saturazione				σ <sub>3</sub> - Pressione di cella u <sub>o</sub> - Back pressure			δ <sub>f</sub> - Deformazione a rottura σ <sub>l</sub> σ <sub>3</sub> - Tensioni totali			





Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009 n.77

# MICROZONAZIONE SISMICA

## Carta delle indagini

Regione Toscana  
Comune di Sansepolcro



Regione	Soggetto realizzatore	Data
Toscana	Dott. Geologo Raffaele Rotili	Settembre 2017

# Legenda



Prova penetrometrica dinamica pesante



Prova penetrometrica statica con punta meccanica



Prova penetrometrica dinamica leggera



Prova sismica in foro tipo down-hole



Sondaggio a carotaggio continuo



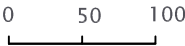
Profilo sismico a rifrazione

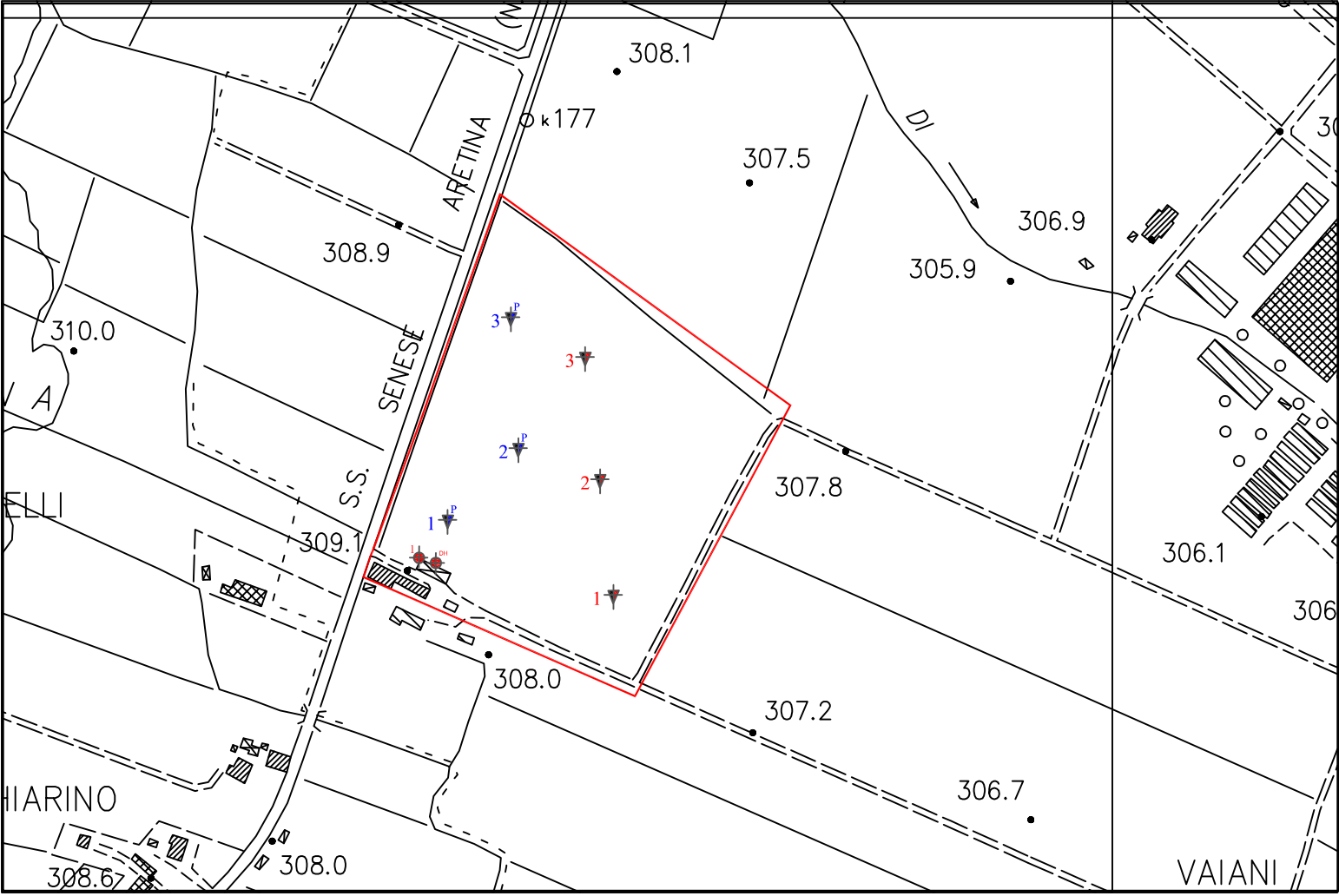


Masw



Pozzo per acqua









Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009 n.77

# MICROZONAZIONE SISMICA

## Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica

Regione Toscana  
Comune di Sansepolcro  
SCALA 1:5000



Regione	Soggetto realizzatore	Data
Toscana	Dott. Geologo Raffaele Rotili	Settembre 2017

# Legenda


Zone stabili suscettibili di  
amplificazioni locali

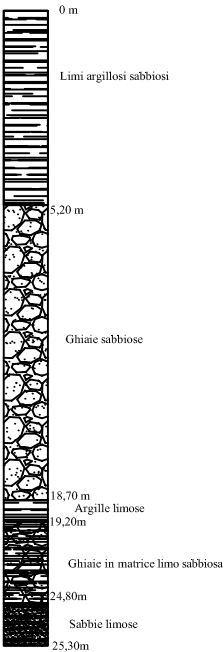


Zona 1

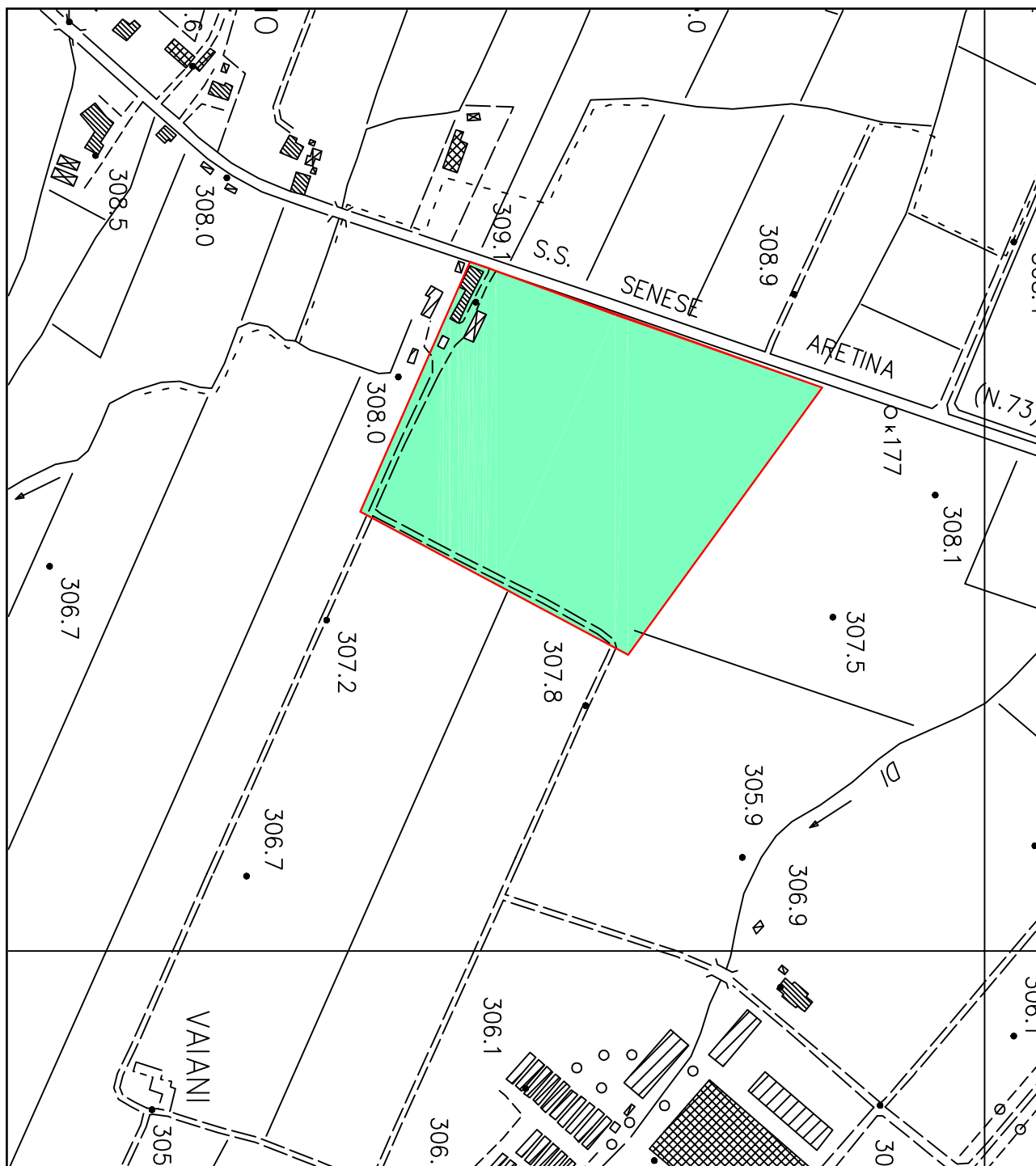
# CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA MOPS

## STRATIGRAFIA

 Zona 1 - Zone stabili  
suscettibili di amplificazioni  
locali



Comune di Sansepolcro





Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009 n.77

# MICROZONAZIONE SISMICA

## Carta di microzonazione sismica

### Livello 2

SCALA 1:5000

Regione Toscana  
Comune di Sansepolcro



Regione	Soggetto realizzatore	Data
Toscana	Dott. Geologo Raffaele Rotili	Settembre 2017

# Legenda

Zone stabili suscettibili di  
amplificazioni locali



Fa (Fv, Ft o Fx) = 1,3 – 1,4





