

COMUNE DI PERUGIA

(Provincia di Perugia)

RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA

a corredo del progetto di ampliamento di un insediamento produttivo esistente.

LOCALITA': *Fontignano*

COMMITTENTE: *Trovati srl*

Perugia, 29 / 10 / 2018

IL TECNICO

DOTT. GEOL. CHRISTIAN PERUZZI



DOTT. GEOL. CHRISTIAN PERUZZI

Strada Torontola Cerrone 1C2 - 06132 Fontignano(PG)

Tel. 3395681834 - E-mail: geopri@hotmail.it

C.F. PRZCRS78S24G478E - P.I. 02919580544

Sommario

- 1.0 Premessa
- 2.0 Studio geologico
- 3.0 Modellazione geologica
- 4.0 Modellazione sismica
- 5.0 **Conclusioni**

RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA A CORREDO DEL PROGETTO DI AMPLIAMENTO DI UN INSEDIAMENTO PRODUTTIVO ESISTENTE IN LOCALITÀ' FONTIGNANO (COMUNE DI PERUGIA).

1.0 Premessa

Il sottoscritto Geologo Peruzzi Christian, sulla base dell'incarico conferito dall'impresa Trovati srl, in ottemperanza alle Norme Tecniche per la Costruzione - Testo Unico (D.M. 17 Gennaio 2018) e alla L.R. n. 1/2015 in materia di urbanistica, ha eseguito un'indagine geologica, geomorfologia, idrologica, idrogeologica e geotecnica su un terreno dove si intende effettuare un ampliamento di un insediamento produttivo esistente nella località Fontignano nel comune di Perugia.

Lo studio di carattere preliminare è rivolto a definire la sicurezza e la funzionalità del complesso opera terreno.

L'area in esame è posta geograficamente a circa 19 Km a Sud Ovest dalla città di Perugia e ad 1 Km a Sud del centro abitato di Fontignano.

Più precisamente il terreno risulta ubicato in Strada San Giacomo, nei pressi del toponimo C. Terontola Bassa, le cui coordinate geografiche (datum ED50) sono:

$$\text{lat} = 43,02381^\circ \text{ e } \text{long} = 12,20277^\circ.$$

Topograficamente tale terreno ricade nel Foglio 122 "Perugia" della Carta d'Italia, Tavoletta "Panicale" III Quadrante S.E. scala 1:25000, CTR Elemento n. 310150 scala

1:10.000 ed è censita al catasto del Comune di Perugia (PG) al Foglio n. 386, Particella n. 1642 (vedi Allegati 1, 2, 3 e 4).

La presente relazione si compone dei seguenti argomenti:

- studio geologico
- modellazione geologica
- modellazione sismica
- conclusioni

ed elaborati grafici (Allegati) riportati a fine relazione:

1. *Carta topografica scala 1:25.000;*
2. *Carta tecnica regionale in scala 1:5.000;*
3. *Planimetria catastale in scala 1:2.000;*
4. *Planimetria di dettaglio in scala 1:1.000;*
5. *Carta geologica in scala 1:10.000;*
6. *Sezione geologica schematica in scala 1:1.0000;*
7. *PRG strutturale Perugia;*
8. *Carta dei Vicoli - PRG Perugia*
9. *Inventario dei Fenomeni Franosi e Situazione di Rischio da Frane in scala 1:10.000 - PRG Perugia;*
10. *Grafici prove penetrometriche dinamiche;*
11. *Rapporto tecnico ed interpretazione dati dell'indagine sismica;*
12. *Verifica di stabilità a liquefazione.*

2.0 Studio geologico

2.1 Finalità e metodologia di studio

Il presente lavoro verifica i principali aspetti geomorfologici, geologico-stratigrafici ed idrogeologici, le condizioni di pericolosità geologiche locali, le caratteristiche geotecniche dei terreni e la definizione dei parametri sismici di progetto. Il risultato è la definizione del Modello Geologico e del Modello Geotecnico conformemente a quanto disposto dalle NTC 2018 e ss mm ii.

Considerando il carattere e la rilevanza dell'opera in progetto si è ritenuto opportuno impostare lo studio nel seguente modo:

- Ricerca bibliografica di tutte le informazioni esistenti sul sito;
- Rilevamento geologico di superficie, esteso ad una significativa zona circostante l'area d'indagine, per definire compiutamente le principali caratteristiche geologiche e geomorfologiche del sito;
- Acquisizione ed analisi delle indagini già condotte per pregressi lavori nello stesso sito o aree limitrofe;
- Acquisizione di dati geotecnici nel sito attraverso indagini geognostiche specifiche;
- Elaborazione dei dati raccolti e redazione della presente.

2.2 Contesto geologico di riferimento

L'area oggetto di studio (vedi Allegato I) è inserita in un contesto a morfologia di tipo subcollinare ad una quota di circa 245 m s.l.m., lungo un crinale sub arrotondato orientato circa NW-SE, su cui si snoda Strada San Giacomo.

Alla base del versante, che degrada verso Sud Est e Nord Ovest con deboli pendenze, il territorio va a raccordarsi dolcemente con la valle alluvionale del Torrente Cestola che dista circa 1000 m dal sito; ed è interessata da una intensa attività agricola, infatti i terreni circostanti sono utilizzati a seminativo, vitigni e frutteti.

La zona non appare soggetta a fenomeni di ristagno idrico e le acque superficiali sono ampiamente regimate, infatti il drenaggio delle acque è favorito dalla presenza di alcuni fossi che scaricano le proprie acque nel Fosso Rubbiano, affluente del Torrente Cestola. A tal proposito l'analisi geomorfologica evidenzia che la zona in oggetto non presenta fattori di rischio di esondazioni per la presenza di un dislivello di circa 25 metri tra la quota del corso d'acqua e l'area di studio.

Dal punto di vista idrogeologico, i terreni esaminati sono permeabili per porosità primaria e presentano un grado di permeabilità relativamente medio basso.

Sulla base del rilievo idrogeologico dell'area, conoscenze dell'area di studio e delle notizie e dichiarazioni raccolte riferite a pozzi in proprietà limitrofe, durante le fasi di perforazione la circolazione idrica sotterranea è stata intercettata a circa 45-50 m dal p.c. e il livello statico della è posto attualmente ad una profondità di pochi metri dal p.c..

La falda nel caso specifico di tipo freatico/pressione risulta imposta sui sedimenti sabbiosi e/o ghiaiosi presenti nel terreno. In base alla ricostruzione delle isopiezometriche si è stimato il livello statico della falda ad una profondità di circa 7-8 m dal piano campagna.

Tale falda è legata ad una circolazione vadosa attraverso i depositi sabbioso ghiaiosi e sabbioso limosi di ambiente fluvio lacustre. I sedimenti sono caratterizzati da una medio bassa permeabilità e che può essere stimata intorno a 10^{-4} cm/sec.

In base alla cartografia visionata (carta A.1.4 del PTCP e carta del PUT) l'area risulta ricadere in ambiti di vulnerabilità da bassa a molto bassa.

Dal punto di vista della stabilità, lungo tale pendio, non si riscontrano indizi di franosità in atto né allo stato latente, dato anche le moderate pendenze del terreno, inoltre dalla cartografia sulla propensione ai dissesti (carta PAI, IFFI, PTCP, PRG) non risulta alcuna zona che possa interessare direttamente il sito di studio.

Per la definizione delle caratteristiche geolitologiche dell'area in oggetto si è fatto riferimento ai dati ottenuti dal rilevamento superficiale di campagna, utilizzando come base topografica la CTR alla scala 1:10.000, di due prove penetrometriche dinamiche, di due saggi geognostici esplorativi e di una indagine sismica del tipo MASW effettuata nel terreno d'indagine, che ha permesso di ricostruire con maggior dettaglio la stratigrafia della zona.

Il quadro geologico del territorio in cui risulta inserita l'area in studio, è caratterizzato dalla presenza di sedimenti dell'età plio-pleistocenica (Sintema di Citerna) depositi in ambiente fluvio-lacustre costituiti da depositi limo argillosi intercalati a livelli sabbiosi e a ciottoli di natura poligenica, impostati sul substrato litico costituito dai depositi marini (Formazione del Macigno) la cui profondità non è stata determinata. In particolare in tutta l'area da edificare si rinvennero in affioramento sabbie medio fini debolmente limose e argillose di colore marrone giallastro con intercalati livelli argillo limosi e ghiaiosi. Tali acquisizioni sono in accordo con quanto riportato dalla bibliografia e sulla cartografia ufficiale.

Il substrato roccioso (bedrock) non è stato intercettato durante le indagini, in base alle conoscenze del territorio e dai dati della letteratura si può stimare alla profondità di circa 100 m dal p.c..

Dal punto di vista tettonico in zona non vi sono indizi morfologici riferibili a fenomeni di natura neotettonica.

È previsto il riutilizzo integrale delle *terre e rocce da scavo* nel medesimo sito; in particolare si tratta di suolo non contaminato e di altro materiale allo stato naturale scavato nel corso dell'attività di costruzione, ed è certo che il materiale sarà utilizzato a fini di costruzione allo stato naturale nello stesso sito in cui è stato scavato.

2.3 Analisi di Cartografia di Bacino PAI

In base alla cartografia PAI l'area di indagine non è interessata da fenomeni franosi e situazioni di rischi frana e non ricade all'interno di fasce fluviali e zone a rischio.

2.4 Vincoli di normativa derivanti dalla pericolosità idrogeologica ed idraulica e di PRG e vincoli di tutela paesaggistico-ambientale

Nell'area di studio non ci sono vincoli che riguardano direttamente gli aspetti geologici, nonché derivanti dalla pericolosità idrogeologica ed idraulica, di PRG e vincoli di tutela paesaggistico-ambientali.

2.5 Gestione delle Terre e Rocce da scavo con sintesi delle risultanze degli specifici elaborati da produrre ai sensi della normativa vigente

È previsto il riutilizzo integrale delle terre e rocce da scavo nel medesimo sito; in particolare si tratta di suolo non contaminato e di altro materiale allo stato naturale scavato nel corso dell'attività di costruzione, ed è certo che il materiale sarà utilizzato a fini di costruzione allo stato naturale nello stesso sito in cui è stato scavato.

2.6 Sicurezza degli scavi

Durante l'esecuzione dei lavori dovranno essere previste opere di sicurezza provvisorie, secondo le normative vigenti per garantire la stabilità dei terreni nonché l'incolumità delle persone addette ai lavori.

3.0 Modellazione geologica

3.1 Indagini geologiche

Le caratteristiche geotecniche/geomeccaniche dei litotipi del sottosuolo sono state ricavate dal rilevamento geologico dell'area, nonché da indagini geognostiche effettuate sul sito di studio e da dati in possesso dello scrivente sui terreni limitrofi geologicamente analoghi.

Nell'area sono state eseguite due prove penetrometriche dinamiche con penetrometro medio PENNI 30 che hanno raggiunto rispettivamente la profondità di 5,40 e 5,80 m dal p.c. e due saggi geognostici esplorativi effettuati con escavatore meccanico con braccio rovescio.

Da tali indagini è stato possibile, oltre che definire la microzonazione sismica, ricostruire il seguente profilo stratigrafico geotecnico del sottosuolo (modello geologico geotecnico), a partire dalla quota naturale del p.c. ed escludendo la massicciata del piazzale e/o la copertura rimaneggiata superficiale non adatta come terreno fondale:

- da 0,00 a 0,90 m dal p.c.: massicciata (piazzale) o terreno vegetale
- da 0,90 a 1,90/2,40 m dal p.c.: depositi sabbio limosi e limo sabbiosi debolmente argillosi di media/medio-bassa consistenza con parametri stimabili intorno a:

$$R_p = 25,0 \div 55,0 \text{ Kg/cm}^2 \quad \varphi = 30 - 31^\circ$$
$$\gamma = 1,85 - 1,9 \text{ t/m}^3 \quad C_u = 0,2 \div 0,4 \text{ Kg/cm}^2$$

- da 1,90/2,40 a 3,60/4,60 m dal p.c.: depositi sabbio limosi e limo sabbiosi debolmente argillosi di media consistenza con parametri stimabili intorno a:

$$R_p = 46,0 \div 74,0 \text{ Kg/cm}^2 \quad \varphi = 31 - 32^\circ$$
$$\gamma = 1,9 - 1,95 \text{ t/m}^3 \quad C_u = 0,2 \div 0,4 \text{ Kg/cm}^2$$

- da 3,60/4,60 a 4,40/5,20 m dal p.c.: depositi sabbio limosi e limo sabbiosi debolmente argillosi di media/medio-bassa consistenza con parametri stimabili intorno a:

$$R_p = 41,0 \div 68,0 \text{ Kg/cm}^2 \quad \varphi = 30 - 31^\circ$$
$$\gamma = 1,85 - 1,9 \text{ t/m}^3 \quad C_u = 0,2 \div 0,4 \text{ Kg/cm}^2$$

- da 4,40/5,20 m dal p.c. in poi.: depositi sabbio limosi e limo sabbiosi debolmente argillosi di buona consistenza con parametri stimabili intorno a:

$$R_p = 75,0 \div 87,0 \text{ Kg/cm}^2 \quad \varphi = 31 - 32^\circ$$
$$\gamma = 1,9 - 1,95 \text{ t/m}^3 \quad C_u = 0,2 \div 0,4 \text{ Kg/cm}^2$$

3.2 Sintesi delle analisi condotte sulla attendibilità dei risultati e delle eventuali difficoltà incontrate

Non si ritengono necessarie verifiche di stabilità specifiche sia del complesso opera/versante, in considerazione della modesta tipologia di intervento in progetto e

della costituzione litologica del sottosuolo, sia degli scavi, per la disposizione della stratificazione a favore della stabilità.

Le acque meteoriche che interessano il sito in oggetto, dovranno essere raccolte dalle scoline stradali e dalle forme di campo, e da questi convogliate al Fosso.

3.3 Definizione degli elementi geologici e geomorfologici di pericolosità sismica locale

Per la definizione degli elementi geologici e geomorfologici di pericolosità sismica locale si rimanda al capitolo successivo.

3.4 Valutazione dell'effetto di risposta sismica locale per gli effetti stratigrafici e/o morfologici

Per la valutazione dell'effetto di risposta sismica locale per gli effetti stratigrafici e/o morfologici si rimanda al capitolo successivo.

3.5 Modello geologico di sintesi utile per la modellazione geologica

Dalle elaborazioni delle indagini svolte nell'area relazionate con i dati di letteratura è stato possibile ricostruire il profilo stratigrafico geotecnico del sottosuolo (modello geologico geotecnico) costituito da depositi riferibili al Sintema di Citerna. Nei terreni indagati non sono presenti eventuali disomogeneità, discontinuità, stati di alterazione e fattori che possano indurre anisotropia delle proprietà fisiche dei materiali.

4.0 Modellazione sismica

4.1 Finalità e metodologia di studio

Alla luce della nuova normativa Tecnica sulle costruzioni NTC2018 le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione.

Da questa è possibile passare ad un livello successivo di approfondimento attraverso l'analisi delle caratteristiche geologiche e geomorfologiche locali responsabili delle amplificazioni del moto sismico. E' quindi infine possibile valutare se necessario produrre un modello numerico di risposta sismica locale (RSL) o utilizzare l'approccio semplificato di normativa. Lo scrivente ha adottato quest'ultima possibilità stimando il valore di $V_{s_{eq}}$ e determinando quindi la classificazione del suolo sismico ed i relativi spettri elastici in accelerazione.

4.2 Sismicità storica

Per l'eventuale consultazione dei dati sui terremoti storici dell'area in studio (sequenze sismiche storiche) si rimanda alla consultazione del DBMI04 (database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04) consultabile presso l'INGV-GNDT all'indirizzo web:

https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_place/.

4.3 Pericolosità sismica di base

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A quale definita al § 3.2.2), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente **Se(T)**, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza **PVR**, come definite nel § 3.2.1, nel periodo di riferimento **VR**, come definito nel § 2.4.

Tipo di costruzione $V_N \geq 50$ anni $C_u = 1,0$

Parametri sismici di base per il sito in studio le cui coordinate (datum ED50) sono:

lat = 43,02381° e long = 12,20277°

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F ₀	Tc* [s]
Operatività (SLO)	30	0,054	2,533	0,262
Danno (SLD)	50	0,066	2,543	0,274
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,155	2,466	0,295
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,194	2,461	0,306
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

dove **Tr** è periodo di riferimento in anni, a_g l'accelerazione massima orizzontale del sito, **F₀** è il valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale, **Tc*** è il periodo di inizio del tratto a velocità costante dello stesso.

4.4 Azione sismica

Sulla base dell'Elenco delle località sismiche di **prima, seconda e terza categoria** previste dalla Delibera della Giunta Regionale del 18/06/2003 'Approvazione classificazione sismica del territorio regionale dell'Umbria', il territorio di Perugia è stato dichiarato di **II Zona** in considerazione della sismicità dimostrata sino ad oggi.

Modificazioni del moto sismico proveniente dal substrato possono essere causate da condizioni geologiche geomorfologiche tettoniche geotecniche locali (amplificazione litostratigrafica e/o amplificazione topografica e geomorfologica).

Di supporto allo studio geologico geotecnico, per la valutazione del parametro $V_{s_{eq}}$ ai sensi del DM 17/01/2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni), è stata effettuata una indagine sismica attiva del tipo *Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW)*. La prova MASW permette di determinare in modo dettagliato l'andamento della velocità delle onde sismiche di taglio (o onde S) in funzione della profondità attraverso lo studio della propagazione delle onde superficiali o di Rayleigh. Per tale indagine è stato utilizzato uno stendimento lineare di 24 geofoni con interdistanza di 2 metri mentre le energizzazioni sono state fatte a 2 m di distanza dal geofono n. 1 (vedi Allegato Rapporto tecnico ed interpretazione dati dell'indagine sismica).

Nel caso in esame, poiché il terreno è posto in località Fontignano lontano da elementi morfologici significativi, in considerazione alle caratteristiche geometriche del progetto e in riferimento alla normativa attuale, disponendo di misure dirette della velocità delle onde di taglio si è proceduto alla caratterizzazione del valore $V_{s_{eq}}$ e alla categoria del sottosuolo.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s_{eq}}$ è definita dal parametro $V_{s_{30}}$, ottenuto ponendo $H=30$ m e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Vista l'assenza di un basamento sismico ($V_s > 800$ m/sec) nei primi 30 m, il valore di $V_{s_{eq}}$ riferito al piano campagna attuale è pari a **301,36** m/sec, pertanto il sottosuolo dell'area investigata è da ricondurre alla categoria C, ovvero *“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 e 360 m/sec”*.

Perciò si dovranno adottare i seguenti parametri:

categoria di sottosuolo	C
categoria topografica	$S_T = I \rightarrow T_I$

4.5 Stabilità nei confronti della liquefazione

La verifica di stabilità nei confronti della liquefazione in base alle Norme Tecniche per la Costruzione - Testo Unico (D.M. 17 Gennaio 2018) è stata effettuata utilizzando il metodo di Seed e Idriss, ed i risultati riportati in allegato, costituiscono parte integrante della seguente relazione.

Per il calcolo della verifica di stabilità nei confronti della liquefazione sono stati utilizzati i seguenti parametri:

Profondità falda (m)	7,00
Profondità di calcolo (m)	10,00
Peso di volume del terreno (t/ m ³)	1,95
Numero di colpi	10
Frazione argillosa (%)	< 25
Accelerazione sismica massima (g)	0,155

Dai risultati di calcolo emerge che il terreno in oggetto **NON E' LIQUEFACIBILE**

Inoltre si conferma la NON LIQUEFACIBILITA' del terreno in quanto si manifesta almeno una delle circostanze indicate nel punto 7.11.3.4 del DM 17.01.2018:

1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al p. campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna ...;
4. depositi costituiti da sabbie pulite ...;
5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1

Si esclude quindi che possano venirsi ad innescare fenomeni di liquefazione, per il cui processo è necessaria la presenza di terreni sabbiosi saturi con granulometrie che devono soddisfare determinate caratteristiche di uniformità non riscontrabili nel sottosuolo in esame.

5.0 Conclusioni

In base ai risultati dell'indagine geognostiche e sismiche, unitamente al rilevamento geologico di campagna, hanno permesso di definire le caratteristiche geolitologiche,

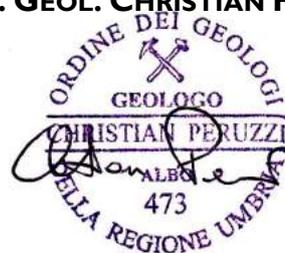
geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche dei terreni di fondazione e di ricostruire un modello geometrico stratigrafico/sismico valido per l'intera area progettuale, per cui si ricava quanto segue:

- si possono escludere azioni morfogenetiche attive;
- l'area non risulta attraversata da fiumi, torrenti o fossi di grande rilevanza se non in posizione distale;
- l'analisi geologico stratigrafica a messo in evidenza sedimenti sabbiosi medio fini debolmente limosi e argillosi di colore marrone giallastro con intercalati livelli argillo limosi e ghiaiosi di dinamica fluviale e lacustre sviluppatosi a partire dal Plio-Pleistocene (Sintema di Citerna);
- il movimento terra che si renderà necessario eseguire per la realizzazione del progetto è estremamente contenuto in altezza così che non comprometterà la stabilità geomorfologica dell'area;
- quanto in progetto non altera in modo sostanziale lo stato dei luoghi e le opere ultimate garantiranno il normale deflusso delle acque meteoriche verso i fossi limitrofi;
- la falda nel caso specifico di tipo freatico/pressione risulta imposta sui sedimenti sabbiosi e/o ghiaiosi presenti nel terreno ed in base alla ricostruzione delle isopiezometriche si è stimato il livello statico della falda ad una profondità di circa 7-8 m dal piano campagna;
- l'area in esame risulta ricadere in ambiti di vulnerabilità da bassa a molto bassa; comunque al fine di prevenire e/o neutralizzare possibili impatti negativi sia sulla matrice acque (superficiali e sotterranee) che su quella suolo si suggerisce di impermeabilizzare l'area piazzali in ampliamento dedicata allo stoccaggio ed alla lavorazione dei rifiuti inerti;
- la circolazione delle acque sotterranee non genera fenomeni d'interferenza negativi con le strutture di fondazione; comunque minimizzare eventuali effetti negativi con opere di canalizzazione e di drenaggio che permettono l'allontanamento dall'opera in progetto delle acque sia superficiali che eventuali acque più profonde;

- le acque meteoriche di scorrimento superficiale (piazzali e scoline stradali) dovranno essere regimate in modo adeguato, attraverso recapito al sistema di canalizzazione e da questi al vicino fosso o forme di campo;
- le verifiche di stabilità nei confronti alla liquefazione escludono che possano venirsi ad innescarsi tali fenomeni;
- si raccomanda di prevedere opere di sicurezza provvisorie durante le fasi di lavoro per garantire la stabilità dei terreni nonché l'incolumità delle persone addette ai lavori;
- la scelta della tipologia, dimensione ed incasso delle fondazioni, unitamente alle verifiche agli stati limite, saranno comunque valutate e definite dal progettista strutturale, sulla base di quanto riportato;
- dal punto di vista sismico si escludono effetti deformativi per instabilità di versante, liquefazioni, cedimenti differenziali o per faglie attive e capaci;
- il sottosuolo dell'area investigata è da ricondurre alla categoria "C" e l'area può essere classificata nella categoria topografica "T1".

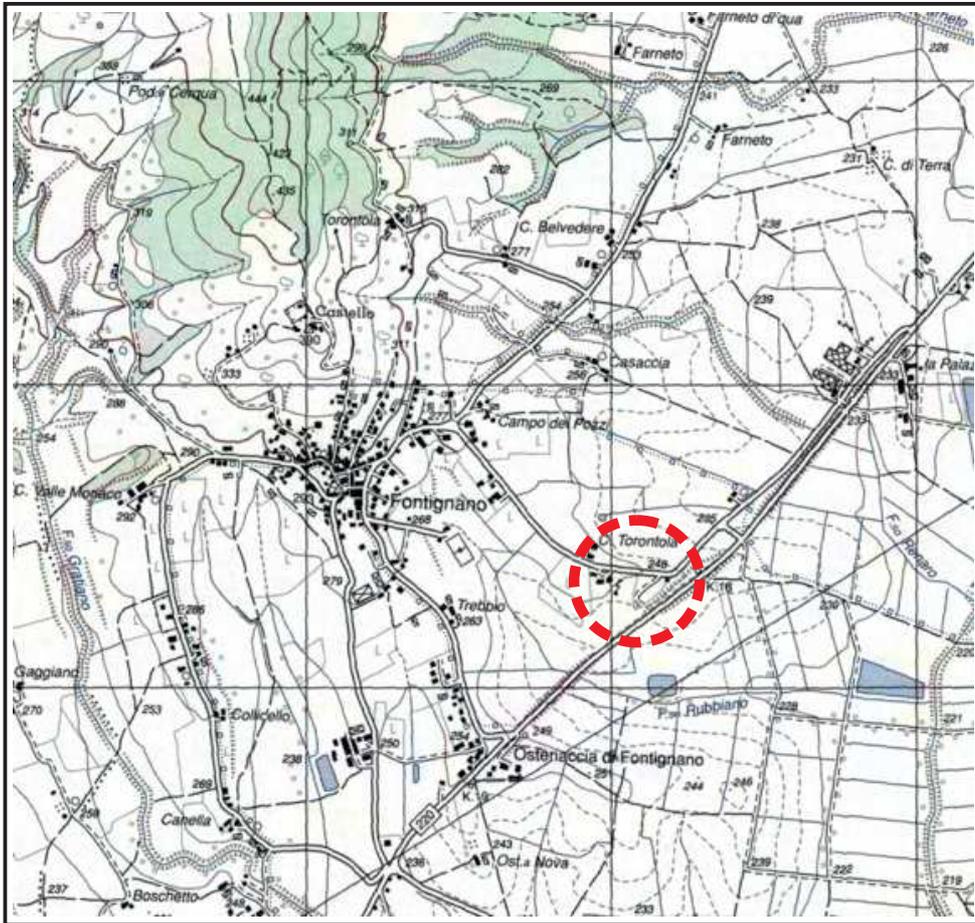
Perugia, 29/10/2018

DOTT. GEOL. CHRISTIAN PERUZZI



A L L E G A T I

CARTA TOPOGRAFICA
(Scala 1:25.000)



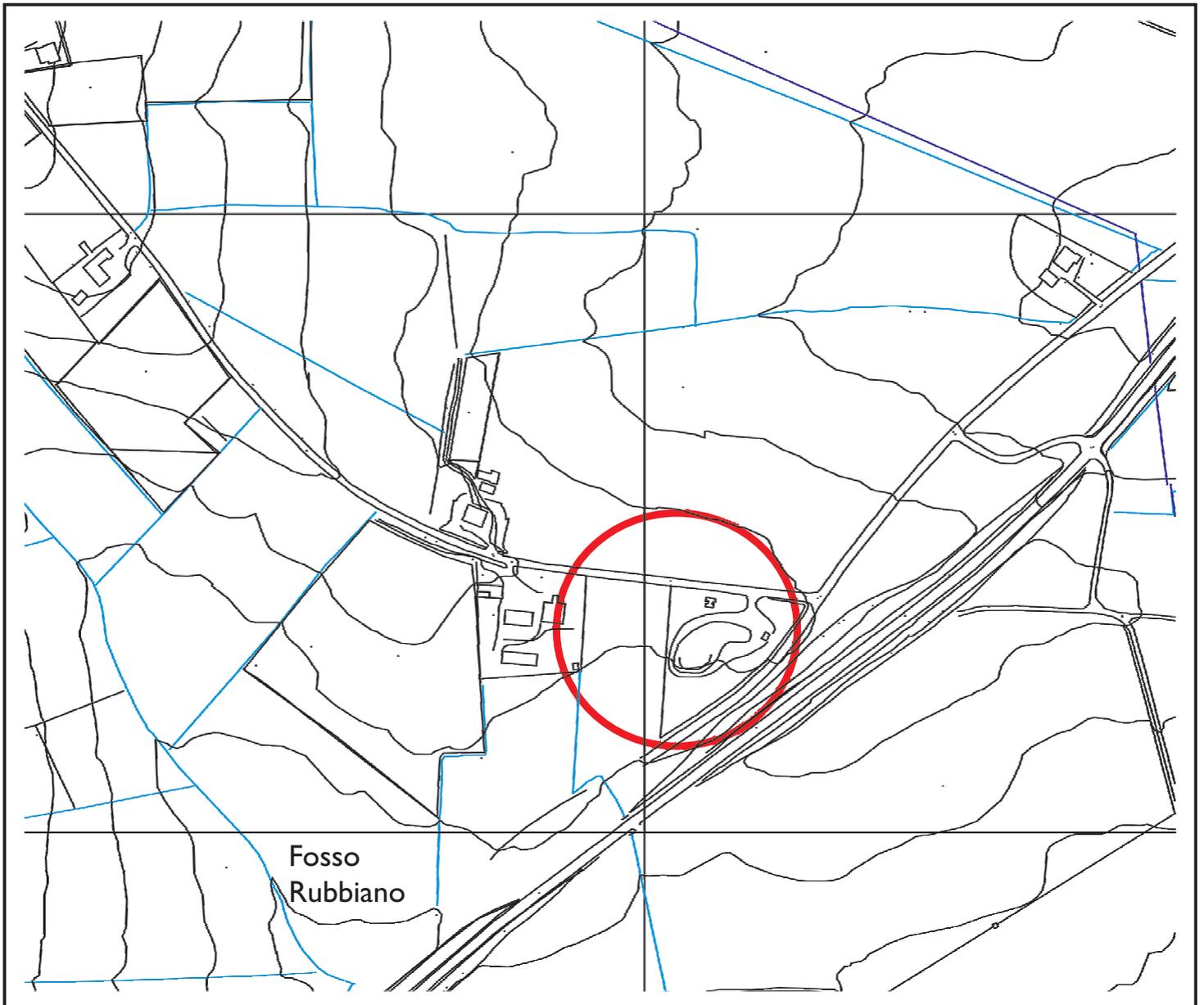
Foglio I22 della Carta d'Italia
Tavoletta "Panicali" III di SE

LEGENDA



Ubicazione dell'area di indagine

CARTA TECNICA REGIONALE
(Scala 1:5.000)

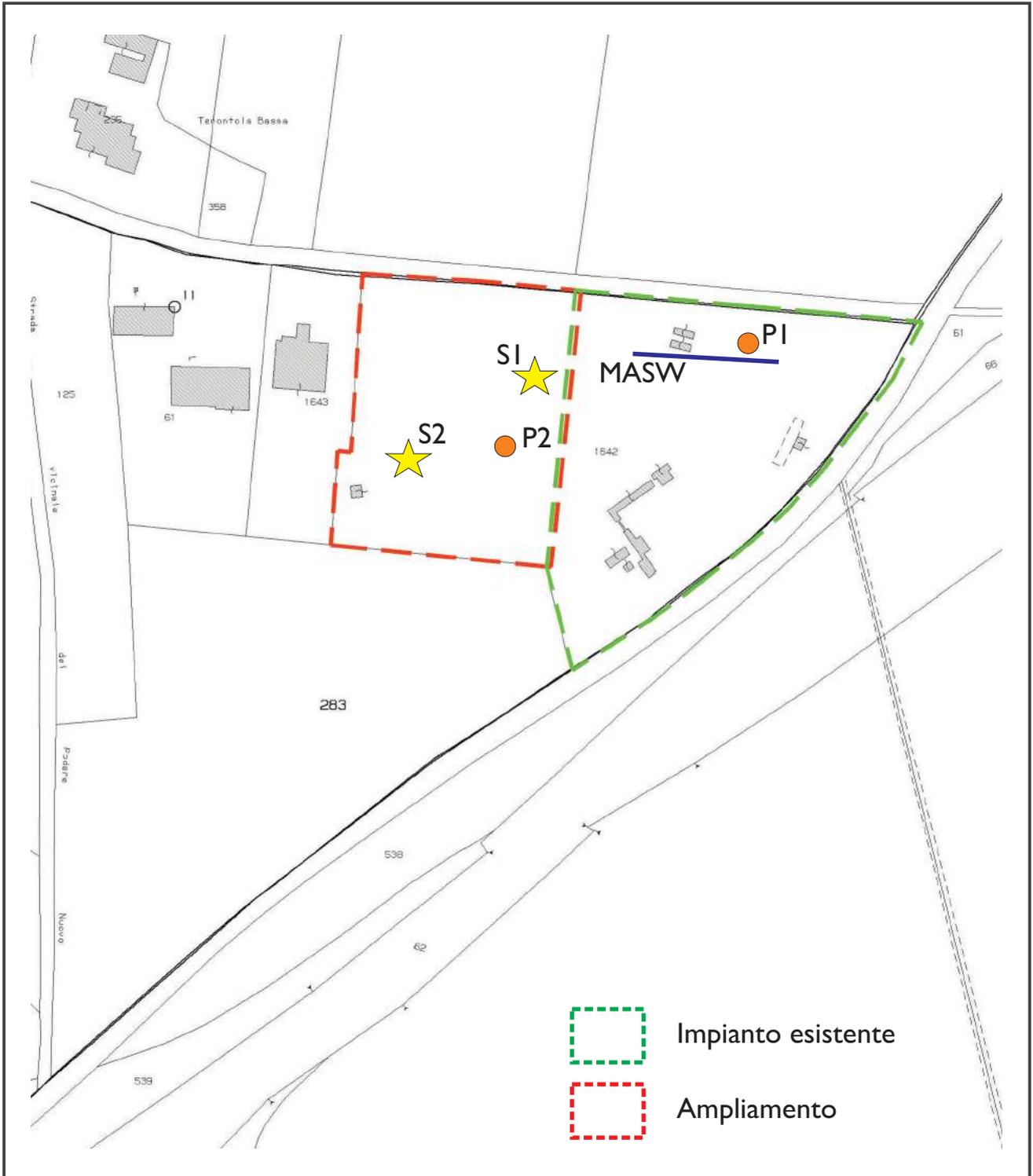


Elemento "MINIERE DI PIETRAFITTA" N.310153

LEGENDA

-  Ubicazione dell'area
-  Fossi e forme di campo

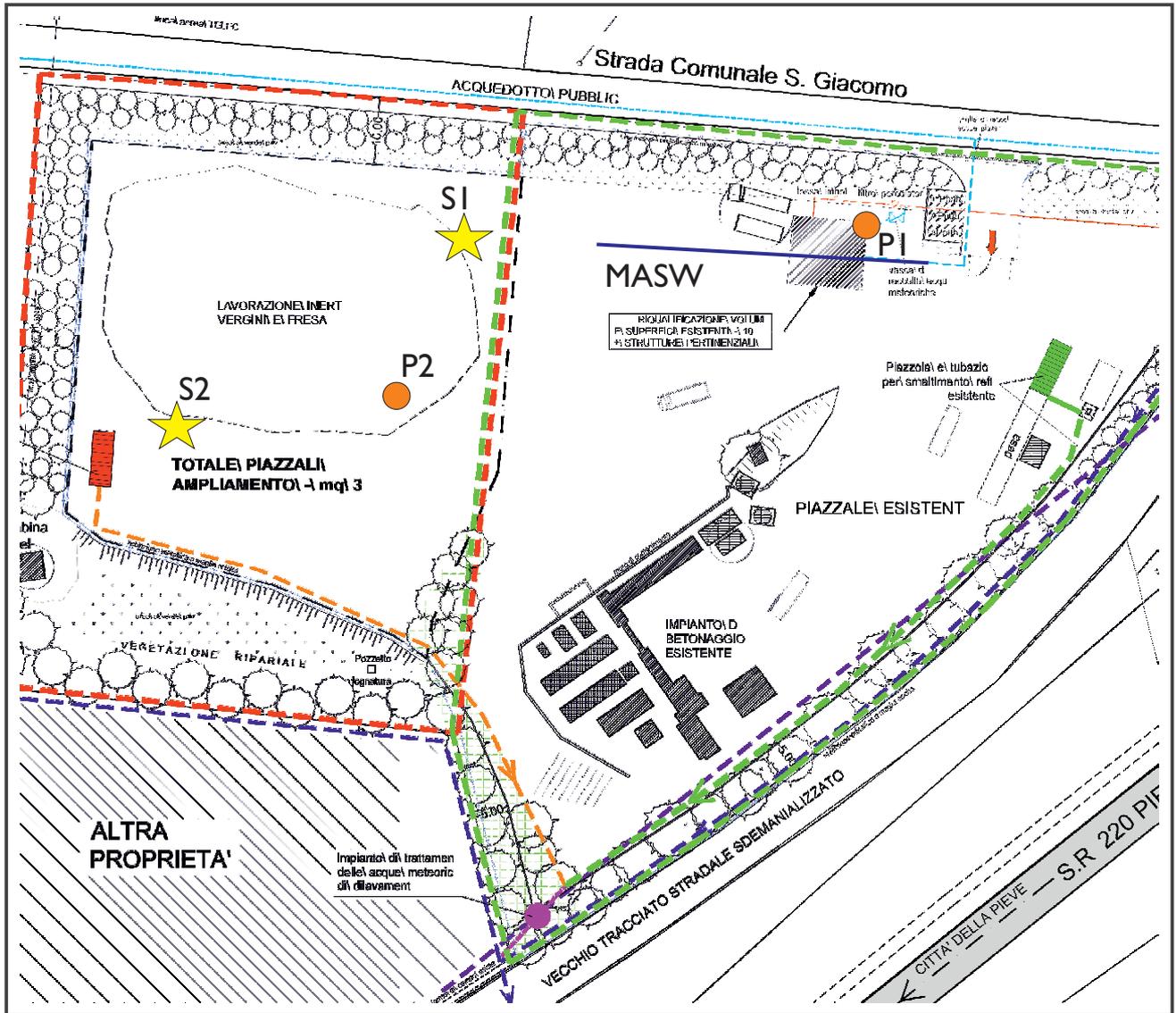
PLANIMETRIA CATASTALE
(Scala 1:2.000)



COMUNE DI PERUGIA
Loc. Fontignano - voc. voc. Terontola Bassa
Foglio 386 Plla 1642

-  Prova penetrometrica (P)
-  Saggio geognostico (S)
-  Stendimento indagine sismica (MASW)

PLANIMETRIA DI DETTAGLIO
(Scala 1:1.000)

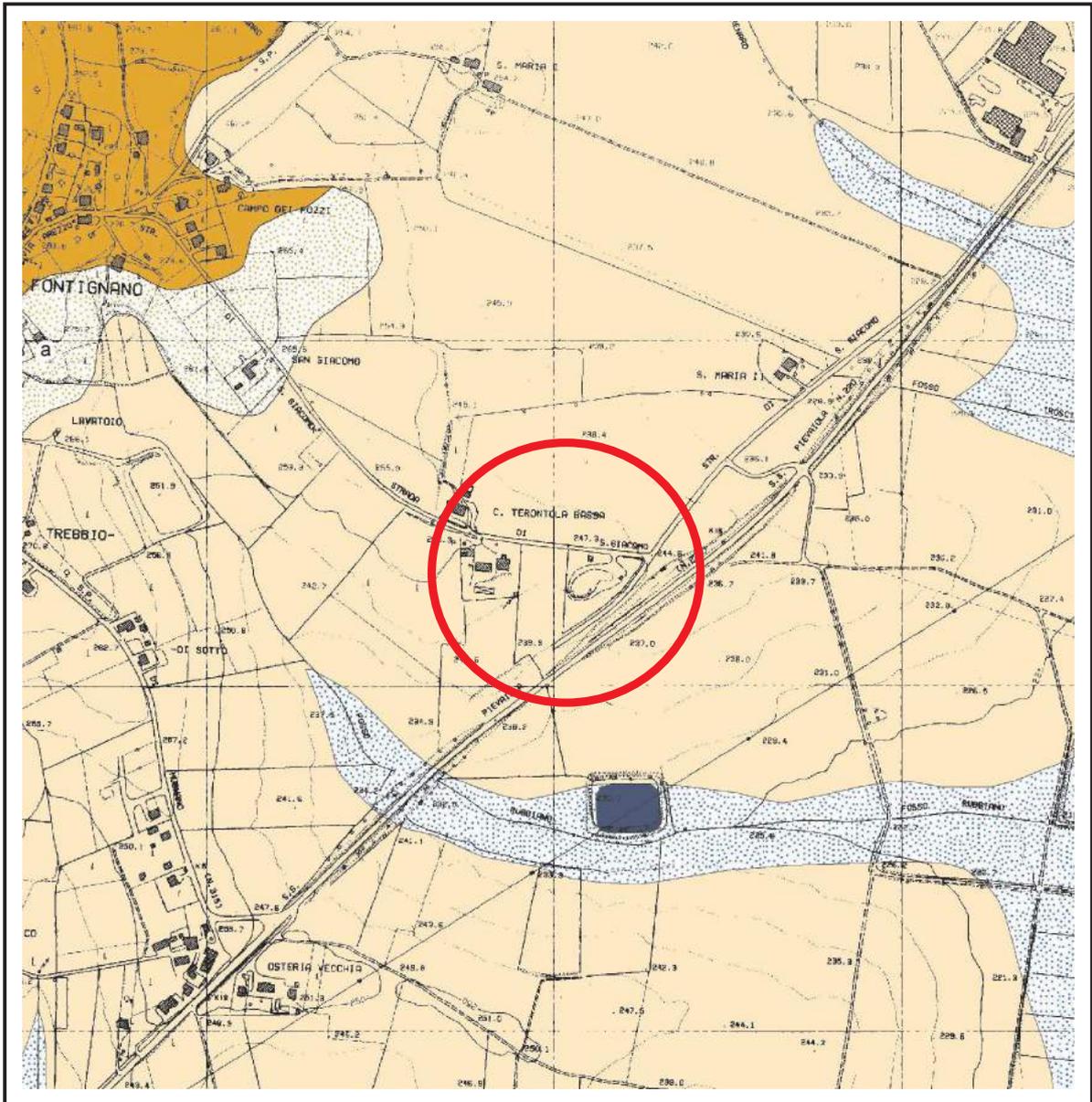


COMUNE DI PERUGIA
Loc. Fontignano - voc. Terontola Bassa
Foglio 386 Plla 1642

LEGENDA

- Impianto esistente
- Ampliamento

CARTA GEOLOGICA
(Scala 1:10.000)



COMUNE DI PERUGIA (Provincia di Perugia)
PIANO REGOLATORE GENERALE
PARTE STRUTTURALE - Tavola 6/7

Elemento "FONTIGNANO" N.310150

LEGENDA

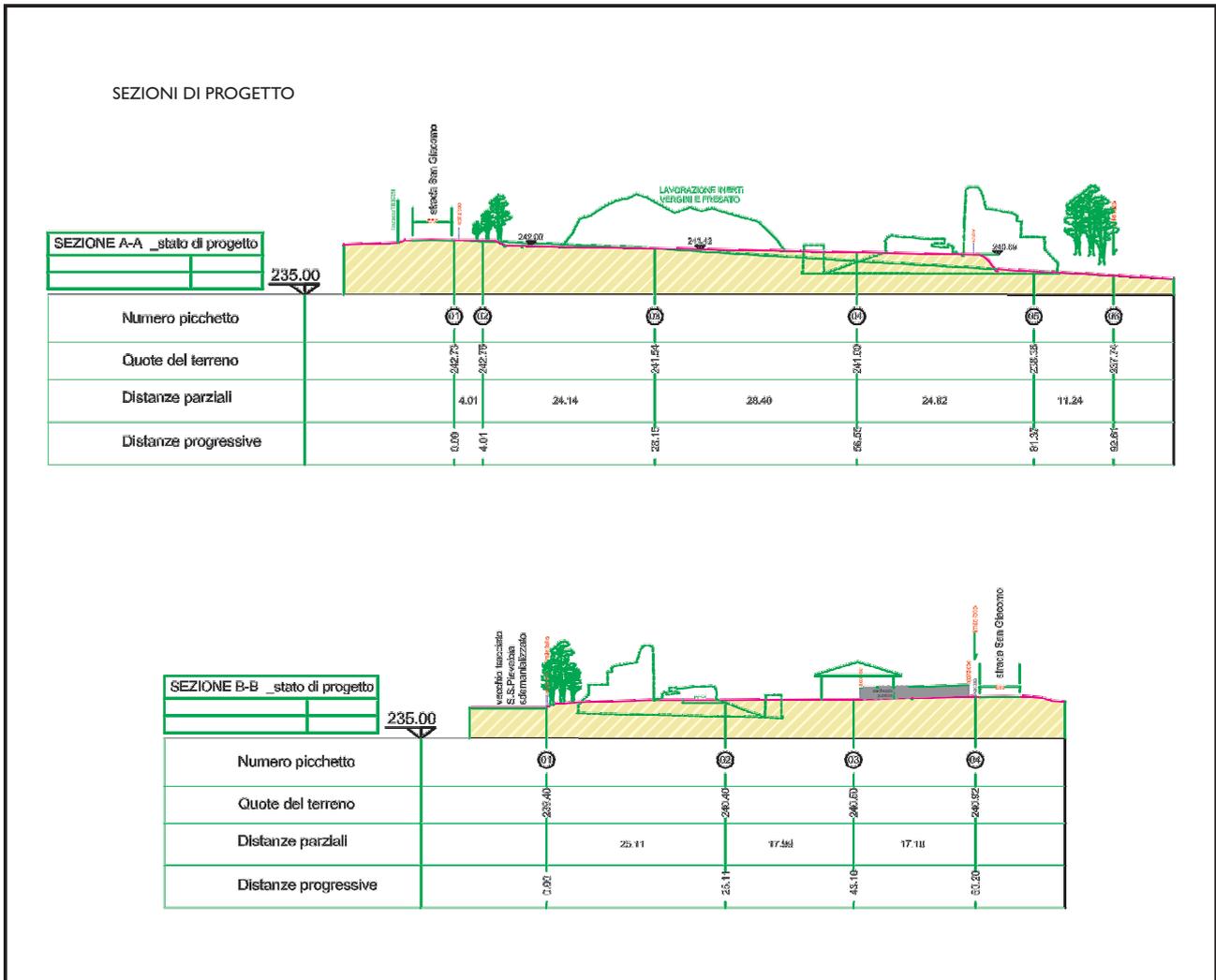


Ubicazione dell'area



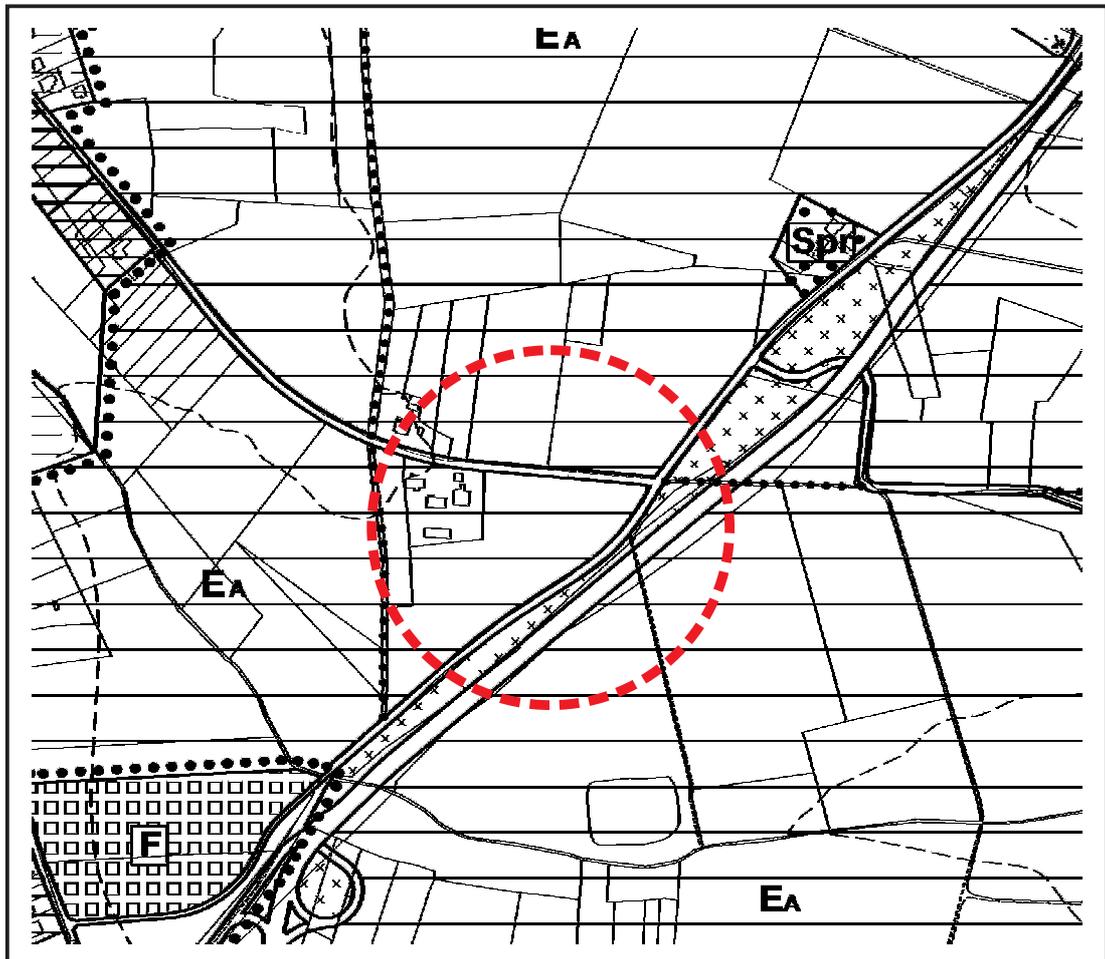
Depositi fluvio lacustri - Sintema di Citerna (Plio-Pleistocene)

SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA
(Scala 1:1.000)



COMUNE DI PERUGIA
Loc. Fontignano - voc. voc. Terontola Bassa
Foglio 386 Plla 1642

CARTOGRAFIA GENERALE DEL TERRITORIO COMUNALE

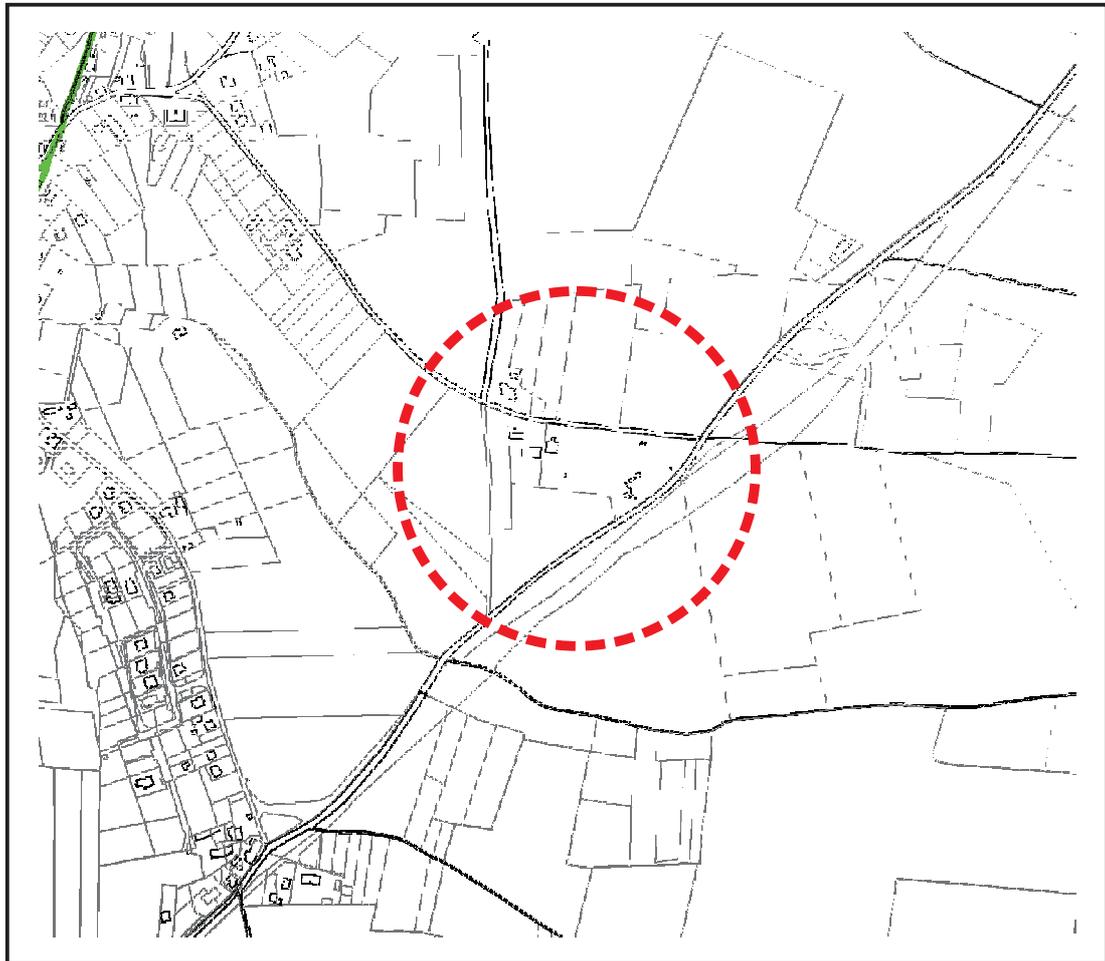


COMUNE DI PERUGIA (Provincia di Perugia)
PIANO REGOLATORE GENERALE
PARTE STRUTTURALE - Tavola 6/7

LEGENDA

-  Ubicazione dell'area

CARTA VINCOLI ARCHEOLOGICO, MONUMENTALI,
PAESAGGISTICI, IDROGEOLOGICO ED IDRAULICO

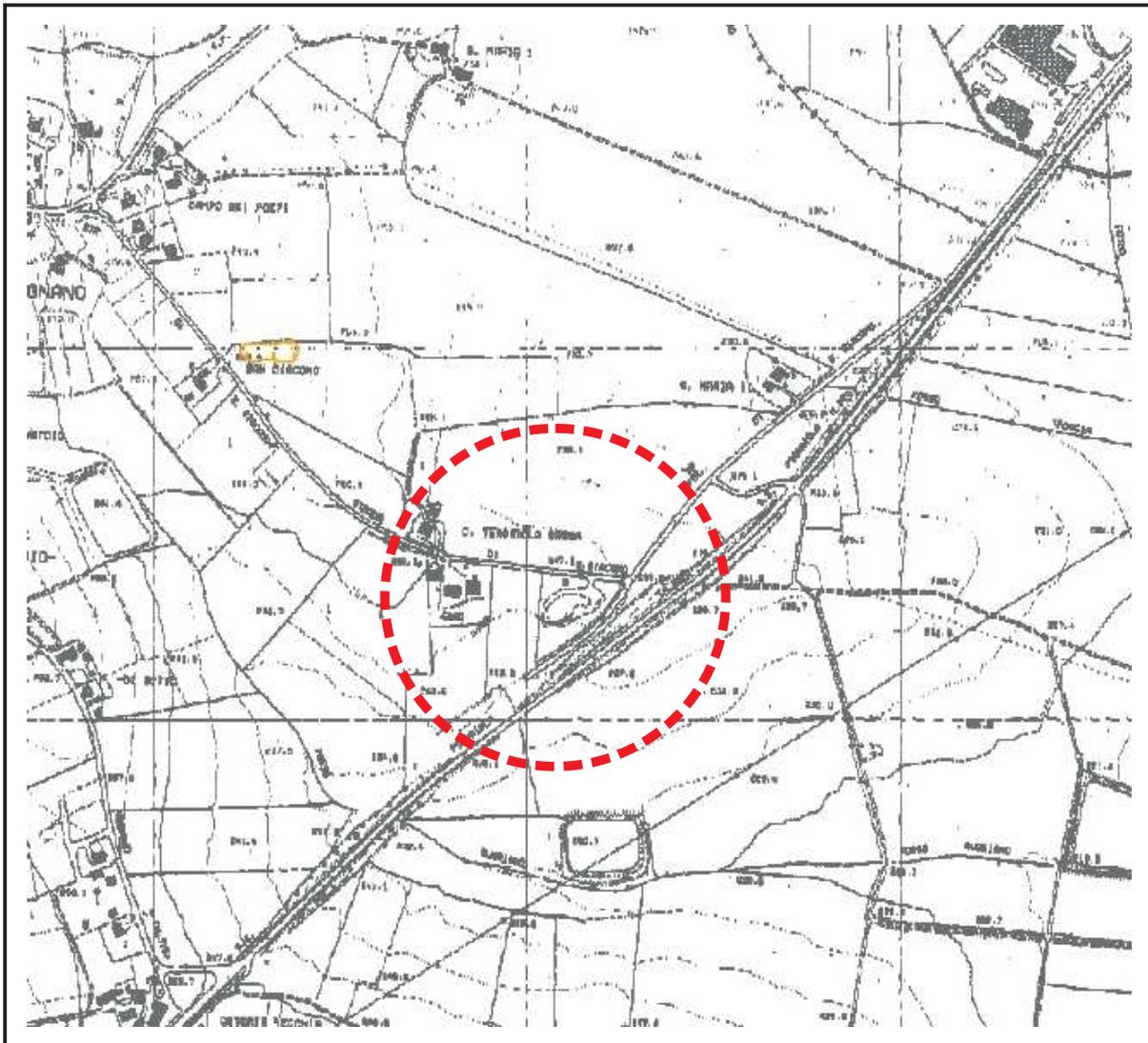


COMUNE DI PERUGIA (Provincia di Perugia)
PIANO REGOLATORE GENERALE
PARTE STRUTTURALE - Tavola 6/7

LEGENDA

 Ubicazione dell'area

PIANO STRALCIO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO
(Scala 1:10.000)



**PAI - INVENTARIO DEI FENOMENI FRANOSI E
SITUAZIONE DI RISCHIO DA FRANA (TAV. 229 di 304)**

LEGENDA

 Ubicazione dell'area

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : **DM-30 (60°)**

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla riferimento	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

CARATTERISTICHE TECNICHE : **DM-30 (60°)**

PESO MASSA BATTENTE	M = 30,00 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,20 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 13,60 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 35,70 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 10,00 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 2,40 kg
PROF. GIUNZIONE 1 ^a ASTA	P1 = 0,80 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,10$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(10) \Rightarrow Relativo ad un avanzamento di 10 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	SI
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A δ) = 6,00 kg/cm ² (prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm ²)
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 0,766$ (teoricamente : Nspt = $\beta_t N$)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N

M = peso massa battente (altezza caduta H)
P = peso totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm² = 0.098067 MPa
1 MPa = 1 MN/m² = 10.197 kg/cm²
1 bar = 1.0197 kg/cm² = 0.1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 1

- committente : Trovati srl
- lavoro : Geotecnica
- località : Fontignano
- note :

- data : 29/02/2016
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,10	42	164,3	----	1	2,70 - 2,80	18	63,8	----	3
0,10 - 0,20	37	144,8	----	1	2,80 - 2,90	20	67,7	----	4
0,20 - 0,30	45	176,1	----	1	2,90 - 3,00	18	60,9	----	4
0,30 - 0,40	40	156,5	----	1	3,00 - 3,10	19	64,3	----	4
0,40 - 0,50	41	160,4	----	1	3,10 - 3,20	19	64,3	----	4
0,50 - 0,60	34	133,0	----	1	3,20 - 3,30	20	67,7	----	4
0,60 - 0,70	36	140,9	----	1	3,30 - 3,40	19	64,3	----	4
0,70 - 0,80	37	144,8	----	1	3,40 - 3,50	19	64,3	----	4
0,80 - 0,90	25	93,0	----	2	3,50 - 3,60	20	67,7	----	4
0,90 - 1,00	12	44,6	----	2	3,60 - 3,70	12	40,6	----	4
1,00 - 1,10	13	48,3	----	2	3,70 - 3,80	13	44,0	----	4
1,10 - 1,20	11	40,9	----	2	3,80 - 3,90	14	45,3	----	5
1,20 - 1,30	12	44,6	----	2	3,90 - 4,00	14	45,3	----	5
1,30 - 1,40	12	44,6	----	2	4,00 - 4,10	15	48,6	----	5
1,40 - 1,50	12	44,6	----	2	4,10 - 4,20	14	45,3	----	5
1,50 - 1,60	14	52,1	----	2	4,20 - 4,30	16	51,8	----	5
1,60 - 1,70	13	48,3	----	2	4,30 - 4,40	21	68,0	----	5
1,70 - 1,80	13	48,3	----	2	4,40 - 4,50	23	74,5	----	5
1,80 - 1,90	14	49,6	----	3	4,50 - 4,60	26	84,2	----	5
1,90 - 2,00	17	60,2	----	3	4,60 - 4,70	25	80,9	----	5
2,00 - 2,10	19	67,3	----	3	4,70 - 4,80	25	80,9	----	5
2,10 - 2,20	17	60,2	----	3	4,80 - 4,90	26	80,7	----	6
2,20 - 2,30	17	60,2	----	3	4,90 - 5,00	25	77,6	----	6
2,30 - 2,40	16	56,7	----	3	5,00 - 5,10	27	83,8	----	6
2,40 - 2,50	18	63,8	----	3	5,10 - 5,20	26	80,7	----	6
2,50 - 2,60	21	74,4	----	3	5,20 - 5,30	24	74,5	----	6
2,60 - 2,70	18	63,8	----	3	5,30 - 5,40	24	74,5	----	6

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DM-30 (60°)**

- M (massa battente)= **30,00 kg** - H (altezza caduta)= **0,20 m** - A (area punta)= **10,00 cm²** - D(diam. punta)= **35,70 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(10) [$\delta = 10$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 2

- committente : Trovati srl
- lavoro : Geotecnica
- località : Fontignano
- note :

- data : 11/04/2016
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,10	2	7,8	----	1	2,90 - 3,00	17	57,5	----	4
0,10 - 0,20	2	7,8	----	1	3,00 - 3,10	17	57,5	----	4
0,20 - 0,30	1	3,9	----	1	3,10 - 3,20	17	57,5	----	4
0,30 - 0,40	1	3,9	----	1	3,20 - 3,30	16	54,1	----	4
0,40 - 0,50	1	3,9	----	1	3,30 - 3,40	17	57,5	----	4
0,50 - 0,60	1	3,9	----	1	3,40 - 3,50	18	60,9	----	4
0,60 - 0,70	1	3,9	----	1	3,50 - 3,60	19	64,3	----	4
0,70 - 0,80	5	19,6	----	1	3,60 - 3,70	18	60,9	----	4
0,80 - 0,90	6	22,3	----	2	3,70 - 3,80	16	54,1	----	4
0,90 - 1,00	9	33,5	----	2	3,80 - 3,90	16	51,8	----	5
1,00 - 1,10	10	37,2	----	2	3,90 - 4,00	16	51,8	----	5
1,10 - 1,20	9	33,5	----	2	4,00 - 4,10	16	51,8	----	5
1,20 - 1,30	9	33,5	----	2	4,10 - 4,20	16	51,8	----	5
1,30 - 1,40	10	37,2	----	2	4,20 - 4,30	16	51,8	----	5
1,40 - 1,50	9	33,5	----	2	4,30 - 4,40	17	55,0	----	5
1,50 - 1,60	8	29,8	----	2	4,40 - 4,50	16	51,8	----	5
1,60 - 1,70	9	33,5	----	2	4,50 - 4,60	16	51,8	----	5
1,70 - 1,80	9	33,5	----	2	4,60 - 4,70	14	45,3	----	5
1,80 - 1,90	9	31,9	----	3	4,70 - 4,80	14	45,3	----	5
1,90 - 2,00	8	28,3	----	3	4,80 - 4,90	15	46,6	----	6
2,00 - 2,10	7	24,8	----	3	4,90 - 5,00	14	43,4	----	6
2,10 - 2,20	9	31,9	----	3	5,00 - 5,10	14	43,4	----	6
2,20 - 2,30	9	31,9	----	3	5,10 - 5,20	14	43,4	----	6
2,30 - 2,40	10	35,4	----	3	5,20 - 5,30	26	80,7	----	6
2,40 - 2,50	13	46,1	----	3	5,30 - 5,40	24	74,5	----	6
2,50 - 2,60	15	53,1	----	3	5,40 - 5,50	24	74,5	----	6
2,60 - 2,70	16	56,7	----	3	5,50 - 5,60	26	80,7	----	6
2,70 - 2,80	16	56,7	----	3	5,60 - 5,70	28	86,9	----	6
2,80 - 2,90	16	54,1	----	4	5,70 - 5,80	28	86,9	----	6

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DM-30 (60°)**

- M (massa battente)= **30,00 kg** - H (altezza caduta)= **0,20 m** - A (area punta)= **10,00 cm²** - D(diam. punta)= **35,70 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(**10**) [δ = 10 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

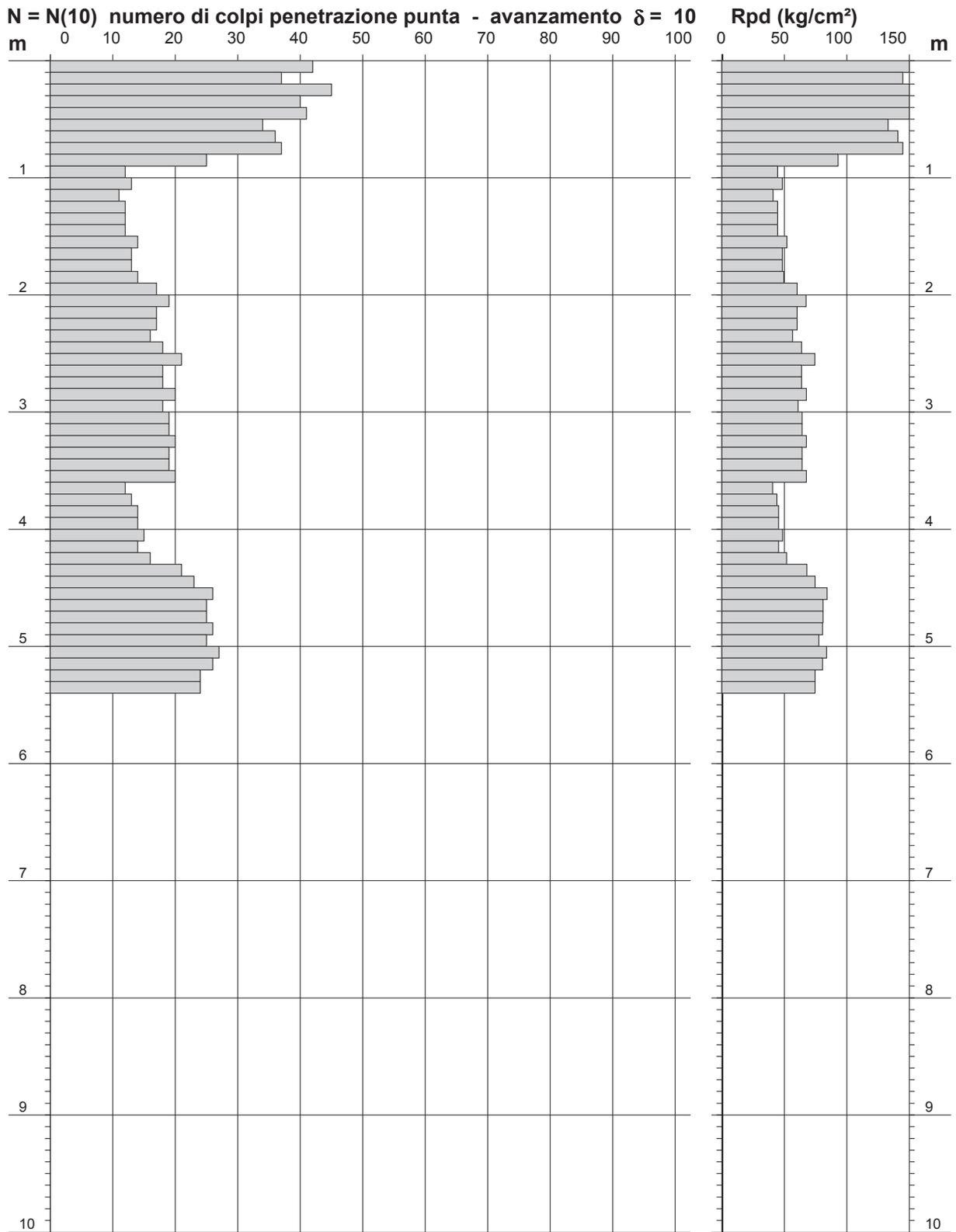
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
 DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 1

Scala 1: 50

- committente : Trovati srl
 - lavoro : Geotecnica
 - località : Fontignano
 - note :

- data : 29/02/2016
 - quota inizio : piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1



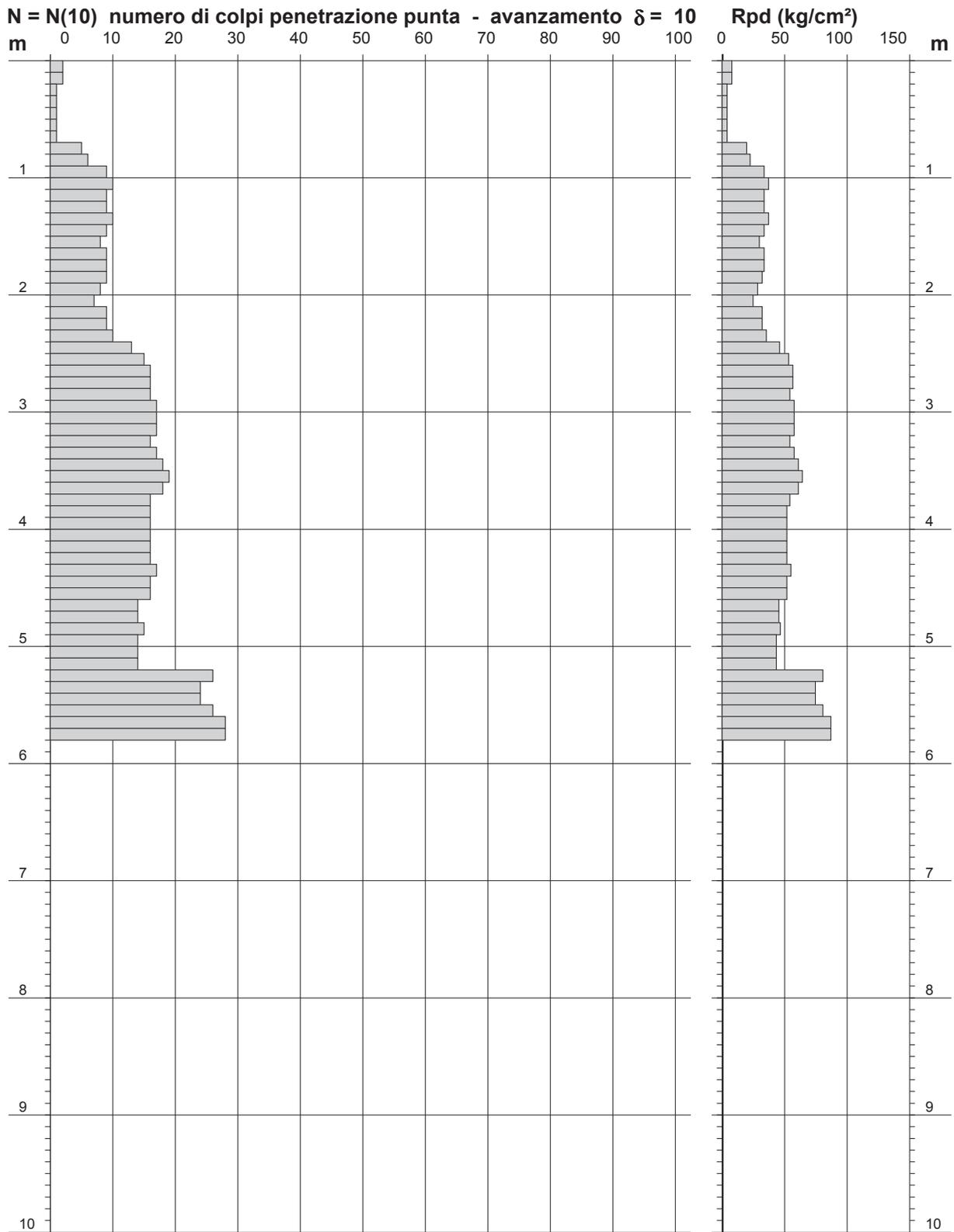
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
 DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

DIN 2

Scala 1: 50

- committente : Trovati srl
 - lavoro : Geotecnica
 - località : Fontignano
 - note :

- data : 11/04/2016
 - quota inizio : piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
 DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

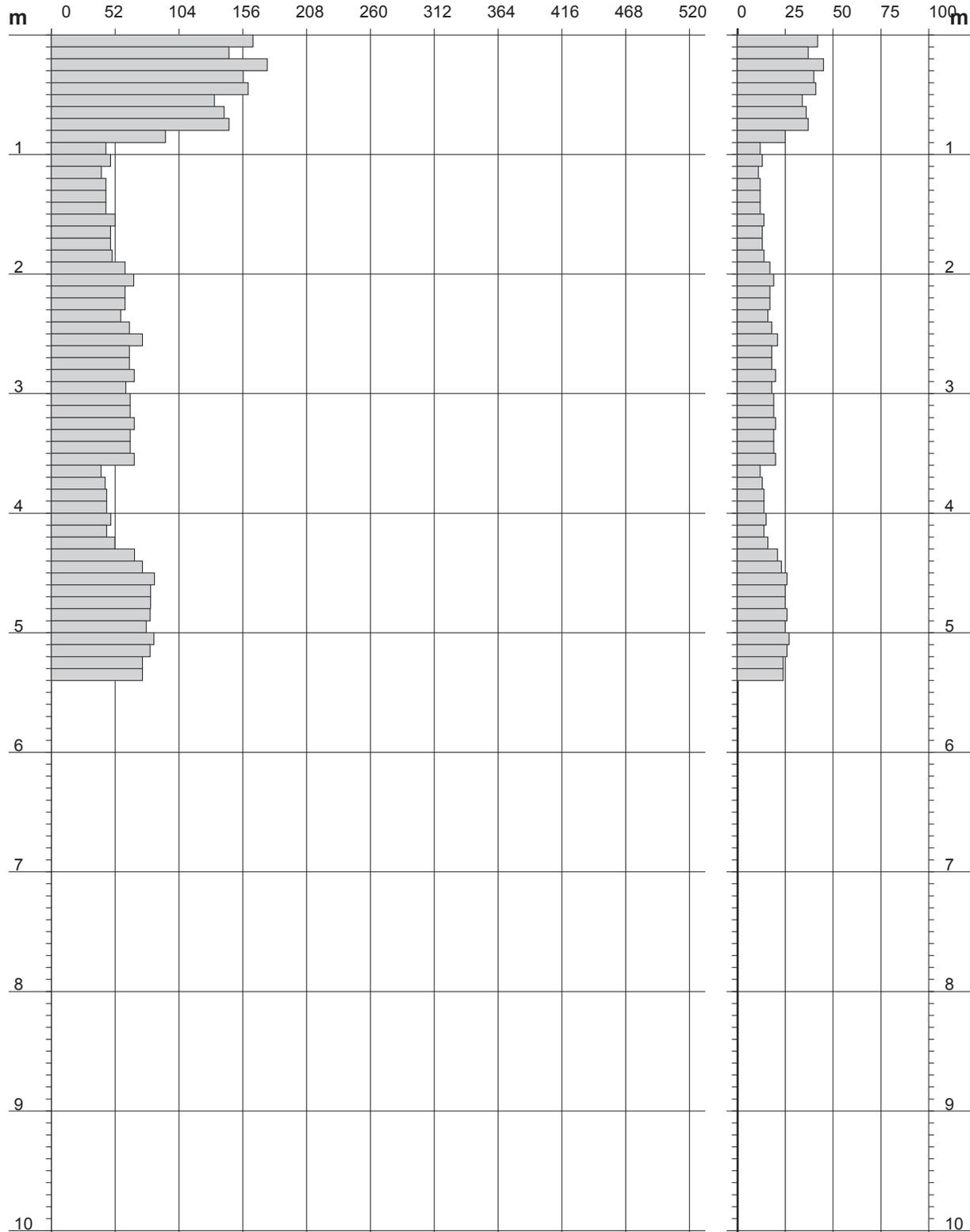
DIN 1
 Scala 1: 50

- committente : Trovati srl
 - lavoro : Geotecnica
 - località : Fontignano

- data : 29/02/2016
 - quota inizio : piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"

N = N(10) n°colpi $\delta = 10$



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

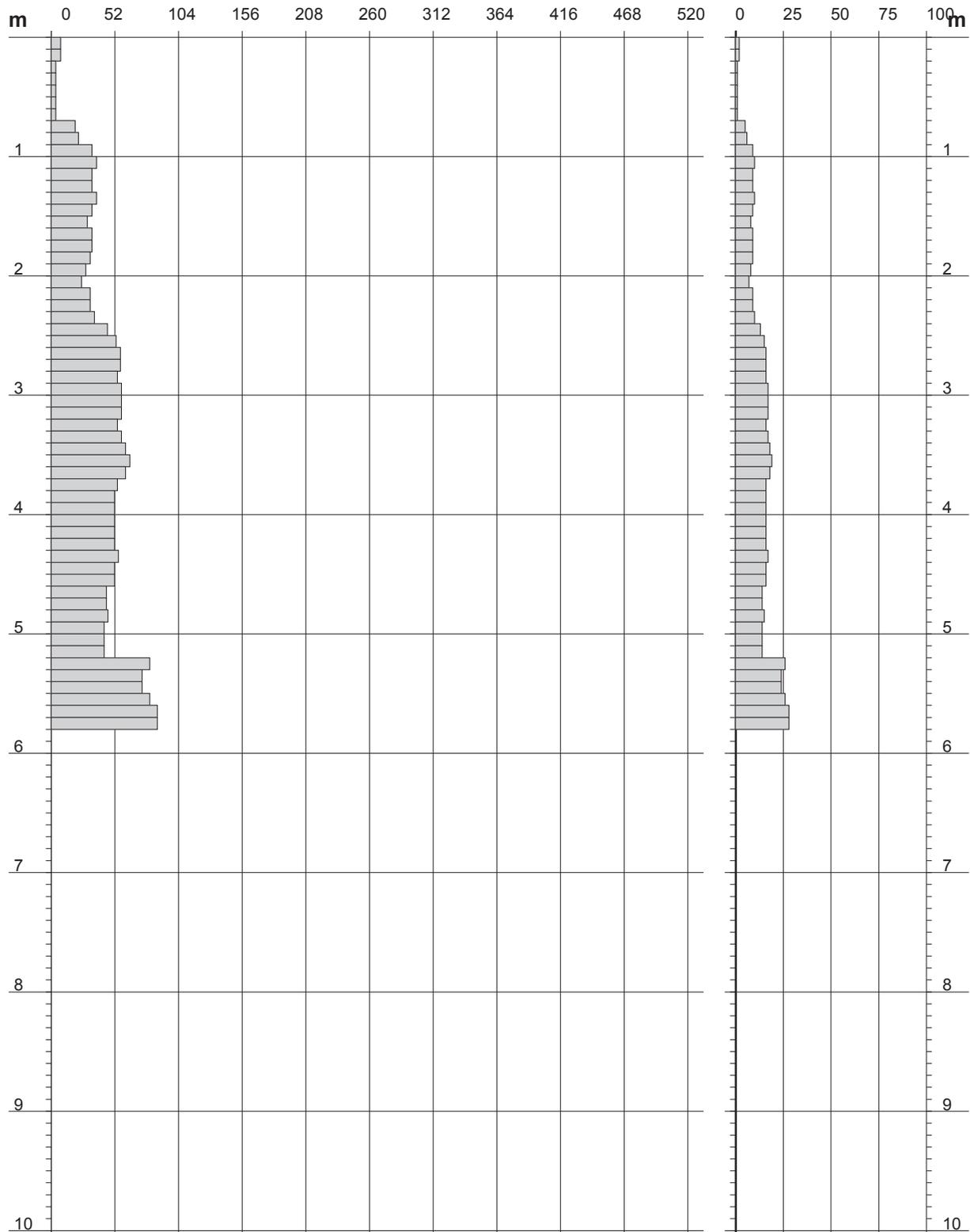
DIN 2
Scala 1: 50

- committente : Trovati srl
- lavoro : Geotecnica
- località : Fontignano

- data : 11/04/2016
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"

N = N(10) n° colpi $\delta = 10$



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**

DIN 1

- committente : Trovati srl
- lavoro : Geotecnica
- località : Fontignano
- note :
- data : 29/02/2016
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 0,90	N	37,4	25	45	31,2	5,8	31,7	43,2	37	0,77	28
		Rpd	146,0	93	176	119,5	23,9	122,1	169,9			
2	0,90 1,90	N	12,6	11	14	11,8	1,0	11,6	13,6	13	0,77	10
		Rpd	46,6	41	52	43,8	3,3	43,3	49,9			
3	1,90 3,60	N	18,5	16	21	17,3	1,3	17,2	19,9	18	0,77	14
		Rpd	64,2	57	74	60,5	4,1	60,1	68,3			
4	3,60 4,40	N	14,9	12	21	13,4	2,7	12,1	17,6	15	0,77	11
		Rpd	48,6	41	68	44,6	8,5	40,1	57,1			
5	4,40 5,40	N	25,1	23	27	24,1	1,2	23,9	26,3	25	0,77	19
		Rpd	79,2	75	84	76,8	3,7	75,5	83,0			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 10$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 0,77$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 10$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 0.90		28	62.0	35.4	407	2.04	1.67	1.75	2.12	19	0.522
2	0.90 1.90		10	35.0	30.0	268	1.93	1.50	0.63	1.90	33	0.892
3	1.90 3.60		14	41.0	31.2	299	1.96	1.53	0.88	1.95	30	0.795
4	3.60 4.40		11	36.5	30.3	276	1.94	1.51	0.69	1.91	32	0.867
5	4.40 5.40		19	48.5	32.7	338	1.98	1.58	1.19	2.01	26	0.687

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrit o efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**

DIN 2

- committente : Trovati srl
- lavoro : Geotecnica
- località : Fontignano
- note :
- data : 11/04/2016
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 0,90	N	2,2	1	6	1,6	1,9	----	4,1	2	0,77	2
		Rpd	8,6	4	22	6,2	7,2	1,3	15,8			
2	0,90 2,40	N	8,9	7	10	8,0	----	8,1	9,7	9	0,77	7
		Rpd	32,6	25	37	28,7	3,2	29,4	35,8			
3	2,40 4,60	N	16,4	13	19	14,7	1,2	15,2	17,5	16	0,77	12
		Rpd	54,9	46	64	50,5	4,0	50,9	59,0			
4	4,60 5,20	N	14,2	14	15	14,1	----	13,8	14,6	14	0,77	11
		Rpd	44,6	43	47	44,0	1,3	43,3	45,9			
5	5,20 5,80	N	26,0	24	28	25,0	1,8	24,2	27,8	26	0,77	20
		Rpd	80,7	75	87	77,6	5,6	75,1	86,2			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 10$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 0,77$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 10$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

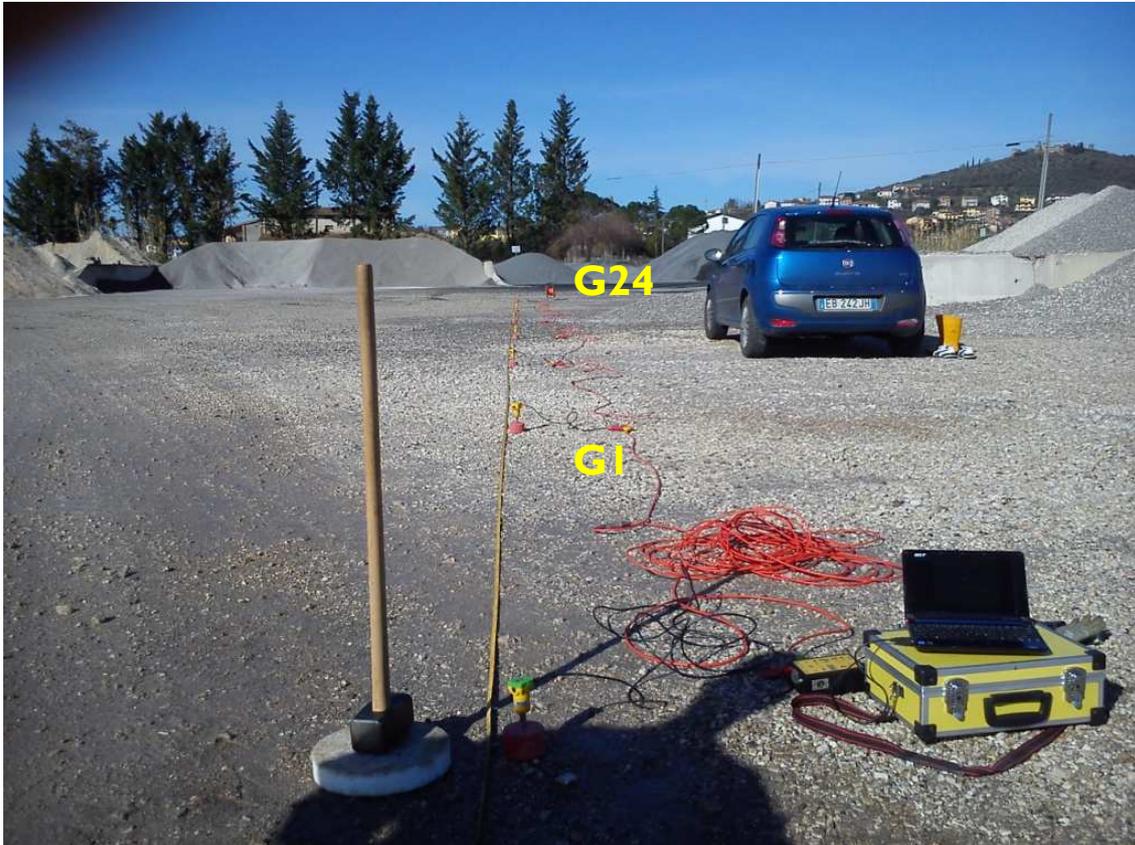
n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 0.90		2	7.5	26.8	207	1.85	1.36	0.13	1.75	47	1.267
2	0.90 2.40		7	25.0	28.8	245	1.90	1.45	0.44	1.86	36	0.972
3	2.40 4.60		12	38.0	30.6	284	1.94	1.52	0.75	1.92	31	0.842
4	4.60 5.20		11	36.5	30.3	276	1.94	1.51	0.69	1.91	32	0.867
5	5.20 5.80		20	50.0	33.0	346	1.99	1.59	1.25	2.02	25	0.667

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrit o efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

RISULTATI DELLE INDAGINI MASW

Certificati d'acquisizione ed interpretazione dati



Località:	Fontignano (Comune di Perugia)
Committente:	Dott. Geol. Peruzzi Christian
Data:	marzo 2016

Easy MASW

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

INDAGINE SISMICA DI TIPO MASW

GENERALITÀ DEL METODO

La prova MASW permette di determinare in modo dettagliato l'andamento della velocità delle onde sismiche di taglio (o onde S) in funzione della profondità, attraverso lo studio della propagazione delle onde superficiali di Rayleigh ed in particolare attraverso la conversione della curva velocità di fase-periodo di tali onde (denominata curva di dispersione).

Le onde di Rayleigh costituiscono un particolare tipo di onde superficiali che si propagano sulla superficie libera di un corpo isotropo ed omogeneo ed hanno origine dell'interferenza tra le onde di compressione (P) e quelle di taglio verticali (S_v). In un mezzo stratificato tali onde sono di tipo dispersivo e vengono denominate pseudo-Rayleigh.

La dispersione è la deformazione di un treno d'onde dovuta ad una variazione di velocità con la frequenza. Le componenti a frequenza minore penetrano più in profondità rispetto a quelle con frequenza maggiore e presentano normalmente velocità di fase più elevate.

La presente indagine è stata eseguita con il metodo attivo utilizzando la strumentazione classica per la sismica a rifrazione con onde P. Le onde superficiali sono state generate attraverso una sorgente impulsiva (mazza) disposta a piano campagna e registrate tramite uno stendimento lineare composto da 24 geofoni con una certa frequenza di risonanza posti a breve distanza intergeofonica. Questo tipo di analisi produce dunque uno spettro di potenza rappresentato in un grafico f-V nel quale è possibile individuare visivamente le onde di Rayleigh sulla base del carattere dispersivo, della coerenza di fase e della potenza significativa. Successivamente si costruisce una sequenza di strati caratterizzati da spessore e velocità tali che la curva di dispersione calcolata per il suddetto modello si avvicini il più possibile a quella misurata nel grafico f-V. Il grado di corrispondenza fra la curva di dispersione misurata e quella calcolata è espresso dall'errore (Misfit Value). Il modello sismo stratigrafico che si ottiene è mediato su tutto il volume di sottosuolo posto al di sotto dello stendimento di acquisizione.

ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI

Unità di acquisizione: Sara Electronic Instruments 24 canali – 24 bit

Sensori: GSI ID 4.5 Hz distanziati di 2 m

Energizzazione: Mazza da 8 kg su piastra metallica – offset 2 m

Campionamento: Lunghezza 2 s – Frequenza 1000 Hz – Periodo 1 mS

Programma di elaborazione: Geopsy, Dinver

SISMOGRAMMA (lunghezza totale stendimento 48 m)

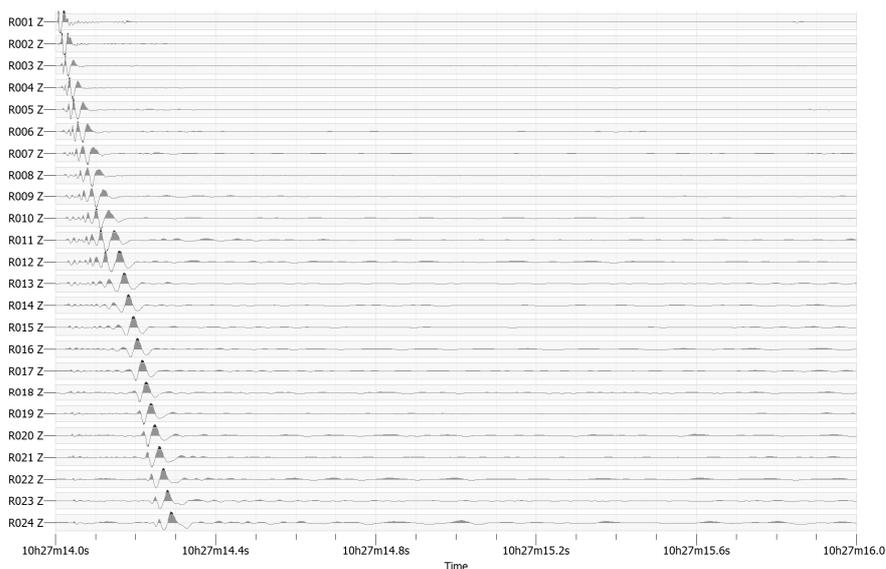
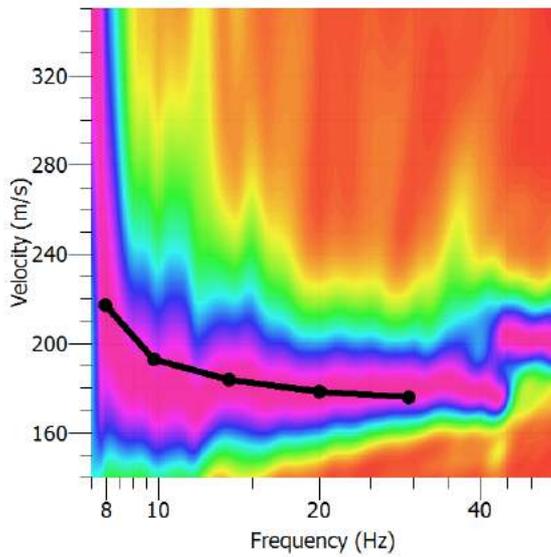
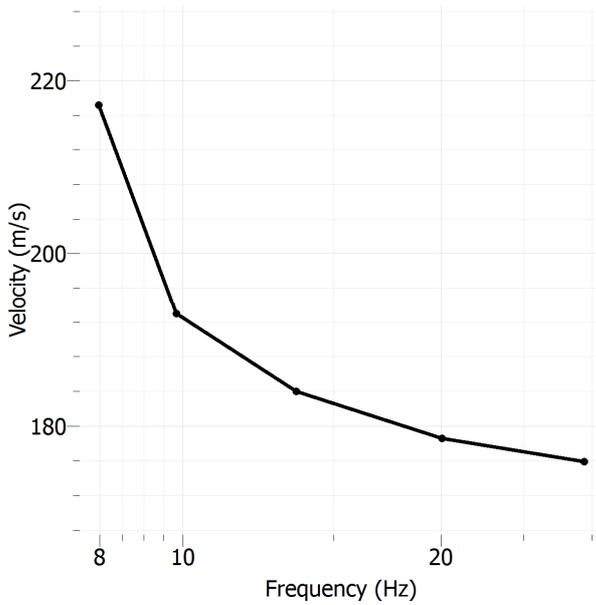


DIAGRAMMA f/V E CURVA DI DISPERSIONE "FITTATA"

INDAGINE SISMICA DI TIPO MASW



CURVA DI DISPERSIONE MISURATA E CALCOLATA



MISFIT VALUE

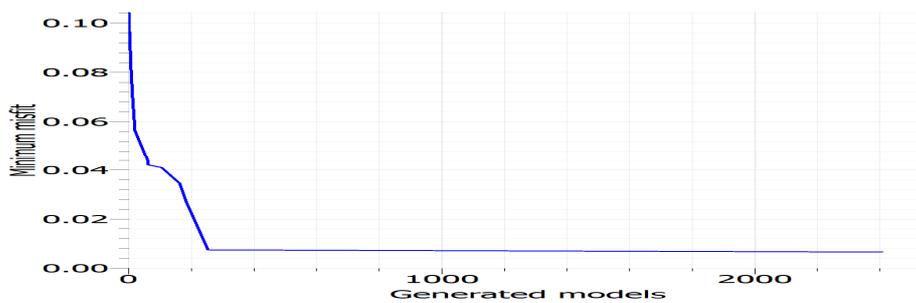


DIAGRAMMA GRAFICO DI VELOCITA' V_s

INDAGINE SISMICA DI TIPO MASW

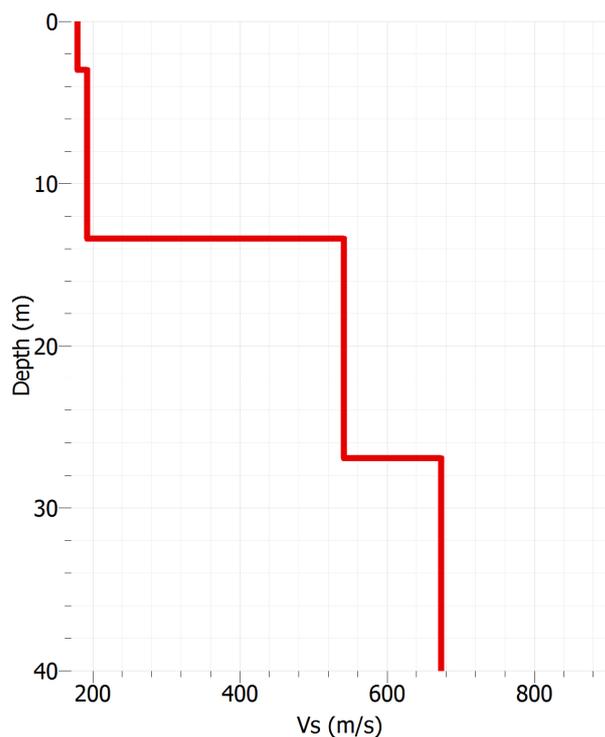


DIAGRAMMA NUMERICO DI VELOCITA' V_s

Strato	Spessore (m)	Velocità V_s (m/s)
1	3	180
2	10,4	195
3	13,6	542
4	3	673
$V_{s,30} = 301,36$ m/s		

Perugia, marzo 2016

Il tecnico
Dott. Geol. Peruzzi Christian



VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

(da prove dinamiche SPT)

Metodo semplificato

Metodo di Seed e Idris (1982)

PARAMETRI:	
γ	= 1,95 g/cm ³
σ _{vo}	= 1,95 kg/cm ²
σ _{vo'}	= 1,65 kg/cm ²
profondità della prova	= 1000 cm
N _{SPT}	= 7
profondità falda	= 700 cm
γ H ₂ O	= 1 g/cm ³
Pressione neutra	= 0,300 kg/cm ²
z	= 10 m

R=	Resistenza al taglio mobilitata
T=	Sforzo di taglio indotto dal sisma
d ₅₀ =	Diametro della curva granulometrica corrispondente al passante al 50%

FORMULE:		RISULTATI:	
Na	= (N _{SPT} *1,7/(σ _{vo} +0,7))+N _f	=	12,56382979 Na

N_f = 7,5

R	= Na/90	=	0,139598109 R
---	---------	---	---------------

T	= 0,65*((a _{max} /g)*(σ _{vo} /σ _{vo'}))*r _d	=	0,101207955 T
a _{max} /g	= 0,155		
r _d	= 0,85		

1,3	≤ Fs=R/T	=	1,379319534 Verificato F's
-----	----------	---	----------------------------

"Software Freeware distribuito da geologi.it"
 Studio Geologico Dott. Sebastiano Giovanni Monaco
 Via Torrente Trapani n. 13 - MESSINA (ME) - 98121 -
 E mail: sg.monaco@libero.it - Tel: 3394103820