

PROGETTISTA GENERALE DELL'OPERA: ARCH. UMBERTO MINUTA OA AG N°1044
studio di architettura via Caboto n.15 37138 VERONA Tel 349.2601447 - 045.8035146

PROGETTAZIONE PRELIMINARE

Regione: LOMBARDIA

Provincia: MANTOVA

n° della commessa

Comune: CANNETO S.OGLIO

disegnato da

controllato da

committente e generalità

Sede in Piazza Matteotti Canneto s/oglio (MN)

SCALA DEGLI ELABORATI

Committente: AMMINISTRAZ. COMUNALE

C.F.:

P.IVA.:

Descrizione estesa del progetto

INTERVENTO DI DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE
SCUOLE ELEMENTARI COMUNALI

data emissione del documento

Dic. 2013

serie e numero tavola

Allegato

C

descrizione dei contenuti della tavola

RELAZIONE GEOLOGICA
RELAZIONE GEOTECNICA

COMUNE DI CANNETO SULL'OGLIO
PROVINCIA DI MANTOVA

**INDAGINE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER
INTERVENTO DI DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE
SCUOLE ELEMENTARI COMUNALI**

RELAZIONE GEOLOGICA

RELAZIONE GEOTECNICA

COMMITTENTE

Amm. Comunale
Piazza Matteotti n. 1
46013 Canneto S/O

TECNICO

Dott. Geol. G. Novellini
Via Cav. Vitt. Veneto n. 4
46010 Redonesco (MN)

Dicembre 2012



**STUDIO
GEOLOGICO**

DOTT. GEOLOGO NOVELLINI GIOVANNI

Via Cav. Vitt. Veneto n. 4 46010 Redonesco
Tel. e Fax 0376 - 954182 Cell. 339 - 5300718
e. mail: giovanni.novellini@studiodidrogeologico.191.it
Partita I.V.A. 02055040204 Cod Fisc. NVL GNN 38A25 H218R

INDAGINE GEOLOGICA PER INTERVENTO DI DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE SCUOLE ELEMENTARI COMUNALI

RELAZIONE GEOLOGICA RELAZIONE GEOTECNICA

INDICE

1	Premessa	pag. 3
2	RELAZIONE GEOLOGICA	pag. 4
2.1	Inquadramento cartografico e geografico	pag. 4
2.2	Inquadramento geologico e geomorfologico	pag. 6
2.3	Inquadramento idrogeologico	pag. 7
2.4	Vincoli esistenti	pag. 8
2.5	Pericolosità geologica	pag. 9
2.6	Modello geologico del sito	pag. 9
2.7	Adeguamento dello studio geologico alla componente sismica	pag. 9
2.8	Classe di fattibilità e norme geologiche del PGT	pag. 10
3	INDAGINI IN SITO	pag. 10
3.1	Prove geofisiche	pag. 11
3.2	Prove penetrometriche statiche	pag. 13
3.3	Litologia profonda e parametri geotecnici	pag. 14
3.4	Profondità dell'acqua sotterranea	pag. 15
4	RELAZIONE GEOTECNICA	pag. 16
5	Valutazione dell'azione sismica di progetto	pag. 16
5.1	Sismicità storica	pag. 16
5.2	Nuova classificazione sismica del territorio	pag. 16
5.3	Calcolo dell'azione sismica	pag. 17
5.4	Valutazione della suscettibilità alla liquefazione	pag. 20
5.5	Calcolo dei valori caratteristici e di progetto dei param. geotecnici	pag. 21
6	Indicazioni progettuali	pag. 22
6.1	Calcolo del carico limite per fondazioni superficiali	pag. 22
6.2	Calcolo dei cedimenti teorici assoluti	pag. 25
7	Conclusioni	pag. 26

ALLEGATI

- ALLEGATO 1 – CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA**
- ALLEGATO 2 – CARTA IDROGEOLOGICA**
- ALLEGATO 3 – CARTA DELLA VULNERABILITÀ**
- ALLEGATO 4 – ELABORATI PROVA GEOFISICA**
- ALLEGATO 5 – ELABORATI PENETROMETRICI**
- ALLEGATO 6 – PARAMETRI GEOFISICI**
- ALLEGATO 7 – TABELLE RISCHIO LIQUEFAZIONE**
- ALLEGATO 8 – TABELLE CEDIMENTI DELLE FONDAZIONI**

1) PREMESSA

Su incarico della Amministrazione comunale di Canneto è stata eseguita un'indagine geologica e geotecnica sui terreni di fondazione per la realizzazione della nuova Scuola Primaria del capoluogo ubicata in Via Dante Alighieri.

Secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni del D.M. 14 gennaio 2008, il progetto per la realizzazione del nuovo fabbricato, comprende la "Relazione Geologica", l'illustrazione delle "Indagini in sito" e la "Relazione geotecnica".

La relazione geologica, redatta secondo quanto contenuto nelle NTC al § 6.2.1 e nella Circolare applicativa del 2 febbraio 2009 n.617/2009, al § C.6.2.1, illustra i lineamenti geomorfologici, stratigrafici, litologici, idrografici, idrogeologici e idraulici locali e la pericolosità geologica del territorio esaminato.

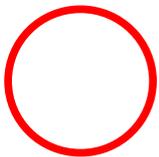
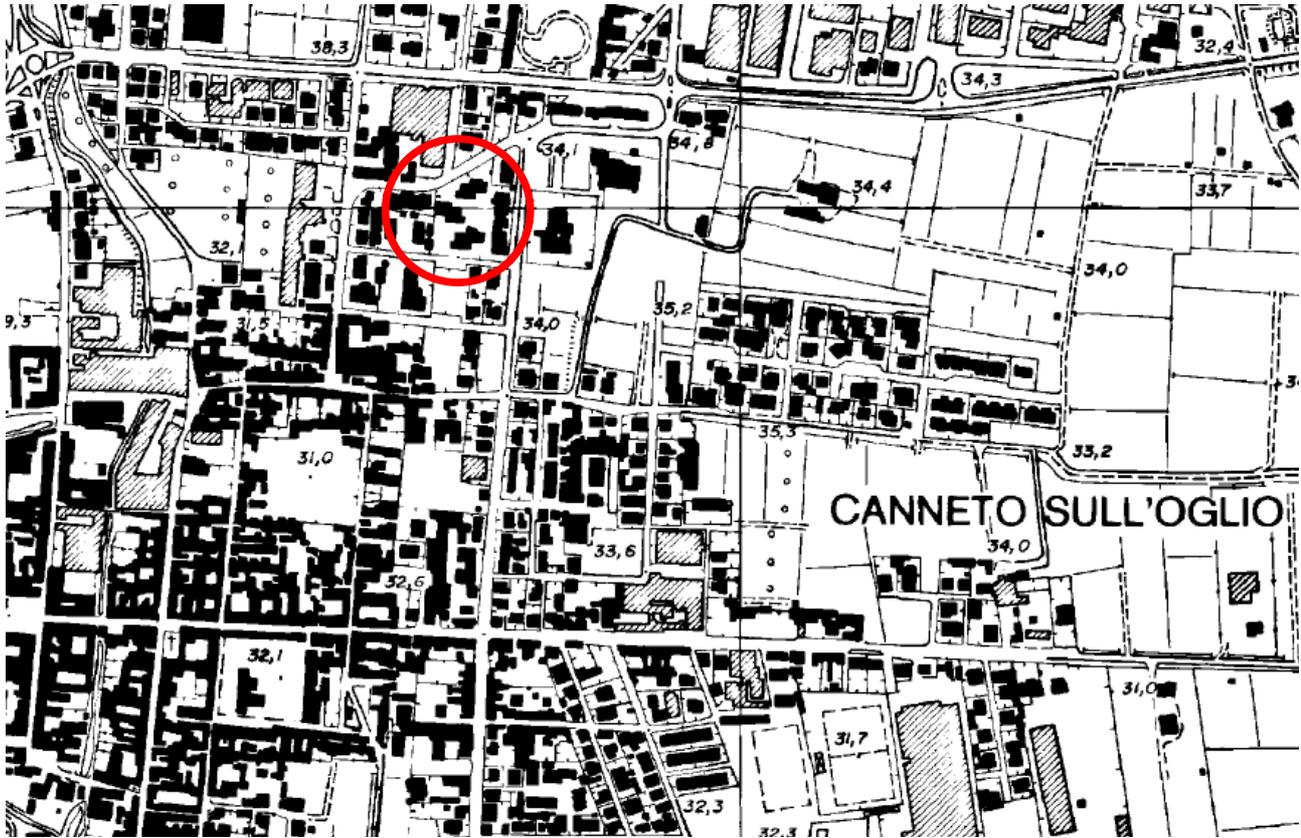
Le indagini in sito, effettuate in funzione del tipo di costruzione, interessano il volume significativo dei terreni interessati dall'opera e permettono la valutazione dei parametri geotecnici e geofisici dei terreni indagati. Trattandosi di una costruzione con funzione pubblica, ricadente nella "Classe III" (2.4.2 e C2.4.2 Classi d'uso delle NTC), sono state effettuate sia le indagini geotecniche che quelle sismiche.

Nella programmazione delle indagini si è tenuto conto anche dello Studio geologico relativo al PRGC e delle "Norme geologiche di piano" contenute nell'aggiornamento dello studio geologico alla componente Sismica, ai sensi della D.G.R. 22.12.2005 n. 8/1566 e successive modifiche e integrazioni.

La Relazione geotecnica contiene la caratterizzazione geotecnica del "volume significativo" del terreno, la identificazione dei parametri geotecnici appropriati ai fini progettuali, la determinazione dei valori caratteristici e di progetto dei parametri geotecnici da utilizzare per le verifiche nei confronti degli stati limite. Inoltre è stata valutata la suscettibilità dei terreni di fondazione alla liquefazione.

Per quanto riguarda il comportamento dei terreni di fondazione sotto l'azione sismica, è stata determinata la categoria di sottosuolo dei terreni e valutati i parametri sismici del sito.

b) Carta Tecnica Regionale scala 1:10.000 - SEZIONE N° D7d4 CANNETO SULL'OGLIO



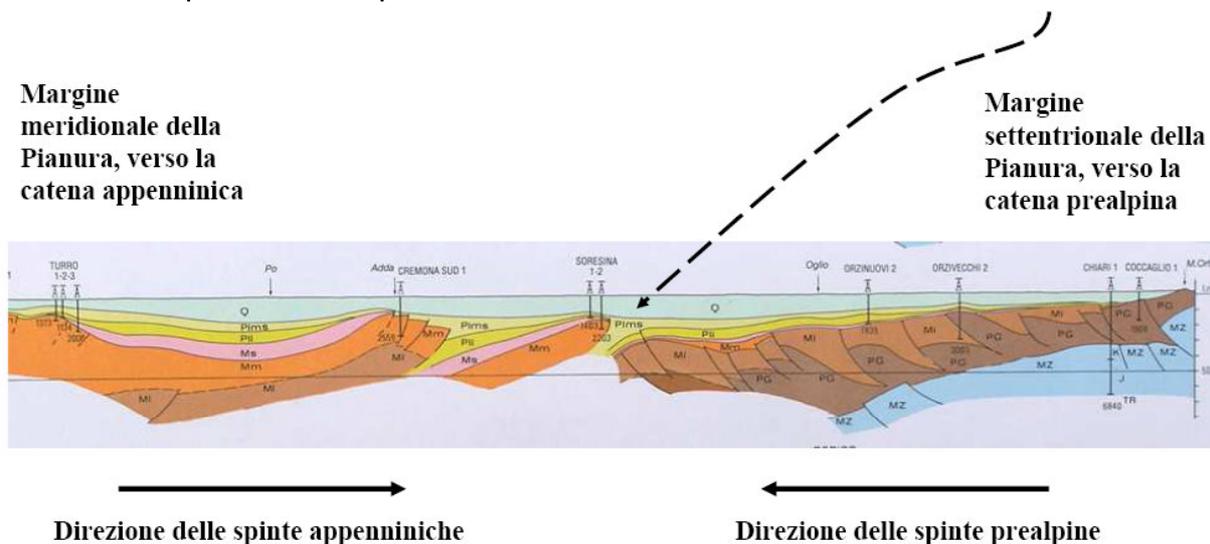
AREA DI INTERVENTO

Gli attuali edifici scolastici oggetto dell'intervento si trovano nel centro abitato di Canneto, in fregio alla Via Dante Alighieri. In particolare è previsto la demolizione dei Padiglioni n. 1 e n. 2. che verrà sostituito da un nuovo edificio

2.2) INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Il territorio in esame appartiene alla pianura padana, posto a confine tra le placche tettoniche euroasiatica e africana che, a partire dal Cretaceo Superiore, entrarono in collisione formando le catene alpina ed appenninica.

Lo scontro tra la placca europea e quella africana ha determinato le strutture tettoniche sepolte delle Alpi e degli Appennini che si affrontano a breve distanza ricoperte da spessi depositi sub orizzontali pliocenici e quaternari. Le strutture tettoniche più esterne dell'Appennino settentrionale, sepolte da una spessa coltre di sedimenti clastici che hanno colmato l'intera pianura padana, sono costituite da sistemi di pieghe e faglie ancora attive, responsabili degli eventi sismici del passato e di quelli recenti del 2012.



La ricostruzione geologica complessiva, (Tettonica, litologia, stratigrafia, cronologia, idrogeologia, geomorfologia) hanno fatto notevoli progressi grazie alle perforazioni dell'AGIP per la ricerca di idrocarburi, agli studi effettuati da ENEL per la localizzazione di centrali elettronucleari, agli studi effettuati dalla Regione Lombardia sugli acquiferi padani ed infine agli studi geologici per la pianificazione comunale.

Le perforazioni profonde dell'AGIP (pozzi di Piacenza) hanno accertato nel Mesozoico la presenza di un ambiente marino tropico-equatoriale che ha permesso la formazione di dolomie e calcari dolomitici e la deposizione di calcari, calcari selciferi e marne.

I pozzi dell'AGIP più vicini all'area sono quelli dell'anticlinale di Piacenza, dove la successione litologico-stratigrafica viene così riassunta:

- da m 0,00 a m 450-500
Quaternario continentale. Ghiaie e sabbie più o meno argillose
- da m 450-500 a m 1.600
Quaternario marino. Grosse bancate di sabbia con intercalazioni argillose.
- da m 1.600 a m 3.500
Pliocene. Sabbie e argille

La base del Pliocene con sabbie e argille giace a circa 3.500 – 4.000 metri di profondità, spesso in discordanza su depositi calcarei e calcareo-dolomitici caratteristici di un ambiente marino tropico-equatoriale del Mesozoico. La base del Quaternario si trova a circa 1.500 - 1600 metri di profondità. I depositi del Quaternario, suddivisi in depositi marini, depositi di transizione

e continentali, testimoniano regressioni progressive del mare padano da Ovest verso Est e dai margini alpino ed appenninico verso l'asse padano.

A partire dal Pliocene il bacino padano è interessato dal fenomeno della subsidenza che consente l'accumulo di enormi spessori di detriti derivanti dallo smantellamento delle Alpi e degli Appennini, prima in ambiente marino e successivamente in ambiente continentale, fino alla colmata definitiva. Durante il Quaternario i depositi marini testimoniano la presenza del mare e le sue progressive regressioni da Ovest verso Est e dai margini alpino ed appenninico verso l'asse padano. Il passaggio dal Quaternario marino a quello continentale è annunciato da episodi salmastri e continentali che divengono sempre più frequenti verso l'alto, fino alla colmata definitiva del golfo padano. Nei sondaggi dell'ENEL e della Regione Lombardia l'ultima ingressione marina si trova a profondità assai diverse dal piano campagna e viene fatta risalire al Pleistocene Medio, nel Milazziano: sondaggio ENEL SL S1 San Benedetto: - 370m circa dal p.c.; sondaggi Regione Lombardia: RL 1 Ghedi: - 94,4 m dal p.c.; RL 2 Pianengo: 143, 1 m dal p.c..

Il passaggio dall'ambiente prettamente marino a quello continentale, con l'emersione generalizzata della Pianura Padana, è evidenziato anche dall'interfaccia tra le acque salate e le acque dolci che, nella zona di Canneto, si rinviene a 500 - 600 metri di profondità in depositi di transizione o marini, originariamente saturi di acque salmastre o salate.

All'inizio del Pleistocene i depositi quaternari risentono dei profondi cambiamenti climatici, le glaciazioni, che interessarono l'emisfero boreale negli ultimi due milioni di anni circa della sua storia. Nella provincia alpina le glaciazioni lasciarono un'impronta evidente sul territorio nelle sue varie componenti fisiche e biologiche. L'alternarsi delle fasi glaciali e interglaciali con l'avanzamento e il ritiro del ghiacciaio gardesano, provocarono l'erosione, il trasporto e la deposizione di materiali litoidi sotto forma di depositi morenici, di depositi fluvioglaciali e fluviali. Con la fine dell'ultima glaciazione (Wurm), si depositarono all'esterno delle cerchie moreniche i depositi fluvioglaciali del Pleistocene Superiore che costituiscono il "livello fondamentale della pianura". A questo corpo sedimentario è attribuita un'età pleniglaciale-tardiglaciale (Pleistocene Superiore: da 45.000 anni B.P. a 8.300 anni a. C.).

Nell'Olocene infine i corsi d'acqua hanno eroso e terrazzato i depositi precedenti formando le valli attuali dell'Oglio e del Chiese alluvionate dai depositi olocenici recenti e attuali.

L'area del nuovo intervento appartiene ai depositi fluvioglaciali del livello fondamentale della pianura terrazzati dall'Oglio e dal Chiese che confluiscono a Sud dell'abitato di Canneto con le loro valli fortemente ribassate ad andamento meandriforme. La litologia di superficie è costituita da sabbie e sabbie limose. In allegato viene presentato uno stralcio della carta Geologica e Geomorfologica del PRG (ALLEGATO 1 – CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA).

Ad Ovest dell'area di indagine, ad una distanza di circa 250 metri, la piana fluvioglaciale tra l'Oglio e il Chiese è interessata dal corso del Naviglio che raccordandosi con il livello di base dell'Oglio, ha formato una vallecchia stretta e profonda fino al suo sbocco in Oglio.

Per quanto riguarda la litologia profonda, le indagini pregresse (pozzi, prove penetrometriche e sondaggi) hanno evidenziato la presenza di depositi fluvioglaciali costituiti nei primi 10 metri di profondità da sabbie con ghiaietto, sabbie e sabbie limose. Seguono, fino ad almeno 60 metri di profondità, depositi prevalentemente argillosi e limosi con lenti sabbiose e livelli sottili di sostanze organiche.

2.3) INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Per quanto riguarda l'assetto idrogeologico di contorno dell'area in esame, si fa riferimento in particolare allo Studio della Regione Lombardia "Geologia degli Acquiferi Padani della Regione

Lombardia” del 2002, allo studio geologico per il PRG, nonché ad indagini idrogeologiche locali. Nella zona di Canneto sono stati riconosciuti due Gruppi Acquiferi: Gruppo A, Gruppo B.

Il **Gruppo Acquifero A**, con età compresa tra 450.000 anni e il presente, è formata dai depositi dell'Olocene, del Pleistocene Superiore e parte del Pleistocene Medio. Questa unità litostratigrafica ha localmente uno spessore di 150 – 200 metri.

Il **Gruppo Acquifero B**, con età compresa tra 450.000 e 650.000 anni dal presente, è formato da una parte dei depositi Pleistocene Medio. Il suo livello basale si trova localmente ad una profondità di circa 500-600 metri dal piano campagna.

Il limite di separazione tra le acque dolci e quelle salate si trova ad una profondità di circa 350 - 450 metri dal piano campagna.

Mentre i Gruppi Acquiferi sono separati da barriere di permeabilità a grande estensione, all'interno di ciascun gruppo sono presenti livelli di bassa permeabilità che individuano localmente vari orizzonti acquiferi. Per quanto riguarda gli orizzonti acquiferi spesso sono tra di loro interconnessi fino ad almeno 90 metri di profondità, oltre la quale la risorsa idrica viene considerata “qualificata” dalla Provincia di Mantova, ai sensi dell'Art. 2, lettere h) e aa) del Regolamento Regionale 24 marzo 2006 n. 2.

Dalle stratigrafie dei pozzi per acqua, presenti fino a circa 200 metri di profondità, è stato possibile ricostruire la seguente situazione idrogeologica:

- fino a 90 - 100 metri di profondità sono presenti vari orizzonti acquiferi;
- da 90 – 100 fino a 170 metri sono presenti sequenze di strati alternativamente argillosi (con torba) e sabbiosi fini;
- da 170 a 190 metri di profondità si rinviene un livello di sabbie, talora con presenza di ghiaietto;
- seguono, infine, depositi argilloso sabbiosi.

Nella parte centrale del territorio comunale l'andamento dell'acquifero superficiale e il gradiente idraulico sono influenzati dalla presenza dell'Oglio e del Chiese. Drenando la falda in direzioni opposte, verso Ovest l'Oglio e verso Est il Chiese, si forma uno spartiacque assai pronunciato con direzione N-S che termina nella zona dell'abitato di Canneto (ALLEGATO 2 – CARTA IDROGEOLOGICA).

La falda superficiale è generalmente libera, anche se in alcune zone possono essere presenti in superficie livelli impermeabili che esercitano una certa pressione.

La soggiacenza della falda nella zona sopra i terrazzi fluviali ha valori compresi tra 3 - 4 e 5 - 6 metri; mentre nelle valli fluviali e nell'area di confluenza la soggiacenza è dell'ordine del metro.

La vulnerabilità idrogeologica dell'acquifero superficiale nella zona dell'intervento edilizio, desunta dallo studio geologico per il PRG, risulta di grado alto (ALLEGATO 3 – CARTA DELLA VULNERABILITÀ).

2.4) VINCOLI ESISTENTI

L'area su cui sorgerà la nuova scuola non è interessata da vincoli di contenuto geologico. Dal punto di vista idraulico si trova all'esterno della fascia fluviale “C” del PAI.

Per quanto riguarda la presenza dei pozzi per l'acquedotto comunale ubicati in Via D. Alighieri, è stata richiesta la riduzione della zona di protezione (raggio di 200 m intorno al pozzo con criterio geometrico) alla sola zona di tutela assoluta (raggio di 10 m intorno al pozzo), in quanto l'acquifero emunto risulta idrogeologicamente protetto (D. L.vo 152/1999 e smi). Pertanto l'intervento sullo edificio scolastico è esterno al vincolo idrogeologico sulle aree di salvaguardia delle acque sotterranee destinate al consumo umano.

2.5) PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

Il territorio non presenta elementi di pericolosità geologica; i fenomeni geologici che in passato possono aver interessato l'area in esame (esondazioni, terrazzamenti fluviali ecc...) sono completamente inattivi.

2.6) MODELLO GEOLOGICO DEL SITO

Gli elementi geomorfologici, e le caratteristiche litologiche riconoscibili nel sito hanno consentito l'individuazione dell'ambiente di formazione legato alle azioni della geodinamica fluviale. Gli scaricatori glaciali che uscivano dalla fronte del ghiacciaio gardesano, con le acque dell'ultimo disgelo wurmiano, hanno trasportato enormi quantità di materiale da grossolano a fine che man mano si è depositato formando la piana proglaciale.

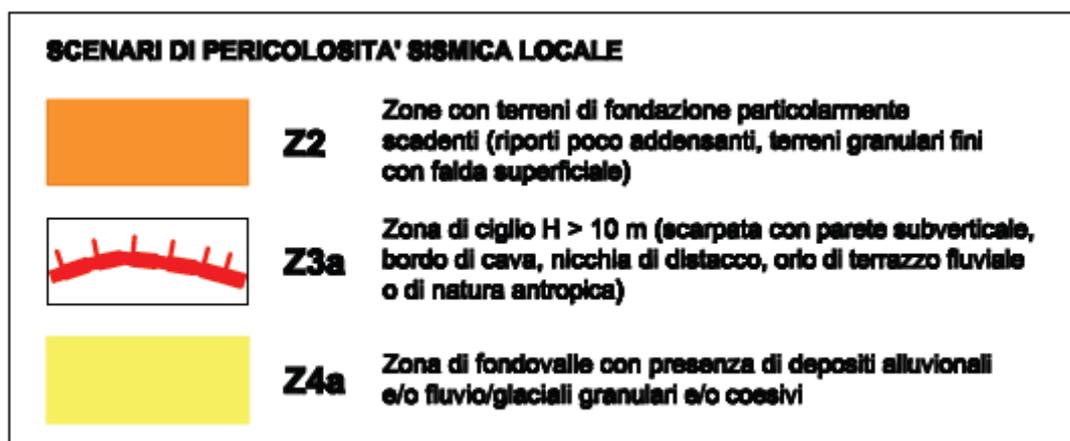
Nell'intorno dell'area oggetto di intervento posta sul terrazzo fluviale, sono generalmente presenti depositi stratificati costituiti da sabbie, sabbie limose e limi, come risulta da prove penetrometriche effettuate precedentemente per il PRG e per l'adeguamento alla componente sismica del PGT.

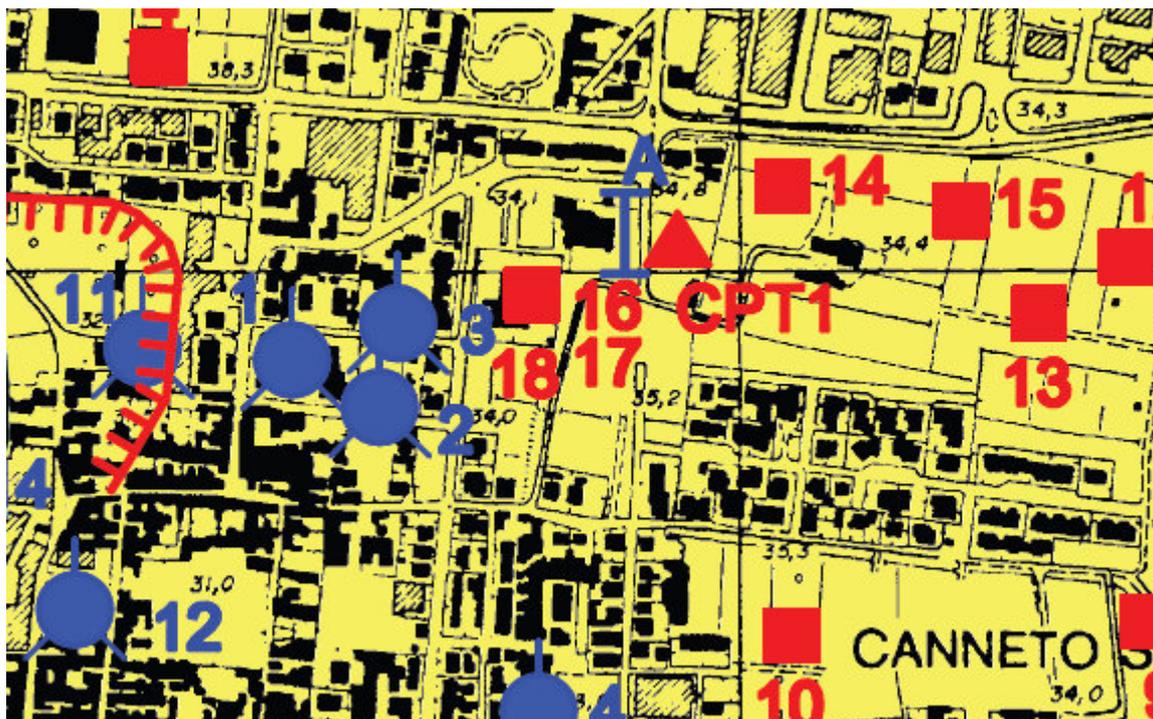
Le prove in sito dovranno accertare la situazione geologica e litologica ipotizzata (profilo stratigrafico e litologico profondo) e valutare i parametri geotecnici e geofisici dei terreni ritenuti necessari ai fini progettuali.

2.7) ADEGUAMENTO DELLO STUDIO GEOLOGICO ALLA COMPONENTE SISMICA

Il Comune di Canneto ha approvato l'adeguamento dello studio geologico alla componente sismica, secondo i criteri e gli indirizzi della D.G.R. n.1566/2005 e della successiva DGR n. 7374/2008, in attuazione dell'Art. 57 della L.R. 12/2005.

Lo scenario di pericolosità sismica locale (1° Livello di approfondimento) attribuibile all'area in esame è lo "Z4a" definito dalla normativa regionale come "*Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi*" caratterizzati da amplificazioni litologiche e geometriche. Gli effetti dello scenario Z4a, che si possono verificare sotto l'azione sismica, sono le amplificazioni litologiche da valutare in sede progettuale di nuovi edifici. Tenuto conto però degli eventi sismici del maggio 2012, con epicentri anche nel mantovano e con fenomeni di liquefazione delle sabbie, si ritiene opportuna la verifica alla liquefazione così come prevista dalle NTC del D.M. 14 gennaio 2008.





2.8) CLASSI DI FATTIBILITÀ E NORME GEOLOGICHE DEL PGT

Nello studio geologico per il PGT l'area è inserita nella **Classe 2** di fattibilità "Fattibilità con modeste limitazioni".

Secondo le "Norme geologiche di piano" i progetti per le nuove costruzioni dovranno essere dotati delle indagini geologiche, idrogeologiche e geotecniche commisurate all'importanza ed alla estensione dell'opera, così come previsto dal Decreto Ministeriale 14.01.2008 "*Norme Tecniche delle Costruzioni*".

Le indagini di approfondimento devono raggiungere i seguenti risultati:

- valutazione del carico unitario ammissibile e dei cedimenti assoluti e relativi dei terreni di fondazione (Metodo delle tensioni ammissibili solo per le costruzioni di tipo 1 e 2 e Classe d'uso I e II);
- verifica della sicurezza allo stato limite ultimo (SLU) e allo stato limite di esercizio (SLE), quando previsto e/o richiesto (Metodo agli stati limite);
- valutazione della soggiacenza della falda in caso di strutture sotterranee che possano interessare la falda stessa;
- indicazioni sulle metodologie di abbattimento temporaneo della falda e dei sistemi di impermeabilizzazione nei casi di realizzazione di strutture sotto falda;
- indicazioni sulle metodologie di prevenzione dall'inquinamento del livello acquifero superficiale non protetto.

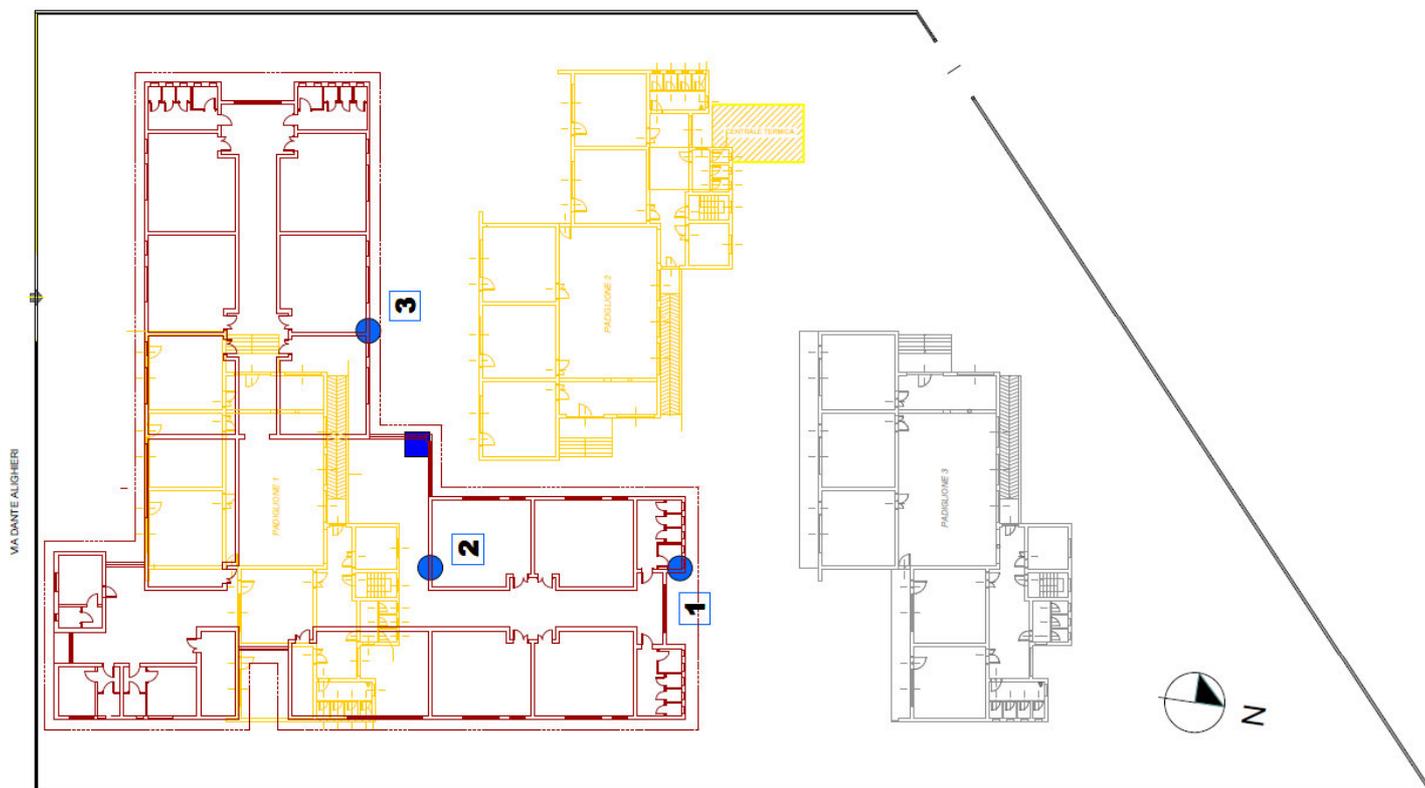
3) INDAGINI IN SITO

Le indagini geotecniche e geofisiche in sito sono state eseguite tenendo conto del modello geologico precedentemente descritto e del progetto delle nuove costruzioni

Per questo sono state eseguite:

- n. 1 prova geofisica.
- n. 3 prove penetrometriche statiche

Le prove sono così ubicate



● PROVE PENETROMETRICHE (CPT1 – CPT 2 – CPT 3)

■ PROVA GEOFISICA

3.1) PROVE GEOFISICHE

L'indagine sismica è stata effettuata in data 21/11/2012, mediante la tecnica dei microtremori (sismica passiva), utilizzando una apparecchiatura denominata "TROMINO". La stazione registra le vibrazioni che interessano i singoli strati di terreno in profondità (profilo stratigrafico). Dai dati di campagna, opportunamente elaborati, si ottiene la ricostruzione del modello V_s /profondità, il valore della V_{s30} , la determinazione della categoria di suolo di fondazione, ai sensi del DM 14/01/2008.

La prova permette inoltre di calcolare il valore massimo della frequenza fondamentale dei terreni e quindi il periodo proprio dei terreni (T_C).

Il valore di T_C viene confrontato con il periodo di vibrazione del manufatto (T_M) stimato, in assenza di calcoli più dettagliati, con la formula seguente:

$$T_M = C_1 \cdot H^{3/4}$$

Dove:

- C_1 vale 0,075 per costruzioni con telaio in c.a.
- H è l'altezza della costruzione in metri.

Nel caso in cui i valori di T_C e di T_M coincidano (oppure siano vicini), si presenta il fenomeno della doppia risonanza con l'aumento dell'amplificazione sismica che è una delle cause principali dei danni prodotti dal terremoto sulle costruzioni.

Dagli elaborati della prova, allegati alla presente relazione (ALLEGATO 4 – ELABORATI PROVA GEOFISICA), è derivato il seguente modello geofisico dei terreni indagati:

Strato (m)	Spessore H (m)	Vs (m/s)
0,00 – 1,00	1,00	120
1,00 – 6,00	5,00	225
6,00 – 11,00	5,00	190
11,00 – 43,00	32,00	250
43,00 – 88,00	45,00	350
88,00 – inf.	inf.	500

Dove:

- H = spessore del singolo strato in metri;
- V_s = velocità delle onde di taglio nel singolo strato in m/s.

Sulla base dei risultati ottenuti dalla prova geofisica si ottiene il seguente valore di V_{s30} calcolato tra 1,00 e 31,00 metri di profondità:

$$V_{s30} = 233 \text{ m/s}$$

Quindi i terreni indagati ricadono, secondo l'O.P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003 e smi) nella **categoria di suolo di fondazione "C"**: *"depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi tra 180 e 360 m/s"*.

La categoria di sottosuolo, come riportato nel § 3.2.2 del DM 14/01/2008, dipende dal profilo stratigrafico del sito e può essere utilizzata in prima approssimazione per la definizione dell'azione sismica locale.

Dalla prova geofisica si ricava anche il valore massimo della frequenza fondamentale (f) e quindi del periodo del terreno (P):

- **$f(\text{Hz}) = 0,75 \text{ Hz}$**
- **$P(\text{s}) = 1,33 \text{ s}$**



3.2) PROVE PENETROMETRICHE STATICHE

Le prove, la cui ubicazione risulta dalla allegata planimetria schematica sono state effettuate tramite un penetrometro statico, attrezzato con punta meccanica Begemann, raggiungendo le seguenti profondità:

- CPT 1 profondità 10 m
- CPT 2 profondità 10 m
- CPT 3 profondità 32 m

Durante le prove sono state misurate, ogni 20 centimetri di avanzamento in profondità, i valori di resistenza alla punta (**R_p**), di attrito laterale locale (**R_a**) e di attrito totale (**R_t**); i risultati delle misure di campagna hanno permesso di realizzare i seguenti elaborati (ALLEGATO 5 – ELABORATI PENETROMETRICI):

- n° 3 tabelle valori resistenza
- n° 3 diagrammi di resistenza
- n° 3 tabelle valutazioni litologiche
- n° 3 tabelle parametri geotecnici.



3.3) LITOLOGIA PROFONDA E PARAMETRI GEOTECNICI

L'elaborazione dei valori di R_p e R_a secondo le teorie di Begemann e di Schmertmann hanno permesso di ricostruire la seguente situazione litologica profonda e di valutare i parametri geotecnici (vedasi tabelle valutazioni litologiche allegate) in corrispondenza delle tre prove:

PROVA CPT 1

Strato (metri)	Litologia	Rpm (Kg/cmq)	Parametri geotecnici φ_m° angolo di attrito $C_{u\ m}$ coesione non drenata
0,00 – 1,40	terreno di riporto e/o rimaneggiato limoso-sabbioso-argilloso	30	
1,60 – 8,40	sabbia	169	$\varphi_m^\circ = 36,3^\circ$
8,60 – 10,00	sabbia limoso argillosa	43	$\varphi_m^\circ = 30,7^\circ$

PROVA CPT 2

Strato (metri)	Litologia	Rpm (Kg/cmq)	Parametri geotecnici φ°_m angolo di attrito $c_{u\ m}$ coesione non drenata
0,00 – 1,40	terreno di riporto e/o rimaneggiato limoso-sabbioso-argilloso	19	
1,60 – 8,40	sabbia	182	$\varphi^{\circ}_m = 36,5^{\circ}$
8,60 – 10,00	sabbia limoso argillosa	53	$\varphi^{\circ}_m = 31,5^{\circ}$

PROVA CPT 3

Strato (metri)	Litologia	Rpm (Kg/cmq)	Parametri geotecnici φ°_m angolo di attrito $c_{u\ m}$ coesione non drenata
0,00 – 1,40	terreno di riporto e/o rimaneggiato limoso-sabbioso-argilloso	31	
1,60 – 8,40	sabbia	197	$\varphi^{\circ}_m = 37,1^{\circ}$
8,60 – 9,80	sabbia limoso argillosa	49	$\varphi^{\circ}_m = 30,2^{\circ}$
10,00 – 11,60	argilla	13	$c_{u\ m} = 0,61\ \text{Kg/cmq}$
11,80 – 14,20	sabbia limoso argillosa	40	$\varphi^{\circ}_m = 28,8^{\circ}$
14,40 – 14,80	argilla	22	$c_{u\ m} = 0,72\ \text{Kg/cmq}$
15,00 – 16,20	sabbia limoso argillosa	51	$\varphi^{\circ}_m = 29,7^{\circ}$
16,40 – 17,20	argilla	15	$c_{u\ m} = 0,65\ \text{Kg/cmq}$
17,40 – 19,40	sabbia limoso argillosa	42	$\varphi^{\circ}_m = 28,1^{\circ}$
19,60 – 20,20	argilla limosa	21	$c_{u\ m} = 0,80\ \text{Kg/cmq}$
20,40 – 22,80	sabbia e sabbia limosa	99	$\varphi^{\circ}_m = 31,8^{\circ}$
23,00 – 25,20	argilla limosa	31	$c_{u\ m} = 0,92\ \text{Kg/cmq}$
25,40 – 26,60	sabbia	116	$\varphi^{\circ}_m = 32,0^{\circ}$
26,80 – 27,80	sabbia e sabbia limosa	69	$\varphi^{\circ}_m = 28,8^{\circ}$
28,00 – 28,20	argilla	11	$c_{u\ m} = 0,54\ \text{Kg/cmq}$
28,40 – 31,00	sabbia e sabbia limosa	83	$\varphi^{\circ}_m = 29,3^{\circ}$

dove:

- Rpm = valore medio della resistenza alla punta del singolo strato
- φ°_m = valore medio dell'angolo di attrito del singolo strato
- $c_{u\ m}$ = valore della coesione non drenata del singolo strato

3.4) PROFONDITA' DELL'ACQUA SOTTERRANEA

Nei fori della prove penetrometriche il livello dell'acqua sotterranea è stato misurato a profondità di 3,80 – 3,90 metri dal piano campagna attuale.

4) RELAZIONE GEOTECNICA

Per il progetto della nuova costruzione, oltre alla precedente relazione geologica ed alla esecuzione delle prove in sito, viene redatta la presente relazione geotecnica, secondo quanto stabilito dalle Norme Tecniche per le Costruzioni al § 6.2.2 e dalla Circolare applicativa del 2 febbraio 2009 n. 617/2009 al paragrafo C.6.2.2.

La Relazione comprende caratterizzazione geotecnica del "volume significativo" del terreno inteso come parte del sottosuolo influenzata direttamente o indirettamente dalla realizzazione delle opere, la identificazione dei parametri geotecnici appropriati ai fini progettuali, la determinazione dei valori caratteristici e di progetto dei parametri geotecnici da utilizzare nelle diverse verifiche.

Inoltre è stata valutata l'azione sismica di progetto relativa al sito in esame utilizzando i dati derivanti dalle indagini geotecniche e geofisiche.

5) VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI PROGETTO

5.1) SISMICITA' STORICA

Il territorio comunale di Canneto S/O, come tutta l'area padana, è stato interessato da numerosi eventi sismici causati dalla convergenza tra la placca africana e quella europea. Gli ipocentri vicini a Canneto si trovano nelle zone sismogenetiche del Bresciano e del Veronese, per quanto riguarda le strutture alpine; mentre, per le strutture appenniniche, le zone sismo genetiche sono quelle del Ferrarese, del Modenese, del Parmense e del Reggiano. Come risulta però dal "catalogo parametrico dei terremoti" aggiornato al dicembre 2011, non viene segnalato nessun evento sismico avente come epicentro Canneto; pertanto, se da una parte gli effetti del terremoto diminuiscono allontanandosi dalle aree epicentrali (legge di attenuazione), dall'altra nel sito in esame si possono avere fenomeni di amplificazione locale in presenza di particolari condizioni geologiche (condizioni stratigrafiche, morfologiche, litologiche, idrogeologiche) e/o fenomeni di instabilità causati dalla liquefazione dinamica dei terreni.

5.2) NUOVA CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO

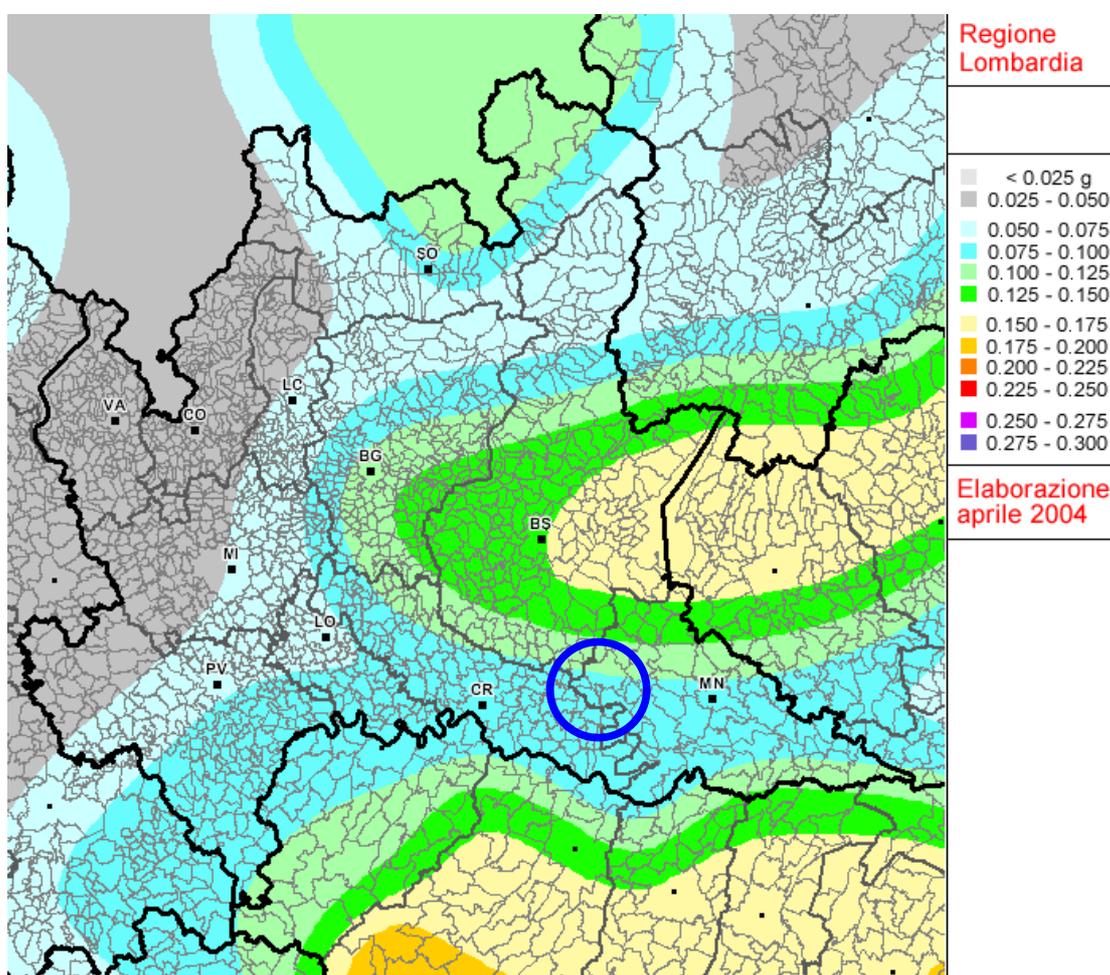
L'Ordinanza n. 3274 del 20.03.2003 del Presidente del Consiglio dei Ministri ha definito una mappa della pericolosità sismica di base per tutto il territorio italiano, con la individuazione di quattro zone sismiche a pericolosità decrescente (zona 1, zona 2, zona 3, zona 4) e la formazione degli elenchi dei comuni compresi in ciascuna zona. Ogni zona è contrassegnata da un diverso valore del parametro a_g corrispondente alla accelerazione di picco orizzontale del suolo, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità g , da adottare in ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale, secondo la seguente tabella:

Zona sismica	Valore di a_g
1	0,35g
2	0,25g
3	0,15g
4	0,05g

Il Comune di Canneto si trova in **zona sismica 4 (bassa sismicità: $a_g = 0,05$ g)**.

La Regione Lombardia, con la D.G.R. 7 novembre 2003 n. 7/14964 ha preso atto della nuova classificazione sismica confermando l'appartenenza del comune nella zona sismica 4 ed ha stabilito i modi e i tempi di applicabilità della nuova normativa sismica sia per le costruzioni esistenti che per quelle future.

Successivamente è stata redatta una nuova Mappa di Pericolosità Sismica, approvata con l'OPCM 28 aprile 2006 n. 3519, dove il territorio viene suddiviso in fasce con intervalli di a_g indipendenti dalle suddivisioni amministrative comunali. In questa nuova mappa il territorio comunale è caratterizzato da una accelerazione massima del suolo (a_{max}), con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli molto rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s), con valori compresi tra 0,075 e 0,100g che sono compresi nella zona sismica 3.



5.3) CALCOLO DELL'AZIONE SISMICA

Con l'entrata in vigore delle NTC i parametri sismici, per la verifica degli stati limite in condizioni dinamiche, la stima della pericolosità sismica di base, intesa come accelerazione massima su suolo rigido ($V_{s30} > 800$ m/s), con superficie topografica orizzontale (categoria di sottosuolo "A"), è legata solamente al sito e la risposta sismica locale viene calcolata secondo quanto disposto negli Allegati A e B del D.M 14 gennaio 2008.

Per qualsiasi punto del territorio nazionale, non ricadente sui nodi del **reticolo di riferimento** riportato in tabella 1 dell'Allegato B, i valori dei parametri **a_g** , **F_0** , **T_c** per la definizione dell'azione sismica di progetto, vengono calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare contenente il punto.

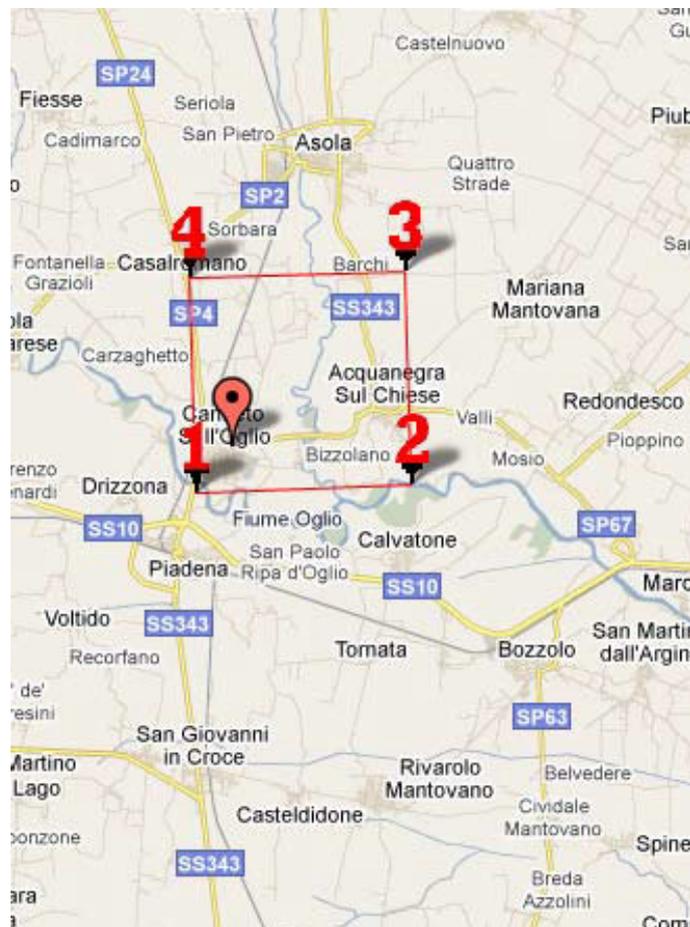
I tre parametri sono così definiti:

- a_g accelerazione massima del sito;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per il calcolo dei tre parametri è necessario conoscere i seguenti dati:

- Latitudine del sito in esame (coordinata ED50)
- Longitudine del sito in esame (coordinata ED50)
- Tipo di costruzione (NTC - Tab. 2.4.1)
- Vita nominale della costruzione (NTC - Tab. 2.4.1)
- Coefficiente d'uso (NTC - Tab. 2.4.II).
- Tipo di elaborazione: fondazioni superficiali; fondazioni profonde
- Categoria di sottosuolo (NTC - Tab. 3.2.II e 3.2.III)
- Categoria topografica (NYC - 3.2.IV)
- Periodo di riferimento dell'azione sismica (NTC – § 2.3.3)

Il sito della nuova costruzione è così cartografato:



Il **sito in esame** ed i vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento hanno le seguenti coordinate ED50 (Allegati A e B delle NTC):

	ID	LATITUDINE (°)	LONGITUDINE (°)	DISTANZA (m)
SITO IN ESAME		45,154277	10,384210	-
SITO 1	13831	45,1444	10,3737	1371,313
SITO 2	13832	45,1462	10,4445	4809,570
SITO 3	13610	45,1962	10,4419	6496,246
SITO 4	13609	45,1944	10,3711	4575,429

Introducendo i seguenti dati generali (§ 2.4 delle NTC) relativi alla nuova costruzione

TIPO DI COSTRUZIONE (Tab. 2.4.1)	2 – OPERE ORDINARIE
VITA NOMINALE V_N (Tab. 2.4.1)	50 ANNI
CLASSE D'USO (§ 2.4.2 e § C 2.4.2)	III
COEFFICIENTE D'USO C_U (Tab. 2.4.II)	1,5
VITA DI RIFERIMENTO V_R (§ 2.4.3)	75 ANNI

si ottengono i parametri di **pericolosità sismica di base** del sito di riferimento (ALLEGATO 6 – PARAMETRI SISMICI)

	Probabilità superamento (%)	Tr (anni)	a_g (g)	Fo (-)	Tc* (s)
Operatività (SLO)	81	45	0,038	2,561	0,241
Danno (SLD)	63	75	0,046	2,523	0,266
Salvaguardia della vita (SLV)	10	712	0,101	2,596	0,302
Prevenzione del collasso (SLC)	5	1462	0,129	2,577	0,307

Per la valutazione della risposta sismica locale (**pericolosità sismica del sito**) vengono introdotti i seguenti parametri che riguardano la situazione stratigrafica e topografica locale:

- Categoria sottosuolo C
- Categoria topografica T1
- Periodo di riferimento 75 anni

Dalla elaborazione dei dati utilizzati si ottengono i valori dei coefficienti sismici **Kh**, **Kv**, **Amax** (m/sec²) e **β** riferiti a SLO-SLD; SLV-SLC.

	Ss (-)	Cc (-)	St (-)	Kh (-)	Kv (-)	Amax (m/s ²)	β (-)
SLO	1,500	1,680	1,000	0,011	0,006	0,558	0,200
SLD	1,500	1,630	1,000	0,014	0,007	0,680	0,200
SLV	1,500	1,560	1,000	0,036	0,018	1,485	0,240
SLC	1,480	1,550	1,000	0,047	0,023	1,904	0,240

5.4) VALUTAZIONE DELLA SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE

Secondo le nuove NTC, prima di qualsiasi ipotesi sulle fondazioni dei nuovi fabbricati, deve essere verificata la suscettibilità alla liquefazione dei terreni interessati. Le NTC al § 7.11.3.4.2 stabiliscono le condizioni per la verifica alla liquefazione o alla sua esclusione.

Per la stabilità dei terreni di fondazione viene effettuata la verifica della suscettibilità alla liquefazione, utilizzando i così detti “metodi semplificati”.

Partendo dai seguenti dati generali, riferibili alla pericolosità sismica del luogo ed ai risultati delle prove penetrometriche:

- spessore di terreno verificato = 20 metri (da 0,00 m a 20,00 m di profondità)
- profondità della falda = 3,90 m
- magnitudo del sisma = 5,9
- accelerazione massima al suolo = 0,15

si ottengono i seguenti risultati (ALLEGATO 7 – TABELLE RISCHIO LIQUEFAZIONE):

1) Metodo Zhang et al. (2002)

- Fattore di sicurezza alla liquefazione $FSL > 1$
- Probabilità di liquefazione $P_L : 0,00 < P_L < 0,15$ (non liquefazione quasi certa)

2) Metodo Youd et al. (2001)

- Fattore di sicurezza alla liquefazione $FSL > 1$
- Probabilità di liquefazione $P_L : 0,00 < P_L < 0,15$ (non liquefazione quasi certa)

3) Metodo Robertson & Wride (1997,1998) Robertson (2009)

- Fattore di sicurezza alla liquefazione $FSL > 1$
- Probabilità di liquefazione $P_L : 0,00 < P_L < 0,15$ (non liquefazione quasi certa)

I tre metodi utilizzati indicano che, nelle condizioni sismiche di verifica uguali al terremoto del 2012 con epicentri tra l'Emilia e la Lombardia, la non liquefazione è quasi certa. Quindi gli “effetti di instabilità” del sito presso il quale è ubicato il manufatto possono essere trascurati.

5.5) CALCOLO DEI VALORI CARATTERISTICI E DI PROGETTO DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Secondo le indicazioni delle NTC, partendo dai valori dei parametri desunti dalle prove in sito, si è proceduto al calcolo del valore medio "Vm" dei parametri geotecnici dei singoli strati omogenei di terreno che potrebbero essere interessati dalle fondazioni. Successivamente è stato calcolato il valore caratteristico "Vk", con associata una probabilità di superamento del 5%, con la seguente relazione:

$$V_k = V_m \cdot (1 - 1,645 \cdot COV)$$

Dove:

- V_k = valore caratteristico del parametro geotecnico
- V_m = valore medio del parametro geotecnico
- COV = coefficiente di variabilità. (rapporto tra lo scarto quadratico medio e la media dei valori relativi ai singoli parametri)

In corrispondenza di ciascun strato di terreno individuato dalle tre prove penetrometriche, fino alla profondità di 10,00 metri dal piano campagna, sono stati calcolati i valori di V_m , V_k . Successivamente, partendo dal valore caratteristico, sono stati calcolati i valori di progetto " V_d " imponendo i due coefficienti parziali di riduzione γ_M denominati M1 e M2, indicati nella Tabelle 6.2.II delle NTC.

I valori dei coefficienti M1 sono: $M1 = 1$; quindi $V_k = V_d$.

I valori dei coefficienti M2 sono: $M2 = 1,25$ per la tang. di φ_k ; $M2 = 1,4$ per c_u

Le tabelle riassuntive di V_m , V_k e V_d , riferiti a ciascun strato omogeneo dei terreni interessati dalle fondazioni, sono le seguenti:

PROVA CPT 1

Strato (metri)	$c_{u m}$ (kg/cmq)	φ°_m	COV	$c_{u k}$ (kg/cmq)	φ°_k	Vd (M1)		Vd (M2)	
						$c_{u d}$ (kg/cmq)	φ°_d	$c_{u d}$ (kg/cmq)	φ°_d
0,00 – 1,40									
1,60 – 8,40	0,40	36,3	0,10		30,1		30,1°		24,8°
8,60 – 10,00		30,7°	0,10		25,5°		25,5°		20,8°

PROVA CPT 2

Strato (metri)	$c_{u m}$ (kg/cmq)	φ°_m	COV	$c_{u k}$ (kg/cmq)	φ°_k	Vd (M1)		Vd (M2)	
						$c_{u d}$ (kg/cmq)	φ°_d	$c_{u d}$ (kg/cmq)	φ°_d
0,00 – 1,40									
1,60 – 8,40		36,5°	0,10		30,2°		30,2°		24,9°
8,60 – 10,00		31,5°	0,10		26,7°		26,7°		21,4°

PROVA CPT 3

Strato (metri)	$c_{u\ m}$ (kg/cmq)	φ°_m	COV	$c_{u\ k}$ (kg/cmq)	φ°_k	Vd (M1)		Vd (M2)	
						$c_{u\ d}$ (kg/cmq)	φ°_d	$c_{u\ d}$ (kg/cmq)	φ°_d
0,00 – 1,40									
1,60 – 8,40		37,1°	0,10		30,7°		30,7°		25,4°
8,60 – 9,80		30,2°	0,10		25,0°		25,0°		20,5°
10,00 – 11,60	0,61		0,08	0,53		0,53		0,35	
11,80 – 14,20		28,8°	0,09		24,5°		24,5°		20,0°
14,40 – 14,80	0,72		0,08	0,62		0,62		0,44	
15,00 – 16,20		29,7°	0,09		25,2°		25,2°		20,6°
16,40 – 17,20	0,65		0,08	0,56		0,56		0,40	
17,40 – 19,40		28,1°	0,09		23,8°		23,8°		19,4°
19,60 – 20,20	0,80		0,08	0,70		0,70		0,50	
20,40 – 22,80		31,8°	0,09		27,0°		27,0°		22,1°
23,00 – 25,20	0,92		0,08	0,80		0,80		0,57	
25,40 – 26,60		32,0°	0,09		27,1°		27,1°		22,2°
26,80 – 27,80		28,8°	0,09		24,4°		24,4°		19,9°
28,00 – 28,20	0,54		0,08	0,47		0,47		0,33	
28,40 – 31,00		29,3°	0,09		24,9°		24,9°		20,3°

Dove:

- $c_{u\ m}$ = valore medio V_m della coesione non drenata
- φ°_m = valore medio V_m dell'angolo di attrito
- COV = coefficiente di variabilità
- $c_{u\ k}$ = valore caratteristico V_k della coesione non drenata
- φ°_k = valore caratteristico V_k dell'angolo di attrito
- $c_{u\ d}$ = valore di progetto V_d della coesione non drenata
- φ°_d = valore di progetto V_d dell'angolo di attrito.

6) INDICAZIONI PROGETTUALI

Il progetto della nuova scuola primaria prevede un nuovo fabbricato ad un piano fuori terra, in sostituzione dei "Padiglioni" n.1 e n. 2 che verranno demoliti, con le seguenti caratteristiche:

Tipo di costruzione (Tab. 2.4.1)	2 – opere ordinarie
Vita nominale V_N (Tab. 2.4.1)	50 anni
Classe d'uso (§ 2.4.2)	III
Coefficiente d'uso C_U (Tab. 2.4.II)	1,5
Vita di riferimento V_R (§ 2.4.3)	75 anni

6.1) CALCOLO DEL CARICO LIMITE PER FONDAZIONI SUPERFICIALI

Considerata la situazione stratigrafico-litologica riscontrata nelle prove penetrometriche:

- presenza di terreno di riporto e/o rimaneggiato dal piano campagna fino a 1,40 metri circa di profondità caratterizzato da scarsa affidabilità;
- presenza di sabbia da 1,40 m fino a 8,40 metri di profondità con elevata densità relativa;

si ritiene opportuno appoggiare le fondazioni superficiali continue, tipo trave rovescia, alla profondità di almeno 1,40 m dal piano campagna attuale, sullo strato sabbioso caratterizzato da buone capacità portanti e poco compressibile.

Secondo le nuove Norme Tecniche delle Costruzioni del D.M. 14/01/2008, nella verifica per ogni stato limite deve essere sempre rispettata la disequazione

$$Ed \leq Rd$$

Dove:

Ed è il valore di progetto dell'azione o degli effetti delle azioni nelle varie combinazioni di calcolo causati dalla costruzione;

Rd è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico (terreno).

La verifica agli stati limite ultimi (SLU) delle fondazioni superficiali viene effettuata secondo l'Approccio 1 - Combinazione 2 (A2 + M2 + R2) e secondo l'Approccio 2 (A1 + M1 + R3).

• APPROCCIO 1 COMBINAZIONE 2 (A2 + M2 + R2)

Nella Combinazione 2 il valore della resistenza viene ridotto sia dai coefficienti parziali M2 dei parametri geotecnici, sia dal parametro globale R2.

I coefficienti parziali di sicurezza M2 per la riduzione dei valori dei parametri geotecnici sono (Tabella 6.2.II delle NTC):

- $\gamma_M = 1,25$ da applicare alla tangente dell'angolo di resistenza al taglio ϕ'_k ;

- $\gamma_M = 1,4$ da applicare al valore caratteristico della coesione non drenata c_{uk} .

Il coefficiente parziale di sicurezza (R2) per la riduzione della capacità portante è (Tabella 6.4.I delle NTC): $\gamma_R = 1,8$.

Per il calcolo del carico limite viene utilizzata la formula trinomia di Brinch-Hansen:

$$q_{lim} = 1/2 \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot S_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot g_{\gamma} + c \cdot N_c \cdot S_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot S_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q$$

Nel caso di terreni incoerenti, diventa:

$$q_{lim} = 1/2 \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot S_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot g_{\gamma} + \gamma' \cdot H \cdot N_q \cdot S_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q$$

Dove:

B = larghezza della fondazione

γ' = peso di volume del terreno

H = profondità del piano di posa della fondazione

$N_q = e^{\pi \cdot \tan \phi'} \cdot \tan^2(45 + \phi'/2)$ (fattore di capacità portante che tiene conto del contributo del sovraccarico laterale della fondazione)

$N_{\gamma} = 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan \phi'$ (fattore di capacità portante che tiene conto del contributo del peso di volume del terreno)

$S_q - S_{\gamma}$ = fattori di forma

$i_q - i_{\gamma}$ = fattori inclinazione dei carichi

d_q = fattori di profondità

$g_{\gamma} - g_q$ = fattori di inclinazione del pendio

$b_{\gamma} - b_q$ = fattori di inclinazione di base

γ_R = coefficiente parziale di sicurezza

Introducendo i seguenti dati costruttivi e geotecnici:

Larghezza fondazione	B = 1,00 m (larghezza ipotetica della trave rovescia)
Profondità piano di posa	H = 1,4 m
Peso di volume del terreno	$\gamma' = 1,8$ t/mc
φ°_d	24,8° (valore di progetto dell'angolo di attrito)
γ'	1,8 t/mc
Fattore [Nq]	9,1
Fattore [Ny]	10,4
Fattori di forma [S]	1,0
Fattori di profondità [d]	1,0
Fattori di inclinazione carichi [i]	1,0
Fattori di inclinazione pendio [g]	1,0
Fattore inclinazione base [b]	1,0
γ_R	1,8

si ottiene il seguente risultato:

$q_{lim} = 3,2$ Kg/cm² Pressione limite nel caso della Combinazione 2 (A2 + M2 + R2).

Il valore di progetto della resistenza Rd si ottiene applicando il coefficiente parziale di sicurezza γ_R :

$$R_d = q_{lim} / \gamma_R = 3,2 / 1,8 = 1,7 \text{ Kg/cm}^2$$

• APPROCCIO 2 COMBINAZIONE (A1 + M1 + R3)

Nell'approccio 2 il valore della resistenza viene ridotto solo dal parametro globale R3.

Infatti i coefficienti riduttivi parziali dei parametri geotecnici sono uguali all'unità (M1 = 1) e pertanto i valori di progetto (Vd) coincidono con i valori caratteristici (Vk).

Mentre il coefficiente parziale di sicurezza (R3) per la riduzione della capacità portante è (Tabella 6.4.I delle NTC): $\gamma_R = 2,3$.

Per il calcolo del carico limite viene utilizzata la sopracitata formula di Brinch-Hansen riferita ai terreni incoerenti.

Introducendo i seguenti dati costruttivi e geotecnici:

Larghezza fondazione	B = 1,00 m (larghezza ipotetica della trave rovescia)
Profondità piano di posa	H = 1,4 m
Peso di volume del terreno	$\gamma' = 1,8$ t/mc
φ°_d	30,1° (valore di progetto dell'angolo di attrito)
γ'	1,8 t/mc
Fattore [Nq]	18,4
Fattore [Ny]	22,4
Fattori di forma [S]	1,0
Fattori di profondità [d]	1,0
Fattori di inclinazione carichi [i]	1,0
Fattori di inclinazione pendio [g]	1,0
Fattore inclinazione base [b]	1,0
γ_R	2,3

si ottiene il seguente risultato:

$q_{lim} = 6,6 \text{ Kg/cm}^2$ - Pressione limite nel caso della Combinazione 1 (A1 + M1 + R3).

Il valore di progetto della resistenza R_d si ottiene utilizzando il coefficiente parziale di sicurezza R_3 :

$$R_d = q_{lim} / \gamma_R = 6,6 / 2,3 = 2,8 \text{ Kg/cm}^2$$

6.1) CALCOLO DEI CEDIMENTI TEORICI ASSOLUTI

Il calcolo dei cedimenti teorici assoluti (**S**) per fondazioni superficiali viene eseguito tramite un programma di calcolo automatico che assume le seguenti ipotesi:

- consolidazione monodimensionale (schema edometrico)
- distribuzione delle tensioni verticali nel sottosuolo secondo la teoria dell'elasticità (Boussinesq)
- modulo edometrico calcolato con la relazione: $m_o = \alpha \times R_p$, con α valutato in base alla natura litologica.

Il calcolo dei cedimenti viene condotto per strati successivi dello spessore (h) di 20 centimetri, valutando per ciascun strato la tensione verticale σ_v (al centro della superficie di carico), nonché il relativo valore del modulo edometrico secondo la relazione:

$$S = \sum (h \times \sigma_v / m_o)$$

Per il calcolo dei cedimenti teorici assoluti **S**, non avendo dati sui valori delle azioni e sul cedimento massimo tollerabile dalla struttura **Sc**, è stata verificata la seguente ipotesi:

- piano di posa della fondazione: **H** = 1,40 m di profondità dal p.c.
- larghezza delle fondazioni continue: **B** = 1,00 m
- cedimento massimo tollerabile dalla struttura: **Sc** < 1,5 cm
- carico di esercizio : $\sigma_T = 1,2 - 1,5 - 1,7 \text{ Kg/cm}^2$

Il quadro riassuntivo è il seguente (ALLEGATO 8 – TABELLE CEDIMENTI FONDAZIONI):

Prove penetrometriche statiche	Larghezza fondazione B = 1,00 m		
	Piano di posa fondazione H = 1,40 m		
	$\sigma_T = 1,2 \text{ Kg/cm}^2$	$\sigma_T = 1,5 \text{ Kg/cm}^2$	$\sigma_T = 1,7 \text{ Kg/cm}^2$
CPT 1	S = 0,8 cm	S = 1,0 cm	S = 1,1 cm
CPT 2	S = 0,8 cm	S = 1,0 cm	S = 1,1 cm
CPT 3	S = 0,9 cm	S = 1,1 cm	S = 1,3 cm

7) CONCLUSIONI

Su incarico della Amministrazione Comunale di Canneto S/O è stata eseguita un'indagine geologica e geotecnica, secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni del D.M. 14 gennaio 2008, sui terreni di fondazione per realizzare la nuova Scuola Primaria comunale

L'area del nuovo intervento appartiene ai depositi fluvioglaciali del livello fondamentale della pianura terrazzati dall'Oglio e dal Chiese che confluiscono a Sud dell'abitato di Canneto con valli fortemente ribassate.

La litologia di superficie è costituita da sabbie e sabbie limose. Per quanto riguarda la litologia profonda, le indagini pregresse hanno evidenziato la presenza di depositi fluvioglaciali costituiti nei primi 10 metri di profondità da sabbie con ghiaietto, sabbie e sabbie limose. Seguono, fino ad almeno 60 metri di profondità, depositi prevalentemente argillosi e limosi con lenti sabbiose e livelli sottili di sostanze organiche.

Nella zona di Canneto, secondo la ricostruzione della regione Lombardia, sono stati riconosciuti due Gruppi Acquiferi: Gruppo A, Gruppo B. Gli orizzonti acquiferi superficiali del Gruppo A spesso sono tra di loro interconnessi fino ad almeno 90 metri di profondità.

Nella parte centrale del territorio comunale l'andamento dell'acquifero superficiale e il gradiente idraulico sono influenzati dalla presenza dell'Oglio e del Chiese che drenano la falda in direzioni opposte, verso Ovest l'Oglio e verso Est il Chiese. La falda superficiale è generalmente libera, anche se in alcune zone possono essere presenti in superficie livelli impermeabili che causano una certa pressione. La soggiacenza della falda nella zona sopra i terrazzi fluviali ha valori compresi tra 3 - 4 e 5 - 6 metri; mentre nelle valli fluviali e nell'area di confluenza è dell'ordine del metro. La vulnerabilità dell'acquifero superficiale nella zona dell'intervento edilizio, desunta dallo studio geologico per il PRG, risulta di grado alto.

Il territorio non presenta elementi di pericolosità geologica; i fenomeni geologici che in passato possono aver interessato l'area in esame (esondazioni, terrazzamenti fluviali ecc...) sono completamente inattivi.

Per la valutazione della pericolosità sismica locale è stata effettuata una prova geofisica mediante la tecnica dei microtremiti (sismica passiva), utilizzando una apparecchiatura denominata "TROMINO". I risultati sono:

- $V_{s30} = 233$ m/s
- Categoria di sottosuolo: "C"
- Categoria topografica: T1
- Periodo proprio del terreno $T = 1,33$ s; Frequenza $f = 0,75$ Hz.

Nell'area sono state eseguite tre prove penetrometriche statiche verificando la presenza dell'acqua a 3,80 – 3,90 metri di profondità dal p.c. attuale.

La situazione litologico-stratigrafica può essere così riassunta:

- da m 0,00 a m 1,40 terreno di riporto e/o rimaneggiato limoso-sabbioso-argilloso
- da m 1,40 a m 8,40 sabbie ben addensate
- da m 8,40 a m 30,00 livelli alterni di argille, argille limose, sabbie e sabbie limose.

Partendo dai valori dei parametri geotecnici misurati con le prove in sito, sono stati calcolati i corrispondenti valori caratteristici (V_k) e di progetto (V_d) relativi a ciascun strato omogeneo dei terreni indagati.

La verifica agli stati limite è stata effettuata con l'Approccio 1 Combinazione 2 ($A_2 + M_2 + R_2$) e con l'Approccio 2 ($A_1 + M_1 + R_3$).

Per il calcolo dei cedimenti teorici assoluti S , non avendo dati sui valori delle azioni e sul cedimento massimo tollerabile dalla struttura S_c , è stata verificata la seguente ipotesi:

- piano di posa della fondazione: $H = 1,40$ m di profondità dal p.c.

- larghezza delle fondazioni continue: **B** = 1,00 m
- cedimento massimo tollerabile dalla struttura: **S_c < 1,5 cm**
- carico di esercizio: $\sigma_T = 1,2 - 1,4 - 1,6 \text{ Kg/cm}^2$

I cedimenti teorici assoluti sono risultati omogenei e dell'ordine di 1,00 centimetri.

Per la verifica di una fondazione superficiale tipo platea appoggiata a 0,50 – 0,60 m di profondità dal p.c. attuale, è indispensabile la conoscenza dei carichi di progetto per il calcolo dei cedimenti al fine di valutare l'interferenza delle nuove fondazioni con quelle esistenti.

ALLEGATI

ALLEGATO 1 - Carta litologica e geomorfologica del PRG

ALLEGATO 2 - Carta idrogeologica e della vulnerabilità del PRG

ALLEGATO 3 - Carta della vulnerabilità del PRG

ALLEGATO 4 - Elaborati prova geofisica

ALLEGATO 5 - Elaborati penetrometrici

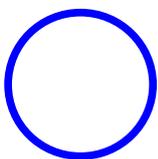
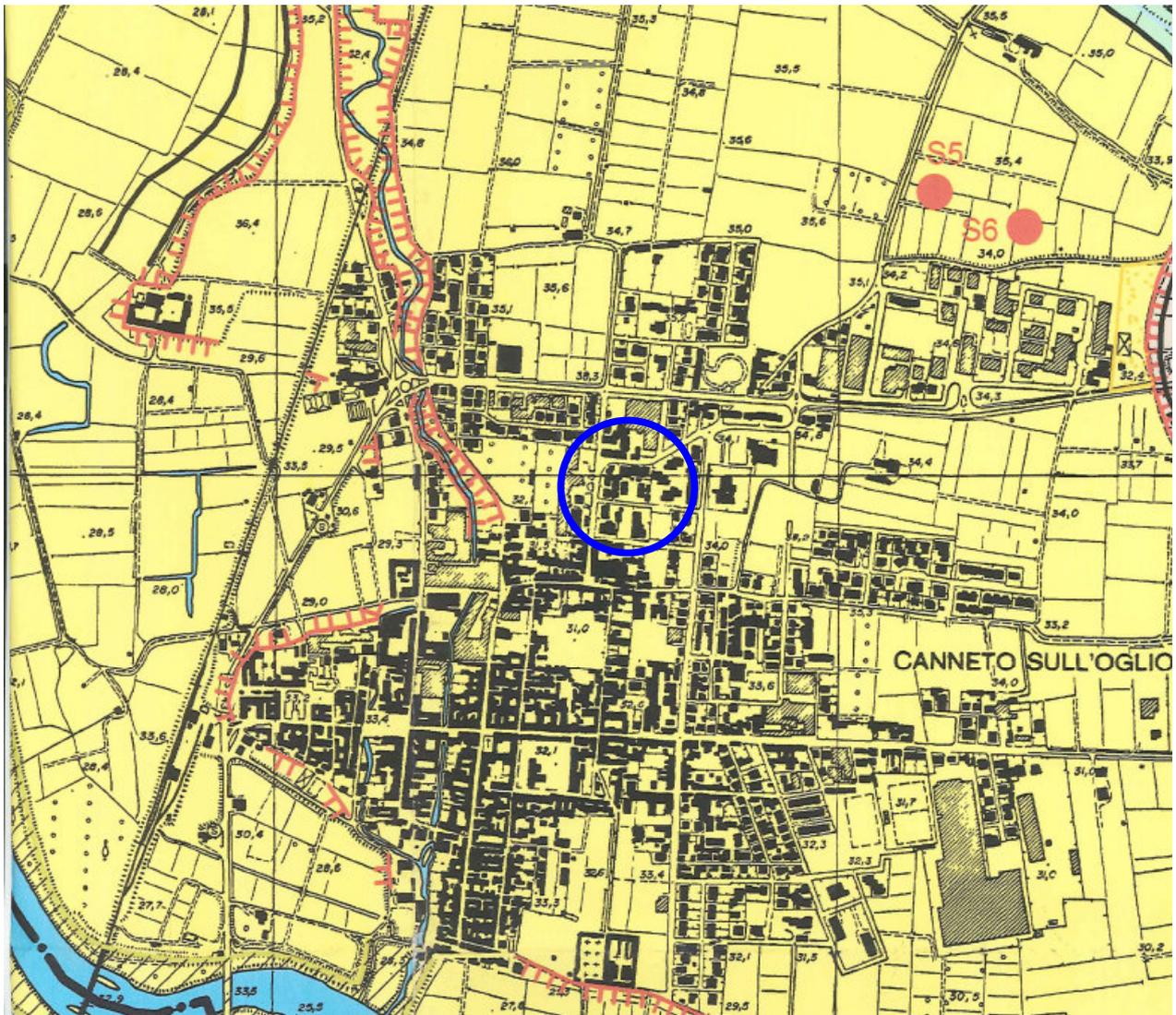
ALLEGATO 6 - Parametri geofisici

ALLEGATO 7 - Tabelle rischio liquefazione

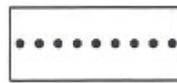
ALLEGATO 8 - Tabelle cedimenti fondazioni

ALLEGATO 1

CARTA LITOLOGICA E GEOMORFOLOGICA DEL PRG



AREA DI INTERVENTO

LEGENDA

CONFINE DI COMUNE



CONFINE DI PROVINCIA

FORME, PROCESSI E DEPOSITI ANTROPICI

SPECCHIO LACUSTRE



AREA GOLENALE



ARGINATURA PRINCIPALE



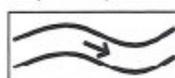
ATTIVITA' ESTRATTIVA SOPRA FALDA



POLO ESTRATTIVO

FORME, PROCESSI E DEPOSITI PER ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI

DOSSO FLUVIALE



PALEOALVEO



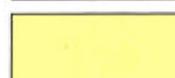
ORLO DI SCARPATA

IDROLOGIA SUPERFICIALE

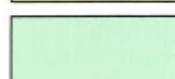
CORSO D'ACQUA

LITOLOGIA DI SUPERFICIE

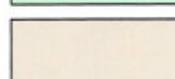
SABBIA CON GHIAINO



SABBIA



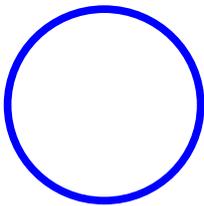
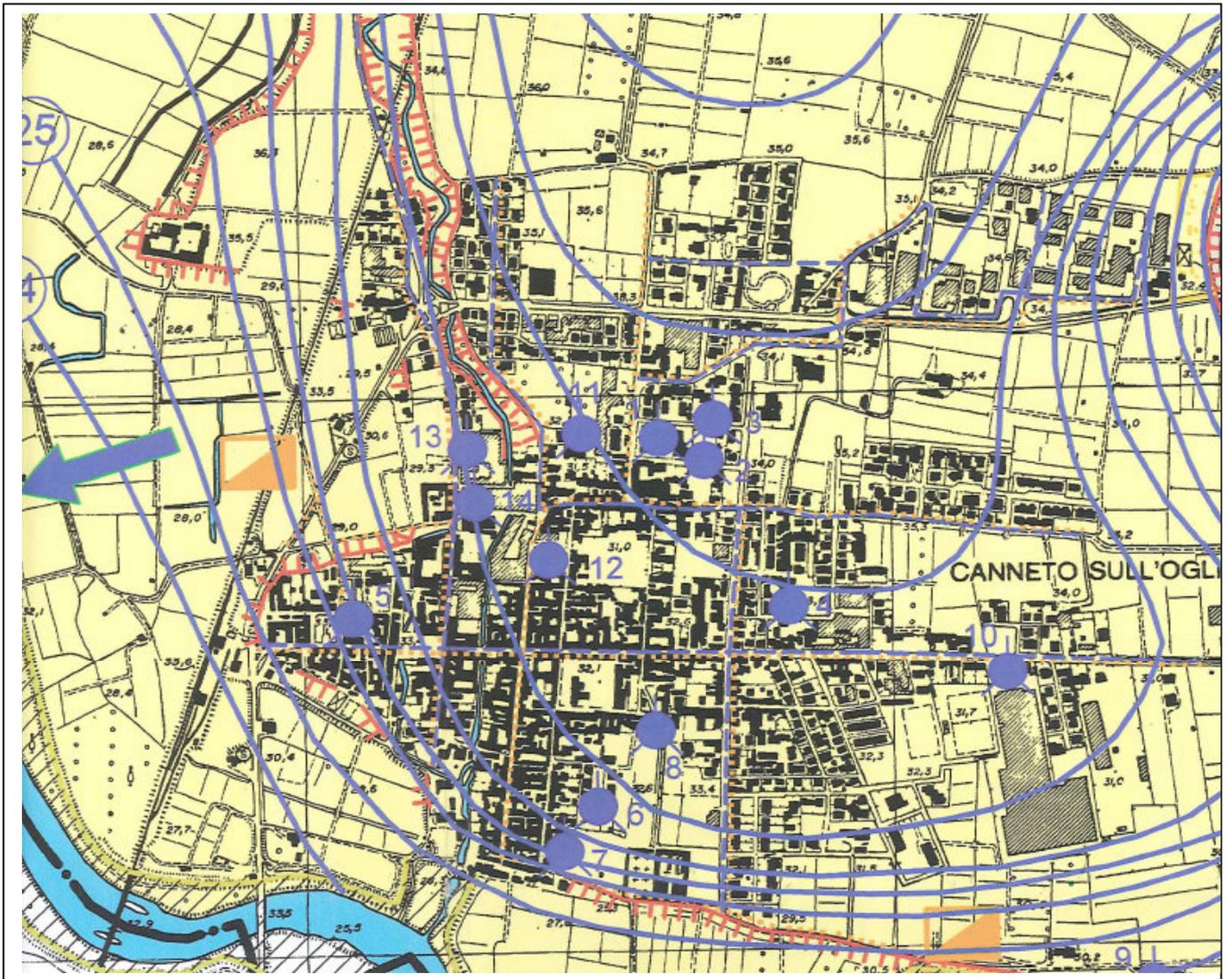
LIMO



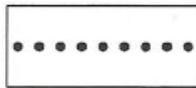
ARGILLA

ALLEGATO 2

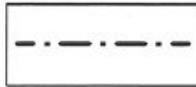
CARTA IDROGEOLOGICA



AREA DI INTERVENTO

LEGENDA

CONFINE DI COMUNE



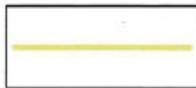
CONFINE DI PROVINCIA

FORME, PROCESSI E DEPOSITI ANTROPICI

SPECCHIO LACUSTRE



AREA GOLENALE



ARGINATURA PRINCIPALE



ATTIVITA' ESTRATTIVA SOPRA FALDA



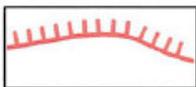
POLO ESTRATTIVO

FORME, PROCESSI E DEPOSITI PER ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI

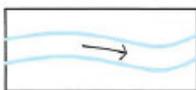
DOSSO FLUVIALE



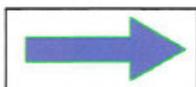
PALEOALVEO



ORLO DI SCARPATA

IDROLOGIA SUPERFICIALE

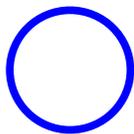
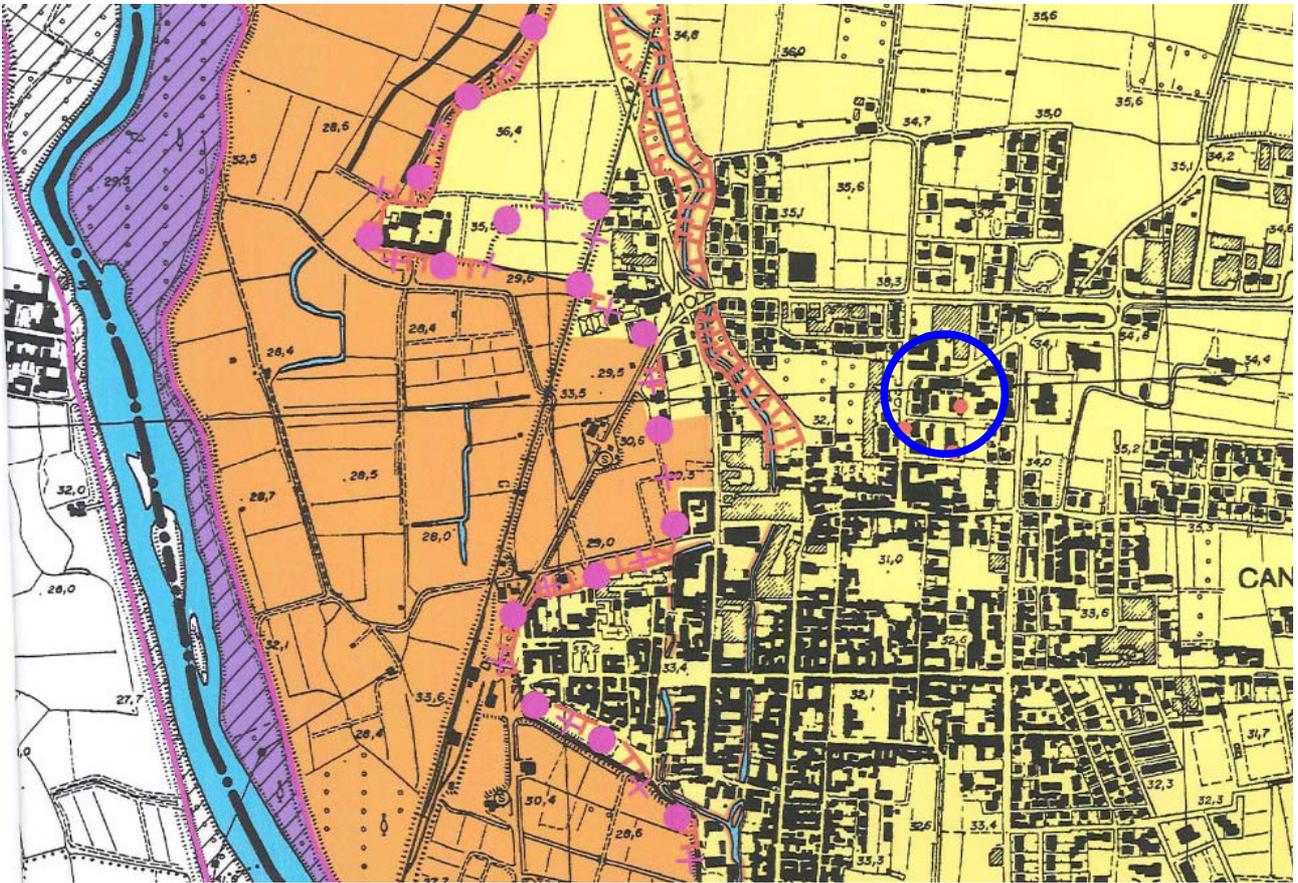
CORSO D' ACQUA

IDROLOGIA SOTTERRANEAISOPIEZOMETRICHE DELL' ACQUIFERO SUPERFICIALE
E LORO QUOTA ASSOLUTA (metri s.l.m.)

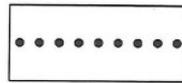
DIREZIONE DI FLUSSO DELL' ACQUA SOTTERRANEA

ALLEGATO 3

CARTA DELLA VULNERABILITÀ



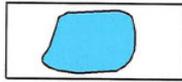
AREA DI INTERVENTO

LEGENDA

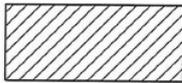
CONFINE DI COMUNE



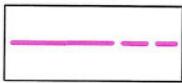
CONFINE DI PROVINCIA

FORME, PROCESSI E DEPOSITI ANTROPICI

SPECCHIO LACUSTRE



AREA GOLENALE



ARGINATURA PRINCIPALE



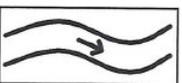
ATTIVITA' ESTRATTIVA SOPRA FALDA



POLO ESTRATTIVO

FORME, PROCESSI E DEPOSITI PER ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI

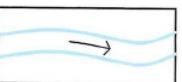
DOSSO FLUVIALE



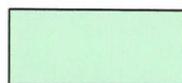
PALEOALVEO



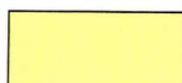
ORLO DI SCARPATA

IDROLOGIA SUPERFICIALE

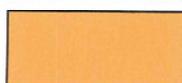
CORSO D'ACQUA

VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI ALL' INQUINAMENTO

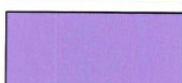
VULNERABILITA' MEDIA



VULNERABILITA' ALTA



VULNERABILITA' ELEVATA



VULNERABILITA' ESTREMAMENTE ELEVATA

ALLEGATO 4

ELABORATI PROVA GEOFISICA

CANNETO SULL'OGLIO (MN), SCUOLE ELEMENTARI

Instrument: TRZ-0171/01-12

Start recording: 21/11/12 12:59:41 End recording: 21/11/12 13:25:41

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h26'00". Analyzed 76% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz

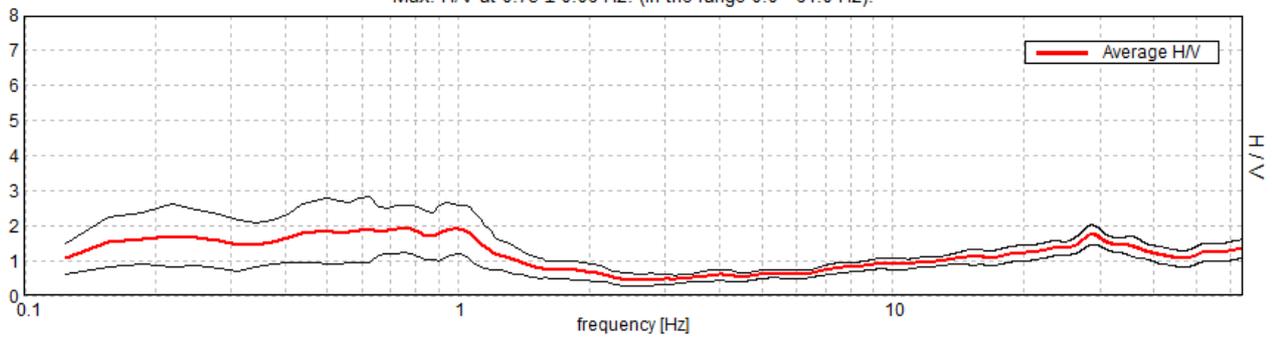
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

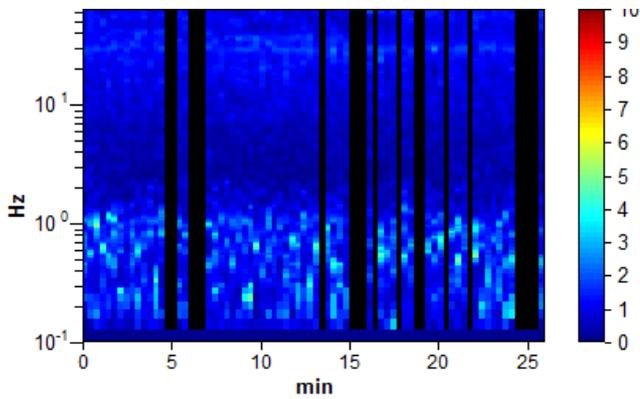
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

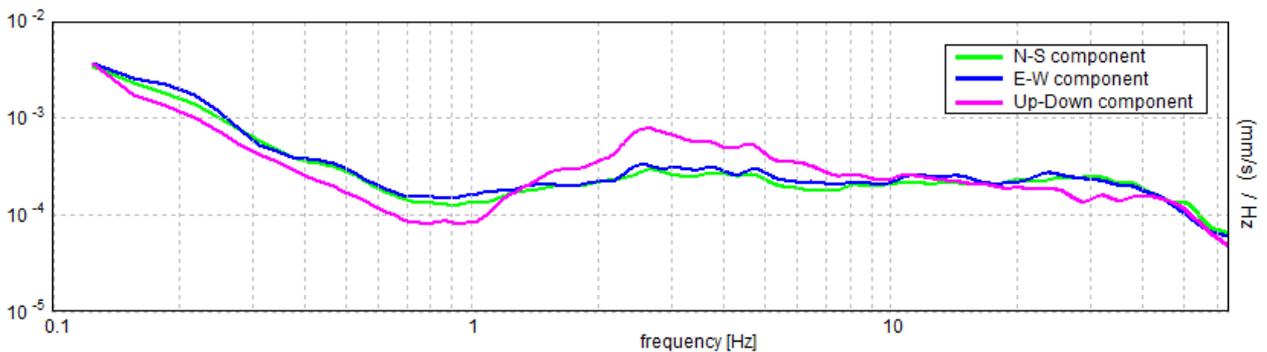
Max. H/V at 0.75 ± 0.06 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).

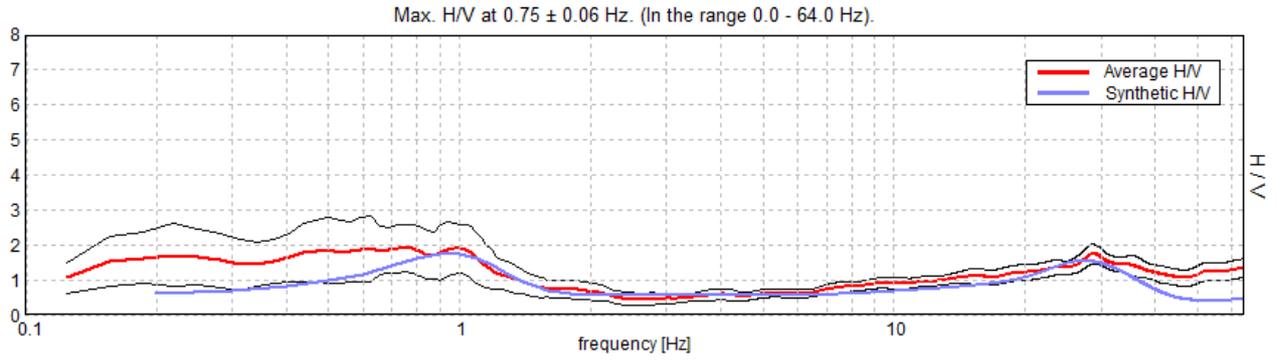


H/V TIME HISTORY



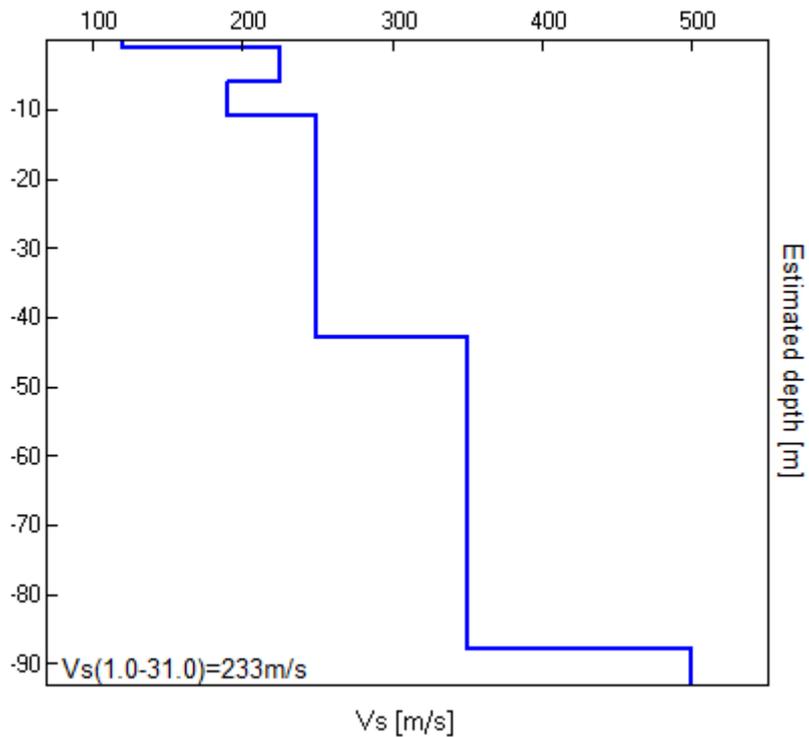
SINGLE COMPONENT SPECTRA





Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
1.00	1.00	120	0.35
6.00	5.00	225	0.35
11.00	5.00	190	0.35
43.00	32.00	250	0.35
88.00	45.00	350	0.35
inf.	inf.	500	0.35

Vs(1.0-31.0)=233m/s



[According to the SESAME, 2005 guidelines. **Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.**]

Max. H/V at 0.75 ± 0.06 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.75 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$885.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 37 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.406 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$1.91 > 2$		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04177 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.03133 < 0.1125$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.331 < 2.0$	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

ALLEGATO 5

ELABORATI PENETROMETRICI

PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT 1
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

3.010496-040

- committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE CANNETO S/O - data prova : 21/11/2012
 - lavoro: AMPLIAMENTO SCUOLA PRIMARIA - quota inizio : Piano Campagna
 - località: CANNETO S/O - prof. falda : 3,90 m da quota inizio
 - resp. cantiere: - data emiss. : 30/11/2012
 - assist. cantiere:

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	75,0	83,0	75,0	0,53	141,0	5,20	122,0	135,0	122,0	0,87	141,0
0,40	69,0	76,0	69,0	0,47	148,0	5,40	143,0	172,0	143,0	1,93	74,0
0,60	29,0	52,0	29,0	1,53	19,0	5,60	140,0	152,0	140,0	0,80	175,0
0,80	15,0	35,0	15,0	1,33	11,0	5,80	94,0	122,0	94,0	1,87	50,0
1,00	14,0	24,0	14,0	0,67	21,0	6,00	102,0	131,0	102,0	1,93	53,0
1,20	20,0	29,0	20,0	0,60	33,0	6,20	106,0	137,0	106,0	2,07	51,0
1,40	33,0	50,0	33,0	1,13	29,0	6,40	123,0	150,0	123,0	1,80	68,0
1,60	171,0	212,0	171,0	2,73	63,0	6,60	114,0	150,0	114,0	2,40	47,0
1,80	137,0	193,0	137,0	3,73	37,0	6,80	206,0	295,0	206,0	5,93	35,0
2,00	98,0	143,0	98,0	3,00	33,0	7,00	354,0	400,0	354,0	3,07	115,0
2,20	216,0	263,0	216,0	3,13	69,0	7,20	358,0	388,0	358,0	2,00	179,0
2,40	279,0	343,0	279,0	4,27	65,0	7,40	309,0	316,0	309,0	0,47	662,0
2,60	235,0	324,0	235,0	5,93	40,0	7,60	129,0	167,0	129,0	2,53	51,0
2,80	134,0	207,0	134,0	4,87	28,0	7,80	185,0	227,0	185,0	2,60	66,0
3,00	179,0	207,0	179,0	1,87	96,0	8,00	182,0	229,0	182,0	3,13	58,0
3,20	119,0	165,0	119,0	3,07	39,0	8,20	186,0	215,0	186,0	1,93	96,0
3,40	141,0	191,0	141,0	3,33	42,0	8,40	225,0	268,0	225,0	2,87	78,0
3,60	121,0	168,0	121,0	3,13	39,0	8,60	62,0	80,0	62,0	1,20	52,0
3,80	144,0	166,0	144,0	1,47	98,0	8,80	36,0	69,0	36,0	2,20	16,0
4,00	107,0	149,0	107,0	2,80	38,0	9,00	15,0	47,0	15,0	2,13	7,0
4,20	109,0	133,0	109,0	1,60	68,0	9,20	46,0	56,0	46,0	0,67	69,0
4,40	157,0	180,0	157,0	1,53	102,0	9,40	65,0	95,0	65,0	2,00	32,0
4,60	240,0	275,0	240,0	2,33	103,0	9,60	59,0	82,0	59,0	1,53	38,0
4,80	151,0	182,0	151,0	2,07	73,0	9,80	57,0	76,0	57,0	1,27	45,0
5,00	119,0	181,0	119,0	4,13	29,0	10,00	25,0	64,0	25,0	2,60	10,0

- PENETROMETRO STATICO tipo da 10 t - (con anello allargatore) -
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

Software by: Dr.D.Merlin - 0425/640820

Indagini Geologiche. Sondaggi. Prove Penetrometriche.

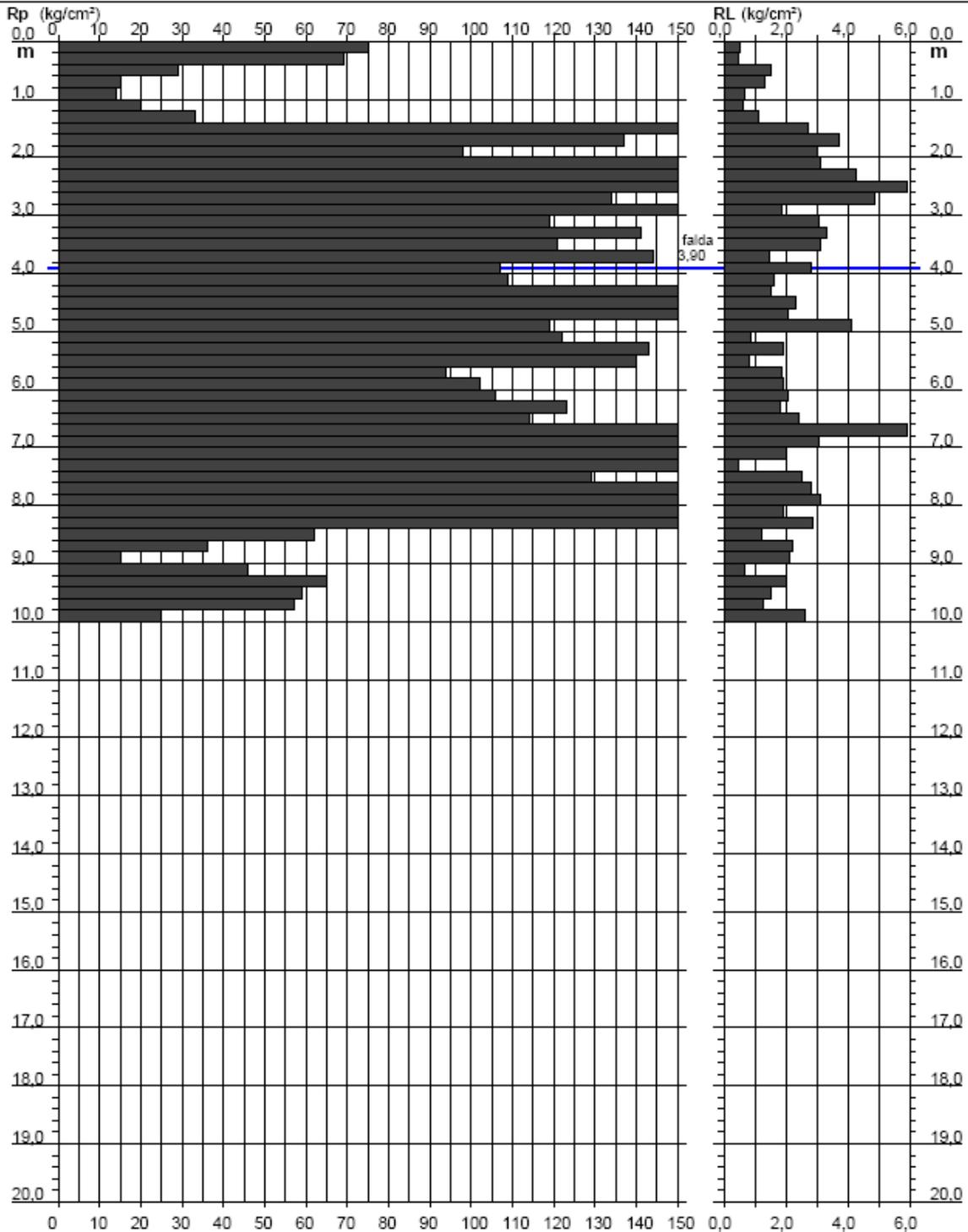
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

3.010496-040

- committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE CANNETO S/O
 - lavoro: AMPLIAMENTO SCUOLA PRIMARIA
 - località: CANNETO S/O
 - resp. cantiere:
 - assist. cantiere:

- data prova : 21/11/2012
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 3,90 m da quota inizio
 - scala vert.: 1 : 100
 - data emiss. : 30/11/2012



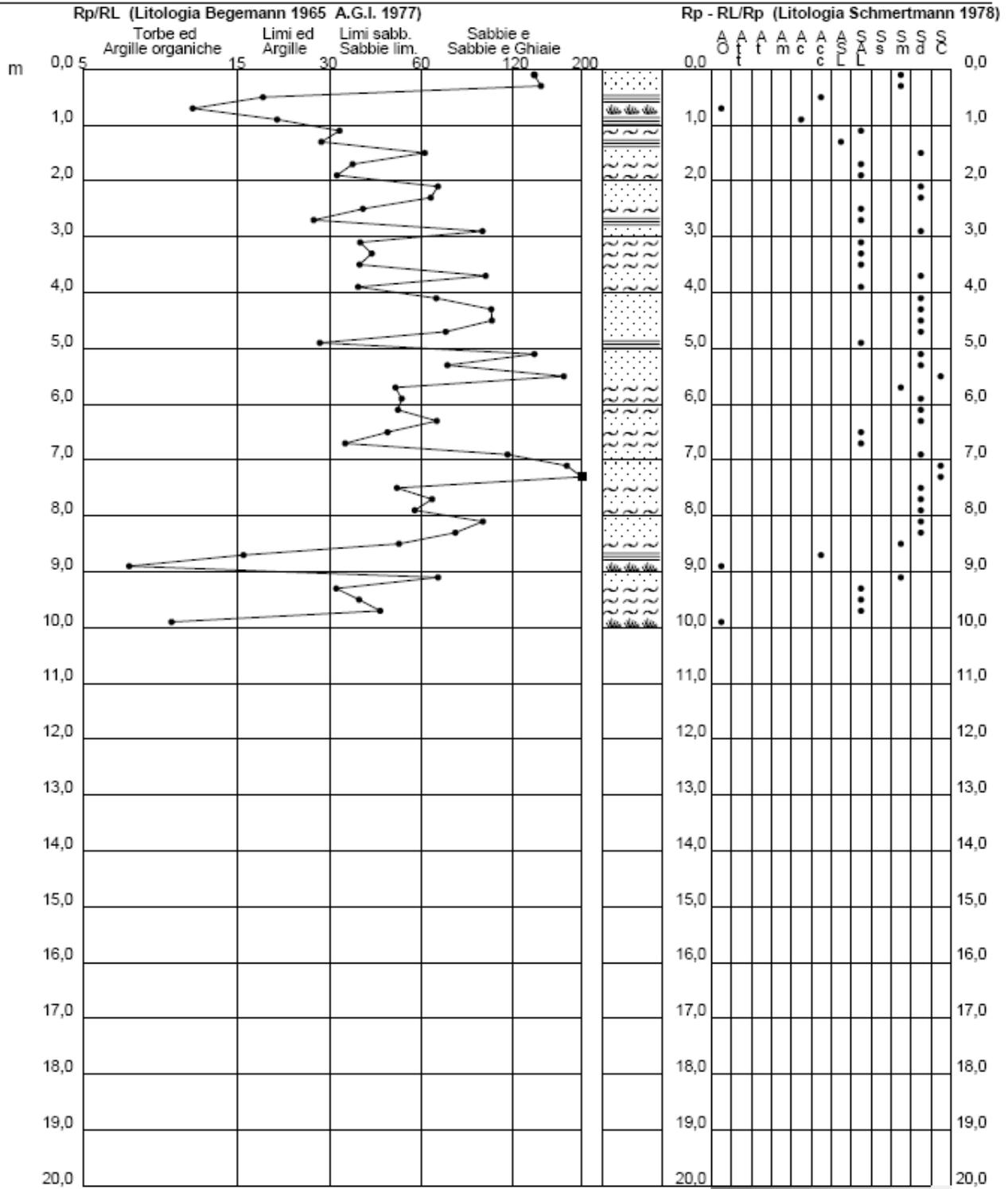
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1

3.010496-040

- committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE CANNETO S/O
 - lavoro: AMPLIAMENTO SCUOLA PRIMARIA
 - località: CANNETO S/O
 - resp. cantiere:
 - assist. cantiere:

- data prova : 21/11/2012
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 3,90 m da quota inizio
 - scala vert.: 1 : 100
 - data emiss. : 30/11/2012



PROVA PENETROMETRICA STATICA

TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

3.010496-040

- committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE CANNETO S/O
 - lavoro: AMPLIAMENTO SCUOLA PRIMARIA
 - località: CANNETO S/O
 - resp. cantiere:
 - assist. cantiere:

- data prova : 21/11/2012
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 3,90 m da quota inizio
 - data emiss. : 30/11/2012

Prof. m	Rp kg/cm ²	Rp(R) (-)	Natura Litol.	Y' t/m ²	NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE												
					pvo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	amy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	
0.20	75	141	3	1,85	0,04	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	32	0,258	125	188	225		
0.40	69	148	3	1,85	0,07	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	35	0,258	115	173	207		
0.60	29	19	4/1	1,85	0,11	0,98	95,9	167	251	87	83	40	41	43	45	41	29	0,200	48	73	87	
0.80	15	11	2/III	1,85	0,15	0,67	41,2	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1.00	14	21	2/III	1,85	0,19	0,64	29,4	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1.20	20	33	4/1	1,85	0,22	0,80	31,2	136	204	60	53	35	36	40	42	36	27	0,113	33	50	60	
1.40	33	29	4/1	1,85	0,26	1,10	36,3	187	261	99	67	37	39	41	43	38	29	0,150	55	83	99	
1.60	171	63	3	1,85	0,30	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	44	37	0,258	285	426	513	
1.80	137	37	3	1,85	0,33	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	35	0,258	228	343	411	
2.00	98	33	3	1,85	0,37	--	--	--	--	--	95	41	43	44	46	41	34	0,242	163	245	294	
2.20	216	69	3	1,85	0,41	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	44	38	0,258	360	540	648	
2.40	279	65	3	1,85	0,44	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	40	0,258	465	698	837	
2.60	235	40	3	1,85	0,48	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	44	39	0,258	392	588	705	
2.80	134	28	4/1	1,85	0,52	4,47	92,8	759	1139	402	98	42	43	44	46	41	35	0,252	223	335	402	
3.00	179	96	3	1,85	0,55	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	37	0,258	298	448	537	
3.20	119	39	3	1,85	0,59	--	--	--	--	--	91	41	42	44	45	40	35	0,226	198	298	357	
3.40	141	42	3	1,85	0,63	--	--	--	--	--	95	41	43	44	46	41	36	0,241	235	353	423	
3.60	121	39	3	1,85	0,67	--	--	--	--	--	88	40	42	43	45	40	35	0,218	202	303	363	
3.80	144	96	3	1,85	0,70	--	--	--	--	--	93	41	42	44	45	40	36	0,234	240	360	432	
4.00	107	38	3	1,01	0,72	--	--	--	--	--	82	40	41	43	45	39	34	0,197	178	268	321	
4.20	109	68	3	1,01	0,74	--	--	--	--	--	82	40	41	43	45	39	34	0,197	182	273	327	
4.40	157	102	3	1,09	0,77	--	--	--	--	--	94	41	43	44	46	40	36	0,237	262	393	471	
4.60	240	103	3	1,16	0,79	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	39	0,258	400	600	720	
4.80	151	73	3	1,08	0,81	--	--	--	--	--	91	41	42	44	45	40	36	0,228	252	378	453	
5.00	119	29	4/1	1,06	0,83	3,97	44,3	674	1012	357	62	40	41	43	45	39	35	0,198	198	298	357	
5.20	122	141	3	1,03	0,85	--	--	--	--	--	83	40	41	43	45	39	35	0,199	203	305	366	
5.40	145	74	3	1,08	0,87	--	--	--	--	--	88	40	42	43	45	39	36	0,215	238	358	429	
5.60	140	175	3	1,06	0,89	--	--	--	--	--	86	40	42	43	45	39	36	0,211	233	350	420	
5.80	94	50	3	0,99	0,91	--	--	--	--	--	72	38	40	42	44	37	34	0,165	157	235	282	
6.00	102	53	3	1,00	0,93	--	--	--	--	--	74	38	40	42	44	37	34	0,172	170	255	306	
6.20	105	51	3	1,01	0,95	--	--	--	--	--	75	39	40	42	44	38	34	0,175	177	265	318	
6.40	123	68	3	1,03	0,97	--	--	--	--	--	80	39	41	43	44	38	35	0,189	205	308	369	
6.60	114	47	3	1,02	1,00	--	--	--	--	--	77	39	40	42	44	38	34	0,179	190	285	342	
6.80	205	35	3	1,15	1,02	--	--	--	--	--	96	41	43	44	46	40	38	0,245	343	515	618	
7.00	354	115	3	1,15	1,04	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	40	0,258	590	885	1062	
7.20	355	179	3	1,19	1,06	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	40	0,258	597	895	1074	
7.40	309	662	3	1,15	1,09	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	40	0,258	515	773	927	
7.60	129	51	3	1,04	1,11	--	--	--	--	--	78	39	41	42	44	38	35	0,184	215	323	387	
7.80	185	66	3	1,13	1,13	--	--	--	--	--	90	41	42	44	45	39	37	0,224	308	463	555	
8.00	182	58	3	1,12	1,15	--	--	--	--	--	89	40	42	43	45	39	37	0,220	303	455	546	
8.20	186	96	3	1,13	1,18	--	--	--	--	--	89	41	42	44	45	39	37	0,221	310	465	558	
8.40	225	78	3	1,15	1,20	--	--	--	--	--	95	41	43	44	46	40	39	0,242	375	563	675	
8.60	62	52	3	0,94	1,22	--	--	--	--	--	51	35	37	40	42	33	32	0,106	103	155	186	
8.80	35	76	4/1	0,95	1,24	1,20	6,0	327	490	108	32	32	35	38	41	30	30	0,061	60	90	108	
9.00	15	7	2/III	0,95	1,26	0,57	2,8	337	506	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9.20	46	69	3	0,91	1,27	--	--	--	--	--	39	34	36	38	41	31	31	0,078	77	115	138	
9.40	65	32	3	0,94	1,29	--	--	--	--	--	51	35	37	40	42	33	32	0,106	108	163	195	
9.60	59	38	3	0,93	1,31	--	--	--	--	--	47	35	37	39	42	33	32	0,097	98	148	177	
9.80	57	45	3	0,93	1,33	--	--	--	--	--	46	34	37	39	42	32	31	0,093	95	143	171	
10.00	25	10	4/1	0,94	1,35	0,91	3,8	380	569	75	17	30	33	36	39	28	28	0,033	42	63	75	

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 2

3.010496-040

- committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE CANNETO S/O
 - lavoro: AMPLIAMENTO SCUOLA PRIMARIA
 - località: CANNETO S/O
 - resp. cantiere:
 - assist. cantiere:

- data prova : 21/11/2012
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 3,90 m da quota inizio
 - data emiss. : 30/11/2012

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	28,0	35,0	28,0	0,47	60,0	5,20	115,0	146,0	115,0	2,07	56,0
0,40	26,0	29,0	26,0	0,20	130,0	5,40	160,0	168,0	160,0	0,53	300,0
0,60	18,0	43,0	18,0	1,67	11,0	5,60	90,0	113,0	90,0	1,53	59,0
0,80	10,0	26,0	10,0	1,07	9,0	5,80	104,0	127,0	104,0	1,53	68,0
1,00	10,0	20,0	10,0	0,67	15,0	6,00	113,0	146,0	113,0	2,20	51,0
1,20	17,0	26,0	17,0	0,60	28,0	6,20	138,0	173,0	138,0	2,33	59,0
1,40	34,0	43,0	34,0	0,60	57,0	6,40	184,0	222,0	184,0	2,53	73,0
1,60	149,0	168,0	149,0	1,27	118,0	6,60	339,0	387,0	339,0	3,20	106,0
1,80	130,0	171,0	130,0	2,73	48,0	6,80	346,0	389,0	346,0	2,87	121,0
2,00	128,0	187,0	128,0	3,93	33,0	7,00	307,0	383,0	307,0	5,07	61,0
2,20	132,0	170,0	132,0	2,53	52,0	7,20	382,0	420,0	382,0	2,53	151,0
2,40	125,0	179,0	125,0	3,60	35,0	7,40	367,0	416,0	367,0	3,27	112,0
2,60	142,0	199,0	142,0	3,80	37,0	7,60	317,0	369,0	317,0	3,47	91,0
2,80	119,0	157,0	119,0	2,53	47,0	7,80	270,0	296,0	270,0	1,73	156,0
3,00	143,0	192,0	143,0	3,27	44,0	8,00	205,0	235,0	205,0	2,00	102,0
3,20	142,0	182,0	142,0	2,67	53,0	8,20	144,0	180,0	144,0	2,40	60,0
3,40	170,0	213,0	170,0	2,87	59,0	8,40	144,0	180,0	144,0	2,40	60,0
3,60	211,0	236,0	211,0	1,67	127,0	8,60	56,0	61,0	56,0	0,33	168,0
3,80	158,0	192,0	158,0	2,27	70,0	8,80	31,0	56,0	31,0	1,67	19,0
4,00	190,0	210,0	190,0	1,33	142,0	9,00	14,0	33,0	14,0	1,27	11,0
4,20	161,0	182,0	161,0	1,40	115,0	9,20	45,0	62,0	45,0	1,13	40,0
4,40	137,0	153,0	137,0	1,07	128,0	9,40	79,0	95,0	79,0	1,07	74,0
4,60	143,0	179,0	143,0	2,40	60,0	9,60	85,0	94,0	85,0	0,60	142,0
4,80	125,0	153,0	125,0	1,87	67,0	9,80	70,0	92,0	70,0	1,47	48,0
5,00	112,0	148,0	112,0	2,40	47,0	10,00	52,0	74,0	52,0	1,47	35,0

- PENETROMETRO STATICO tipo da 10 t - (con anello allargatore) -
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

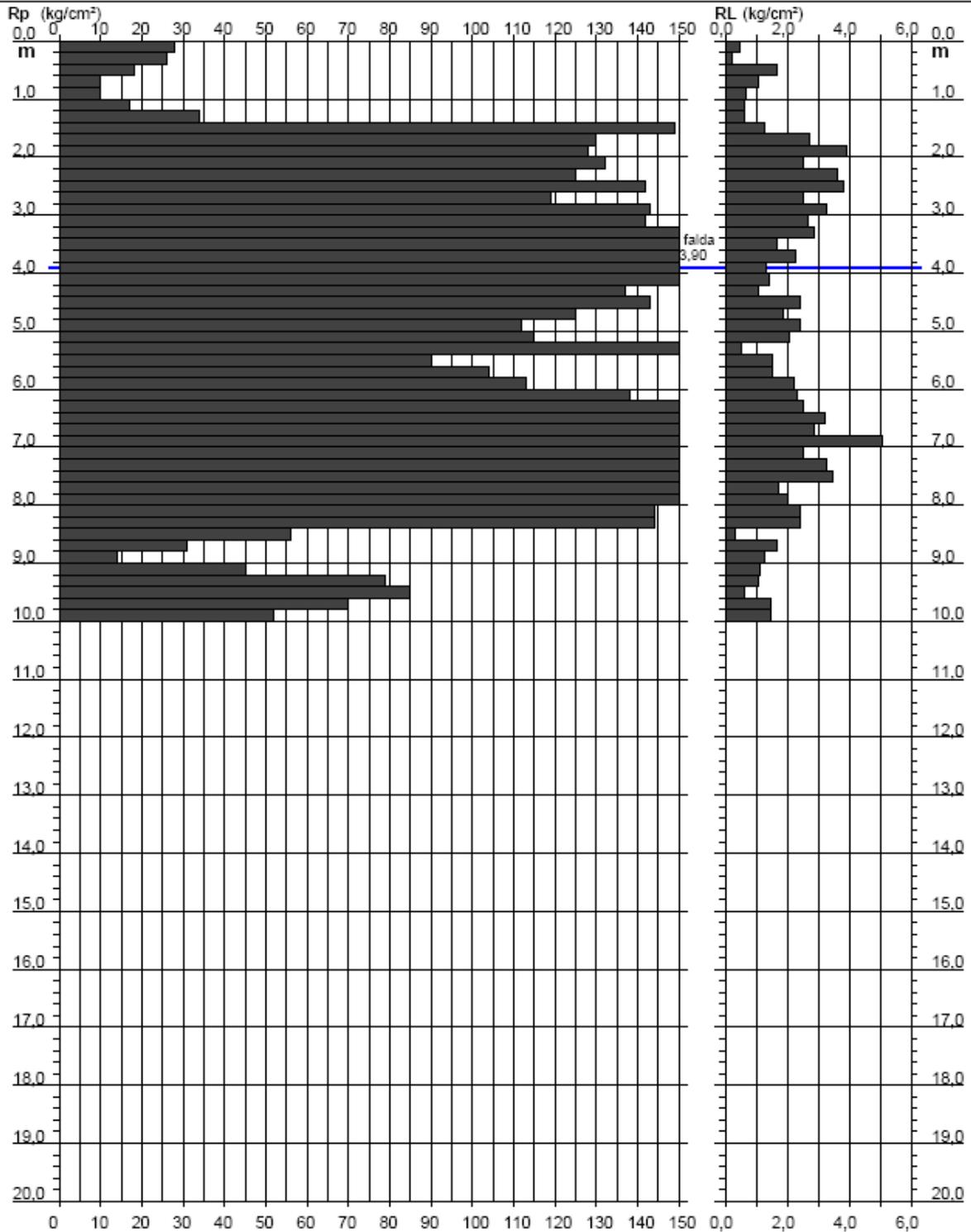
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

3.010496-040

- committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE CANNETO S/O
 - lavoro: AMPLIAMENTO SCUOLA PRIMARIA
 - località: CANNETO S/O
 - resp. cantiere:
 - assist. cantiere:

- data prova : 21/11/2012
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 3,90 m da quota inizio
 - scala vert. : 1 : 100
 - data emiss. : 30/11/2012



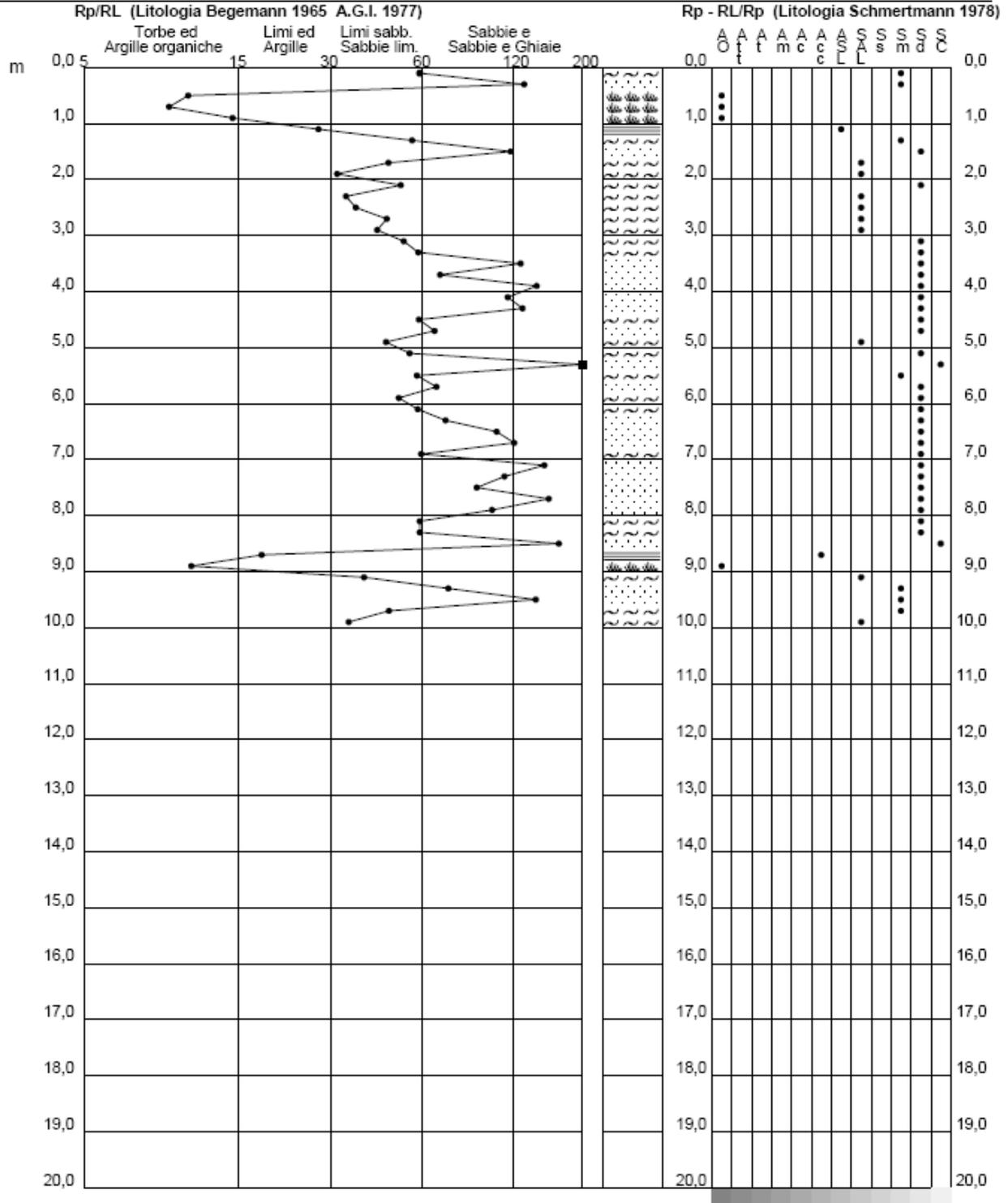
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 2

3.010496-040

- committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE CANNETO S/O
 - lavoro: AMPLIAMENTO SCUOLA PRIMARIA
 - località: CANNETO S/O
 - resp. cantiere:
 - assist. cantiere:

- data prova : 21/11/2012
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 3,90 m da quota inizio
 - scala vert. : 1 : 100
 - data emiss. : 30/11/2012



**PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

CPT 2

3.010496-040

- committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE CANNETO S/O
 - lavoro: AMPLIAMENTO SCUOLA PRIMARIA
 - località: CANNETO S/O
 - resp. cantiere:
 - assist. cantiere:

- data prova : 21/11/2012
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 3,90 m da quota inizio
 - data emiss. : 30/11/2012

Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Ri (-)	Natura Litol.	Y' t/m²	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	NATURA COESIVA				NATURA GRANULARE									
								Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	σ1s (°)	σ2s (°)	σ3s (°)	σ4s (°)	σdm (°)	σmy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0.20	28	60	3	1,85	0,04	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	28	0,258	47	70	84
0.40	26	130	3	1,85	0,07	--	--	--	--	--	89	40	42	44	45	42	26	0,220	43	65	78
0.60	18	11	2	1,85	0,11	0,75	68,4	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.80	10	9	2	1,85	0,15	0,50	28,8	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.00	15	15	2	1,85	0,19	0,50	21,8	125	123	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.20	17	28	3	1,85	0,22	0,72	27,8	123	164	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.40	34	57	3	1,85	0,26	--	--	--	--	--	68	38	39	41	43	38	29	0,153	57	85	102
1.60	149	118	3	1,85	0,30	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	44	36	0,258	248	373	447
1.80	130	48	3	1,85	0,33	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	35	0,258	217	325	390
2.00	128	33	3	1,85	0,37	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	35	0,258	213	320	384
2.20	132	52	3	1,85	0,41	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	35	0,258	220	330	396
2.40	125	35	3	1,85	0,44	--	--	--	--	--	99	42	43	45	46	42	35	0,256	208	313	375
2.60	142	37	3	1,85	0,48	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	36	0,258	237	355	426
2.80	119	47	3	1,85	0,52	--	--	--	--	--	94	41	43	44	46	41	35	0,237	198	298	357
3.00	143	44	3	1,85	0,55	--	--	--	--	--	99	42	43	44	46	41	36	0,254	238	358	429
3.20	142	53	3	1,85	0,59	--	--	--	--	--	97	42	43	44	46	41	36	0,247	237	355	426
3.40	170	59	3	1,85	0,63	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	37	0,258	283	425	510
3.60	211	127	3	1,85	0,67	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	38	0,258	352	528	633
3.80	158	70	3	1,85	0,70	--	--	--	--	--	95	41	43	44	46	41	36	0,245	265	398	474
4.00	190	142	3	1,14	0,73	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	37	0,258	317	475	570
4.20	161	115	3	1,09	0,75	--	--	--	--	--	95	41	43	44	46	40	36	0,242	268	403	483
4.40	137	128	3	1,06	0,77	--	--	--	--	--	89	40	42	44	45	40	35	0,220	228	343	411
4.60	143	60	3	1,06	0,79	--	--	--	--	--	90	41	42	44	45	40	36	0,223	238	358	429
4.80	125	67	3	1,04	0,81	--	--	--	--	--	85	40	41	43	45	39	35	0,206	208	313	375
5.00	112	47	3	1,02	0,83	--	--	--	--	--	80	39	41	43	44	38	34	0,191	187	280	336
5.20	115	56	3	1,02	0,85	--	--	--	--	--	81	39	41	43	44	38	35	0,192	192	288	345
5.40	160	300	3	1,09	0,87	--	--	--	--	--	91	41	42	44	45	40	36	0,228	267	400	480
5.60	90	59	3	0,98	0,89	--	--	--	--	--	71	38	40	42	44	37	33	0,162	150	225	270
5.80	104	68	3	1,01	0,91	--	--	--	--	--	75	39	40	42	44	38	34	0,176	173	260	312
6.00	113	51	3	1,02	0,93	--	--	--	--	--	78	39	41	42	44	38	34	0,183	188	283	339
6.20	138	59	3	1,06	0,95	--	--	--	--	--	84	40	41	43	45	39	36	0,204	230	345	414
6.40	184	73	3	1,13	0,98	--	--	--	--	--	94	41	42	44	45	40	37	0,235	307	460	552
6.60	339	106	3	1,15	1,00	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	40	0,258	565	848	1017
6.80	346	121	3	1,15	1,02	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	40	0,258	577	865	1038
7.00	307	61	3	1,15	1,05	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	40	0,258	512	768	921
7.20	382	151	3	1,15	1,07	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	40	0,258	637	955	1146
7.40	367	112	3	1,15	1,09	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	40	0,258	612	918	1101
7.60	317	91	3	1,15	1,12	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	40	0,258	528	793	951
7.80	270	156	3	1,15	1,14	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	40	0,258	450	675	810
8.00	205	102	3	1,15	1,16	--	--	--	--	--	93	41	42	44	45	40	38	0,234	342	513	615
8.20	144	60	3	1,07	1,18	--	--	--	--	--	80	38	41	43	44	38	36	0,191	240	360	432
8.40	144	60	3	1,07	1,20	--	--	--	--	--	80	39	41	43	44	38	36	0,190	240	360	432
8.60	56	168	3	0,93	1,22	--	--	--	--	--	47	35	37	39	42	33	31	0,097	93	140	168
8.80	31	19	4	0,97	1,24	1,03	5,0	343	514	93	26	32	34	37	40	29	29	0,051	52	78	93
9.00	14	11	2	0,94	1,26	0,64	2,7	330	495	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9.20	45	40	3	0,91	1,28	--	--	--	--	--	39	33	36	38	41	31	31	0,076	75	113	135
9.40	79	74	3	0,97	1,30	--	--	--	--	--	58	36	38	40	43	34	33	0,124	132	198	237
9.60	65	142	3	0,98	1,32	--	--	--	--	--	60	36	38	41	43	35	33	0,130	142	213	255
9.80	70	48	3	0,95	1,34	--	--	--	--	--	53	35	38	40	42	33	32	0,111	117	175	210
10.00	52	35	3	0,92	1,35	--	--	--	--	--	42	34	36	39	41	32	31	0,085	87	130	156

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 3

3.010496-040

- committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE CANNETO S/O
 - lavoro: AMPLIAMENTO SCUOLA PRIMARIA
 - località: CANNETO S/O
 - resp. cantiere:
 - assist. cantiere:

- data prova : 21/11/2012
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 3,80 m da quota inizio
 - data emiss. : 30/11/2012

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	60,0	73,0	60,0	0,87	69,0	10,20	15,0	30,0	15,0	1,00	15,0
0,40	59,0	50,0	59,0	-----	----	10,40	12,0	18,0	12,0	0,40	30,0
0,60	44,0	61,0	44,0	1,13	39,0	10,60	10,0	18,0	10,0	0,53	19,0
0,80	19,0	52,0	19,0	2,20	9,0	10,80	18,0	30,0	18,0	0,80	22,0
1,00	15,0	42,0	15,0	1,80	8,0	11,00	10,0	19,0	10,0	0,60	17,0
1,20	21,0	30,0	21,0	0,60	35,0	11,20	10,0	24,0	10,0	0,93	11,0
1,40	28,0	36,0	28,0	0,53	52,0	11,40	17,0	28,0	17,0	0,73	23,0
1,60	77,0	99,0	77,0	1,47	52,0	11,60	15,0	34,0	15,0	1,27	12,0
1,80	119,0	137,0	119,0	1,20	99,0	11,80	37,0	50,0	37,0	0,87	43,0
2,00	142,0	169,0	142,0	1,80	79,0	12,00	41,0	52,0	41,0	0,73	56,0
2,20	117,0	137,0	117,0	1,33	88,0	12,20	50,0	65,0	50,0	1,00	50,0
2,40	95,0	134,0	95,0	2,60	37,0	12,40	46,0	68,0	46,0	1,47	31,0
2,60	235,0	275,0	235,0	2,67	88,0	12,60	25,0	41,0	25,0	1,07	23,0
2,80	275,0	325,0	275,0	3,33	83,0	12,80	36,0	72,0	36,0	2,40	15,0
3,00	98,0	156,0	98,0	3,87	25,0	13,00	55,0	59,0	55,0	0,27	206,0
3,20	136,0	161,0	136,0	1,67	82,0	13,20	13,0	36,0	13,0	1,53	8,0
3,40	127,0	157,0	127,0	2,00	64,0	13,40	21,0	34,0	21,0	0,87	24,0
3,60	140,0	180,0	140,0	2,67	52,0	13,60	27,0	40,0	27,0	0,87	31,0
3,80	150,0	171,0	150,0	1,40	107,0	13,80	44,0	60,0	44,0	1,07	41,0
4,00	143,0	167,0	143,0	1,60	89,0	14,00	49,0	65,0	49,0	1,07	46,0
4,20	91,0	143,0	91,0	3,47	26,0	14,20	36,0	51,0	36,0	1,00	36,0
4,40	112,0	139,0	112,0	1,80	62,0	14,40	13,0	34,0	13,0	1,40	9,0
4,60	137,0	207,0	137,0	4,67	29,0	14,60	12,0	30,0	12,0	1,20	10,0
4,80	214,0	267,0	214,0	3,53	61,0	14,80	32,0	57,0	32,0	1,67	19,0
5,00	265,0	308,0	265,0	2,87	92,0	15,00	65,0	80,0	65,0	1,00	65,0
5,20	150,0	184,0	150,0	2,27	66,0	15,20	70,0	93,0	70,0	1,53	46,0
5,40	135,0	170,0	135,0	2,33	58,0	15,40	60,0	81,0	60,0	1,40	43,0
5,60	147,0	183,0	147,0	2,40	61,0	15,60	44,0	68,0	44,0	1,60	27,0
5,80	109,0	156,0	109,0	3,13	35,0	15,80	21,0	51,0	21,0	2,00	10,0
6,00	141,0	164,0	141,0	1,53	92,0	16,00	61,0	74,0	61,0	0,87	70,0
6,20	111,0	146,0	111,0	2,33	48,0	16,20	54,0	67,0	54,0	0,87	62,0
6,40	303,0	334,0	303,0	2,07	147,0	16,40	30,0	46,0	30,0	1,07	28,0
6,60	343,0	386,0	343,0	2,87	120,0	16,60	21,0	41,0	21,0	1,33	16,0
6,80	374,0	421,0	374,0	3,13	119,0	16,80	13,0	34,0	13,0	1,40	9,0
7,00	379,0	436,0	379,0	3,80	100,0	17,00	13,0	21,0	13,0	0,53	24,0
7,20	351,0	386,0	351,0	2,33	150,0	17,20	12,0	32,0	12,0	1,33	9,0
7,40	276,0	342,0	276,0	4,40	63,0	17,40	26,0	33,0	26,0	0,47	56,0
7,60	279,0	331,0	279,0	3,47	80,0	17,60	32,0	47,0	32,0	1,00	32,0
7,80	266,0	301,0	266,0	2,33	114,0	17,80	59,0	83,0	59,0	1,60	37,0
8,00	263,0	297,0	263,0	2,27	116,0	18,00	23,0	53,0	23,0	2,00	12,0
8,20	233,0	295,0	233,0	4,13	56,0	18,20	21,0	40,0	21,0	1,27	17,0
8,40	244,0	254,0	244,0	0,67	366,0	18,40	21,0	37,0	21,0	1,07	20,0
8,60	39,0	74,0	39,0	2,33	17,0	18,60	19,0	34,0	19,0	1,00	19,0
8,80	21,0	48,0	21,0	1,80	12,0	18,80	56,0	72,0	56,0	1,07	52,0
9,00	24,0	49,0	24,0	1,67	14,0	19,00	74,0	108,0	74,0	2,27	33,0
9,20	56,0	74,0	56,0	1,20	47,0	19,20	101,0	116,0	101,0	1,00	101,0
9,40	81,0	96,0	81,0	1,00	81,0	19,40	19,0	54,0	19,0	2,33	8,0
9,60	69,0	89,0	69,0	1,33	52,0	19,60	18,0	35,0	18,0	1,13	16,0
9,80	43,0	63,0	43,0	1,33	32,0	19,80	14,0	28,0	14,0	0,93	15,0
10,00	21,0	39,0	21,0	1,20	17,0	20,00	15,0	30,0	15,0	1,00	15,0

- PENETROMETRO STATICO tipo da 10 t - (con anello allargatore) -
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA **CPT 3**
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA 3.010496-040

- committente:	AMMINISTRAZIONE COMUNALE CANNETO S/O	- data prova :	21/11/2012
- lavoro:	AMPLIAMENTO SCUOLA PRIMARIA	- quota inizio :	Piano Campagna
- località:	CANNETO S/O	- prof. falda :	3,80 m da quota inizio
- resp. cantiere:		- data emiss. :	30/11/2012
- assist. cantiere:			

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
20,20	33,0	54,0	33,0	1,40	24,0	25,20	48,0	71,0	48,0	1,53	31,0
20,40	89,0	113,0	89,0	1,60	56,0	25,40	62,0	96,0	62,0	2,27	27,0
20,60	91,0	127,0	91,0	2,40	38,0	25,60	143,0	171,0	143,0	1,87	77,0
20,80	114,0	142,0	114,0	1,87	61,0	25,80	131,0	172,0	131,0	2,73	48,0
21,00	121,0	146,0	121,0	1,67	73,0	26,00	111,0	151,0	111,0	2,67	42,0
21,20	112,0	152,0	112,0	2,67	42,0	26,20	112,0	144,0	112,0	2,13	52,0
21,40	116,0	144,0	116,0	1,87	62,0	26,40	96,0	129,0	96,0	2,20	44,0
21,60	76,0	107,0	76,0	2,07	37,0	26,60	104,0	142,0	104,0	2,53	41,0
21,80	81,0	101,0	81,0	1,33	61,0	26,80	51,0	79,0	51,0	1,87	27,0
22,00	90,0	106,0	90,0	1,07	84,0	27,00	28,0	56,0	28,0	1,87	15,0
22,20	93,0	130,0	93,0	2,47	38,0	27,20	29,0	52,0	29,0	1,53	19,0
22,40	106,0	137,0	106,0	2,07	51,0	27,40	105,0	132,0	105,0	1,80	58,0
22,60	99,0	116,0	99,0	1,13	87,0	27,60	104,0	140,0	104,0	2,40	43,0
22,80	93,0	125,0	93,0	2,13	44,0	27,80	78,0	105,0	78,0	1,80	43,0
23,00	22,0	51,0	22,0	1,93	11,0	28,00	16,0	44,0	16,0	1,87	9,0
23,20	20,0	40,0	20,0	1,33	15,0	28,20	11,0	28,0	11,0	1,13	10,0
23,40	24,0	42,0	24,0	1,20	20,0	28,40	47,0	56,0	47,0	0,60	78,0
23,60	21,0	35,0	21,0	0,93	22,0	28,60	70,0	94,0	70,0	1,60	44,0
23,80	30,0	40,0	30,0	0,67	45,0	28,80	105,0	139,0	105,0	2,27	46,0
24,00	17,0	34,0	17,0	1,13	15,0	29,00	91,0	128,0	91,0	2,47	37,0
24,20	17,0	33,0	17,0	1,07	16,0	29,20	85,0	125,0	85,0	2,67	32,0
24,40	53,0	71,0	53,0	1,20	44,0	29,40	102,0	119,0	102,0	1,13	90,0
24,60	50,0	82,0	50,0	2,13	23,0	29,60	112,0	150,0	112,0	2,53	44,0
24,80	31,0	60,0	31,0	1,93	16,0	29,80	41,0	79,0	41,0	2,53	16,0
25,00	32,0	55,0	32,0	1,53	21,0	30,00	55,0	100,0	55,0	3,00	18,0

- PENETROMETRO STATICO tipo da 10 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

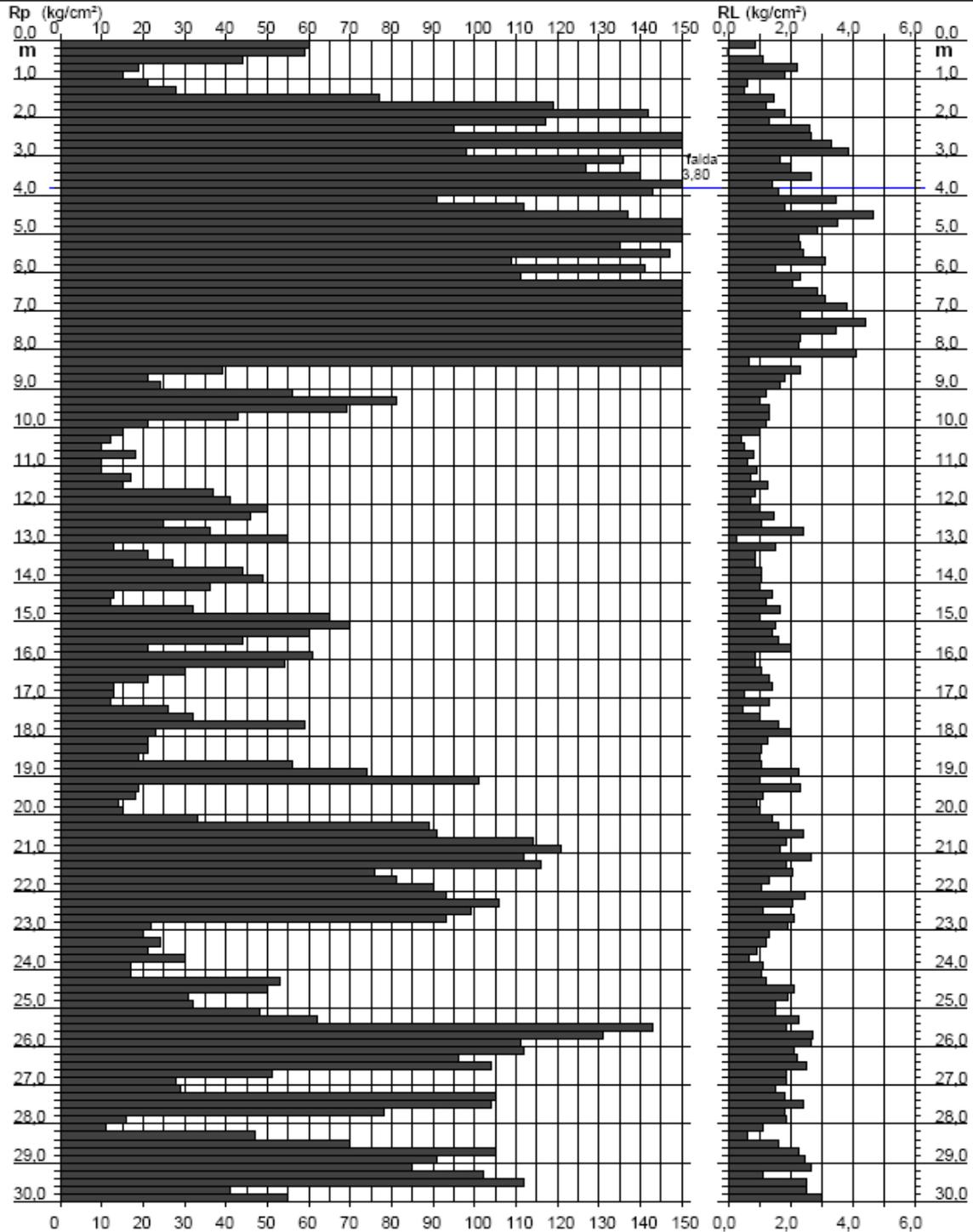
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 3

3.010496-040

- committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE CANNETO S/O
 - lavoro: AMPLIAMENTO SCUOLA PRIMARIA
 - località: CANNETO S/O
 - resp. cantiere:
 - assist. cantiere:

- data prova : 21/11/2012
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 3,80 m da quota inizio
 - scala vert. : 1 : 150
 - data emiss. : 30/11/2012



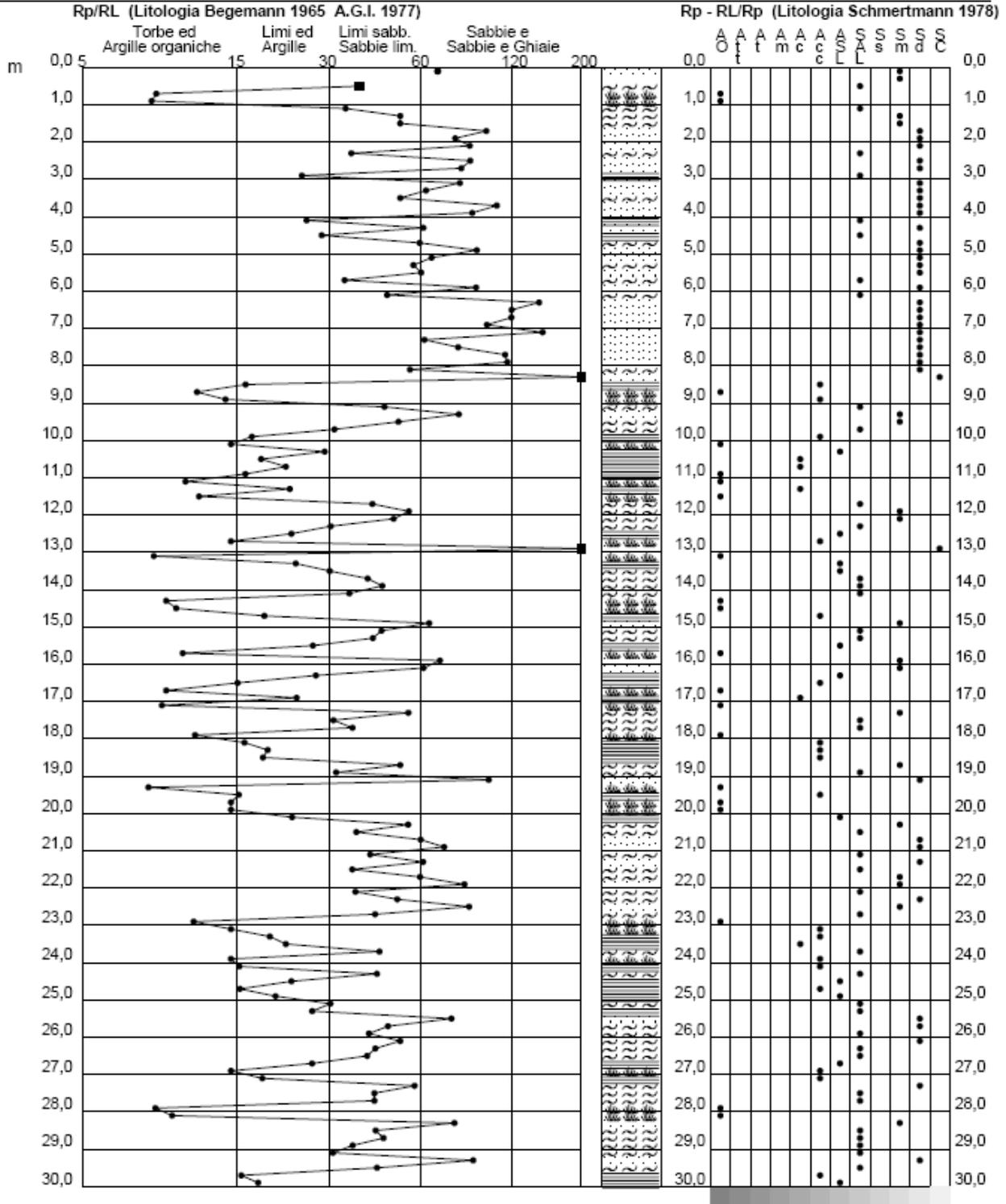
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 3

3.010496-040

- committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE CANNETO S/O
 - lavoro: AMPLIAMENTO SCUOLA PRIMARIA
 - località: CANNETO S/O
 - resp. cantiere:
 - assist. cantiere:

- data prova : 21/11/2012
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 3,80 m da quota inizio
 - scala vert.: 1 : 150
 - data emiss. : 30/11/2012



**PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

CPT 3

3.010496-040

- committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE CANNETO S/O
 - lavoro: AMPLIAMENTO SCUOLA PRIMARIA
 - località: CANNETO S/O
 - resp. cantiere:
 - assist. cantiere:

- data prova : 21/11/2012
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 3,80 m da quota inizio
 - data emiss. : 30/11/2012

Prof. m	Rp kg/cm ²	Rp/Rl (-)	Natura Litol.	Y' t/m ³	p'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25	Mo kg/cm ²	NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE					
											Dr %	σ1s (*)	σ2s (*)	σ3s (*)	σ4s (*)	σdm (*)	σmy (*)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²
20.20	33	24	4/1/1	0,97	2,30	1,10	2,5	583	875	99	14	30	33	36	39	26	29	0,026	55	83	99
20.40	89	56	3/1/1	0,98	2,32	--	--	--	--	--	47	35	37	39	42	32	33	0,098	148	223	267
20.60	91	36	3/1/1	0,99	2,34	--	--	--	--	--	48	35	37	39	42	32	33	0,099	152	228	273
20.80	114	61	3/1/1	1,02	2,35	--	--	--	--	--	55	36	38	40	42	33	34	0,116	190	285	342
21.00	121	73	3/1/1	1,03	2,38	--	--	--	--	--	57	36	38	40	43	33	35	0,123	202	303	353
21.20	112	42	3/1/1	1,02	2,40	--	--	--	--	--	55	36	38	40	42	33	34	0,116	187	290	336
21.40	116	62	3/1/1	1,02	2,42	--	--	--	--	--	56	36	38	40	42	33	35	0,118	193	290	348
21.60	76	37	3/1/1	0,96	2,44	--	--	--	--	--	41	34	36	39	41	30	33	0,082	127	190	228
21.80	81	61	3/1/1	0,97	2,46	--	--	--	--	--	43	34	36	39	41	31	33	0,086	135	203	243
22.00	90	84	3/1/1	0,98	2,48	--	--	--	--	--	46	34	37	39	42	31	33	0,095	150	225	270
22.20	93	36	3/1/1	0,99	2,50	--	--	--	--	--	47	35	37	39	42	31	33	0,097	155	233	279
22.40	106	51	3/1/1	1,01	2,52	--	--	--	--	--	51	35	37	40	42	32	34	0,108	177	265	318
22.60	99	87	3/1/1	1,00	2,54	--	--	--	--	--	49	35	37	39	42	32	34	0,101	165	248	297
22.80	93	44	3/1/1	0,99	2,55	--	--	--	--	--	47	35	37	39	42	31	33	0,095	159	233	279
23.00	22	11	4/1/1	0,93	2,58	0,85	1,6	492	737	66	--	28	31	35	38	25	28	--	35	56	66
23.20	20	15	4/1/1	0,93	2,60	0,80	1,4	469	703	60	--	28	31	35	38	25	27	--	33	50	60
23.40	24	20	4/1/1	0,94	2,61	0,89	1,6	514	771	72	--	28	31	35	38	25	28	--	40	60	72
23.60	21	22	4/1/1	0,93	2,63	0,82	1,5	481	722	63	--	28	31	35	38	25	27	--	35	53	63
23.80	30	45	3/1/1	0,88	2,65	--	--	--	--	--	7	29	32	35	39	26	29	0,015	50	75	90
24.00	17	15	2/1/1	0,97	2,67	0,72	1,2	429	644	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
24.20	17	16	2/1/1	0,97	2,69	0,72	1,2	429	644	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
24.40	53	44	3/1/1	0,92	2,71	--	--	--	--	--	25	32	34	37	40	28	31	0,049	86	133	159
24.60	50	23	4/1/1	1,01	2,73	1,67	3,4	767	1150	150	24	31	34	37	40	28	31	0,045	83	125	150
24.80	31	16	4/1/1	0,97	2,75	1,03	1,8	587	880	93	7	29	32	35	39	25	29	0,016	52	78	93
25.00	32	21	4/1/1	0,97	2,77	1,07	1,9	602	904	96	8	29	32	35	39	25	29	0,017	53	80	96
25.20	48	31	3/1/1	0,91	2,79	--	--	--	--	--	22	31	34	37	40	27	31	0,041	80	120	144
25.40	62	27	4/1/1	1,02	2,81	2,07	4,3	784	1175	186	30	32	35	38	40	29	32	0,059	103	155	186
25.60	143	77	3/1/1	1,06	2,83	--	--	--	--	--	59	36	38	40	43	33	36	0,127	238	358	429
25.80	131	48	3/1/1	1,05	2,85	--	--	--	--	--	56	36	38	40	42	33	35	0,119	218	328	393
26.00	111	42	3/1/1	1,02	2,87	--	--	--	--	--	50	35	37	40	42	32	34	0,104	185	278	333
26.20	112	52	3/1/1	1,02	2,89	--	--	--	--	--	50	35	37	40	42	32	34	0,104	187	290	336
26.40	96	44	3/1/1	0,99	2,91	--	--	--	--	--	45	34	37	39	42	31	34	0,090	160	240	288
26.60	104	41	3/1/1	1,01	2,93	--	--	--	--	--	47	35	37	39	42	31	34	0,097	173	260	312
26.80	51	27	4/1/1	1,01	2,95	1,70	3,2	617	1225	153	22	31	34	37	40	27	31	0,043	85	128	153
27.00	28	15	4/1/1	0,96	2,97	0,97	1,5	562	842	84	2	28	31	35	38	25	28	0,004	47	70	84
27.20	29	19	4/1/1	0,96	2,99	0,96	1,6	571	856	87	3	28	32	35	38	25	29	0,007	48	73	87
27.40	105	58	3/1/1	1,01	3,01	--	--	--	--	--	47	35	37	39	42	31	34	0,096	175	263	315
27.60	104	43	3/1/1	1,01	3,03	--	--	--	--	--	46	34	37	39	42	31	34	0,095	173	260	312
27.80	78	43	3/1/1	0,96	3,05	--	--	--	--	--	36	33	36	38	41	29	33	0,071	130	195	234
28.00	15	9	2/1/1	0,96	3,07	0,70	1,0	417	625	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
28.20	11	10	2/1/1	0,91	3,08	0,54	0,7	322	483	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
28.40	47	76	3/1/1	0,91	3,10	--	--	--	--	--	18	31	33	36	39	26	31	0,035	78	118	141
28.60	70	44	3/1/1	0,95	3,12	--	--	--	--	--	32	32	35	38	41	29	32	0,062	117	175	210
28.80	105	46	3/1/1	1,01	3,14	--	--	--	--	--	46	34	37	39	42	31	34	0,093	175	263	315
29.00	91	37	3/1/1	0,99	3,16	--	--	--	--	--	41	34	36	39	41	30	33	0,081	152	228	273
29.20	85	32	3/1/1	0,98	3,18	--	--	--	--	--	38	33	36	38	41	30	33	0,076	142	213	255
29.40	102	90	3/1/1	1,00	3,20	--	--	--	--	--	44	34	37	39	42	31	34	0,090	170	255	306
29.60	112	44	3/1/1	1,02	3,22	--	--	--	--	--	47	35	37	39	42	31	34	0,097	187	280	336
29.80	41	16	4/1/1	1,00	3,24	1,37	2,1	755	1133	123	13	30	33	36	39	25	30	0,025	68	103	123
30.00	55	16	4/1/1	1,01	3,26	1,83	3,1	896	1344	165	23	31	34	37	40	27	31	0,043	92	138	165

ALLEGATO 6

PARAMETRI SISMICI

Cerca Posizione

Via n°

Comune Cap

Provincia

Coordinate WGS84

Latitudine °

Longitudine °

Determinazione dei parametri sismici

(1)* Coordinate WGS84

Lat. 45.153346 * Long. 10.383184

(1)* Coordinate ED50

Lat. 45.154277 * Long. 10.384210

Classe dell'edificio
 III. Affollamento significativo... Cu = 1.5

Vita nominale

(Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)

Interpolazione Media ponderata

45.153346, 10.383184

Visualizza vertici della maglia di appartenenza

Parametri sismici
 (1)* Il software converte i dati dal sistema WGS84 al sistema ED50, prima di elaborare i risultati è comunque possibile inserire direttamente le coordinate nel sistema ED50. I punti sulla mappa sono da considerarsi

Stato Limite	Tr [anni]	a _y [g]	F ₀	T _c [s]
Operatività (SLO)	45	0,038	2,564	0,241
Danno (SLD)	75	0,046	2,524	0,265
Salvaguardia vita (SLV)	712	0,099	2,593	0,306
Prevenzione collasso (SLC)	1462	0,126	2,581	0,311
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	75			

Calcolo dei coefficienti sismici

Muri di sostegno Paratie

Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)

us (m)

Categoria sottosuolo

Categoria topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss + Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,50	1,50
Cc + Coeff. funz categoria	1,68	1,63	1,55	1,54
St + Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Personalizza acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

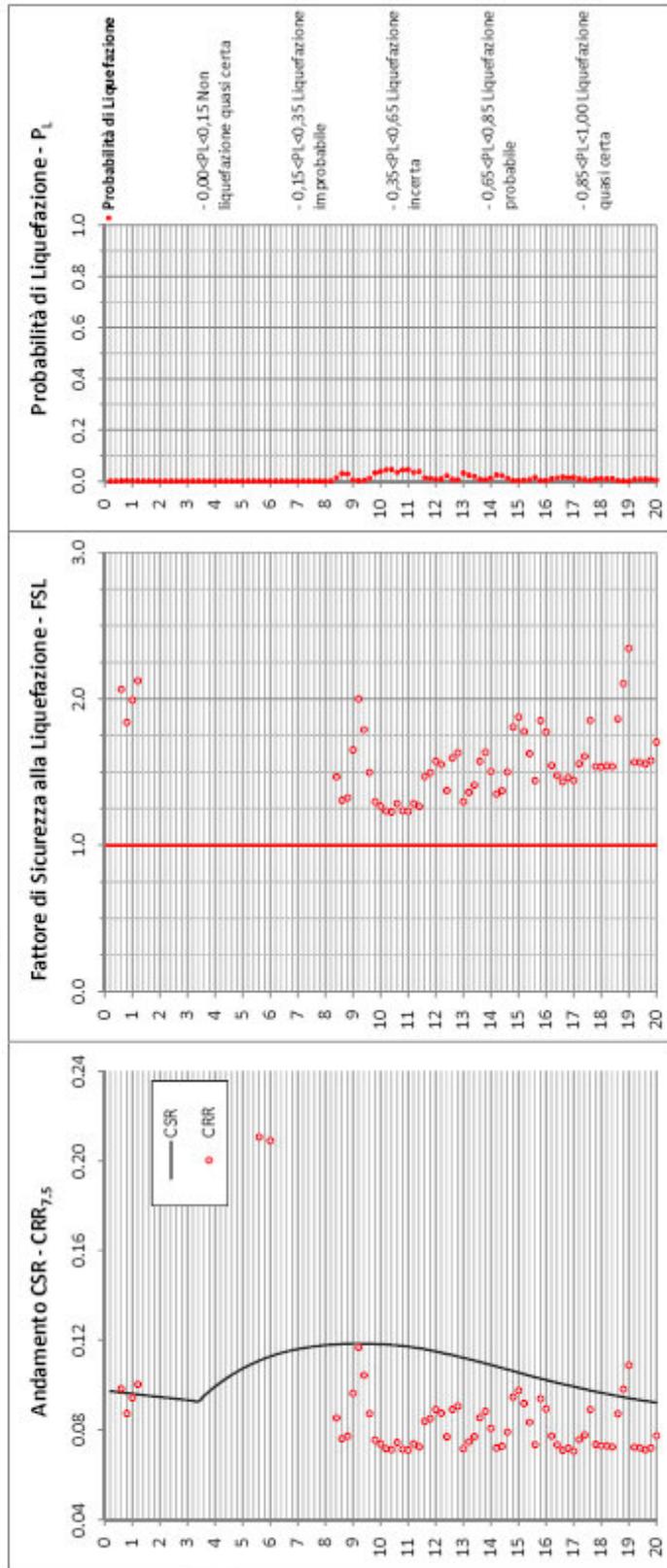
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,011	0,014	0,030	0,045
kv	0,006	0,007	0,015	0,023
Amax [m/s ²]	0,556	0,676	1,455	1,858
Beta	0,200	0,200	0,200	0,240

* I valori di Ss, Cc ed St possono essere variati.

ALLEGATO 7

TABELLE RISCHIO LIQUEFAZIONE

VERIFICA DEL POTENZIALE ALLA LIQUEFAZIONE CON METODO SEMPLIFICATO	
<p>Commissa: Comune di Canneto sull'Oglio (MN) Località: Canneto sull'Oglio (MN) Prov.: CPT3 Data di indagine: 21 novembre 2012 Falda: 3.90 m da p.c. Latitudine: 0.00 Longitudine: 0.00</p>	<p style="text-align: center;">Metodo - Youd et al. (2001)</p> $CSR = \frac{\tau_{av}}{\sigma'_{vo}} = 0.65 \left(\frac{\sigma'_{max}}{R'} \right) \left(\frac{\sigma'_{vo}}{\sigma'_{vo}} \right) r_d$ $50 \leq (q_{min})_{es} < 160 \quad CRR_{7.5} = 97 \left(\frac{(q_{min})_{es}}{1000} \right)^3 + 0.08$ $(q_{min})_{es} < 50 \quad CRR_{7.5} = 0.833 \left(\frac{(q_{min})_{es}}{1000} \right) + 0.05$ $FS = (CRR_{7.5} / CSR) / MSF$ $MSF = \frac{MSF_{Ishius} + MSF_{Andrus \& Stokoe}}{2}$



VERIFICA DEL POTENZIALE ALLA LIQUEFAZIONE CON METODO SEMPLIFICATO

Commissa: Comune di Canneto sull'Oglio (MN)
 Località: Canneto sull'Oglio (MN)
 Prova: CPT3
 Data di indagine: 21 novembre 2012
 Falda: 3.90 m da p.c.
 Latitudine: 0.00
 Longitudine: 0.00

Merodio - Youd et al. (2001)

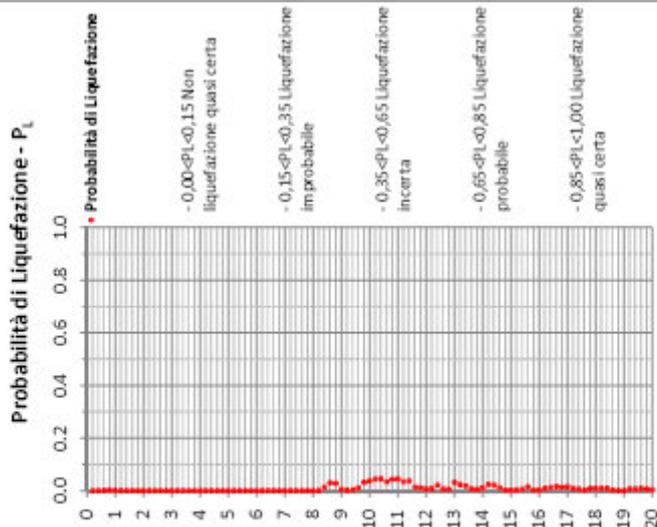
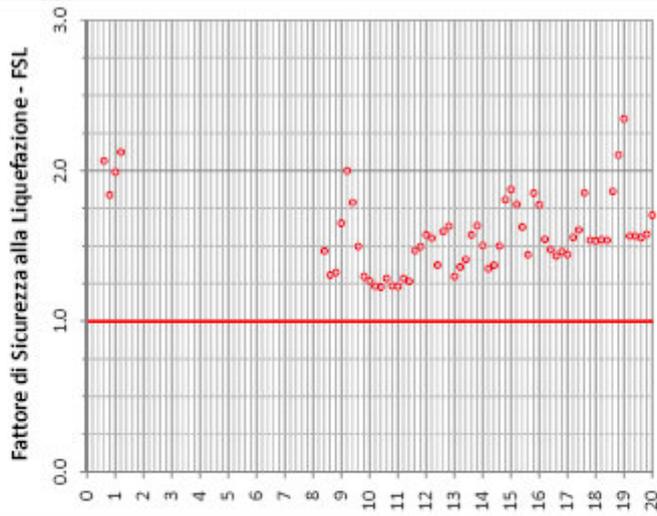
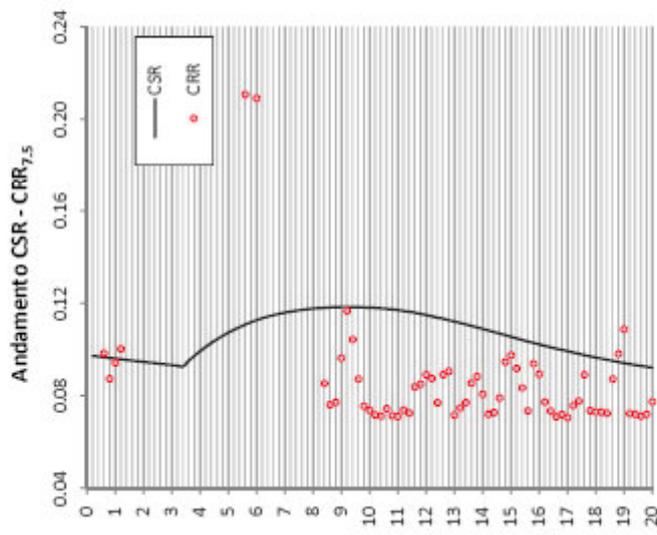
$$C.S.R. = \frac{\tau_{av}}{\sigma_{vo}} = 0.65 \left(\frac{\sigma_{max}}{R} \right) \left(\frac{\sigma_{vo}}{\sigma_{vo}} \right) r_d$$

$$50 \leq (q_{eIN})_{es} < 160 \quad CRR_{7.5} = 93 \left(\frac{(q_{eIN})_{es}}{1000} \right)^3 + 0.08$$

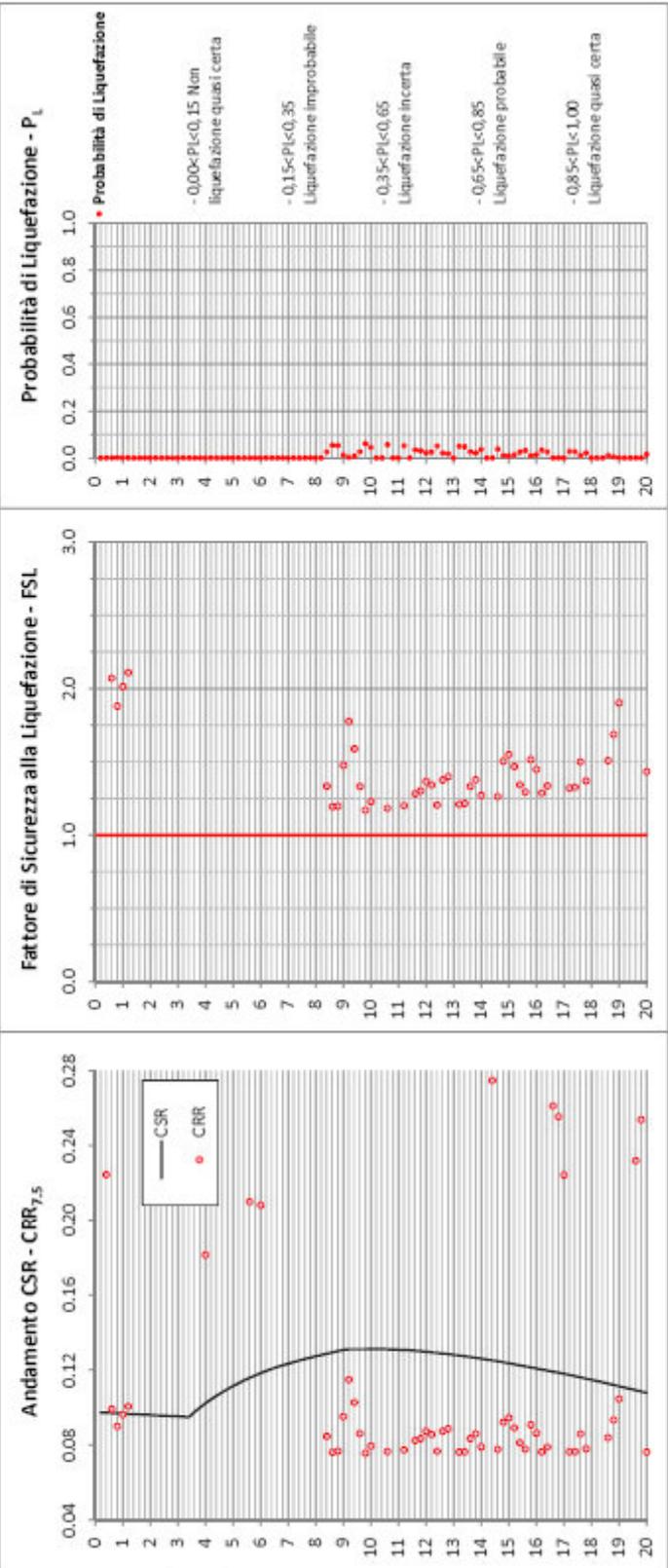
$$[q_{eIN}]_{es} < 50 \quad CRR_{7.5} = 0.833 \left(\frac{(q_{eIN})_{es}}{1000} \right) + 0.05$$

$$FS = (CRR_{7.5} / CSR) MSF$$

$$MSF = \frac{MSF_{\text{p\u00e9ris}} + MSF_{\text{Andrus \& Shekoe}}}{2}$$



VERIFICA DEL POTENZIALE ALLA LIQUEFAZIONE CON METODO SEMPLIFICATO	
<p>Commissa: Comune di Canneto sull'Oglio (MN) Località: Canneto sull'Oglio (MN) Prova: CPT3 Data di indagine: 21 novembre 2012 Falda: 3.90 m da p.c. Liv. Piezometrico: m da p.c. Latitudine: Longitudine:</p>	<p style="font-size: small;">Metodo - Robertson & Wride (1997, 1998), Robertson (2009)</p> $FS = (CRR_{7,5} / CSR) / MSF$ $MSF = \frac{MSF_{latis} + MSF_{Andrus \& Stokoe}}{2}$ $CSR = \frac{\tau_{av}}{\sigma_{vo}} = 0.65 \left(\frac{\sigma_{max}}{g} \right) \left(\frac{\sigma_{v10}}{\sigma_{v0}} \right)^{r_d}$ $50 \leq (q_{(N)})_{cs} < 160 \quad CRR_{7,5} = 92 \left(\frac{(q_{(N)})_{cs}}{1000} \right)^3 + 0.08$ $(q_{(N)})_{cs} < 50 \quad CRR_{7,5} = 0.833 \left(\frac{(q_{(N)})_{cs}}{1000} \right) + 0.05$



ALLEGATO 8

TABELLE CEDIMENTI FONDAZIONI

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
CAPACITA' PORTANTE / CEDIMENTI FONDAZIONI**

CPT 1

3.010496-040

- committente : AMMINISTRAZIONE COMUNALE CANNETO S/O	- data : 21/11/2012
- lavoro : AMPLIAMENTO SCUOLA PRIMARIA	- quota inizio : Piano Campagna
- località : CANNETO S/O	- prof. falda : 3,90 m da quota inizio
- note :	

- FONDAZIONI SUPERFICIALI ISOLATE - Profondità massima prova : Hmax = 10,00 m

- Fondazione tipo:	TRAVE CONTINUA	
- Larghezza Fondazione :	B = 1,00 m	- Piano posa Fondazione : H = 1,40 m (da quota inizio)
- Lunghezza Fondazione :	L = infinita m	- Profondità banco compr. : Hc = 10,00 m (da quota inizio)
Valutazioni su:	PRESSIONE AMMISSIBILE ALLO SCHIACCIAMENTO	CEDIMENTI DEL SOTTOSUOLO
- Coefficiente di sicurezza :	F = 3,0	- Coefficiente riduzione : n = 0,90 rigidezza struttura
- 1° minimo assoluto :	q.amm = 1,83 kg/cm ² (strato prof: 1,40 m)	- cedim. corrisp. a q.amm : 1,23 cm
- 2° minimo :	q.amm = 7,21 kg/cm ² (strato prof: 2,00 m)	- cedim. corrisp. a q.amm : 4,85 cm
- 3° minimo :	q.amm = 8,64 kg/cm ² (strato prof: 1,80 m)	- cedim. corrisp. a q.amm : 5,81 cm
PRESSIONE AMMISSIBILE (incremento netto)	q.amm = 1,20 kg/cm ²	- cedim. corrisp. a q.amm : 0,81 cm

- FONDAZIONI SUPERFICIALI ISOLATE - Profondità massima prova : Hmax = 10,00 m

- Fondazione tipo:	TRAVE CONTINUA	
- Larghezza Fondazione :	B = 1,00 m	- Piano posa Fondazione : H = 1,40 m (da quota inizio)
- Lunghezza Fondazione :	L = infinita m	- Profondità banco compr. : Hc = 10,00 m (da quota inizio)
Valutazioni su:	PRESSIONE AMMISSIBILE ALLO SCHIACCIAMENTO	CEDIMENTI DEL SOTTOSUOLO
- Coefficiente di sicurezza :	F = 3,0	- Coefficiente riduzione : n = 0,90 rigidezza struttura
- 1° minimo assoluto :	q.amm = 1,83 kg/cm ² (strato prof: 1,40 m)	- cedim. corrisp. a q.amm : 1,23 cm
- 2° minimo :	q.amm = 7,21 kg/cm ² (strato prof: 2,00 m)	- cedim. corrisp. a q.amm : 4,85 cm
- 3° minimo :	q.amm = 8,64 kg/cm ² (strato prof: 1,80 m)	- cedim. corrisp. a q.amm : 5,81 cm
PRESSIONE AMMISSIBILE (incremento netto)	q.amm = 1,50 kg/cm ²	- cedim. corrisp. a q.amm : 1,01 cm

- FONDAZIONI SUPERFICIALI ISOLATE - Profondità massima prova : Hmax = 10,00 m

- Fondazione tipo:	TRAVE CONTINUA	
- Larghezza Fondazione :	B = 1,00 m	- Piano posa Fondazione : H = 1,40 m (da quota inizio)
- Lunghezza Fondazione :	L = infinita m	- Profondità banco compr. : Hc = 10,00 m (da quota inizio)
Valutazioni su:	PRESSIONE AMMISSIBILE ALLO SCHIACCIAMENTO	CEDIMENTI DEL SOTTOSUOLO
- Coefficiente di sicurezza :	F = 3,0	- Coefficiente riduzione : n = 0,90 rigidezza struttura
- 1° minimo assoluto :	q.amm = 1,83 kg/cm ² (strato prof: 1,40 m)	- cedim. corrisp. a q.amm : 1,23 cm
- 2° minimo :	q.amm = 7,21 kg/cm ² (strato prof: 2,00 m)	- cedim. corrisp. a q.amm : 4,85 cm
- 3° minimo :	q.amm = 8,64 kg/cm ² (strato prof: 1,80 m)	- cedim. corrisp. a q.amm : 5,81 cm
PRESSIONE AMMISSIBILE (incremento netto)	q.amm = 1,70 kg/cm ²	- cedim. corrisp. a q.amm : 1,14 cm

CORRELAZIONI ADOTTATE:

Modulo edometrico	$M_0 = \alpha \cdot R_p$: Natura TORBOSA (1) $\alpha = 1,50$	* Natura COESIVA (2) $\alpha = 5,00 - 4,00 - 3,30 - 3,00$
		: Natura GRANULARE (3) $\alpha = 3,00$	
$R_{amm} = R_p / K$	= resistenza ammissibile schiacciamento	[$K = 12,00$ ($R_p \leq 10$ kg/cm ²) - $K = 18,00$ ($R_p \geq 30$ kg/cm ²)]	

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
CAPACITA' PORTANTE / CEDIMENTI FONDAZIONI**

CPT 2

3.010496-040

- committente : AMMINISTRAZIONE COMUNALE CANNETO S/O	- data : 21/11/2012
- lavoro : AMPLIAMENTO SCUOLA PRIMARIA	- quota inizio : Piano Campagna
- località : CANNETO S/O	- prof. falda : 3,90 m da quota inizio
- note :	

- FONDAZIONI SUPERFICIALI ISOLATE - Profondità massima prova : Hmax = 10,00 m

- Fondazione tipo: TRAVE CONTINUA		
- Larghezza Fondazione : B = 1,00 m	- Piano posa Fondazione : H = 1,40 m (da quota inizio)	
- Lunghezza Fondazione : L = infinita m	- Profondità banco compr. : Hc = 10,00 m (da quota inizio)	
Valutazioni su: PRESSIONE AMMISSIBILE ALLO SCHIACCIAMENTO	CEDIMENTI DEL SOTTOSUOLO	
- Coefficiente di sicurezza : F = 3,0	- Coefficiente riduzione : n = 0,90 rigidità struttura	
- 1° minimo assoluto : q.amm = 1,89 kg/cm ² (strato prof: 1,40 m)	- cedim. corrisp. a q.amm : 1,26 cm	
- 2° minimo : q.amm = 8,20 kg/cm ² (strato prof: 1,80 m)	- cedim. corrisp. a q.amm : 5,47 cm	
- 3° minimo : q.amm = 8,47 kg/cm ² (strato prof: 1,60 m)	- cedim. corrisp. a q.amm : 5,66 cm	
PRESSIONE AMMISSIBILE (incremento netto) q.amm = 1,20 kg/cm²	- cedim. corrisp. a q.amm : 0,80 cm	

- FONDAZIONI SUPERFICIALI ISOLATE - Profondità massima prova : Hmax = 10,00 m

- Fondazione tipo: TRAVE CONTINUA		
- Larghezza Fondazione : B = 1,00 m	- Piano posa Fondazione : H = 1,40 m (da quota inizio)	
- Lunghezza Fondazione : L = infinita m	- Profondità banco compr. : Hc = 10,00 m (da quota inizio)	
Valutazioni su: PRESSIONE AMMISSIBILE ALLO SCHIACCIAMENTO	CEDIMENTI DEL SOTTOSUOLO	
- Coefficiente di sicurezza : F = 3,0	- Coefficiente riduzione : n = 0,90 rigidità struttura	
- 1° minimo assoluto : q.amm = 1,89 kg/cm ² (strato prof: 1,40 m)	- cedim. corrisp. a q.amm : 1,26 cm	
- 2° minimo : q.amm = 8,20 kg/cm ² (strato prof: 1,80 m)	- cedim. corrisp. a q.amm : 5,47 cm	
- 3° minimo : q.amm = 8,47 kg/cm ² (strato prof: 1,80 m)	- cedim. corrisp. a q.amm : 5,66 cm	
PRESSIONE AMMISSIBILE (incremento netto) q.amm = 1,50 kg/cm²	- cedim. corrisp. a q.amm : 1,00 cm	

- FONDAZIONI SUPERFICIALI ISOLATE - Profondità massima prova : Hmax = 10,00 m

- Fondazione tipo: TRAVE CONTINUA		
- Larghezza Fondazione : B = 1,00 m	- Piano posa Fondazione : H = 1,40 m (da quota inizio)	
- Lunghezza Fondazione : L = infinita m	- Profondità banco compr. : Hc = 10,00 m (da quota inizio)	
Valutazioni su: PRESSIONE AMMISSIBILE ALLO SCHIACCIAMENTO	CEDIMENTI DEL SOTTOSUOLO	
- Coefficiente di sicurezza : F = 3,0	- Coefficiente riduzione : n = 0,90 rigidità struttura	
- 1° minimo assoluto : q.amm = 1,89 kg/cm ² (strato prof: 1,40 m)	- cedim. corrisp. a q.amm : 1,26 cm	
- 2° minimo : q.amm = 8,20 kg/cm ² (strato prof: 1,80 m)	- cedim. corrisp. a q.amm : 5,47 cm	
- 3° minimo : q.amm = 8,47 kg/cm ² (strato prof: 1,60 m)	- cedim. corrisp. a q.amm : 5,66 cm	
PRESSIONE AMMISSIBILE (incremento netto) q.amm = 1,70 kg/cm²	- cedim. corrisp. a q.amm : 1,14 cm	

CORRELAZIONI ADOTTATE:

Modulo edometrico $M_0 = \alpha \cdot R_p$: Natura **TORBOSA** (1) $\alpha = 1,50$ * Natura **COESIVA** (2) $\alpha = 5,00 - 4,00 - 3,30 - 3,00$
 : Natura **GRANULARE** (3) $\alpha = 3,00$
 $R_{amm} = R_p / K$ - resistenza ammissibile schiacciamento [$K = 12,00$ ($R_p \leq 10$ kg/cm²) - $K = 18,00$ ($R_p \geq 30$ kg/cm²)]

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
CAPACITA' PORTANTE / CEDIMENTI FONDAZIONI**

CPT 3

3.010496-040

- committente : AMMINISTRAZIONE COMUNALE CANNETO S/O	- data : 21/11/2012
- lavoro : AMPLIAMENTO SCUOLA PRIMARIA	- quota inizio : Piano Campagna
- località : CANNETO S/O	- prof. falda : 3,80 m da quota inizio
- note :	

- FONDAZIONI SUPERFICIALI ISOLATE - Profondità massima prova : Hmax = 30,00 m

- Fondazione tipo: TRAVE CONTINUA		
- Larghezza Fondazione : B = 1,00 m	- Piano posa Fondazione :	H = 1,40 m (da quota inizio)
- Lunghezza Fondazione : L = infinita m	- Profondità banco compr. :	Hc = 10,00 m (da quota inizio)
Valutazioni su: PRESSIONE AMMISSIBILE ALLO SCHIACCIAMENTO		CEDIMENTI DEL SOTTOSUOLO
- Coefficiente di sicurezza : F = 3,0	- Coefficiente riduzione :	n = 0,90 rigidezza struttura
- 1° minimo assoluto : q.amm = 1,61 kg/cm ² (strato prof: 1,40 m)		- cedim. corrisp. a q.amm : 1,22 cm
- 2° minimo : q.amm = 4,38 kg/cm ² (strato prof: 1,80 m)		- cedim. corrisp. a q.amm : 3,33 cm
- 3° minimo : q.amm = 7,50 kg/cm ² (strato prof: 1,80 m)		- cedim. corrisp. a q.amm : 5,70 cm
PRESSIONE AMMISSIBILE (incremento netto) q.amm = 1,20 kg/cm²		- cedim. corrisp. a q.amm : 0,91 cm

- FONDAZIONI SUPERFICIALI ISOLATE - Profondità massima prova : Hmax = 30,00 m

- Fondazione tipo: TRAVE CONTINUA		
- Larghezza Fondazione : B = 1,00 m	- Piano posa Fondazione :	H = 1,40 m (da quota inizio)
- Lunghezza Fondazione : L = infinita m	- Profondità banco compr. :	Hc = 10,00 m (da quota inizio)
Valutazioni su: PRESSIONE AMMISSIBILE ALLO SCHIACCIAMENTO		CEDIMENTI DEL SOTTOSUOLO
- Coefficiente di sicurezza : F = 3,0	- Coefficiente riduzione :	n = 0,90 rigidezza struttura
- 1° minimo assoluto : q.amm = 1,61 kg/cm ² (strato prof: 1,40 m)		- cedim. corrisp. a q.amm : 1,22 cm
- 2° minimo : q.amm = 4,38 kg/cm ² (strato prof: 1,80 m)		- cedim. corrisp. a q.amm : 3,33 cm
- 3° minimo : q.amm = 7,50 kg/cm ² (strato prof: 1,80 m)		- cedim. corrisp. a q.amm : 5,70 cm
PRESSIONE AMMISSIBILE (incremento netto) q.amm = 1,50 kg/cm²		- cedim. corrisp. a q.amm : 1,14 cm

- FONDAZIONI SUPERFICIALI ISOLATE - Profondità massima prova : Hmax = 30,00 m

- Fondazione tipo: TRAVE CONTINUA		
- Larghezza Fondazione : B = 1,00 m	- Piano posa Fondazione :	H = 1,40 m (da quota inizio)
- Lunghezza Fondazione : L = infinita m	- Profondità banco compr. :	Hc = 10,00 m (da quota inizio)
Valutazioni su: PRESSIONE AMMISSIBILE ALLO SCHIACCIAMENTO		CEDIMENTI DEL SOTTOSUOLO
- Coefficiente di sicurezza : F = 3,0	- Coefficiente riduzione :	n = 0,90 rigidezza struttura
- 1° minimo assoluto : q.amm = 1,61 kg/cm ² (strato prof: 1,40 m)		- cedim. corrisp. a q.amm : 1,22 cm
- 2° minimo : q.amm = 4,38 kg/cm ² (strato prof: 1,80 m)		- cedim. corrisp. a q.amm : 3,33 cm
- 3° minimo : q.amm = 7,50 kg/cm ² (strato prof: 1,80 m)		- cedim. corrisp. a q.amm : 5,70 cm
PRESSIONE AMMISSIBILE (incremento netto) q.amm = 1,70 kg/cm²		- cedim. corrisp. a q.amm : 1,29 cm

CORRELAZIONI ADOTTATE:

Modulo edometrico $M_0 = \alpha \cdot R_p$:	Natura TORBOSA (1)	$\alpha = 1,50$	* Natura COESIVA (2)	$\alpha = 5,00 - 4,00 - 3,30 - 3,00$
	: Natura GRANULARE (3)	$\alpha = 3,00$		
$R_{amm} = R_p / K$ = resistenza ammissibile schiacciamento		[$K = 12,00$ ($R_p \leq 10$ kg/cm ²) - $K = 18,00$ ($R_p \geq 30$ kg/cm ²)]		