

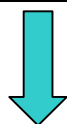
**COMUNE DI CANNETO S/O
PROVINCIA DI MANTOVA
REGIONE LOMBARDIA**

**PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO
AGGIORNAMENTO DELLO STUDIO
GEOLOGICO ALLA COMPONENTE SISMICA**

**L. R. 11 marzo 2005 N. 12
D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566
D.G.R. 28 maggio 2008 n. 8/7374**

RELAZIONE GEOLOGICA

Novembre 2008



**STUDIO
GEOLOGICO**

DOTT. GEOLOGO NOVELLINI GIOVANNI

Via Tito Speri n. 27 46100 Mantova
Tel. 0376 – 321124 Fax 0376/226351 Cell. 339 – 5300718
e. mail: giovanni.novellini@studioidrogeologico.191.it
Partita. I.V.A. 02055040204 Cod. Fisc. NVL GNN 38A25 H218R

INDICE

1. Premessa	pag. 4
2 Normativa	pag. 5
3 Raccordo con gli strumenti di pianificazione sovraordinata	pag. 6
3.1 Documentazione disponibile presso la Regione Lombardia	pag. 6
3.2 Altri studi e ricerche di carattere generale e locale	pag. 8
4. Inquadramento cartografico	pag. 10
5. Inquadramento generale del territorio comunale	pag. 11
6. Inquadramento geo-tettonico	pag. 13
6.1 Assetto tettonico della Pianura Padana	pag. 13
7 Inquadramento sismico. Sismicità storica	pag. 16
7.1 Sismicità del territorio	pag. 16
7.1 Sismicità storica	pag. 16
8. Nuova classificazione sismica del territorio comunale	pag. 18
9. Risposta sismica locale	pag. 22
9.1 Effetti di amplificazione sismica locale	pag. 22
9.2 Effetti di instabilità	pag. 23
10 Analisi e valutazione degli effetti sismici. Normativa	pag. 24
11 Carta della Pericolosità Sismica Locale	pag. 29
11.1 Analisi di 1° Livello	pag. 29
11.1.1 Caratteristiche geomorfologiche	pag. 30
11.1.2 Caratteristiche litologiche	pag. 31
11.1.3 Caratteristiche idrogeologiche	pag. 40
11.2 Zonizzazione del territorio comunale	pag. 41
11.3 Scenari di pericolosità sismica locale	pag. 41
11.4 Carta della pericolosità sismica locale del comune	pag. 42
12 Analisi di 2° Livello. Fattori di amplificazione.	pag. 44
12.1 Analisi di 2° Livello per la Zona 3a di Gerra Gavazzi e Runate	pag. 45
12.2 Analisi di 2° Livello per la Zona 4a	pag. 46
12.2.1 Analisi di 2° Livello nell'area "Palestra"	pag. 46
12.2.1.1 Modello geofisico	pag. 51
12.2.1.2 Fattori di amplificazione Fa	pag. 52
12.2.1.3 Verifica alla liquefazione dei terreni	pag. 54
12.2.2 Analisi di 2° Livello nell'area "Campo sportivo"	pag. 55
12.2.2.1 Modello geofisico	pag. 59
12.2.2.2 Fattori di amplificazione Fa	pag. 60

12.2.2.3 Verifica alla liquefazione dei terreni	pag. 61
12.2.3 Analisi di 2° Livello nell'area verde "Cimitero"	pag. 62
12.2.3.1 Modello geofisico	pag. 66
12.2-3.2 Fattori di amplificazione Fa	pag. 67
12.2.3.3 Verifica alla liquefazione dei terreni	pag. 69
13 Nuova Carta di fattibilità delle azioni di piano.	pag. 70
13.1 Classi di fattibilità	pag. 70
14 Norme geologiche di piano	pag. 72
14.1 Norme generali	pag. 72
14.2 Norme specifiche	pag. 74
14.3 Tabella. Classi di fattibilità e Norme geologiche di piano	pag. 77

ALLEGATI

ALLEGATO 1 - Area "Palestra"	pag. 78
ALLEGATO 2 - Area "Campo sportivo"	pag. 88
ALLEGATO 3 - Area verde "Cimitero"	pag. 97

CARTOGRAFIA

Tavola A – Carta della Pericolosità Sismica Locale

Tavola B – Nuova Carta di Fattibilità delle Azioni di Piano

1. PREMESSA

Su incarico del Comune di Canneto sull'Oglio viene redatto il presente "**aggiornamento dello Studio geologico alla componente Sismica**", ai sensi della D.G.R. 22.12.2005 n. 8/1566 "*Criteria ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della L.R. 11.03.2005 n. 12*" e della D.G.R. 28.05.2008 n. 8/7374 – Aggiornamento dei "*Criteria ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della L.R. 11.03.2005 n. 12*", che ha recepito le disposizioni in materia di microzonazione sismica contenute nel D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni".

Pertanto la direttiva regionale è in linea con le disposizioni nazionali in campo sismico comprese D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche delle Costruzioni", già introdotte dall'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20.03.2003 e recepite dalla Regione Lombardia con la D.G.R. 7 novembre 2003 n. 7/14964.

L'obiettivo fondamentale della direttiva è la individuazione e la delimitazione di zone del territorio comunale (microzonazione sismica) alle quali vengono attribuiti parametri e prescrizioni finalizzati alla riduzione del rischio sismico da utilizzare nella pianificazione urbanistica, nella progettazione di manufatti, nella messa in sicurezza di edifici esistenti ed in fase di emergenza sismica.

Il Comune di Canneto è già dotato dello Studio Geologico, redatto nel 2003, ai sensi della L.R. 24.11.1997 n. 41 e della D.G.R. 29/10/2001 n. 7/6645, esteso all'intero territorio comunale; esso è stato assunto dal P.R.G.C. vigente ed è già presente agli atti degli Enti interessati (Comune di Canneto, Provincia di Mantova e Regione Lombardia), ai quali si rimanda.

Pertanto, ai sensi delle D.G.R. sopra richiamate, il Comune è tenuto ad aggiornare lo Studio Geologico alla sola componente sismica, tramite la redazione dei seguenti elaborati:

- **Carta della Pericolosità Sismica Locale**; sulla carta viene riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo, in grado di determinare gli effetti sismici locali che possono modificare il terremoto di riferimento (approfondimento di 1° LIVELLO). Sugli scenari di pericolosità sismica locale, riportati nella Tabella 1 - Allegato 5 - D.G.R. 1566/2005 e successive modifiche e integrazioni, se previsti, vengono effettuati successivamente gli approfondimenti di 2° LIVELLO, secondo le procedure stabilite dalla D.G.R. stessa.

- **Carta di Fattibilità delle Azioni di Piano**; si tratta di un aggiornamento della carta di fattibilità già in vigore, sulla quale vengono riportati con appositi retini "trasparenti" le aree a pericolosità sismica locale soggette ad amplificazioni sismiche, distinguendo quelle con Fattore di Amplificazione (Fa) maggiore al *valore soglia* comunale da quelle con Fa minore al *valore soglia* comunale. La procedura di individuazione del Fa è fissata dalla D.G.R. 22.12.2005 n. 8/1566, Allegato 5. Tale sovrapposizione non comporta quindi un automatico cambio di Classe di fattibilità, ma fornisce indicazioni su dove poter utilizzare, in fase di progettazione, lo spettro di risposta elastico previsto dal D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni", oppure dove sia necessario realizzare preventivamente gli studi di 3° Livello (fermo restando la possibilità di utilizzare i parametri di progetto previsti dalla normativa nazionale per la zona sismica superiore.

- **Norme Geologiche di Piano** formulate in modo da poter essere riportate integralmente nel Piano delle Regole del nuovo P.G.T.

2. NORMATIVA

Ai fini della redazione di quanto sopra esposto, si è fatto riferimento alla seguente normativa:

a) Nazionale

- Legge 02.02.1974 “*Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche*”;
- D.M. 16.01.1996 “*Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche*”;
- D.M. 11.03.1988 “*Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione*”;
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20.03.2003 n. 3274 “*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*” e successive modifiche e integrazioni;
- Decreto 21 ottobre 2003 “*Disposizioni attuative dell’art. 2, commi 2, 3 e 4, dell’ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante <Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica>*”;
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 28 aprile 2006 n. 3519.
- Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall’Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003. Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile. INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici], prevista dall’Ordinanza PCM 3274 del 20.03.2003; tale mappa è stata approvata con Ordinanza PCM 28 aprile 2006 n. 3519.
- Decreto Ministeriale 14.01.2008 “*Norme tecniche per le Costruzioni*”

b) Regionale

- L.R. 24.11.1997 n. 41 “*Prevenzione del rischio geologico, idrogeologico e sismico mediante strumenti urbanistici generali e loro varianti*”;
- D.G.R. 29.10.2001 n. 7/6645 “*approvazione direttive per la redazione dello studio geologico ai sensi dell’art. 3 della L.R. 41/97*”;
- DGR 07.11.2003 n. 14964 “*Disposizioni preliminari per l’attuazione dell’Ordinanza Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 <Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica>*”;
- d.d.u.o. 21.11.2003 n. 19904 “*Approvazione elenco tipologie degli edifici e opere infrastrutturali e programma temporale delle verifiche di cui all’art. 2, commi 3 e 4 dell’ordinanza p.c.m. n. 3274 del 20 marzo 2003, in attuazione della d.g.r. n. 14964 del 7 novembre 2003*”;
- L.R. 11.03.2005 n. 12 “*Legge per il governo del territorio*”;
- DGR 22.12.2005 n. 1566 “*Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del territorio, in attuazione dell’art. 57 della L.R. 11 marzo 2005, n. 12*”.
- DGR 28.05.2008 n. 7374 Aggiornamento dei “*Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del territorio, in attuazione dell’art. 57 della L.R. 11 marzo 2005, n. 12*”.

Sulla base della normativa sopra indicata il Comune di Canneto è classificato in ZONA 4, con valore di accelerazione massima al suolo pari a 0,05g.

Successivamente è stata approvata l'OPCM 28 aprile 2006 n. 3519 contenente una nuova mappa di pericolosità sismica in base alla quale accelerazione massima al suolo per Canneto è compresa tra 0,075 e 0,1g con conseguente passaggio dalla zona sismica 4 alla zona 3.

Se la Regione Lombardia adottasse la nuova classificazione sismica e se nulla cambiasse della normativa vigente riguardante la pianificazione urbanistica, la progettazione delle nuove costruzioni e la verifica dell'esistente, il Comune dovrebbe applicare la procedura dell'Allegato 5 della D.G.R.1566/2005 e della successiva DGR 28.05.2008 n. 7374 riferita alla zona sismica 3 e rivedere le Norme Geologiche di Piano.

3. RACCORDO CON GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE SOVRAORDINATA

Per quanto riguarda il raccordo con gli strumenti di pianificazione sovraordinata, si è fatto riferimento ai seguenti documenti riguardanti il territorio comunale:

a) Piani Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico, approvati dall'Autorità di Bacino del Fiume Po e in particolare:

- Piano Stralcio delle Fasce Fluviali del fiume Po (PSFF), approvato con d.p.c.m. 24.07.1998;
- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del fiume Po (PAI), approvato con d.p.c.m. 24.05.2001 e successive varianti e integrazioni;
- Piano Straordinario per le Aree a Rischio Idrogeologico Molto Elevato (PS267) e successivi aggiornamenti;

b) Piano di Gestione del Bacino Idrografico, costituito dall'Atto di Indirizzi, approvato dal Consiglio regionale il 27.07.2004;

c) Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Mantova (PTCP), approvato con Delibera del Consiglio Provinciale n. 61 del 28.11.2002 e pubblicato sul B.U.R.L., serie inserzioni, n. 5 del 29.01.2003.

3.1 DOCUMENTAZIONE DISPONIBILE PRESSO LA REGIONE LOMBARDIA

Presso la Regione Lombardia Direzione Generale Territorio e urbanistica, altre Direzioni o Comuni sono disponibili documenti e studi che riguardano le caratteristiche fisiche del territorio e che devono essere di riferimento per la stesura degli studi geologici del Comune ai sensi della L.R.12/2005 (ALLEGATO 1 - Documentazione consultabile presso le strutture regionali).

a) documentazione di riferimento

I documenti contenuti in ALLEGATO 1 della D.G.R. n.1566/2005 non riguardano il Comune di Canneto.

b) Ulteriore documentazione consultabile

Si tratta di elaborati di vario genere utili da consultare per la stesura degli studi geologici e disponibili presso le Strutture geologiche regionali:

- Cartografia geologica predisposta dalla Struttura Analisi e informazioni territoriali nell'ambito del Progetto CARG (Carta Geologica)
- Archivio dell'U.O. Tutela e valorizzazione del Territorio con relazioni di sopralluogo e studi geologici di supporto alla progettazione di opere di difesa del suolo.
- Progetti ordinanze eventi calamitosi
- Schede frane della Provincia di Sondrio
- Studi sul rischio sismico:
 1. Determinazione del rischio sismico a fini urbanistici in Lombardia. Regione Lombardia, CNR, 1996
 2. Analisi del comportamento di edifici dei centri storici in zona sismica nella Regione Lombardia". Regione Lombardia 1998
 3. "Valutazione della stabilità dei versanti in condizioni statiche e dinamiche nella zona campione dell' Oltrepo Pavese". Regione Lombardia 1998
 4. "Carta dei movimenti franosi" - 15 tavole della C.T.R. a scala 1:10.000 della zona dell' Oltrepo Pavese". Regione Lombardia 1998
 5. "Scenari di rischio idrogeologico in condizioni dinamiche per alcuni versanti tipo dell' Oltrepo pavese valutati tramite caratterizzazione geotecnica". Regione Lombardia 1999
 6. "Analisi di stabilità in condizioni dinamiche e pseudostatiche di alcune tipologie di frane di crollo finalizzata alla stesura di modelli di indagine e di interventi". Regione Lombardia 2000
 7. "Vulnerabilità sismica delle infrastrutture a rete in zona campione della Regione Lombardia". Regione Lombardia 2000
 8. "Valutazione della pericolosità e del rischio da frana in Lombardia". Regione Lombardia - D.G. Territorio e Urbanistica, 2001.
 9. "Prevenzione dei fenomeni di instabilità delle pareti rocciose. Confronto dei metodi di studio dei crolli nell'arco alpino". Progetto Falaises - programma Interreg IIC - Medoc, 2001.
 10. "Mitigation of hydro-geological risk in Alpine catchments - Linee Guida". Progetto CatchRisk - programma Interreg IIIB - Spazio Alpino, 2005 .
 11. "Analisi e valutazione degli effetti sismici in determinati comuni del territorio lombardo e supporto tecnico inerente l'analisi di vulnerabilità sismica prevista dal programma temporale delle verifiche di cui alla DGR n. 14964 del 7 novembre 2003. 1° Obiettivo – Rapporto Finale". Dipartimento di Ingegneria Strutturale del Politecnico di Milano, Convenzione tra Regione Lombardia e Dipartimento di Ingegneria Strutturale. Milano, marzo 2005.
- Studi sul rischio di esondazione dal punto di vista storico-geomorfologico
 1. "Individuazione delle zone potenzialmente inondabili dal punto di vista storico e geomorfologico ai fini urbanistici - Torrente Staffora (PV)" .Studio IReR + cartografie 1999
 2. "Individuazione delle zone potenzialmente inondabili dal punto di vista storico e geomorfologico ai fini urbanistici - Torrente Pioverna (LC) e Fiume Serio (BG)" .Studio IReR + cartografie + CD-rom 1999
 3. "Individuazione delle zone potenzialmente inondabili dal punto di vista storico e geomorfologico ai fini urbanistici - Fiume Oglio (Alta Valcamonica) – in corso di pubblicazione

c) Dati di riferimento contenuti nel Sistema Informativo Territoriale Regionale

Si riporta una sintesi dei dati attualmente disponibili, in continuo aggiornamento.

Cartografia On line – Banche dati del SIT – Ambiente e Territorio

- Servizi tematici
- Uso del suolo

- Dissesto idrogeologico
- Basi ambientali della pianura
- Basi informative dei suoli
- Geologia degli acquiferi padani

Progetti

- Catchrisk
- Censimento geositi lombardi
- NAB - Gestione del rischio idrogeologico in ambiente montano

Sistemi informativi tematici

- CARG – Cartografia geologica
- SIBA – Sistema Informativo Beni Ambientali
- GEOIFFI – Inventario Frane e Dissesti
- SIBCA – Sistema Informativo Bacini e Corsi d'Acqua
- STUDI GEOLOGICI – Sistema informativo studi geologici e PAI

3.2 ALTRI STUDI E RICERCHE DI CARATTERE GENERALE E LOCALE

Oltre alla bibliografia già riportata nello Studio Geologico redatto nel 2003 e alla quale si rimanda, sono stati presi in esame nuovi documenti che rivestono importanza nella presente fase di aggiornamento alla componente sismica; in particolare:

AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI MANTOVA (2000) - Programma Provinciale di Previsione e Prevenzione di Protezione Civile per il Rischio Sismico. A cura di Università di Bologna, Dipartimento di Fisica).

AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI MANTOVA (2003) – Nuovo Piano Cave della Provincia di Mantova, settori sabbie, ghiaie e argille, ai sensi della l.r. 8 agosto 1998, n. 14. D.C.R. 17 dicembre 2003, n. VII/947.

REGIONE LOMBARDIA, ENI DIVISIONE AGIP (2002) – Geologia degli acquiferi Padani della Regione Lombardia. A cura di C. Carcano e A. Piccin. S.EL.CA., Firenze.

GRUPPO DI LAVORO (2004) – Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003. Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile. INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici.

POLITECNICO DI MILANO (2005) - Analisi e valutazione degli effetti sismici in determinati comuni del territorio lombardo e supporto tecnico inerente l'analisi di vulnerabilità sismica prevista dal programma temporale delle verifiche di cui alla DGR n. 14964 del 7 novembre 2003. 1° Obiettivo – Rapporto Finale. Dipartimento di Ingegneria Strutturale del Politecnico di Milano, Convenzione tra Regione Lombardia e Dipartimento di Ingegneria Strutturale. Milano, marzo 2005.

POLITECNICO DI MILANO (2005) - Metodi di valutazione della risposta sismica locale, con particolare riferimento alla modellazione numerica: alcuni casi reali. Pavia, 10 novembre 2005.

POLITECNICO DI MILANO (2005) - Proposta di una metodologia per la valutazione degli effetti locali a supporto della pianificazione. Pavia, 10 novembre 2005.

POLITECNICO DI MILANO (2006) - Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei piani di governo del territorio.
Milano, febbraio 2006.

4. INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO

Il territorio comunale di Canneto Sull'Oglio è rappresentato nella seguente cartografia:

a) scala 1:10.000

- CARTA TECNICA REGIONALE

Sezione N° D7d3 Asola

Sezione N° D7d4 Canneto Sull'Oglio

Sezione N° D7d5 Piadena

b) scala 1:25.000

- CARTA TECNICA REGIONALE

Tavola D7 IV Piadena

- ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE ITALIANO

Foglio 61, Tavoletta I SE Asola

Foglio 61, Tavoletta II NE Piadena

c) scala 1:50.000

- CARTOGRAFIA TEMATICA REGIONALE

Foglio D7 Cremona

- ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE ITALIANO

Foglio 164 Bozzolo

d) scala 1:100.000

- ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE ITALIANO

Foglio 61 Cremona

- CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

Foglio 61 Cremona

5. INQUADRAMENTO GENERALE DEL TERRITORIO COMUNALE

Il Comune di Canneto Sull'Oglio è ubicato nella parte centro occidentale del territorio provinciale mantovano, a confine con la Provincia di Cremona. Partendo da Sud e procedendo in senso orario confina con i territori comunali di Piadena (CR), Drizzona (CR), Isola Dovarese (CR), Casalromano (MN), Asola (MN), Acquanegra Sul Chiese (MN), Calvatone (CR).

Il territorio comunale è interessato dalla presenza di due importanti corsi d'acqua: il fiume Oglio e il fiume Chiese.

L'Oglio scorre ad Ovest del capoluogo e segna il confine occidentale e meridionale del Comune. Nel tratto che interessa il territorio comunale l'Oglio è fortemente arginato; nei periodi di piena è pensile rispetto alla sua valle naturale, ben delimitata da scarpate di terrazzo. In qualche tratto l'argine principale si interrompe contro la scarpata di terrazzo che svolge la funzione di contenimento della piena. Lungo il confine occidentale il corso del fiume presenta un andamento pressoché rettilineo, mentre lungo il confine meridionale ha un andamento meandriforme. Sono presenti numerosi paleoalvei; tra questi il più evidente è quello di Gerre Gavazzi.

Il Chiese scorre ad Est del capoluogo e segna il confine orientale del Comune. Il suo tratto terminale da Asola fino alla foce, pur avendo l'alveo incassato è protetto da argini posti alla stesse quota di quelli dell'Oglio al fine di evitare il rigurgito dell'onda di piena dell'Oglio. Nel territorio di Canneto il corso del fiume ha un andamento N-S abbastanza rettilineo a monte, mentre a valle presenta numerosi meandri fino alla foce. Ad Ovest e ad Est della valle sono presenti numerosi paleoalvei.

Tra i corsi d'acqua minori il più importante è certamente il Naviglio, che attraversa il territorio comunale con direzione circa N-S e sfocia nel fiume Oglio a Sud dell'abitato capoluogo. Tale corso d'acqua scorre in una vallecchia topograficamente depressa e delimitata da due scarpate di terrazzo; per ampi tratti conserva un andamento naturale meandriforme, mentre all'interno dell'abitato di Canneto presenta un andamento pressoché rettilineo, antropizzato.

I depositi che costituiscono il suolo del territorio comunale appartengono al Quaternario continentale.

Quelli più antichi, attribuiti al Pleistocene Superiore, sono di origine fluvio-glaciale; costituiscono il "Livello fondamentale della pianura" terrazzato dall'azione erosiva dell'Oglio del Chiese e del Naviglio che hanno scavato le proprie valli attuali delimitate da scarpate di terrazzo.

Quelli più recenti, attribuiti all'Olocene, sono di origine alluvionale legati all'attività deposizionale dei fiumi Oglio e Chiese e del Naviglio. Tali depositi occupano le valli attuali, depresse rispetto al livello fondamentale della pianura e solcate dall'alveo dei corsi d'acqua.

Il territorio comunale ha una estensione di 25,91 kmq; pur appartenendo alla pianura risulta abbastanza mosso per la presenza di scarpate dei terrazzi fluviali che possono superare l'altezza di 10 metri, di dossi, di arginature, di paleoalvei e di dislivelli artificiali connessi all'attività estrattiva. Le quote altimetriche sul livello del mare variano dai 41 metri a Nord ai 25-26 metri a Sud nelle aree più depresse della valle dell'Oglio.

Il sistema viario è imperniato sulla Strada Statale n° 343 "Asolana" che proviene da Acquanegra sul Chiese, lambisce a Nord e ad Ovest il capoluogo per raggiungere, attraversando l'Oglio, il Comune di Piadena. Altre strade sono la provinciale SP 4 che congiunge Canneto con Casalromano correndo parallela al Naviglio, e le strade comunali Canneto-Runate-Carzaghetto e Canneto- Sorbara- Asola.

Il territorio comunale è inoltre interessato dalla linea ferroviaria Piadena-Brescia, che, dopo

l'attraversamento dell'Oglio, corre su un rilevato alto 5-6 metri fino a raccordarsi col terrazzo a Nord del centro abitato.

Oltre al centro abitato del capoluogo, sono presenti nuclei abitativi minori, quali Bizzolano, Runate e Carzagheto. Le case sparse sono relativamente poche.

Il paesaggio rurale di Canneto è caratterizzato da numerosi vivai di piante ornamentali e da frutto che alimentano un settore floro-vivaistico in costante espansione. Inizialmente erano estesi nelle aree più depresse e più umide del territorio; ma oggi si stanno diffondendo anche sui terrazzi più alti, in zone meno idonee agli impianti vivaistici dal punto di vista pedologico, dove però continuano le coltivazioni tradizionali della pianura padana.

Nel territorio comunale sono presenti i segni dell'attività estrattiva. Attualmente la coltivazione dei giacimenti sabbiosi, regolamentata dal Piano Cave Provinciale, si svolge nell'Ambito Territoriale Estrattivo "ATEg9" in località Cerviere. Si tratta di cave a fossa soprafalda, con recupero agricolo dell'area abbassata e delle scarpate.

6. INQUADRAMENTO GEO-TETTONICO

L'inquadramento geo-tettonico del mantovano è stato desunto fondamentalmente dai seguenti studi:

- ENI - Enciclopedia del petrolio e del gas naturale. Roma 1962-71
- ENEL (1984) - *Rapporto per la localizzazione di una centrale elettronucleare nella Regione Lombardia*. Rapporto interno
- Programma Provinciale di Previsione e Prevenzione di Protezione Civile per il Rischio Sismico. Parte II: Risultati Analisi di Pericolosità. (a cura di :Amministrazione Provinciale di Mantova, Settore Ambiente Ecologia; Università di Bologna, Dipartimento di Fisica, 2000).

6.1 ASSETTO TETTONICO DELLA PIANURA PADANA

L'attuale assetto tettonico della Pianura Padana è determinato dai fenomeni orogenetici che hanno prodotto i suoi due principali confini strutturali: le Alpi Meridionali che la delimitano a Nord, l'Appennino Settentrionale che la delimitano a Sud (Figura 1). L'origine e la forma degli Appennini e delle Alpi Meridionali deriva dalla convergenza tra le Placche Africana ed Europea che è in corso dal Cretaceo Superiore.

È all'interno di queste strutture tettoniche che si possono ricercare le sorgenti sismogenetiche, storicamente attive o potenziali, rilevanti per la pericolosità sismica della provincia di Mantova.

L'origine e la forma degli Appennini e delle Alpi Meridionali sono dovute alla convergenza tra le Placche Africana ed Europea che è in corso dal Cretaceo Superiore.

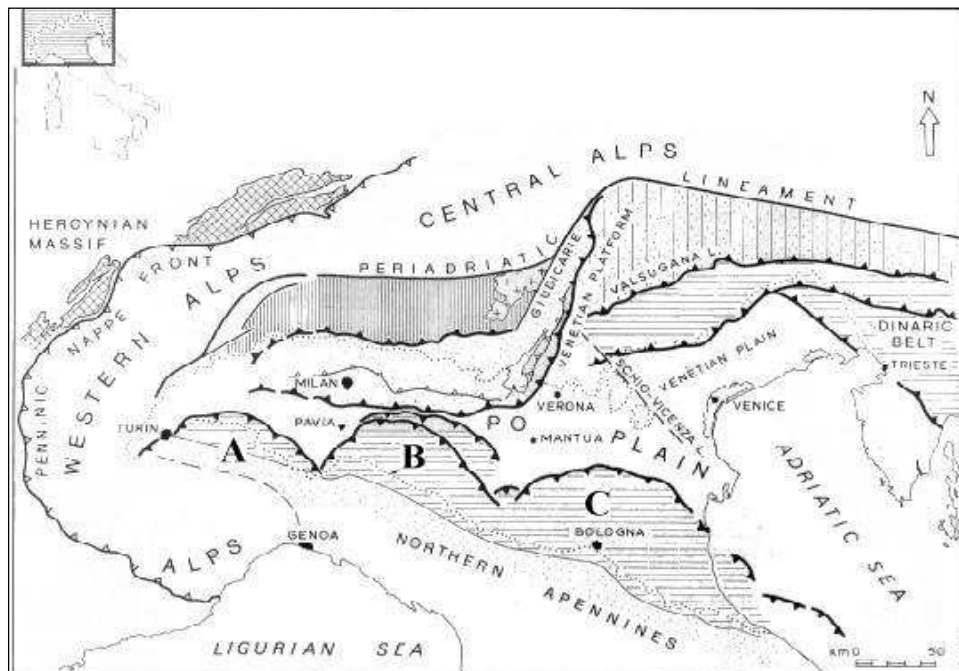


Fig. 1 - Mappa strutturale semplificata della Pianura Padana; si possono osservare i due principali sistemi arcuati, Nordappenninico e Sudalpino, divisi dalla copertura Quaternaria indeformata. "A" Pieghe del Monferrato, "B" Pieghe Emiliane, "C" Pieghe Romagnole-Ferraresi.

Nel fronte strutturale Nord Appenninico, che si estende infatti per più di 50 Km nella Pianura Padana al di sotto della copertura Quaternaria, si identificano tre principali sistemi arcuati di sovrascorrimento, grossolanamente orientati E-W, partendo da occidente:

- 1) **Sistema di Pieghe Arcuate del Monferrato (A)**, è il più interno ed occidentale, esso segna l'ultima fase orogenetica tardo Pliocenica.
- 2) **Sistema di Pieghe Arcuate Emiliane (B)**, rappresentano il sistema centrale di sovrascorrimenti arcuati più prossimo all'Omoclinale Alpina e ampiamente collidente con il contrapposto, antico e sepolto, Fronte Sudalpino. L'ultima e più importante fase che ha interessato questo sistema arcuato si è attuata dal tardo Pliocene.
- 3) **Sistema di Pieghe Romagnole-Ferraresi (C)**, costituiscono il più orientale e complesso tra i sistemi di archi ed anche il più complesso tra i maggiori allineamenti della Pianura Padana. Le "Pieghe Romagnole", le strutture più interne dell'arco, sono caratterizzate da una disarmonia strutturale delle formazioni clastiche Terziarie rispetto alle formazioni carbonatiche Mesozoiche.

La struttura della Catena Alpina è divisa principalmente in due grandi domini tettonici dal Lineamento Insubrico o Periadriatico (costituito dai segmenti detti Linea della Gail-Pusteria, delle Giudicarie, del Tonale e del Canavese): a Nord del lineamento si distinguono le Alpi S.S., mentre a sud il Dominio Sudalpino o Alpi Meridionali (Figura 2).

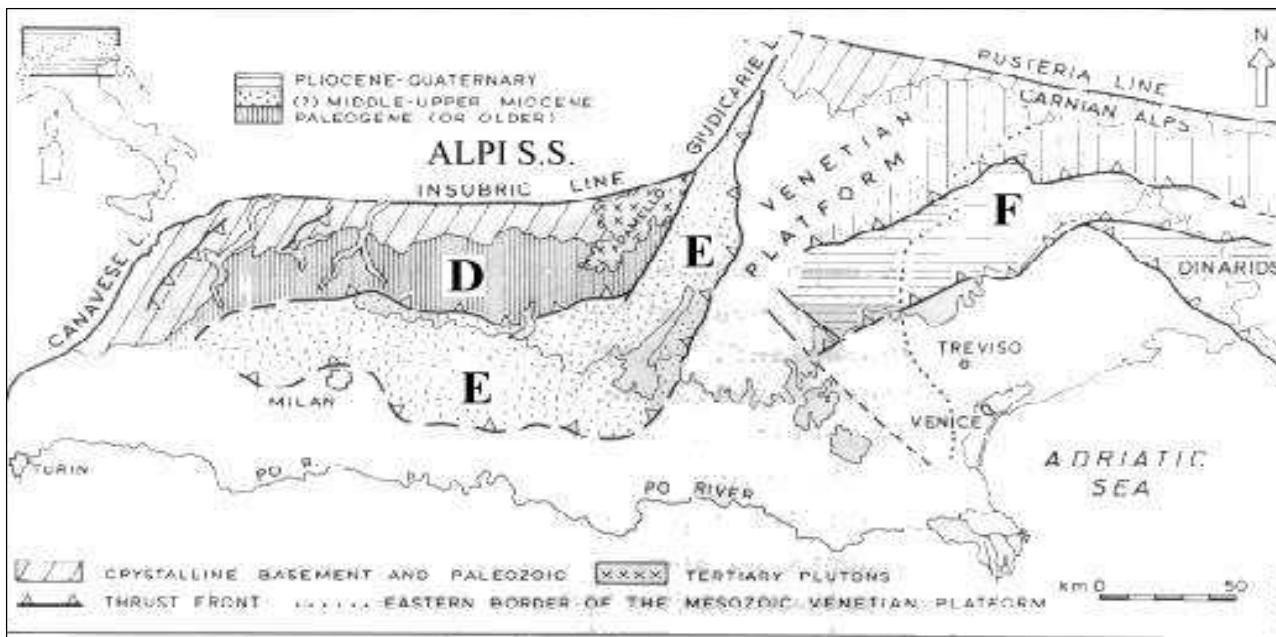


Fig. 2 - Classificazione cronologica generale dei fronti compressionali all'interno delle Alpi Meridionali. "D" Arco Orobico, "E" Arco delle Giudicarie-Val Trompia. "F" Arco del Friuli-Giulia.

Nelle Alpi Meridionali vengono distinti tre sistemi arcuati:

- 1) **Arco Orobico (D)**. Rappresenta il sistema più interno; attivo dal Cretaceo Superiore al Paleogene, si sviluppa circa est-ovest tra la zona dei Laghi ed il Massiccio dell'Adamello in prossimità del quale subisce una netta deviazione verso SW.).
- 2) **Arco delle Giudicarie-Val Trompia (E)**. È il sistema intermedio che risale al Miocene medio-inferiore. La direzione preferenziale NNE-SSW assunta dall'asse delle Giudicarie è

fortemente curvata verso ovest in corrispondenza della Val Trompia e del bresciano (Gomito del Garda) incuneandosi al di sotto della Pianura Padana..

- 3) **Arco del Friuli-Giulia (F)**. È il sistema più esterno che rappresenta la maggior parte del settore orientale delle Alpi Meridionali. L'arco presenta un complesso fronte esterno concavo di età Pliocenica-Quaternaria, ed è la principale zona simogenica responsabile dell'elevata sismicità dell'area carnico-friulana.

Tra le Alpi Meridionali e l'Appennino si estende il bacino padano in cui si è sviluppata la successione detritica pliocenico-quaternaria, potente migliaia di metri; questi sedimenti poggiano su un substrato rigido formato da rocce carbonatiche mesozoico-eoceniche, interessato da una serie di faglie ad andamento Ovest-Est.

In sintesi, l'area padana è il risultato di una compressione asimmetrica bilaterale che ha agito in più tempi nell'intervallo Miocene superiore-Pliocene, compressione applicata in modo differente nei bordi meridionali e settentrionali del sistema. Quest'ultima condizione ha provocato una progressiva riduzione dello spazio indeformato della Pianura Padana ed il suo graduale assottigliamento. L'alto tasso di sedimentazione Plio-Pleistocenico all'interno dell'Avanfossa Padana in restringimento è da mettersi in relazione con il generale arretramento ed approfondimento del depocentro Padano. La conseguente subsidenza della Pianura Padana è stata incrementata dalla compressione Neogenica, come pure dai carichi implicati dagli spostamenti tettonici dei depositi sedimentari più recenti.

7. MICROZONAZIONE SISMICA

Partendo dalla pericolosità sismica di base indicata dalla normativa statale (OPCM 3274/2003 e successive modifiche e integrazioni, viene valutata la risposta sismica locale (microzonazione sismica) necessaria per la pianificazione del territorio e per la progettazione delle opere, secondo quanto previsto dalla D.G.R. 1566/2005 e dalla successiva D.G.R. 7374/2008.

Attraverso la microzonazione sismica è possibile prevedere e mitigare gli effetti sismici che possono interessare il territorio comunale. Eventi sismici, provenienti da varie zone sismogenetiche, possono assumere caratteristiche diverse, anche a distanze di poche decine di metri, in relazione alle condizioni locali (litologiche, morfologiche idrogeologiche) tanto da provocare danni assai diversi a parità di tipologie costruttive e stato di conservazione delle costruzioni.

Quindi l'obiettivo della microzonazione sismica è la individuazione delle aree caratterizzate dallo stesso scenario sismico e la verifica della risposta sismica locale con indagini e metodologie affidabili, al fine di prevedere il comportamento dei terreni superficiali interessati dalle costruzioni attuali e future, quando sono sottoposti ad un evento sismico

Per stimare la sismicità del Mantovano, definita come la distribuzione temporale e spaziale dei terremoti, si è utilizzato il Catalogo Parametrico dei Forti Terremoti in Italia o CPTI. Le stringhe di dati in esso contenute, riferite ai singoli terremoti, riportano per ciascun evento, limitatamente alle conoscenze disponibili, la data (anno, mese, giorno, minuto, secondo), la località epicentrale (latitudine e longitudine), i valori di Intensità (massima ed ipocentrale) e di magnitudo (macrosismica, strumentale e stimata). Il catalogo sismico CPTI ha permesso di ricostruire la storia sismica del mantovano e dei risentimenti (effetti macrosismici) per i singoli comuni.

7.1 SISMICITA' DEL TERRITORIO

Per conoscere la sismicità di un territorio vengono utilizzati i dati relativi ai terremoti storici, verificatisi sia in epoca prestrumentale che in epoca strumentale, e le caratteristiche sismotettoniche della regione.

Attraverso la distribuzione spaziale e temporale dei terremoti del passato è stato possibile infatti attribuire valori di Intensità e di Magnitudo ai singoli eventi sismici, e individuare le strutture sismogenetiche da cui prendono origine.

I dati sismometrici, registrati in epoca strumentale, forniscono informazioni sugli eventi sismici più complete e attendibili e consentono una valutazione più precisa della pericolosità sismica di base del territorio indagato; l'evento atteso può essere descritto sia in termini di scuotimento (Pga: accelerazione di picco attesa) sia in termini di intensità macrosismica (I_{MCS}).

7.2 SISMICITA' STORICA

L'Amm. Provinciale di Mantova, nell'ambito del "Programma provinciale di Previsione e Prevenzione di Protezione Civile" per il rischio sismico, ha predisposto uno studio specifico a cura dell'Università di Bologna, Dipartimento di Fisica.

Per questo studio è utilizzato il Catalogo Parametrico dei Forti Terremoti in Italia o CPTI che ha permesso di ricostruire gli effetti macrosismici per i singoli comuni del mantovano nel periodo dal 217 a.C. al 1992. Le aree epicentrali nelle quali si sono verificati i massimi effetti che hanno provocato risentimenti anche nel mantovano sono:

Dott. Geol. Giovanni Novellini - Mantova

- Appennino Parmense, Reggiano e Bolognese;
- Giudicarie;
- Bassa Bresciana;
- Franciacorta;
- Garda occidentale;
- Veronese;
- Dorsale ferrarese.

Le intensità massime storiche (VII° MCS) sono state riscontrate nell'Alto Mantovano, ai confini tra Brescia e Verona, per la vicinanza all'epicentro del forte terremoto che ha colpito Verona nel 1117 (IX MCS) e Brescia nel 1222 (IX MCS), nei Comuni del Sud-Ovest per la vicinanza all'area sismogenetica dell'Appennino reggiano-parmense e del Sud-Est per la vicinanza alla dorsale Dorsale ferrarese. A questo riguardo, al Comune di Canneto, praticamente equidistante dai centri sismogenetici della Bassa Bresciana e del Garda occidentale e da quelli dell'Appennino Reggiano-Parmense, è stata attribuita una Intensità Massima Macrosismica del VI° MCS.

Le stime di pericolosità comunale, realizzate in base all'approccio probabilistico secondo il metodo Cornell, sono così espresse:

$I_{10/50m} = 5,9$ ($I_{10/50m}$ = valore di intensità MCS con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni. Periodo di ritorno $T = 475$ anni.).

$PGA_{10/50s} = 0,082$ ($PGA_{10/50s}$ = valore medio della accelerazione di picco con una probabilità di superamento del 10 % in 50 anni. Periodo di ritorno $T = 475$ anni.).

È stata inoltre stimata la pericolosità sismica dei Comuni mantovani secondo l'approccio probabilistico di sito, calcolando la probabilità di eccedenza dei gradi MCS pari o superiori alla soglia di danneggiamento (VI°, VII°, VIII°, IX°, X°, XI°) e l'intensità massima attesa (Iatt) relativi ad un periodo di esposizione di 50 anni (Periodo di ritorno $T = 475$ anni).

Per il Comune di Canneto S/O si hanno i seguenti valori di pericolosità, calcolati con le intensità epicentrali, verificatesi dal 217 a.C. al 1992 in un raggio di 250 Km dal Comune, ed opportunamente attenuati, e l'intensità attesa (Iatt) per un tempo di esposizione di 50 anni (Periodo di ritorno $T = 475$ anni).

pericolosità da effetti attenuati							
Comune	VI	VII	VIII	IX	X	XI	Iatt
Canneto S/O	0.83	0.43	0.08	0.01	0.00	0.00	7.0

8. NUOVA CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO COMUNALE

Con la pubblicazione dell'Ordinanza n. 3274 del 20.03.2003 del Presidente del Consiglio dei Ministri "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", modificata dall'Ordinanza n. 3316 del 02.10.2003 del Presidente del Consiglio dei Ministri, è stata redatta 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

La Regione Lombardia, con la D.G.R. 7 novembre 2003 n. 7/14964 "disposizioni preliminari per l'attuazione dell'ordinanza Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 recante primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", ha accettato la classificazione sismica dei singoli comuni proposta dalla OPCM sopracitata ed ha stabilito i modi e i tempi di applicabilità della nuova normativa sismica sia per le costruzioni esistenti che per quelle future.

Al Comune di Canneto S/Oglio è stata attribuita la zona sismica 4 (bassa sismicità con $a_g = 0,05 g$).

Recentemente è stata redatta una Mappa di Pericolosità Sismica [GRUPPO DI LAVORO (2004) – Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003. Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile. INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici], prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20.03.2003; tale mappa è stata approvata con Ordinanza PCM 28 aprile 2006 n. 3519.

Questa iniziativa è stata rivolta a soddisfare l'esigenza di una mappa di pericolosità sismica di riferimento per l'individuazione delle zone sismiche, esigenza formulata dall'Ordinanza PCM 20.03.2003 n. 3274, che ne fissa criteri e scadenza. In particolare:

- è stata elaborata una nuova zonazione sismogenetica, denominata **ZS9**, a partire da un sostanziale ripensamento della precedente zonazione ZS4, alla luce delle evidenze di tettonica attiva e delle valutazioni acquisite negli ultimi anni. ZS9 è corredata, per ogni ZS, da un meccanismo focale prevalente e da un valore di profondità, determinati nella prospettiva di utilizzo con le relazioni di attenuazione. La nuova ZS9 viene riportata in Figura 3.

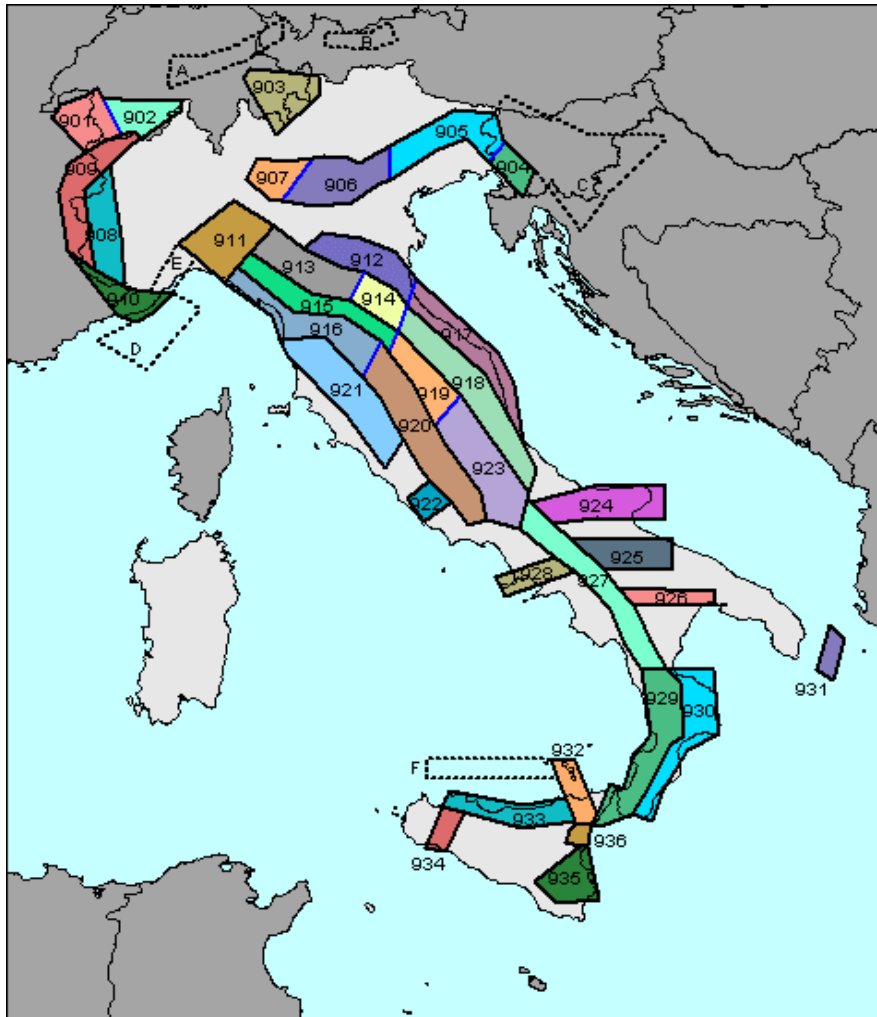


Figura 3 - Zonazione Sismogenetica ZS9

- è stata prodotta una versione aggiornata del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, detta CPTI2, mediante la ricompilazione ex-novo della porzione temporale 1981-1992 e la sua estensione al 2002;
- sono state verificate le relazioni di attenuazione di a_{max} definite a scala nazionale ed europea;
- sono stati determinati, con approcci storici e statistici, due insiemi di completezza dei dati del Catalogo CPTI2

La nuova mappa di pericolosità sismica (vedasi Ordinanza PCM 28 aprile 2006 n. 3519) risulta essere la seguente (Figura 4):

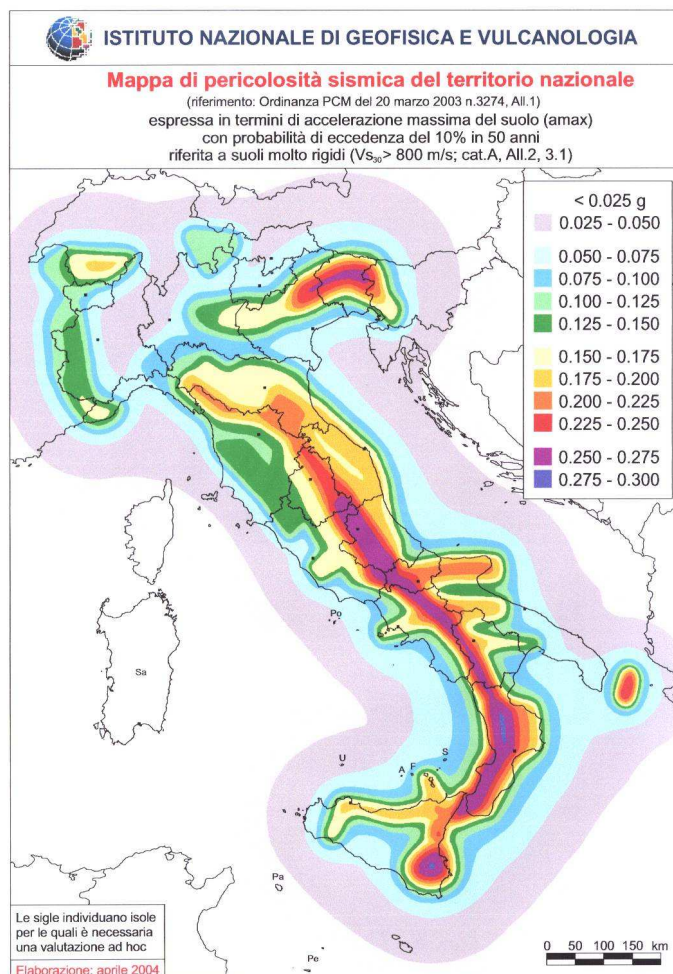


Figura 4 - Nuova Mappa di Pericolosità Sismica

Per quanto riguarda la Regione Lombardia, la Provincia di Mantova e il Comune di Canneto, la nuova Mappa di Pericolosità Sismica viene riportata in Figura 5. In tutto il territorio comunale di Canneto, la nuova mappa di pericolosità sismica, espressa in termini di 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), prevede valori di a_{max} variabile da 0,075 a 0,100 g che sono riferiti alla zona sismica 3.

Anche se la nuova mappa di pericolosità sismica farebbe rientrare il Comune di Canneto in zona sismica 3, a tutt'oggi vale la D.G.R. 14964/2003 che assegna Canneto alla zona sismica 4, in base alla quale viene redatto questo studio di approfondimento della componente sismica per il PGT.

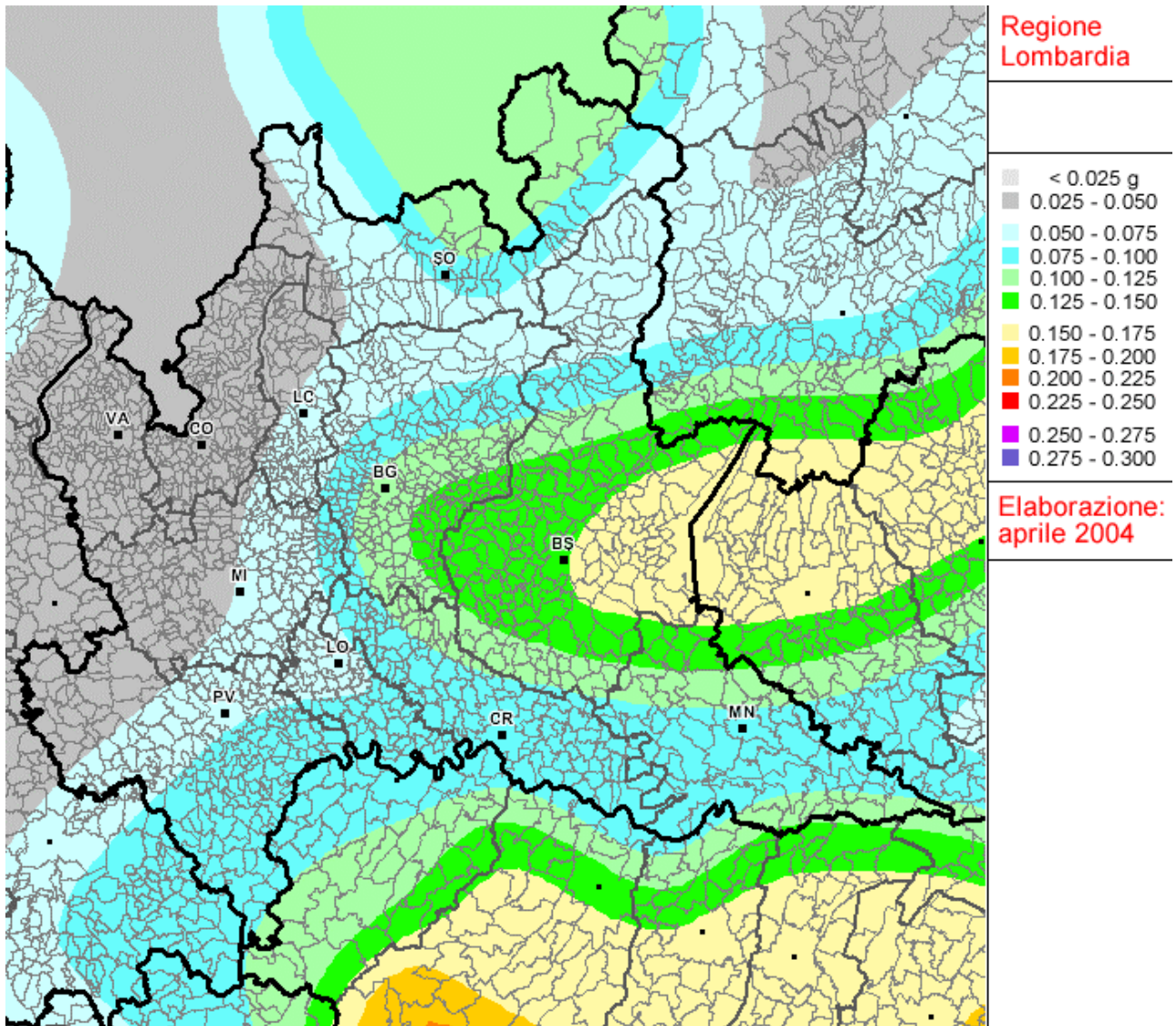


Figura 5 - Nuova Mappa di pericolosità Sismica per la Regione Lombardia

9. RISPOSTA SISMICA LOCALE

Quando una struttura sismogenetica ha accumulato una quantità di energia tale da superare la tensione critica di rottura, si verifica uno spostamento di materia con liberazione di energia e la conseguente formazione e propagazione delle onde sismiche. Queste attraversano il mezzo con modalità diverse e arrivano al sito (il Comune in oggetto) con intensità decrescente, funzione della distanza dall'epicentro, valutata dalle note leggi di attenuazione. Tenuto conto della sismicità storica della zona e dei sistemi attuali di rilevamento dei terremoti, ad ogni Comune è stata attribuita una sismicità (terremoto di riferimento) espressa in % della accelerazione di gravità "g".

Le onde sismiche però, attraversando gli strati superficiali eterogenei, spesso cambiano caratteristiche (velocità, ampiezza, periodo,..) e provocano effetti diversi anche tra aree molto vicine dello stesso Comune. Pertanto la conoscenza delle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei terreni e le loro proprietà fisiche e meccaniche permettono di definire le modifiche che un segnale sismico subisce rispetto a quello di riferimento. La risposta sismica locale risulta importante sia in fase di pianificazione del territorio sia in fase di progettazione di nuove costruzioni e di verifica dell'esistente.

Per questo la Regione Lombardia ha approvato, con la D.G.R. 1566/2005 e la successiva D.G.R. 7374/ 2008 una metodologia per la valutazione della risposta sismica locale che deve essere applicata da ciascun comune in fase di realizzazione o aggiornamento dello studio geologico nel P.G.T.

La stessa D.G.R., oltre alle indicazioni per la fase pianificatoria del territorio comunale, contiene indicazioni per la fase progettuale delle costruzioni nelle diverse zone sismiche, in sintonia con le nuove "Norme tecniche per le costruzioni " del D.M. 14 gennaio 2008 che disciplinano la progettazione e la verifica delle opere e dei sistemi geotecnici soggetti ad azioni sismiche.

Gli effetti derivanti dalle condizioni locali vengono distinti in funzione del comportamento dinamico dei materiali coinvolti; pertanto gli studi finalizzati al riconoscimento delle aree potenzialmente pericolose dal punto di vista sismico sono basati, in primo luogo, sull'identificazione della categoria di terreno presente in una determinata area (Categorie di sottosuolo).

In funzione della categoria del terreno, si distinguono due grandi gruppi di effetti locali: quelli di sito o di amplificazione sismica locale e quelli di instabilità

9.1 EFFETTI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA LOCALE

Interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento stabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese; tali effetti sono rappresentati dall'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico (terremoto di riferimento), relativo ad una formazione rocciosa di base (bedrock), può subire, durante l'attraversamento degli strati di terreno sovrastanti il bedrock, a causa dell'interazione delle onde sismiche con le particolari *condizioni locali*.

Gli effetti di amplificazione sono di due tipi, che possono essere contemporaneamente presenti nello stesso sito:

- **gli effetti di amplificazione topografica:** si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie superficiali più o meno articolate e da irregolarità topografiche in generale; tali condizioni favoriscono la focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta

del rilievo a seguito di fenomeni di riflessione sulla superficie libera e di interazione fra il campo d'onda incidente e quello diffratto; se l'irregolarità topografica è rappresentata da substrato roccioso (bedrock) si verifica un puro effetto di amplificazione topografica, mentre nel caso di rilievi costituiti da materiali non rocciosi l'effetto amplificatorio è la risultante dell'interazione (difficilmente separabile) tra l'effetto topografico e quello litologico di seguito descritto;

- **effetti di amplificazione litologica:** si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie sepolte (bacini sedimentari, chiusure laterali, corpi lenticolari, eteropie ed interdigitazioni, gradini di faglia etc..) e da particolari profili stratigrafici costituiti da litologie con determinate proprietà meccaniche; tali condizioni possono generare esaltazione locale delle azioni sismiche trasmesse dal terreno, fenomeni di risonanza fra onda sismica incidente e modi di vibrare del terreno e fenomeni di doppia risonanza fra periodo fondamentale del moto sismico incidente e modi di vibrare del terreno e della sovrastruttura.

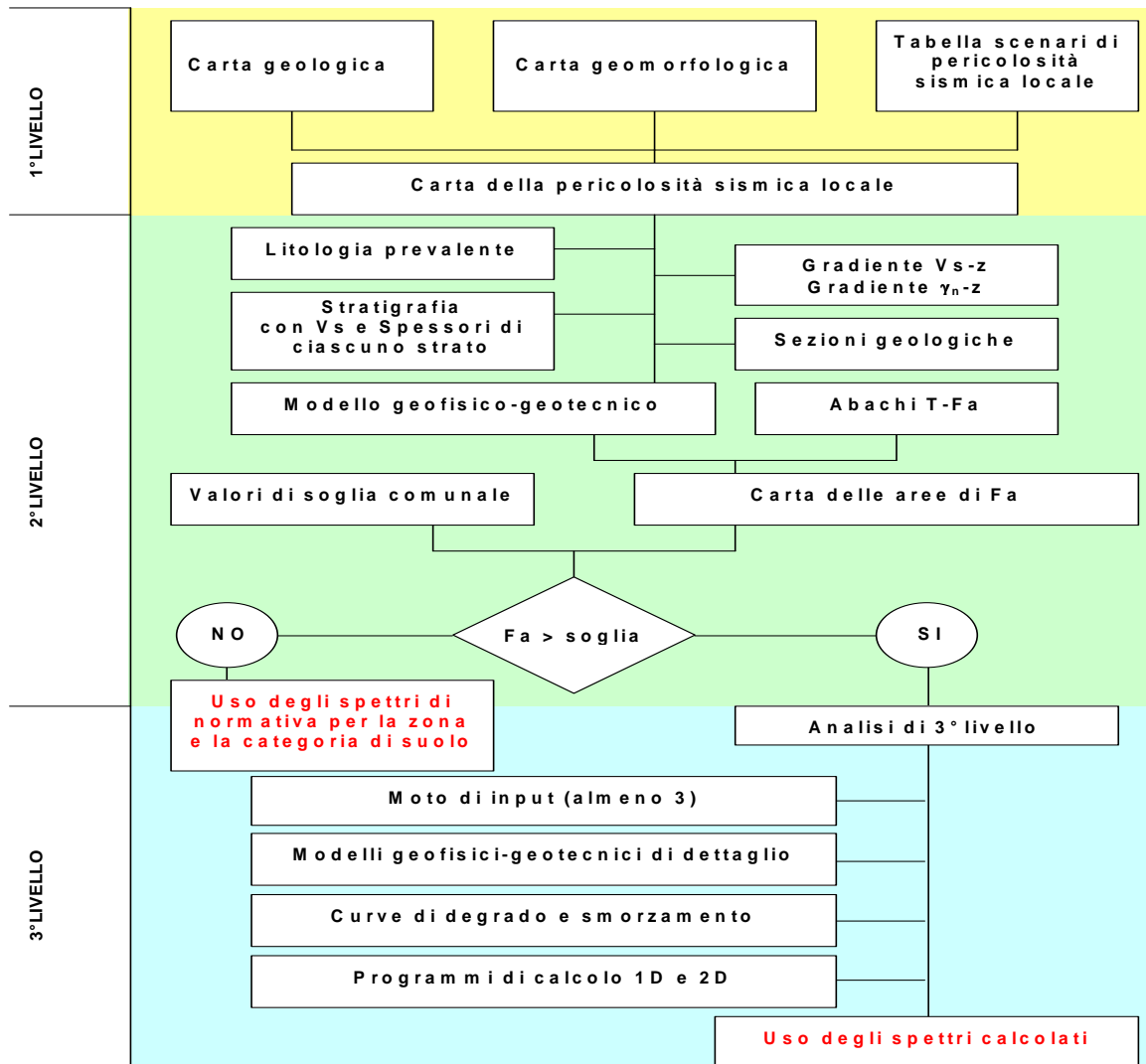
9.2 EFFETTI DI INSTABILITÀ

Interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento instabile o potenzialmente instabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese e sono rappresentati in generale da fenomeni di instabilità consistenti in veri e propri collassi e talora movimenti di grandi masse di terreno incompatibili con la stabilità delle strutture; tali instabilità sono rappresentate da fenomeni diversi a seconda delle condizioni presenti nel sito. Per quanto riguarda il territorio in esame si possono presentare i seguenti casi:

- zone interessate da scarpate morfologiche naturali e artificiali con altezze superiori a 10 metri;
- zone interessate da terreni di fondazione particolarmente scadenti suscettibili di liquefazione.

10. ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI. NORMATIVA REGIONALE

In Allegato 5 della D.G.R. 28.05.2008 n. 7374 è riportata, in *Figura 1 – Diagramma di flusso dei dati necessari e dei percorsi da seguire nei tre livelli di indagine*, la metodologia e lo schema operativo per la valutazione dell'amplificazione sismica locale:



I tre livelli di approfondimento possono essere sintetizzati come segue:

1° LIVELLO

Il 1° livello di approfondimento è obbligatorio per tutti i Comuni e consiste in un approccio di tipo qualitativo e costituisce lo studio propedeutico ai successivi livelli di approfondimento; è un metodo empirico che trova le basi nella continua e sistematica osservazione diretta degli effetti prodotti dai terremoti. Il metodo permette l'individuazione delle zone ove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica sono, con buona attendibilità, prevedibili, sulla base di osservazioni geologiche e sulla raccolta dei dati disponibili per una determinata area, quali la cartografia topografica di dettaglio, la cartografia geologica e dei dissesti (a scala 1:10000 e 1:2000) e i risultati di indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche già svolte e che saranno oggetto di un'analisi mirata alla definizione delle condizioni locali (spessore delle coperture e condizioni stratigrafiche generali, posizione e regime della falda, proprietà indice, caratteristiche di consistenza, grado di sovraconsolidazione, plasticità e proprietà geotecniche nelle condizioni naturali, etc..).

Lo studio consiste nella raccolta dei dati esistenti e nella redazione di un'apposita cartografia (**Carta della pericolosità sismica locale**) a scala 1:2.000 – 1:10.000 derivata dalle precedenti carte di base (carta geologica, geomorfologia, idrogeologica...) in cui è riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo in grado di determinare gli effetti locali descritti nella Tabella – Scenari di pericolosità sismica locale, dell'Allegato n. 5 della DGR 28.05.2008 n. 7374, sottoriportata.

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)	Cedimenti e/o liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

2° LIVELLO

Il 2° livello di approfondimento è obbligatorio per i Comuni ricadenti nelle zone sismiche 2 - 3 - 4 nei quali siano state individuate, con l'applicazione del 1° livello, aree con scenari suscettibili di amplificazioni sismiche (morfologiche Z3 e litologiche Z4) interferenti con l'urbanizzato e/o

interferenti con le aree di espansione urbanistica, ad esclusione di quelle considerate inedificabili per situazioni geologiche, geomorfologiche e ambientali o perché sottoposte a vincolo da particolari normative. Per i Comuni ricadenti in zona sismica 4, come Canneto S/O, deve essere applicato solo alle costruzioni strategiche e rilevanti ai sensi della D.G.R.14964/2003 e della d.d.u.o. n. 19904 del 21.11.2003, ferma restando la facoltà del Comune di estenderlo alle altre categorie di costruzioni.

La procedura consiste in un approccio di tipo semiquantitativo e fornisce la stima quantitativa della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di amplificazione; gli studi sono condotti con metodi quantitativi semplificati, validi per la valutazione delle amplificazioni litologiche e geometriche e sono utilizzati per zonare l'area di studio in funzione del valore di Fa .

La procedura semplificata richiede la conoscenza dei seguenti parametri:

- litologia dei materiali presenti nel sito (litologie ghiaiose e litologie argilloso limose);
- stratigrafia del sito;
- andamento con la profondità delle V_s fino a valori pari o superiori a 800 m/s; in mancanza del raggiungimento del bedrock ($V_s \geq 800$ m/s) con le indagini è possibile ipotizzare un opportuno gradiente di V_s con la profondità sulla base dei dati ottenuti dall'indagine, tale da raggiungere il valore di 800 m/s.
- spessore, peso di volume e velocità di ciascun strato;
- sezioni geologiche, conseguente modello geofisico-geotecnico ed identificazione dei punti rappresentativi sui quali effettuare l'analisi.

In funzione della litologia prevalente presente nel sito, del gradiente di velocità V_s e del gradiente del peso di volume naturale con la profondità si sceglie l'abaco di riferimento.

In funzione dello spessore e della velocità V_s dello strato superficiale si sceglie la curva più appropriata per la valutazione del valore di Fa nell'intervallo 0.1-0.5 s¹ (riportati negli Schemi seguenti).

Il periodo proprio del sito necessario per l'utilizzo dell'abaco di correlazione deve essere calcolato considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità V_s è uguale o superiore a 800 m/s ed utilizzando la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

ove h_i e V_{s_i} sono lo spessore e la velocità dello strato i-esimo.

Il valore di Fa determinato dovrà essere approssimato alla prima cifra decimale e dovrà essere utilizzato per valutare il grado di protezione raggiunto al sito dall'applicazione della nuova normativa sismica vigente.

La valutazione del grado di protezione viene effettuata in termini di contenuti energetici, confrontando il valore di Fa ottenuto dalle schede di valutazione con un parametro di analogo significato calcolato per ciascun Comune e per le diverse categorie di suolo (Norme Tecniche per

¹ Nel caso il valore di V_s dello strato superficiale risulta pari o superiore ad 800 m/s non si applica la procedura semplificata per la valutazione del Fa in quanto l'amplificazione litologica attesa è nulla ($Fa = 1.0$).

le Costruzioni) soggette ad amplificazioni litologiche (B, C, D ed E) e per i due intervalli di periodo 0.1-0.5 e 0.5-1.5 s.

Il parametro calcolato per ciascun Comune della Regione Lombardia è riportato nella banca dati in formato .xls (soglie_lomb.xls) e rappresenta il valore di soglia oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.

La procedura prevede pertanto di valutare il valore di F_a con le schede di valutazione e di confrontarlo con il corrispondente valore di soglia, considerando una variabilità di + 0.1 che tiene conto della variabilità del valore di F_a ottenuto.

Si possono presentare quindi due situazioni:

- il valore di F_a è inferiore o uguale al valore di soglia corrispondente: la nuova normativa è da considerarsi sufficiente per tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa;

- il valore di F_a è superiore al valore di soglia corrispondente: la normativa è insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi è necessario, in fase di progettazione edilizia, o effettuare analisi più approfondite (3° Livello) o, in alternativa, utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore, con il seguente schema (punto 1.4.3 della D.G.R. 7374/2008):

- anziché lo spettro della categoria B di suolo si utilizzerà quello della categoria di suolo C; nel caso in cui la soglia non fosse ancora sufficiente si utilizzerà lo spettro della categoria di suolo D;
- anziché lo spettro della categoria C di suolo si utilizzerà quello della categoria di suolo D;
- anziché lo spettro della categoria E di suolo si utilizzerà quello della categoria di suolo D.

Nel caso di presenza contemporanea di effetti litologici (Z4) e morfologici (Z3) si analizzeranno entrambi i casi e si sceglierà quello più sfavorevole.

3° LIVELLO

Il 3° Livello si applica in fase progettuale, al fine di ottimizzare l'opera e gli eventuali interventi di mitigazione della pericolosità, agli scenari di pericolosità sismica locale suscettibili di instabilità (Z1b e Z1c), di cedimenti e/o liquefazioni (Z2) e di amplificazioni sismiche (morfologiche Z3 e litologiche Z4) che sono caratterizzate da un valore di F_a superiore al valore di soglia corrispondente così come ricavato dall'applicazione del 2° Livello.

Nelle aree caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazioni (Z1 e Z2), si applica a tutte le costruzioni nelle Zone sismiche 2 e 3, mentre nella Zona sismica 4 è obbligatorio solo per gli edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. n. 19904/2003, ferma restando la facoltà del Comune di estenderlo anche alle altre categorie di edifici.

Nel caso di sovrapposizione di più scenari sul medesimo ambito territoriale si dovrà procedere con il grado di approfondimento più cautelativo.

Per il calcolo del potenziale di liquefazione e dei possibili cedimenti si fa riferimento alle prove in situ e si utilizzano le procedure note in letteratura.

Per il calcolo degli effetti di amplificazione morfologica e litologica si prevede un approccio di tipo quantitativo e costituisce lo studio di maggior dettaglio, in cui la valutazione della pericolosità sismica locale è effettuata ricorrendo a metodologie classificate come strumentali o numeriche.

La metodologia strumentale richiede l'acquisizione di dati strumentali attraverso campagne di registrazione eseguite in sito con l'utilizzo di strumentazioni specifiche, variabili a seconda del parametro di acquisizione scelto (velocimetri ed accelerometri).

La metodologia numerica consiste nella modellazione di situazioni reali mediante un'appropriate e dettagliata caratterizzazione geometrica e meccanica del sito e nella valutazione della risposta sismica locale tramite codici di calcolo matematico più o meno sofisticati, basati su opportune semplificazioni e riduzioni del problema, necessarie ma comunque di influenza abbastanza trascurabile sul risultato finale. L'applicazione della metodologia numerica richiede una caratterizzazione geometrica di dettaglio del sottosuolo con un programma specifico di indagini geotecniche da aggiungere a quelle effettuate per il 1° e 2° Livello. È inoltre necessaria l'individuazione di uno o più input sismici sotto forma di spettri di risposta e/o di accelerogrammi.

Nella Tabella seguente vengono sintetizzati gli adempimenti di approfondimento ed i campi di applicabilità in funzione delle zone di pericolosità sismica locale (PSL) individuate e della zona sismica di appartenenza del Comune.

	Livelli di approfondimento e fasi di applicazione		
	1° Livello Fase pianificatoria	2° Livello Fase pianificatoria	3° Livello Fase progettuale
Zona sismica 2 - 3	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con l'urbanizzato e urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili	- Nelle aree indagate con il 2° Livello quando Fa calcolato > valore soglia comunale. - Nelle Zone PSL Z1 e Z2
Zona sismica 4	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti di nuova previsione (elenco tipologico di cui al D.d.u.o. n. 19904/03)	- Nelle aree indagate con il 2° Livello quando Fa calcolato > valore soglia comunale. - Nelle Zone PSL Z1 e Z2 per edifici strategici e rilevanti

11. CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

Per la redazione della Carta della Pericolosità Sismica Locale (P.S.L.) si è fatto riferimento alla normativa regionale seguente:

REGIONE LOMBARDIA (2005) - DGR 22.12.2005 n. 1566. Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del territorio, in attuazione dell'art. 57 della L.R. 11 marzo 2005, n. 12.

REGIONE LOMBARDIA (2008) DGR 28.05.2008 n. 7374 Aggiornamento dei "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del territorio, in attuazione dell'art. 57 della L.R. 11 marzo 2005, n. 12".

Per la metodologia e per l'applicazione delle procedure sono stati utilizzati gli studi effettuati su alcune aree campione dalla Regione Lombardia, di seguito elencati:

POLITECNICO DI MILANO (2005) - Analisi e valutazione degli effetti sismici in determinati comuni del territorio lombardo e supporto tecnico inerente l'analisi di vulnerabilità sismica prevista dal programma temporale delle verifiche di cui alla DGR n. 14964 del 7 novembre 2003. 1° Obiettivo – Rapporto Finale. Dipartimento di Ingegneria Strutturale del Politecnico di Milano, Convenzione tra Regione Lombardia e Dipartimento di Ingegneria Strutturale. Milano, marzo 2005.

POLITECNICO DI MILANO (2005) - Metodi di valutazione della risposta sismica locale, con particolare riferimento alla modellazione numerica: alcuni casi reali. Pavia, 10 novembre 2005.

POLITECNICO DI MILANO (2005) - Proposta di una metodologia per la valutazione degli effetti locali a supporto della pianificazione. Pavia, 10 novembre 2005.

POLITECNICO DI MILANO (2006) - Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei piani di governo del territorio. Milano, febbraio 2006.

11.1 ANALISI DI 1° LIVELLO

Il metodo permette l'individuazione delle zone ove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica (scenari di pericolosità sismica locale) sono, con buona probabilità, prevedibili sulla base di osservazioni geologiche e sulla raccolta di dati disponibili, quali:

a) cartografia topografica di dettaglio, cartografia geologica, cartografia geomorfologica, cartografia idrogeologica;

b) risultati di indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche, necessarie per definire le condizioni locali (spessore delle coperture e condizioni stratigrafiche generali, posizione e regime della falda, proprietà indice dei depositi, caratteristiche di consistenza, grado di sovraconsolidazione, plasticità e proprietà geotecniche, ecc.).

Per il territorio comunale di Canneto sono disponibili i seguenti dati derivanti dallo "Studio geologico" effettuato per la variante generale al P.R.G., secondo le direttive della D.G.R. 6645/2001, ed altri dati geologici provenienti da documentazioni diverse:

- Carta geologica e geomorfologica, alla scala 1:10.000
- Carta idrogeologica e del sistema idrografico, alla scala 1:10.000
- Carta di Sintesi, alla scala 1:10.000
- Carta di Fattibilità delle Azioni di Piano, alla scala 1:10.000
- N. 4 analisi granulometriche su campioni di terreno superficiale fino a 1 metro circa di profondità (Allegato 1)
- N. 15 stratigrafie di pozzi per acqua presenti nel territorio comunale; profondità minima: 24,80 m; profondità massima: 200 m (Allegato 2)
- N. 30 prove penetrometriche statiche (Allegato 3)

Per poter disporre però di dati geotecnici e geofisici di alta attendibilità da utilizzare per il 2° Livello di approfondimento riguardanti aree significative del territorio, in particolare aree urbanizzate e urbanizzabili, sono state eseguite le seguenti indagini:

- N. 3 prove penetrometriche statiche (Allegati)
- N. 3 indagini geofisiche con metodi MASW e REMI (Allegati)

I dati geomorfologici, litologici e idrogeologici derivanti dalle indagini e degli studi precedenti sono stati di seguito analizzati.

11.1.1 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

I fiumi Oglio e Chiese, che qui confluiscono, hanno terrazzato i depositi fluvio-glaciali del "Livello fondamentale della pianura" scavando le proprie valli notevolmente ribassate.

La piana fluvio-glaciale tra l'Oglio e il Chiese è interessata inoltre 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.

Il terrazzo in sinistra Oglio si collega con quello di destra del Chiese formando un'unica area valliva molto estesa che occupa la parte sud-occidentale del territorio comunale.

Le scarpate di terrazzo hanno un andamento sinuoso e delimitano spesso paleomeandri molto accentuati (Runate, Gerre Gavazzi, Valle, ...).

Le loro altezze, come risulta dalla Carte Geomorfologica del P.R.G., variano da pochi metri ad oltre 10 metri. I tratti più pronunciate si trovano lungo la valle dell'Oglio tra Carzagheto e l'abitato di Canneto passando per Runate.

11.1.2 CARATTERISTICHE LITOLOGICHE

Per l'analisi della situazione litologica sono stati utilizzati i dati derivanti dalle indagini pregresse disponibili:

- sondaggi a mano;
- prove penetrometriche;
- stratigrafie dei pozzi per acqua.

SONDAGGI A MANO (S)

sondaggi	località	profondità (m dal p.c.)	ghiaia %	sabbia %	limo %	argilla %	descrizione
S1	Corte Monache	1,00	43	57		-	Sabbia con ghiaia
S2	Cà dè Pinci	1,00	-	93	7	-	Sabbia debolmente limosa
S3	Runate	1,00	-	94	6	-	Sabbia debolmente limosa
S4	Regona	1,00	-	8	48	44	Limo con argilla deb. sabbioso

PROVE PENETROMETRICHE**PP1 - Prova penetrometrica n. 1 P.R.G. 2002**

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 1,60	argilla limosa
1,60 - 8,80	sabbia
8,80 - 10,00	argilla sabbioso limosa

PP2 - Prova penetrometrica n. 2 P.R.G. 2002

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 1,20	argilla limosa
1,20 - 8,20	sabbia
8,20 - 10,00	argilla e argilla organica

PP3 - Prova penetrometrica n. 3 P.R.G. 2002

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 1,20	argilla limosa
1,20 - 7,80	sabbia
7,80 - 10,00	sabbia argilloso limosa

PP4 - Prova penetrometrica n. 4 P.R.G. 2002

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 1,00	argilla limosa
1,00 - 8,20	sabbia
8,20 - 10,00	sabbia limoso argillosa

PP5 - Prova penetrometrica n. 5 P.R.G. 2002

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 1,40	argilla sabbioso limosa
1,20 - 9,20	sabbia

9,20 - 10,00	sabbia limoso argillosa
--------------	-------------------------

PP6 - Prova penetrometrica n. 6 P.R.G. 2002

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 2,00	sabbia argilloso limosa
2,00 - 7,00	sabbia
7,00 - 10,00	argilla organica

PP7 - Prova penetrometrica n. 7 P.R.G. 2002

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 1,00	sabbia argilloso limosa
1,00 - 2,40	sabbia
2,40 - 3,80	argilla e argilla organica
3,80 - 5,20	sabbia
5,20 - 6,60	argilla organica
6,60 - 8,40	sabbia limosa
8,40 - 10,00	argilla organica

PP8 - Prova penetrometrica n. 8 P.R.G. 2002

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 1,00	sabbia argilloso limosa
1,00 - 5,20	sabbia
5,20 - 8,20	sabbia argilloso limosa
8,20 - 10,00	argilla organica

PP9 - Prova penetrometrica n. 9 P.R.G. 2002

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 1,60	sabbia argilloso limosa
1,60 - 7,80	sabbia
7,80 - 10,00	sabbia argilloso limosa

PP10 - Prova penetrometrica n. 10 P.R.G. 2002

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 1,40	sabbia argilloso limosa
1,40 - 8,20	sabbia
8,20 - 10,00	argilla

PP11 - Prova penetrometrica n. 11 P.R.G. 2002

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 2,40	argilla organica
2,40 - 7,00	sabbia
7,00 - 8,60	argilla sabbioso limosa
8,60 - 10,00	argilla organica

PP12 - Prova penetrometrica n. 1 PIP - 2000

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 0,50	terreno vegetale
0,50 - 1,60	sabbia limosa
1,60 - 5,40	sabbia
5,40 - 6,00	limo argilloso
6,00 - 7,40	sabbia
7,40 - 8,20	argilla e limo
8,20 - 9,00	sabbia
9,00 - 10,60	argilla e limo
10,60 - 12,00	sabbia

PP13 - Prova penetrometrica n. 2 PIP - 2000

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 0,50	terreno vegetale
0,50 - 1,00	sabbia limosa
1,00 - 6,80	sabbia
6,80 - 7,80	argilla e limo
7,80 - 9,60	sabbia
9,60 - 10,00	argilla e limo

PP14 - Prova penetrometrica n. 3 PIP - 2000

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 0,50	terreno vegetale
0,50 - 1,20	argilla e limo
1,20 - 1,60	sabbia limosa
1,60 - 7,80	sabbia
7,80 - 8,80	argilla e limo
8,80 - 11,40	limo argilloso e limo sabbioso
11,40 - 12,00	sabbia

PP15 - Prova penetrometrica n. 4 PIP - 2000

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 0,50	terreno vegetale
0,50 - 1,40	limo sabbioso argilloso
1,40 - 5,00	sabbia
5,00 - 8,00	sabbia limosa
8,00 - 8,80	argilla e limo
8,800 - 10,00	sabbia limosa

PP16 - Prova penetrometrica n. 1 Scuola Materna - 2002

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 0,80	terreno vegetale
0,80 - 1,60	limi argillosi

1,60 - 8,40	sabbia
8,40 - 9,20	argilla organica e torba
9,20 - 10,80	sabbie e sabbie limose
10,80 - 12,00	argilla organica e torba

PP17 - Prova penetrometrica n. 2 Scuola Materna - 2002

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 0,80	terreno di riporto
0,80 - 1,60	limi argillosi
1,60 - 9,40	sabbia
9,40 - 10,20	limi argilloso sabbiosi
10,20 - 12,00	argilla organica e torba

PP18 - Prova penetrometrica n. 3 Scuola Materna - 2002

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 0,80	terreno di riporto
0,80 - 1,60	limi argillosi
1,60 - 7,80	sabbia
7,80 - 8,80	argilla limoso sabbiosa
8,80 - 10,40	sabbie e sabbie limose
10,40 - 12,00	argilla organica e torba

PP19 - Prova penetrometrica n. 1 Farfanicchia - 2002

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 0,70	terreno pedogenizzato
0,70 - 1,80	sabbia con livelli limosi
1,80 - 2,60	argille e limi con sostanza organica
2,60 - 5,20	sabbia
5,20 - 10,80	argille e limi con sostanza organica
10,80 - 13,00	sabbie e sabbie limose
13,00 - 14,40	argille e limi con sostanza organica
14,40 - 16,20	sabbie
16,20 - 16,80	argille e limi
16,80 - 18,00	sabbie

PP20 - Prova penetrometrica n. 2 Farfanicchia - 2002

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 0,70	terreno pedogenizzato
0,70 - 1,80	sabbia con livelli limosi
1,80 - 3,00	argille e limi con sostanza organica
3,00 - 4,00	argille limoso sabbiose
4,00 - 5,20	sabbie
5,20 - 6,80	argille limoso sabbiose con livelli organici
6,80 - 10,00	argille e limi con sostanza organica
10,00 - 13,40	sabbie con livelli sabbioso limosi

13,40 - 15,00	argille e limi con sostanza organica
15,00 - 18,00	sabbie con livelli sabbioso limosi

PP21 - Prova penetrometrica n. 1 Eden Verde - 2004

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 0,40	terreno vegetale
0,40 - 4,20	limo argilloso sabbioso molle
4,20 - 4,80	sabbia
4,80 - 6,20	limo argilloso sabbioso molle
6,20 - 7,60	sabbia
7,60 - 13,00	sabbia limosa con livelli sabbiosi e livelli argillosi

PP22 - Prova penetrometrica n. 2 Eden Verde - 2004

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 0,40	terreno vegetale
0,40 - 4,40	limo argilloso sabbioso molle
4,40 - 5,20	sabbia
5,20 - 5,80	limo argilloso sabbioso molle
5,80 - 7,40	sabbia
7,40 - 11,00	sabbia limosa
11,00 - 12,00	limo e argilla

PP23 - Prova penetrometrica n. 1 Maccagnola - 2004

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 1,20	argilla sabbioso limosa
1,20 - 3,00	sabbia limosa e sabbia
3,00 - 7,00	sabbia
7,00 - 9,00	argilla organica e sabbia argilloso limosa
9,00 - 10,00	sabbia

PP24 - Prova penetrometrica n. 2 Maccagnola - 2004

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 1,00	argilla limosa
1,00 - 3,20	sabbia argilloso limosa
3,20 - 7,00	sabbia
7,00 - 8,80	argilla organica e sabbia argilloso limosa
8,80 - 10,00	sabbia

PP25 - Prova penetrometrica n. 1 Ruffato - 2004

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 3,20	sabbia argilloso limosa
3,20 - 6,40	sabbia
6,40 - 12,00	argilla sabbioso limosa e sabbia limosa

PP26 - Prova penetrometrica n. 2 Ruffato - 2004

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 3,20	argilla sabbioso limosa
3,20 - 7,20	sabbia
7,20 -12,00	argilla sabbioso limosa e sabbia limosa

PP27 - Prova penetrometrica n. 3 Ruffato - 2004

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 3,20	argilla sabbioso limosa
3,20 - 5,20	argilla
5,20 -11,00	argilla sabbioso limosa e sabbia limosa
11,00 - 12,60	sabbia
12,60 - 15,00	argilla sabbioso limosa

PP28 - Prova penetrometrica n. 4 Ruffato - 2004

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 6,40	argilla e argilla sabbioso limosa
6,40 - 9,00	argilla sabbioso limosa e sabbia limosa
9,00 -10,20	argilla
10,20 - 15,0	sabbia limoso argillosa

PP29 - Prova penetrometrica n. 1 Mariotti Scavi - 2006

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 1,00	argilla limosa
1,00 - 9,00	sabbia
9,00 - 10,00	sabbia limosa

PP30 - Prova penetrometrica n. 1 Mariotti Az. Agricola - 2006

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 1,00	argilla limosa
1,00 - 9,20	sabbia
9,20 - 10,00	sabbia limoso argillosa

STRATIGRAFIE DEI POZZI PER ACQUA**Pozzo n. 1**

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 6,90	sabbia fine
6,90 - 9,80	sabbia medio grossa
9,80 -11,00	argilla

11,00 - 27,50	argilla con strati sabbiosi e torbosi
27,50 - 49,00	argilla
49,00 - 54,00	sabbia fine, media e grossa
54,00 - 60,00	argilla con torba
60,00 - 67,50	sabbia fine
67,50 - 74,00	argilla
74,00 - 91,40	sabbia fine
91,40 - 98,60	sabbia finissima

Pozzo n. 2

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 10,60	sabbia fine
10,90 - 11,80	argilla e sabbia con torba
11,80 - 29,50	argilla
29,50 - 31,50	sabbia
31,50 - 50,50	argilla con lenti di torba
50,50 - 54,50	sabbia grossa
54,50 - 60,00	argilla con torba
60,00 - 67,50	sabbia medio fine
67,50 - 69,50	argilla con torba
69,50 - 98,00	sabbia fine e media

Pozzo n. 3

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 10,50	sabbia fine
10,50 - 22,80	argilla con sabbia e torba
22,80 - 24,70	argilla
24,70 - 37,50	sabbia finissima e argilla torbosa
37,50 - 47,10	argilla e torba
47,10 - 49,80	sabbia e argilla
49,80 - 61,60	argilla compatta
61,60 - 64,80	sabbia grossa
64,80 - 69,30	argilla
69,30 - 98,80	sabbia medio grossa con ghiaietto

Pozzo n. 4

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 8,00	sabbia e limo
8,00 - 10,00	argilla
10,00 - 14,00	sabbia
14,00 - 22,00	livelli di sabbia e argilla
22,00 - 22,50	torba
22,50 - 28,00	sabbia
28,00 - 28,50	torba
28,50 - 46,00	argilla con lenti di sabbia
46,00 - 49,00	sabbia

49,00 - 58,00	argilla torbosa
58,00 - 62,00	ghiaietto
72,00 - 72,00	argilla
72,00 - 98,00	sabbia fine

Pozzo n. 5

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 1,50	terreno vegetale
1,50 - 5,80	sabbia
5,80 - 14,00	argilla
14,00 - 28,50	sabbia
28,50 - 42,00	argilla
42,00 - 49,00	argilla sabbiosa
49,00 - 55,00	sabbia
55,00 - 60,00	argilla
60,00 - 64,50	sabbia
64,50 - 71,00	argilla
71,00 - 82,50	argilla
82,50 - 84,00	sabbia
84,00 - 92,00	argilla

Pozzo n. 6

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 3,50	limo sabbioso
3,50 - 10,60	sabbia limosa
10,60 - 12,60	limo argilloso
12,60 - 13,70	limo sabbioso argilloso con ghiaietto
13,70 - 17,30	limo sabbioso
17,30 - 20,50	argilla limosa
20,50 - 24,80	limo argilloso

Pozzo n. 7

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 32,00	argilla con limo sabbioso
32,00 - 43,00	sabbia fine
43,00 - 54,00	argilla
54,00 - 64,00	sabbia

Pozzo n. 8

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 40,00	argilla e sabbia a lenti
40,00 - 50,00	sabbia
50,00 - 60,00	argilla
60,00 - 70,00	sabbia fine

Pozzo n. 9

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 2,00	terreno vegetale
2,00 - 19,00	sabbia
19,00 - 51,00	argilla
51,00 - 53,00	sabbia
53,00 - 55,00	argilla
55,00 - 59,00	sabbia
59,00 - 65,00	argilla
65,00 - 77,00	sabbia

Pozzo n. 10

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 15,00	argilla
15,00 - 18,00	sabbia
18,00 - 51,00	argilla
51,00 - 56,00	sabbia
56,00 - 76,00	argilla
76,00 - 87,00	sabbia

Pozzo n.11

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 20,00	argilla e sabbia con ghiaietto
20,00 - 30,00	argilla
30,00 - 60,00	argilla e sabbia
60,00 - 70,00	argilla
70,00 - 90,00	sabbia con ghiaietto

Pozzo n. 12

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 8,00	sabbia fine
8,00 - 45,00	argilla con poca sabbia
45,00 - 67,00	sabbia con lenti argillose
67,00 - 72,00	argilla
72,00 - 100,00	sabbia fine

Pozzo n. 13

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 2,00	terreno vegetale
2,00 - 8,00	sabbia
8,00 - 36,50	sabbia argillosa
36,50 - 40,50	sabbia fine
40,50 - 66,00	livelli alterni di sabbia e argilla
66,00 - 93,00	sabbia
93,00 - 99,00	argilla

Pozzo n. 14

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 8,00	argilla
8,00 - 11,00	ghiaietto
11,00 - 15,00	argilla
15,00 - 18,00	sabbia
18,00 - 24,00	argilla
24,00 - 42,00	argilla e argilla sabbiosa
42,00 - 47,00	sabbia
47,00 - 50,00	argilla
50,00 - 53,00	sabbia
53,00 - 58,00	argilla
58,00 - 61,00	sabbia con ghiaietto
61,00 - 68,00	argilla
68,00 - 92,00	sabbia media con ghiaietto

Pozzo n. 15

profondità (m dal p.c.)	Litologia
0,00 - 20,00	argilla
20,00 - 30,00	sabbia grossa
30,00 - 100,00	sabbia fine e argilla a strati alterni

11.1.3 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

Il territorio comunale di Canneto fa parte del sistema idrogeologico Oglio-Chiese. Dalla "Carta idrogeologica" dello studio geologico per il P.R.G. risulta evidente che 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.

Il gradiente idraulico nella parte settentrionale del territorio è abbastanza basso (0,50 - 1,00 ‰), mentre, avvicinandosi ai terrazzi fluviali, raggiunge valori del 6-7 ‰ verso l'Oglio e del 4 -5 ‰ verso il Chiese.

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

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

All'interno delle aree golenali la vulnerabilità dell'acquifero superficiale è estremamente elevata sia per la presenza di depositi superficiali permeabili generalmente sabbiosi, sia per soggiacenza della falda dipendente direttamente dal regime fluviale. Nelle aree comprese tra l'esterno dell'argine fluviale e la scarpata di terrazzo che delimita la valle dell'Oglio e del Chiese (lanche di Gerra Gavazzi e Runate, Tuguri, Guardie, Regona di Bizzolano, ecc...) la vulnerabilità è elevata per la soggiacenza della falda fortemente influenzata dal sistema idrografico.

Le stratigrafie dei pozzi per acqua, già parzialmente riassunte nel precedente paragrafo 10.1.2 delle caratteristiche litologiche e riportate negli "ALLEGATI" alla presente relazione, hanno permesso di ricostruire la seguente situazione:

- fino a 10 metri di profondità sono presenti depositi prevalentemente costituiti da sabbie fini, sede di circolazione idrica in collegamento con i principali corsi d'acqua;
- da 10 fino a 60 metri di profondità si rinvengono depositi prevalentemente argillosi, frequentemente ricchi di sostanza organica presente in modo diffuso o in livelli di modesto spessore (0.50 – 2 metri);
- seguono, fino a 90-100 metri circa di profondità, depositi prevalentemente sabbiosi fini e medi, permeabili per porosità;
- da 100 a 170 metri sono presenti sequenze di strati alternativamente argillosi (con torba) e sabbioso fini;
- da 170 a 190 metri di profondità si rinviene un livello di sabbie eterometriche, talora con presenza di ghiaietto, dal quale emungono molti pozzi della zona;
- seguono, infine, depositi argilloso sabbiosi.

11.2) ZONIZZAZIONE DEL TERRITORIO COMUNALE

La situazione geologica complessiva del territorio comunale, risultante dalle indagini pregresse e dalle prove penetrometriche e geofisiche effettuate per il presente adeguamento sismico del PGT, può essere così riassunta:

a) zona del livello fondamentale della pianura.

Comprende la parte settentrionale e centrale del territorio, ben delimitata dalle scarpate dei terrazzi fluviali. È formata dai depositi fluvio glaciali del Pleistocene Superiore prevalentemente costituiti nei primi 10 metri di profondità da sabbie fini o miste a ghiaietto. Questi giacimenti sabbiosi sono ancora oggi oggetto di escavazione tra le località Runate e Ca' De Pinci ed in località Cerviere. Seguono, fino ad almeno 60 metri di profondità, depositi prevalentemente argillosi e limosi con lenti sabbiose e livelli sottili di sostanze organiche. Da 60-70 a 90-100 metri di profondità sono presenti depositi prevalentemente sabbiosi.

La soggiacenza della falda, presente nei depositi sabbiosi superficiali, ha valori compresi tra 3 - 4 e 5 - 6 metri; in prossimità degli orli di terrazzo più alti può raggiungere anche la profondità di 10 metri.

b) fascia delle valli fluviali attuali dell'Oglio, del Chiese e del Naviglio.

Comprende le parti più basse del territorio che seguono i corsi d'acqua e che derivano dalla loro azione complessa nel tempo di erosione, modellazione e deposizione. Sono presenti i depositi fluviali attuali, generalmente fini (argille, limi e sabbie fini, pochissimo costipati e saturi d'acqua fino quasi al piano campagna (soggiacenza della falda inferiore al metro). In alcune zone il perdurare dell'ambiente palustre ha favorito la formazione di depositi torbosi. Nelle aree più basse sono ancora evidenti specchi lacustri che testimoniano la difficoltà di drenaggio dei terreni e limitata soggiacenza della falda.

c) scarpate dei terrazzi fluviali.

Sono l'elemento morfologico e paesaggistico più evidente del territorio; il loro profilo in alcuni tratti è stato rimodellato dalle azioni antropiche. Derivano dall'azione erosiva dell'Oglio del Chiese e del Naviglio. Costituiscono un fattore di instabilità, soprattutto nei tratti in cui l'altezza è dell'ordine di 10 metri.

11.3) SCENARI DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

Dall'analisi dei dati geologici, geomorfologici, litologici e idrogeologici relativi al territorio comunale, sono stati riconosciuti i seguenti scenari di pericolosità sismica locale così come definiti nella "Tabella 1 - Scenari di pericolosità sismica locale", Allegato 5, della D.G.R. 7374/2008:

Scenari di pericolosità sismica locale

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z2	zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)	cedimenti e/o liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	Amplificazioni topografiche
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche

11.4) CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE DEL COMUNE

Sulla TAV. A - CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE, allegata alla presente relazione, sono state perimetrate le aree corrispondenti agli scenari sismici individuati.

Sulla stessa carta, oltre agli elementi morfologici idrografici, sono ubicati i sondaggi a mano, le prove penetrometriche pregresse, i pozzi a stratigrafia nota, **le nuove prove penetrometriche e la traccia delle prove geofisiche, Ancora da farsi.**

Scenario di pericolosità sismica locale Z2

Lo scenario di pericolosità sismica locale Z2 è presente nelle aree vallive dell'Oglio e del Chiese comprese tra le scarpate di terrazzo e il corso attuale dei due fiumi. Questa fascia del territorio comunale, morfologicamente depressa, è interessata da numerosi paleoalvei con depositi recenti fini e mediamente fini, poco compatti o poco addensati e da livelli torbosi. Si tratta in genere di terreni di fondazione particolarmente scadenti con basse capacità portanti ed elevata compressibilità. La soggiacenza della falda è spesso inferiore al metro.

Viene compresa, nelle aree di scenario Z2, anche la vallecchia del Naviglio di Canneto ben delimitata dalle due scarpate di terrazzo, nel tratto che va dal confine comunale a Nord fino al centro abitato di Canneto.

Per questo scenario, oltre al 1° Livello di approfondimento della fase pianificatoria del PGT, è previsto il 3° Livello di approfondimento, ma solo nella fase progettuale.

Il 3° livello si applica obbligatoriamente, nei Comuni di Zona sismica 4 come Canneto S/O, alla costruzione di nuovi edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. n. 19904 del 21 novembre 2003, ferma restando la facoltà del Comune di estenderlo anche alle altre categorie di edifici.

Scenario di pericolosità sismica locale Z3a

Comprende due tratti della scarpata di terrazzo fluviale con altezza $H \geq 10$ metri, che sulla Carta di pericolosità sismica locale sono evidenziati con il ciglio della scarpata. L'altezza H dei due tratti di scarpata è compresa tra 10 e 12 metri)

I tratti individuati di scarpata morfologica si trovano presso le località di Gerra Gavazzi e Runate.

Per le aree incluse nello scenario Z3a, oltre al 1° Livello, è previsto il 2° Livello di approfondimento ancora nella fase pianificatoria. Per i Comuni ricadenti in zona sismica 4, come Canneto S/O, deve essere applicato solo alle costruzioni strategiche e rilevanti ai sensi della D.G.R.14964/2003 e della d.d.u.o. n. 19904 del 21.11.2003, ferma restando la facoltà del Comune di estenderlo alle altre categorie di costruzioni.

Scenario di pericolosità sismica locale Z4a

Comprende tutto il resto del territorio comunale ed in particolare:

- tutto il territorio comunale che si trova sopra le scarpate dei terrazzi fluviali e che fa parte del livello fondamentale della pianura;
- le distese prevalentemente sabbiose che si trovano nelle valli dell'Oglio e del Chiese, ad esclusione di quelle già comprese nello scenario di pericolosità sismica Z2.

Per questo scenario è previsto il 2° Livello di approfondimento, in quanto le aree individuate con l'applicazione del 1° Livello, sono suscettibili di amplificazione sismica litologiche.

Per i Comuni ricadenti in zona sismica 4, come Canneto S/O, deve essere applicato solo alle costruzioni strategiche e rilevanti ai sensi della D.G.R.14964/2003 e della d.d.u.o. n. 19904 del 21.11.2003, ferma restando la facoltà del Comune di estenderlo alle altre categorie di costruzioni.

Per i Comuni ricadenti in zona sismica 4, come Motteggiana, deve essere applicato solo alle costruzioni strategiche e rilevanti ai sensi della D.G.R.14964/2003 e della d.d.u.o. n. 19904 del 21.11.2003, ferma restando la facoltà del Comune di estenderlo alle altre categorie di costruzioni.

12) ANALISI DI 2° LIVELLO. FATTORI DI AMPLIFICAZIONE

L'analisi di 2° Livello è obbligatoria in fase di pianificazione territoriale, secondo quanto stabilito dalla D.G.R. 7374/2008, nelle aree del territorio comunale caratterizzate dagli scenari di pericolosità Z3a e Z4a.

Per quanto riguarda invece le aree comprese nello scenario di pericolosità Z2, non è previsto, in fase di pianificazione territoriale, il 2° Livello di approfondimento, ma il passaggio diretto al 3° Livello per l'eventuale "fase progettuale".

Nella procedura di 2° Livello i dati litologici, geotecnici stratigrafici, litologici e geofisici da utilizzare per la valutazione della velocità delle onde sismiche di taglio (Vs), presentano un diverso grado di attendibilità, così come risulta dalla Tabella 2 - Livelli di attendibilità da assegnare ai risultati ottenuti dall'analisi. Allegato 5 della D.G.R. 7374/2008):

Livelli di attendibilità da assegnare ai risultati ottenuti dall'analisi

<i>Dati</i>	<i>Attendibilità</i>	<i>Tipologia</i>
Litologici	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Alta	Da prove di laboratorio su campioni e da prove in sito
Stratigrafici (spessori)	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Media	Da prove indirette (penetrometriche e/o geofisiche)
	Alta	Da indagini dirette (sondaggi a carotaggio continuo)
Geofisici (Vs)	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Media	Da prove indirette e relazioni empiriche
	Alta	Da prove dirette (sismica in foro o sismica superficiale)

Considerata l'affidabilità medio-bassa dei dati disponibili, sono state effettuate alcune prove geotecniche (prove penetrometriche) e geofisiche (metodo MASW attivo e passivo) nelle aree di pericolosità sismica Z4a., così indicate:

- Area "Palestra" di Via Europa
- Area "Campo sportivo"
- Area verde "Cimitero".

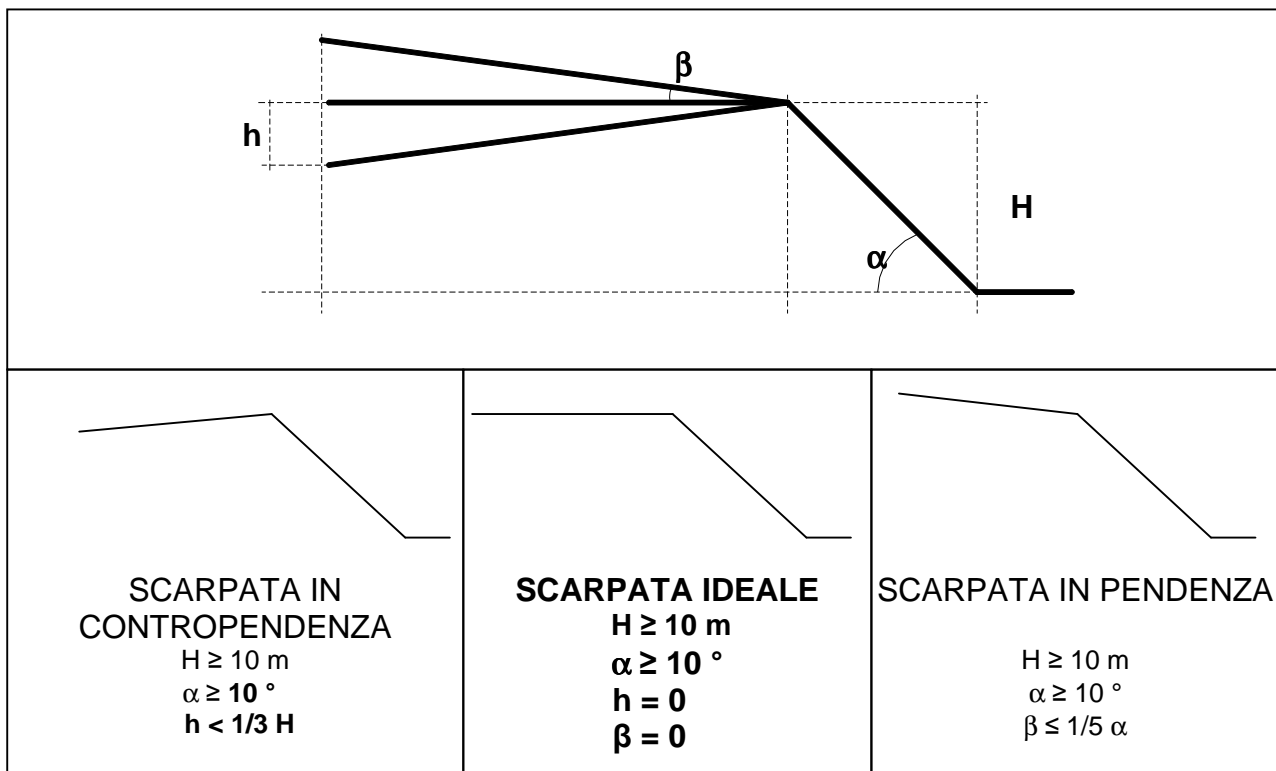
12.1) ANALISI DI 2° LIVELLO PER LO "SCENARIO 3a" DI GERRA GAVAZZI E DI RUNATE

Le analisi di 2° Livello in corrispondenza dello scenario di pericolosità sismica Z3a si ritengono valide, come indicato dalle indicazioni della Regione Lombardia, per condizioni di *far-field*, ipotizzando le onde sismiche incidenti verticalmente al sito.

La tipologia delle due scarpate prese in considerazione viene così riassunta:

- **$H \geq 10$ m**; H è l'altezza della scarpata intesa come distanza verticale dal piede al ciglio del fronte principale;
- **$\alpha = 50^\circ - 55^\circ$** ; α è l'angolo d'inclinazione del fronte principale;
- **$\beta = 0^\circ$** ; β è l'inclinazione del fronte superiore;

Nello schema delle situazioni di scarpata sottoriportato, le due scarpate considerate sono simili alla "SCARPATA IDEALE".



Nella tabella seguente viene riportato, per ciascuna classe altimetrica e classe di inclinazione, il valore caratteristico di F_a e l'estensione della relativa area di influenza A_i :

Classe altimetrica	Classe di inclinazione	Valore di F_a	Area di influenza
$10 \text{ m} \leq H \leq 20 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	1.1	$A_i = H$
$20 \text{ m} < H \leq 40 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	1.2	$A_i = \frac{3}{4} H$
$H > 40 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 20^\circ$	1.1	$A_i = \frac{2}{3} H$
	$20^\circ < \alpha \leq 40^\circ$	1.2	
	$40^\circ < \alpha \leq 60^\circ$	1.3	
	$60^\circ < \alpha \leq 70^\circ$	1.2	
	$\alpha > 70^\circ$	1.1	

Pertanto, sulla base delle situazioni reali dei due tratti di scarpata, si ottengono i seguenti risultati:

- $F_a = 1,1$ (F_a è il fattore di amplificazione nell'intervallo 0,1-0,5 s);
- $A = H$ (A è l'area di influenza; $H = 10-12$ metri).

Il valore di $F_a = 1,1$ ottenuto dall'applicazione della metodologia dell'Allegato 5 DGR 7374/2008, viene confrontato con il valore di S_T delle Norme Tecniche delle Costruzioni (Tabella 3.2.VI D.M. 14 gennaio 2008) che rappresenta il valore di soglia oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.

Per la categoria topografica T2, il valore massimo del coefficiente di amplificazione topografica è: $S_T = 1,2$. Ne consegue che F_a calcolato è minore del valore di soglia corrispondente e pertanto la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa.

Nel caso si prevedano costruzioni con strutture flessibili con sviluppo verticale indicativamente compreso tra i 5 e i 15 piani ($T = 0,5 - 1,5s$), è necessario effettuare analisi più approfondite (3° Livello), in fase di progettazione.

12.2 ANALISI DI 2° LIVELLO PER LO “SCENARIO 4a”

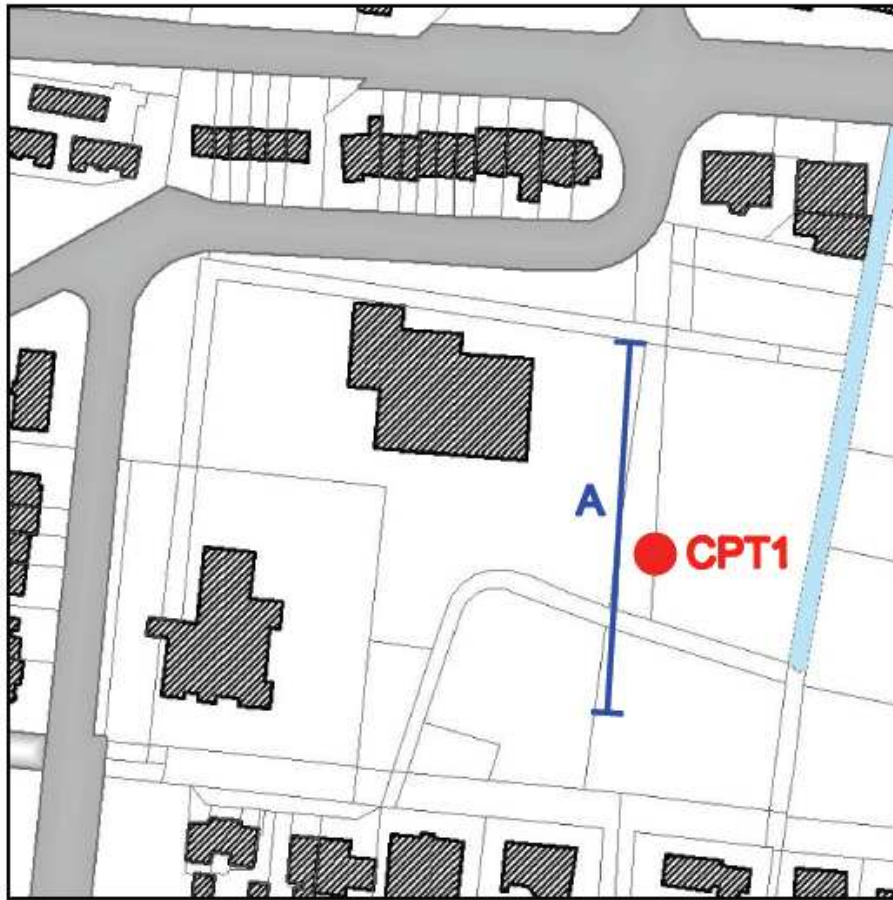
In corrispondenza dello scenario di pericolosità sismica Z4a, per valutare i parametri dinamici (V_s , V_{s30} , la categoria di suolo di fondazione, ecc...), ed il fattore di amplificazione F_a , sono state effettuate indagini geotecniche e geofisiche di buona attendibilità in tre punti dell'abitato di Canneto.

12.2.1 ANALISI DI 2° LIVELLO NELL'AREA “PALESTRA”

Nell'area verde, a lato della Palestra di Via Europa sono state effettuate le seguenti indagini di approfondimento:

- una prova penetrometrica statica;
- una indagine sismica a rifrazione con il metodo MASW.

L'ubicazione delle prove in situ risulta dalla allegata planimetria:



**COMUNE DI CANNETO SULL' OGLIO
AREA PALESTRA**



La **prova penetrometrica**, spinta fino a 30 metri di profondità, è stata eseguita misurando, 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 penetrometrici" contenuti negli ALLEGATI alla presente relazione:

- n° 1 tabella valori di resistenza
- n° 1 diagramma di resistenza
- n° 1 tabella valutazioni litologiche
- n° 1 tabella parametri geotecnici

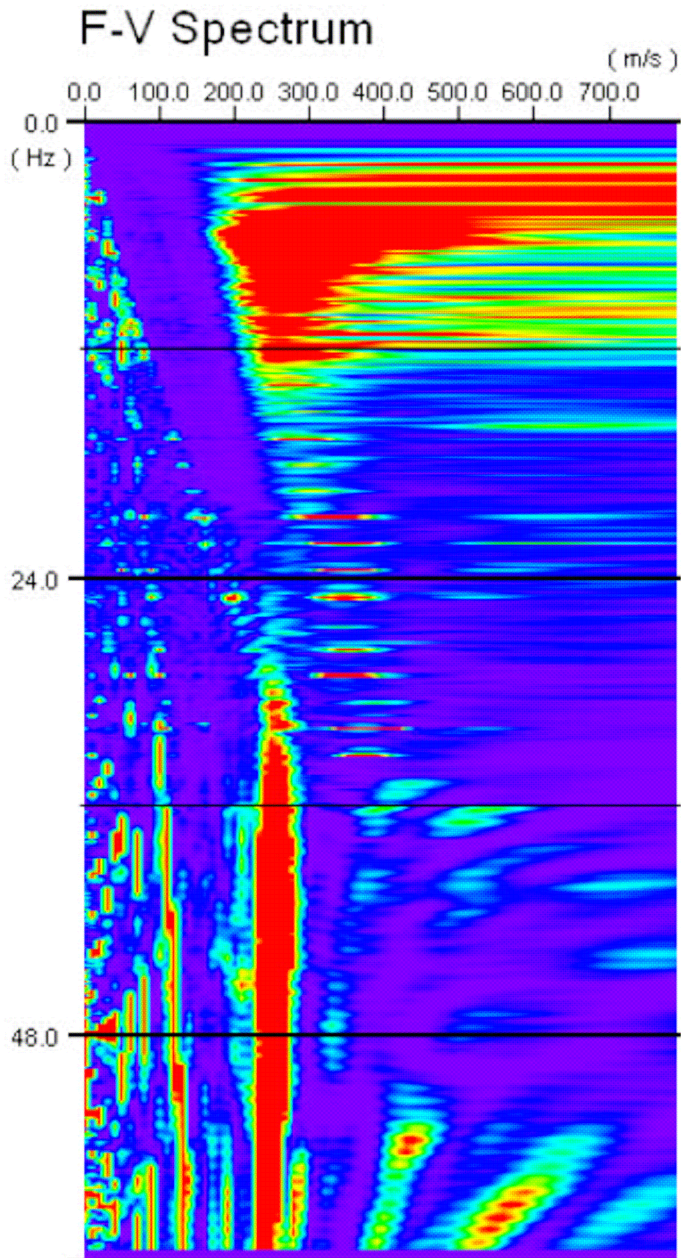
Inoltre l'elaborazione dei valori di R_p e R_a hanno permesso di ricostruire situazione litologica profonda, secondo le teorie di Begemann e di Schmertmann, e di valutare i parametri geotecnici:

profondità (metri)	litologia	parametri geotecnici φ° angolo di attrito ($^\circ$) c_u coesione non drenata (Kg/cmq)
0.00 – 0.60	Terreno pedogenizzato	
0.60 – 9,80	Sabbia con lenti sabbioso limoso argillose	$\varphi^\circ = 30^\circ - 33^\circ$
9,80 – 13,00	Limo sabbioso argilloso	$\varphi^\circ = 27^\circ - 28^\circ$
13,00 – 14,40	Sabbia	$\varphi^\circ = 31^\circ - 32^\circ$
14,40 – 18,40	Argilla limoso sabbiosa	$c_u = 0,7 - 1,0$
18,40 – 21,00	Sabbia limosa	$\varphi^\circ = 30^\circ - 32^\circ$
21,00 – 24,40	Limo argilloso sabbioso	$c_u = 0,8 - 1,0$
24,40 – 26,40	Sabbia	$\varphi^\circ = 32^\circ - 34^\circ$
26,40 – 29,20	Argilla limosa	$c_u = 0,8 - 1,3$
29,20 – 30,00	Sabbia	$\varphi^\circ = 32^\circ - 33^\circ$

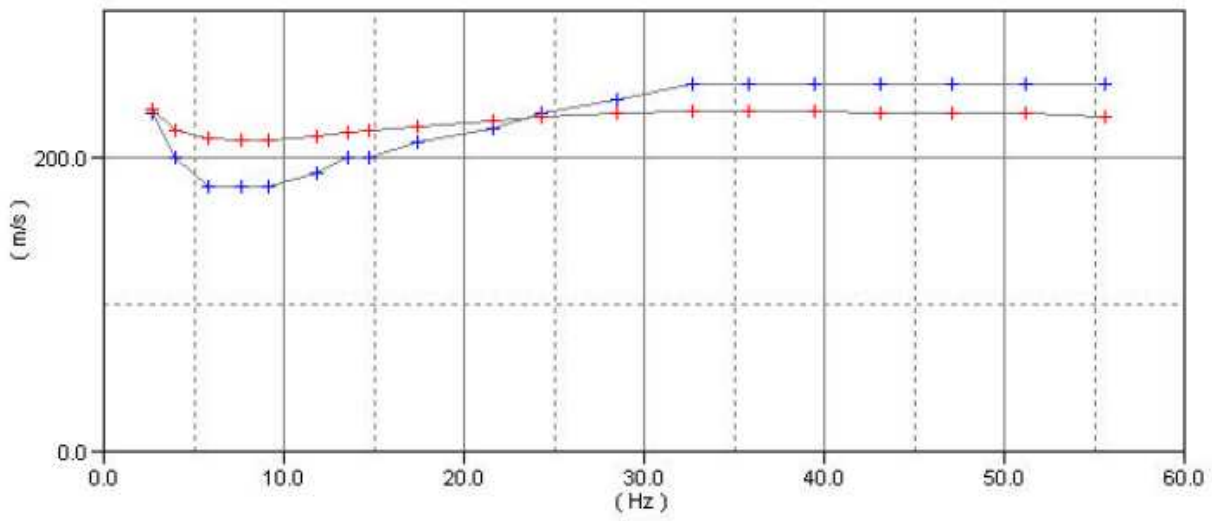
L'**indagine sismica** è stata effettuata con il metodo MASW (Multichannel Analysis of surface Waves) attivo e passivo. Il metodo attivo sfrutta sorgenti sismiche artificiali (mazza battente), il metodo passivo sfrutta i rumori naturali. Per la prova è stata utilizzata la strumentazione classica per la sismica a rifrazione. Per ciascun stendimento, composto da 12 geofoni con interasse di 5 metri, vengono effettuate 2 registrazioni di 2 secondi ciascuna per il metodo attivo e 10 registrazioni da 30 secondi ciascuna per il metodo passivo.

L'indagine ha permesso la determinazione dell'andamento della velocità delle V_s fino a oltre 40 metri di profondità.

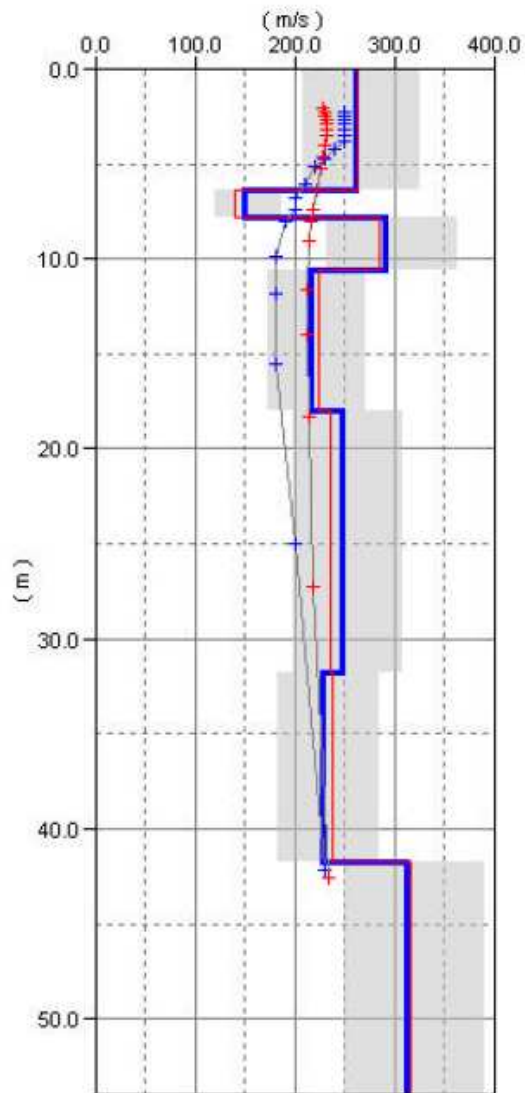
Di seguito si riportano le immagini relative alla curva di dispersione delle onde di Rayleigh e del modello che ne deriva previa inversione dei dati:



CURVA DI DISPERSIONE CUMULATIVA METODI ATTIVO E PASS



CURVA DI DISPERSIONE MISURATA (BLU) E CALCOLATA (ROSSO)



MODELLO RISULTANTE DALL'INVERSIONE DEI DATI

12.2.1.1 MODELLO GEOFISICO

Sulla base dei risultati ottenuti dalle indagini in situ è stato possibile ricostruire il modello geofisico del sottosuolo.

Il **valore di V_{S30}** viene calcolato con la seguente relazione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} h_i / V_i}$$

Ottenendo $V_{S30} = 233 \text{ m/s}$.

Quindi i terreni indagati ricadono, secondo l'O.P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003) 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".

Il **periodo proprio del terreno T**, necessario per l'utilizzo della scheda di valutazione, viene calcolato considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità V_s è uguale o superiore i 800 m/s ed utilizzando la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

dove h_i e V_{s_i} sono lo spessore e la velocità dello strato i-esimo del modello.

Utilizzando i valori ottenuti dall'indagine sismica a rifrazione si ottiene:

T = 0,82 s

Pertanto il modello geofisico completo, risultante dalle prove geofisiche, del sottosuolo dell'area "Palestra" può essere schematizzato nella seguente tabella.

profondità (metri)	V_s (m/s)	V_{S30} (m/s)	Periodo T (s)
0,00 – 6,40	263		
6,40 – 7,80	138		
7,80 – 10,60	284		
10,60 – 18,00	224		
18,00 – 31,80	235	233	0,82
31,80 – 41,80	237	(Categoria C)	
41,80 – 54,00	315		
54,00 – 90,00	800		

11.2.1.2 FATTORI DI AMPLIFICAZIONE “Fa”

Lo scenario di pericolosità sismica locale Z4a prevede per l'area in esame possibili effetti di amplificazione sismica (amplificazione litologica). Per la valutazione del fattore di amplificazione (Fa) vengono utilizzate le schede dell'Allegato 5 alla DGR 28 maggio 2008 n. 8/7374. 2008 – Aggiornamento dei “Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della L.R. 11.03.2005 n. 12”.

La scheda che più si avvicina al modello geofisico del sito geofisico del sito è la “SCHEDA LITOLOGIA LIMOSO-SABBIOSA TIPO 2”, di seguito riportata, anche se procedendo in profondità i valori di Vs non sempre ricadono nel campo di validità della procedura.

Il valore di Fa ottenuto dalla scheda di valutazione viene confrontato con un parametro di analogo significato calcolato per ogni comune della Lombardia, valido per ciascuna zona sismica (Zone 2, 3 e 4) e per le diverse categorie di suolo soggette ad amplificazioni litologiche (Categorie di Suolo B, C, D ed E) e per i due intervalli di periodo 0,1-0,5 secondi e 0,5-1,5 secondi.

Per il Comune di Canneto i valori di soglia calcolati dalla Regione Lombardia, oltre i quali lo spettro proposto dalla normativa vigente risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito, sono i seguenti:

Valori di soglia per il periodo compreso tra 0.1-0.5 s					
COMUNE	Classificazione sismica	Valori soglia			
		Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
Canneto S/O	ZONA 4	1,4	1,8	2,1	1,9

Valori di soglia per il periodo compreso tra 0.5-1.5 s					
COMUNE	Classificazione sismica	Valori soglia			
		Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
Canneto S/O	ZONA 4	1,7	2,3	3,9	2,9

Per quanto riguarda l'intervallo 0,1-0,5 secondi dalla scheda si ottiene il seguente valore di Fa:

$$Fa_{0,1-0,5} = 1,77 - 0,38 \ln T = 1,9 \text{ appena superiore al valore di soglia ammesso (1,8).}$$

Per quanto riguarda l'intervallo 0,5-1,5 secondi dalla scheda si ottiene un valore di Fa pari a:

$$Fa_{0,5-1,5} = - 1,33 T^2 + 2,02 T + 0,79 = 1,6 \text{ inferiore al valore di soglia ammesso (2,3).}$$

Pertanto si presentano due situazioni diverse:

- nell'intervallo T = 0,1- 0,5 s il valore di Fa risulta superiore al corrispondente valore di soglia:

la normativa vigente è insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica e quindi è necessario, in fase di progettazione edilizia, o effettuare analisi più approfondite (3° Livello) oppure usare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore, secondo lo schema del paragrafo 2.2.2, Allegato 5, DGR 7374/2008;

- nell'intervallo T = 0,5 - 1,5 s il valore di Fa risulta inferiore al corrispondente valore di soglia:

la normativa vigente è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa regionale del paragrafo 2.2.2, Allegato 5, DGR 7374/2008.

EFFETTI LITOLOGICI – SCHEDA LITOLOGIA LIMOSO – SABBIOSA TIPO 2

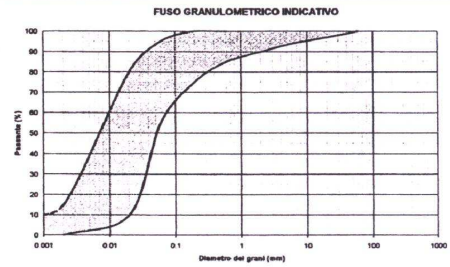
PARAMETRI INDICATIVI

GRANULOMETRIA:

Da limi con sabbie debolmente ghiaiose a limi debolmente sabbioso-argillosi passando per limi con sabbie, limi debolmente argillosi, limi debolmente sabbiosi, limi debolmente ghiaiosi e sabbie con limi debolmente argillosi

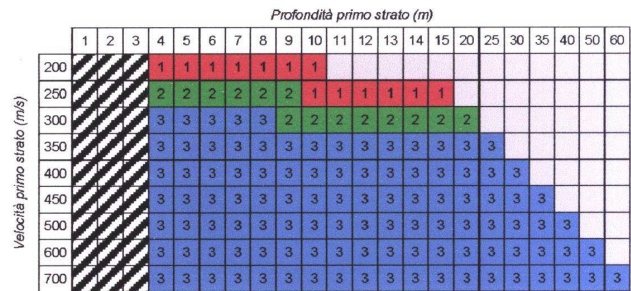
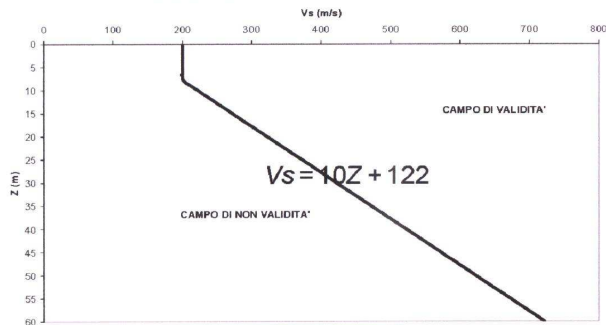
NOTE:

- Comportamento coesivo
 - Frazione limosa ad un massimo del 95%
 - Presenza di clasti immersi con $D_{max} < 2-3$ cm
 - Frazione ghiaiosa fino ad un massimo del 10%
 - Frazione sabbiosa fino ad un massimo del 45%
 - Frazione argillosa fino ad un massimo del 15%
- A FIANCO: range di valori per alcuni parametri geotecnici significativi validi per limi sabbiosi debolmente argillosi

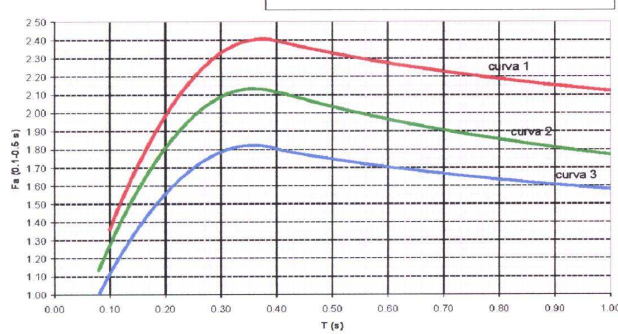


PARAMETRO	INTERVALLO
Peso di volume naturale	γ [kN/m ³] 18.5-19.5
Peso specifico particelle solide	γ_s [kN/m ³] 26.0-27.9
Contenuto d'acqua naturale	w [%] 25-30
Limite di liquidità	w _L [%] 25-35
Limite di plasticità	w _p [%] 15-20
Indice di plasticità	I _p [%] 5-15
Indice dei vuoti	e 0.6-0.9
Grado di saturazione	S _r [%] 90-100
Coefficiente di spinta a riposo	K ₀ 0.4-0.5
Indice di compressione	C _c 0.10-0.30
Indice di rigonfiamento	C _s 0.03-0.05
Coefficiente di consolidazione secondaria	C _s 0.002-0.006
Numero colpi prova SPT (nei primi 10 m)	N _{spt} 0-20

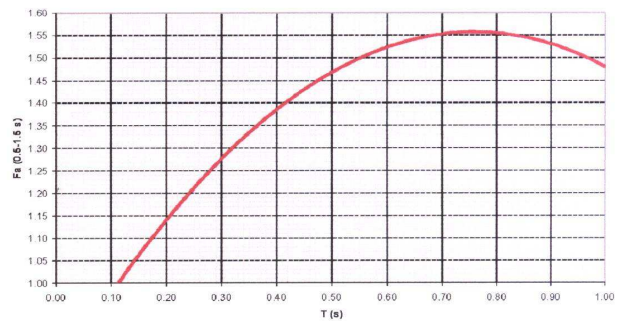
ANDAMENTO DEI VALORI DI V_s CON LA PROFONDITA'



Correlazione T - Fa 0.1-0.5 s



Correlazione T - Fa 0.5-1.5 s



$$Fa_{0.5-1.5} = -1.33T^2 + 2.02T + 0.79$$

Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico
1	$0.10 < T \leq 0.40$ $Fa_{0.1-0.5} = -13.9T^2 + 10.4T + 0.46$	$0.40 < T \leq 1.00$ $Fa_{0.1-0.5} = 2.12 - 0.30LnT$
2	$0.08 < T \leq 0.40$ $Fa_{0.1-0.5} = -12.8T^2 + 9.2T + 0.48$	$0.40 < T \leq 1.00$ $Fa_{0.1-0.5} = 1.77 - 0.38LnT$
3	$0.05 < T \leq 0.40$ $Fa_{0.1-0.5} = -10.6T^2 + 7.6T + 0.46$	$0.40 < T \leq 1.00$ $Fa_{0.1-0.5} = 1.58 - 0.24LnT$

12.2.1.3 Verifica alla liquefazione dei terreni

Data la natura granulare prevalente dei terreni, così come risulta dalle prove geognostiche effettuate, si è ritenuta opportuna la verifica alla liquefazione riguardante i livelli generalmente sabbiosi fino a circa 15 metri di profondità. Utilizzando quindi le velocità V_s misurate con le prove geofisiche e supponendo la presenza di una percentuale di limo e/o argilla del 10%, nonché una magnitudo di riferimento $M = 6,01$ (desunta dall'intensità macrosismica I secondo la relazione Cancani - Sieberg), è stato calcolato il coefficiente di sicurezza F_s :

$$F_s = CRR_{7.5} / CSR_{7.5}$$

dove:

F_s = coefficiente di sicurezza

$CRR_{7.5}$ = rapporto di resistenza ciclica (per $M = 7.5$)

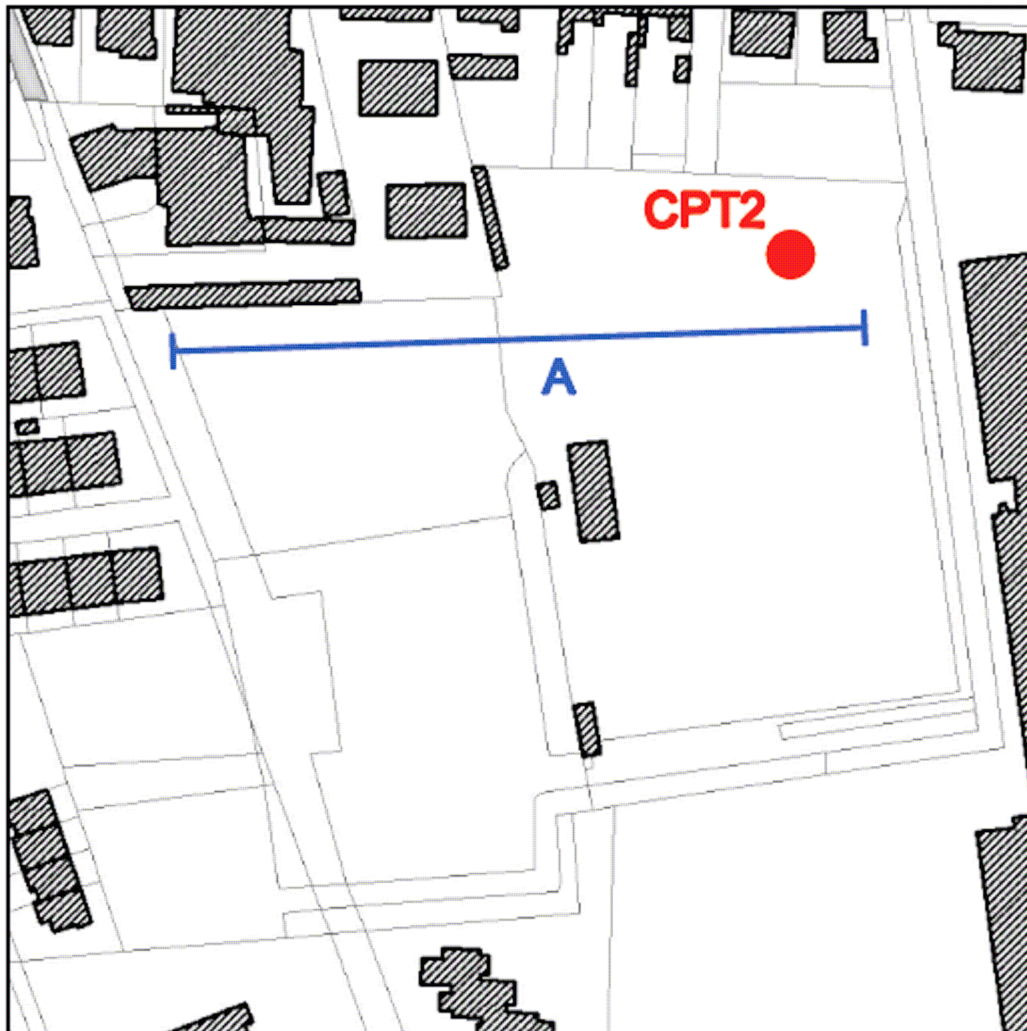
$CSR_{7.5}$ = rapporto di tensione ciclica (per $M = 7.5$)

I risultati ottenuti (Vedi grafico e tabella in "allegati indagini geofisiche") indicano che i livelli indagati ricadono nell'area di non liquefazione. Pertanto si possono escludere con buona approssimazione rischi legati a fenomeni di liquefazione.

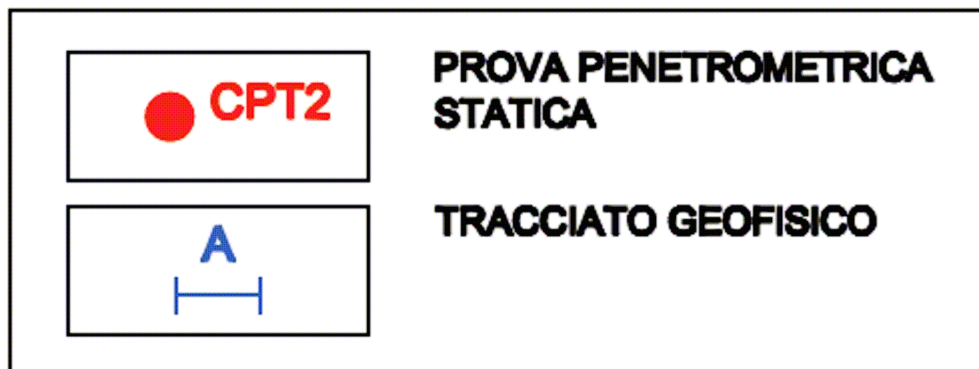
11.2.2 ANALISI DI 2° LIVELLO NELL'AREA "CAMPO SPORTIVO"

Nell'area adiacente al campo sportivo sono state effettuate le seguenti indagini di approfondimento:

- una prova penetrometrica statica;
- una indagine sismica a rifrazione con il metodo MASW.



**COMUNE DI CANNETO SULL' OGLIO
AREA CAMPO SPORTIVO**



La **prova penetrometrica**, spinta fino a 30 metri di profondità, è stata eseguita misurando, 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 penetrometrici" contenuti negli ALLEGATI alla presente relazione:

- n° 1 tabella valori di resistenza
- n° 1 diagramma di resistenza
- n° 1 tabella valutazioni litologiche
- n° 1 tabella parametri geotecnici

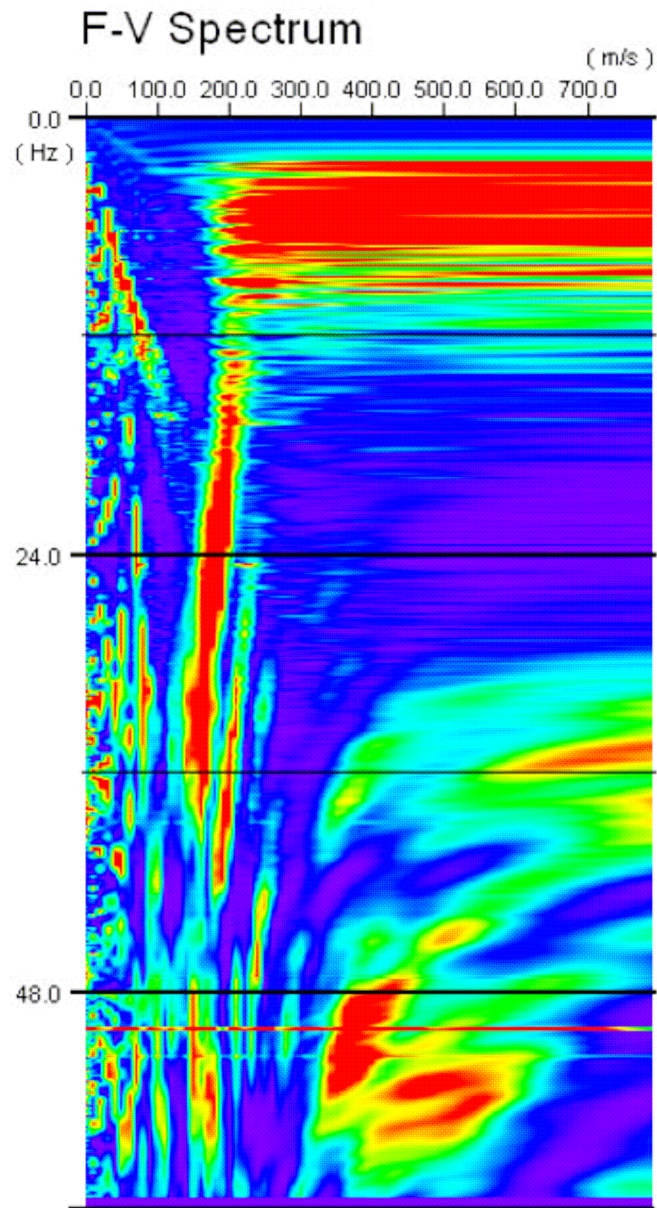
Inoltre l'elaborazione dei valori di R_p e R_a hanno permesso di ricostruire situazione litologica profonda, secondo le teorie di Begemann e di Schmertmann, e di valutare i parametri geotecnici:

profondità (metri)	litologia	parametri geotecnici φ° angolo di attrito ($^\circ$) c_u coesione non drenata (Kg/cmq)
0.00 – 0.60	Terreno pedogenizzato e di riporto	
0.60 – 2,00	Sabbia	$\varphi^\circ = 30^\circ - 32^\circ$
2,00 – 3,60	Limo argilloso	$c_u = 0,3 - 0,7$
3,60 – 4,20	Sabbia	$\varphi^\circ = 31^\circ - 33^\circ$
4,20 – 5,80	Argilla	$c_u = 0,3 - 0,7$
5,80 – 8,20	Limo sabbioso argilloso	$c_u = 0,7 - 1,3$
8,20 – 9,60	Sabbia limoso argillosa	$\varphi^\circ = 28^\circ - 29^\circ$
9,60 – 16,60	Argilla limoso sabbiosa	$c_u = 0,5 - 1,0$
16,60 – 23,40	Sabbia limoso argillosa	$\varphi^\circ = 26^\circ - 29^\circ$
23,40 – 27,00	Sabbia limosa e sabbia	$\varphi^\circ = 30^\circ - 32^\circ$
27,00 – 30,00	Sabbia	$\varphi^\circ = 34^\circ - 37^\circ$

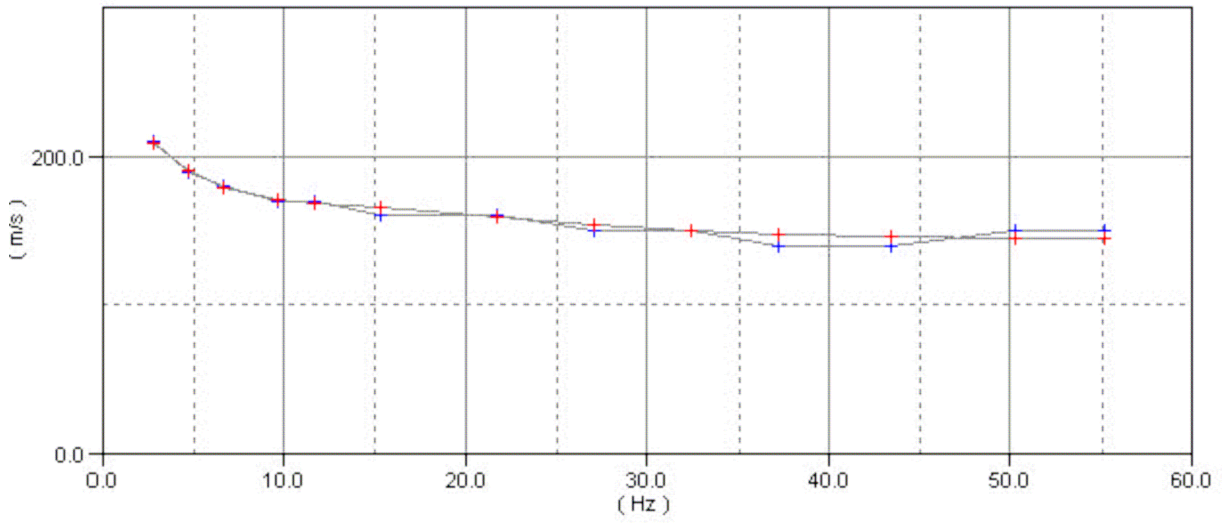
L'**indagine sismica** è stata effettuata con il metodo MASW (Multichannel Analysis of surface Waves) attivo e passivo. Il metodo attivo sfrutta sorgenti sismiche artificiali (mazza battente), il metodo passivo sfrutta i rumori naturali. Per la prova è stata utilizzata la strumentazione classica per la sismica a rifrazione. Per ciascun stendimento, composto da 12 geofoni con interasse di 5 metri, vengono effettuate 2 registrazioni di 2 secondi ciascuna per il metodo attivo e 10 registrazioni da 30 secondi ciascuna per il metodo passivo.

L'indagine ha permesso la determinazione dell'andamento della velocità delle V_s fino a oltre 40 metri di profondità.

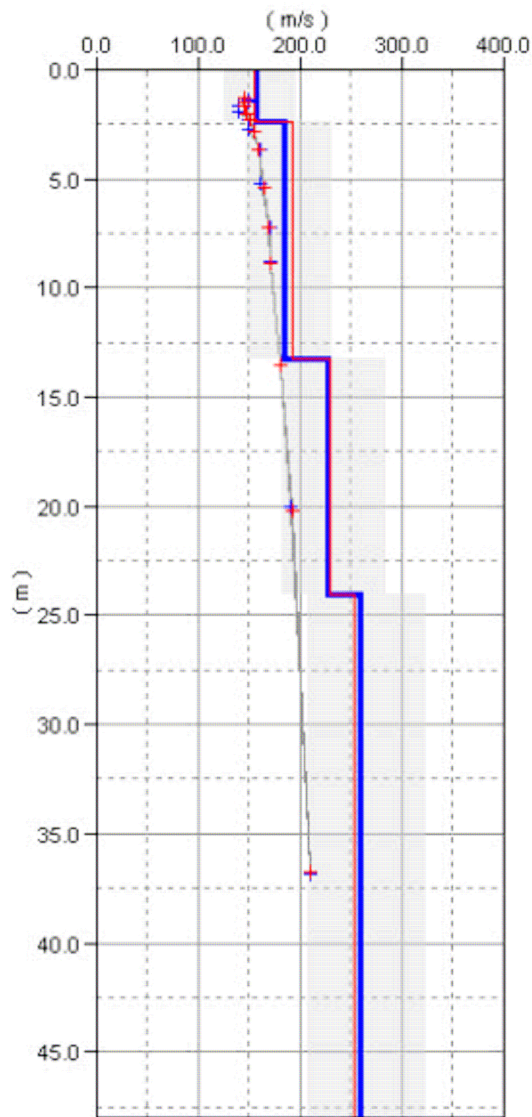
Di seguito si riportano le immagini relative alla curva di dispersione delle onde di Rayleigh e del modello che ne deriva previa inversione dei dati:



CURVA DI DISPERSIONE CUMULATIVA METODI ATTIVO E PASSIVO



CURVA DI DISPERSIONE MISURATA (BLU) E CALCOLATA (ROSSO)



MODELLO RISULTANTE DALL'INVERSIONE DEI DATI
Dott. Geol. Giovanni Novellini - Mantova

12.2.2.1 MODELLO GEOFISICO

Sulla base dei risultati ottenuti dalle indagini in situ è stato possibile ricostruire il modello geofisico del sottosuolo.

Il **valore di V_{S30}** viene calcolato con la seguente relazione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} h_i/V_i}$$

Ottenendo $V_{S30} = 211$ m/s.

Quindi i terreni indagati ricadono, secondo l'O.P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003) 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"**.

Il **periodo proprio del terreno T**, necessario per l'utilizzo della scheda di valutazione, viene calcolato considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità V_s è uguale o superiore i 800 m/s ed utilizzando la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

dove h_i e V_{s_i} sono lo spessore e la velocità dello strato i-esimo del modello.

Utilizzando i valori ottenuti dall'indagine sismica a rifrazione si ottiene:

T = 0.86 s

Pertanto il modello geofisico completo, risultante dalle prove geofisiche, del sottosuolo dell'area "Campo sportivo" può essere schematizzato nella seguente tabella.

profondità (metri)	V_s (m/s)	V_{S30} (m/s)	Periodo T (s)
0,00 – 2,40	156		
2,40 – 13,30	192		
13,30 – 24,10	230	211	0,86
24,10 – 48,00	254	(Categoria C)	
48,00 – 122,00	800		

11.2.2.2 FATTORI DI AMPLIFICAZIONE “Fa”

Lo scenario di pericolosità sismica locale Z4a prevede per l'area in esame possibili effetti di amplificazione sismica (amplificazione litologica). Per la valutazione del fattore di amplificazione (Fa) vengono utilizzate le schede dell'Allegato 5 alla DGR 28 maggio 2008 n. 8/7374. 2008 – Aggiornamento dei “Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della L.R. 11.03.2005 n. 12”.

La scheda che più si avvicina al modello geofisico del sito geofisico del sito è la “SCHEDA LITOLOGIA LIMOSO-SABBIOSA TIPO 2”, di seguito riportata, anche se procedendo in profondità i valori di Vs non sempre ricadono nel campo di validità della procedura.

Il valore di Fa ottenuto dalla scheda di valutazione viene confrontato con un parametro di analogo significato calcolato per ogni comune della Lombardia, valido per ciascuna zona sismica (Zone 2, 3 e 4) e per le diverse categorie di suolo soggette ad amplificazioni litologiche (Categorie di Suolo B, C, D ed E) e per i due intervalli di periodo 0,1-0,5 secondi e 0,5-1,5 secondi.

Per il Comune di Canneto i valori di soglia calcolati dalla Regione Lombardia, oltre i quali lo spettro proposto dalla normativa vigente risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito, sono i seguenti:

Valori di soglia per il periodo compreso tra 0.1-0.5 s					
COMUNE	Classificazione sismica	Valori soglia			
		Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
Canneto S/O	ZONA 4	1,4	1,8	2,1	1,9

Valori di soglia per il periodo compreso tra 0.5-1.5 s					
COMUNE	Classificazione sismica	Valori soglia			
		Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
Canneto S/O	ZONA 4	1,7	2,3	3,9	2,9

Per quanto riguarda l'intervallo 0,1-0,5 secondi dalla scheda si ottiene il seguente valore di Fa:

$$Fa_{0,1-0,5} = 2,12 - 0,30 \ln T = 2,2 \text{ superiore al valore di soglia ammesso (1,8).}$$

Per quanto riguarda l'intervallo 0,5-1,5 secondi dalla scheda si ottiene un valore di Fa pari a:

$$Fa_{0,5-1,5} = - 1,33 T^2 + 2,02 T + 0,79 = 1,5 \text{ inferiore al valore di soglia ammesso (2,3).}$$

Pertanto si presentano due situazioni diverse:

- nell'intervallo T = 0,1- 0,5 s il valore di Fa risulta superiore al corrispondente valore di soglia:

la normativa vigente è insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica e quindi è necessario, in fase di progettazione edilizia, o effettuare analisi più approfondite (3° Livello) oppure usare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore, secondo lo schema del paragrafo 2.2.2, Allegato 5, DGR 7374/2008;

- nell'intervallo T = 0,5 - 1,5 s il valore di Fa risulta inferiore al corrispondente valore di soglia:

la normativa vigente è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa regionale del paragrafo 2.2.2, Allegato 5, DGR 7374/2008.

EFFETTI LITOLOGICI – SCHEDA LITOLOGIA LIMOSO – SABBIOSA TIPO 2

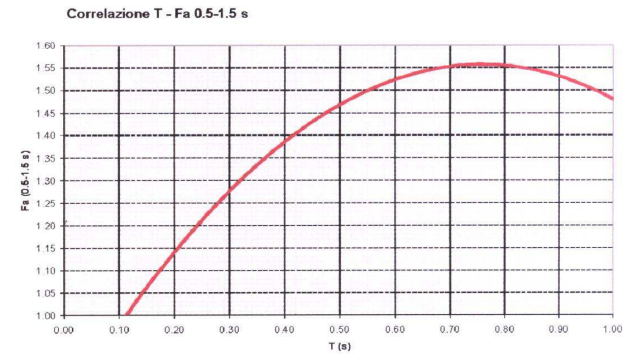
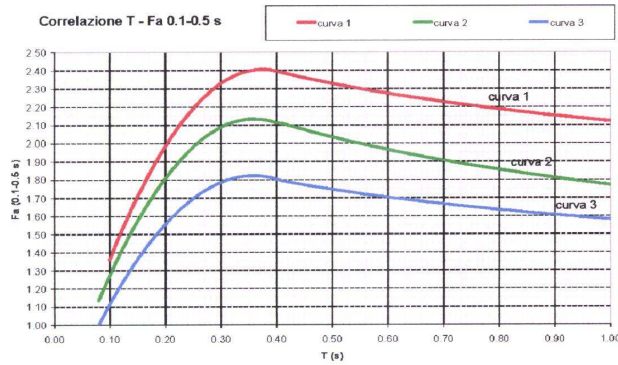
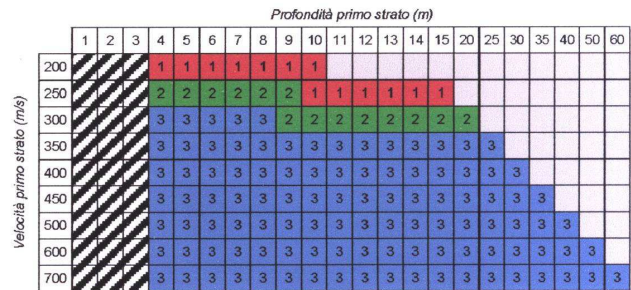
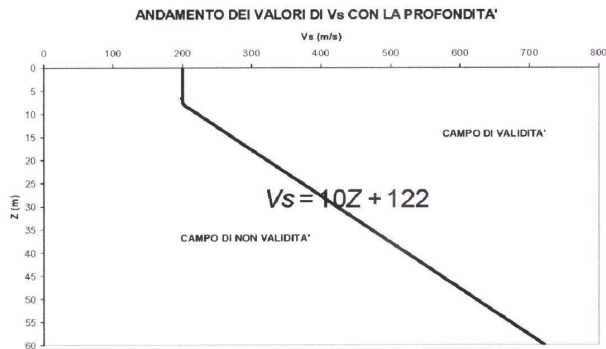
PARAMETRI INDICATIVI

GRANULOMETRIA:
Da limi con sabbie debolmente ghiaiose a limi debolmente sabbioso-argillosi passando per limi con sabbie, limi debolmente argillosi, limi debolmente sabbiosi, limi debolmente ghiaiosi e sabbie con limi debolmente argillosi

NOTE:
Comportamento coesivo
Frazione limosa ad un massimo del 95%
Presenza di clasti immersi con $D_{max} < 2-3$ cm
Frazione ghiaiosa fino ad un massimo del 10%
Frazione sabbiosa fino ad un massimo del 45%
Frazione argillosa fino ad un massimo del 15%

A FIANCO: range di valori per alcuni parametri geotecnici significativi validi per limi sabbiosi debolmente argillosi

PARAMETRO		INTERVALLO
Peso di volume naturale	γ (kN/m ³)	18.5-19.5
Peso specifico particelle solide	γ_s (kN/m ³)	26.0-27.9
Contenuto d'acqua naturale	w (%)	25-35
Limite di liquidità	w _L (%)	15-20
Limite di plasticità	w _p (%)	5-15
Indice di plasticità	I _p (%)	0.6-0.9
Indice dei vuoti	e	90-100
Grado di saturazione	S _v (%)	90-100
Coefficiente di spinta a riposo	K ₀	0.4-0.5
Indice di compressione	C _c	0.10-0.30
Indice di rigonfiamento	C _s	0.03-0.05
Coefficiente di consolidazione secondaria	C _α	0.002-0.006
Numero colpi prova SPT (nei primi 10 m)	N _{spt}	0-20



$$Fa_{0.5-1.5} = -1.33T^2 + 2.02T + 0.79$$

Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico
1	0.10 < T ≤ 0.40	0.40 < T ≤ 1.00
	$Fa_{0.1-0.5} = -13.9T^2 + 10.4T + 0.46$	$Fa_{0.1-0.5} = 2.12 - 0.30LnT$
2	0.08 < T ≤ 0.40	0.40 < T ≤ 1.00
	$Fa_{0.1-0.5} = -12.8T^2 + 9.2T + 0.48$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.77 - 0.38LnT$
3	0.05 < T ≤ 0.40	0.40 < T ≤ 1.00
	$Fa_{0.1-0.5} = -10.6T^2 + 7.6T + 0.46$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.58 - 0.24LnT$

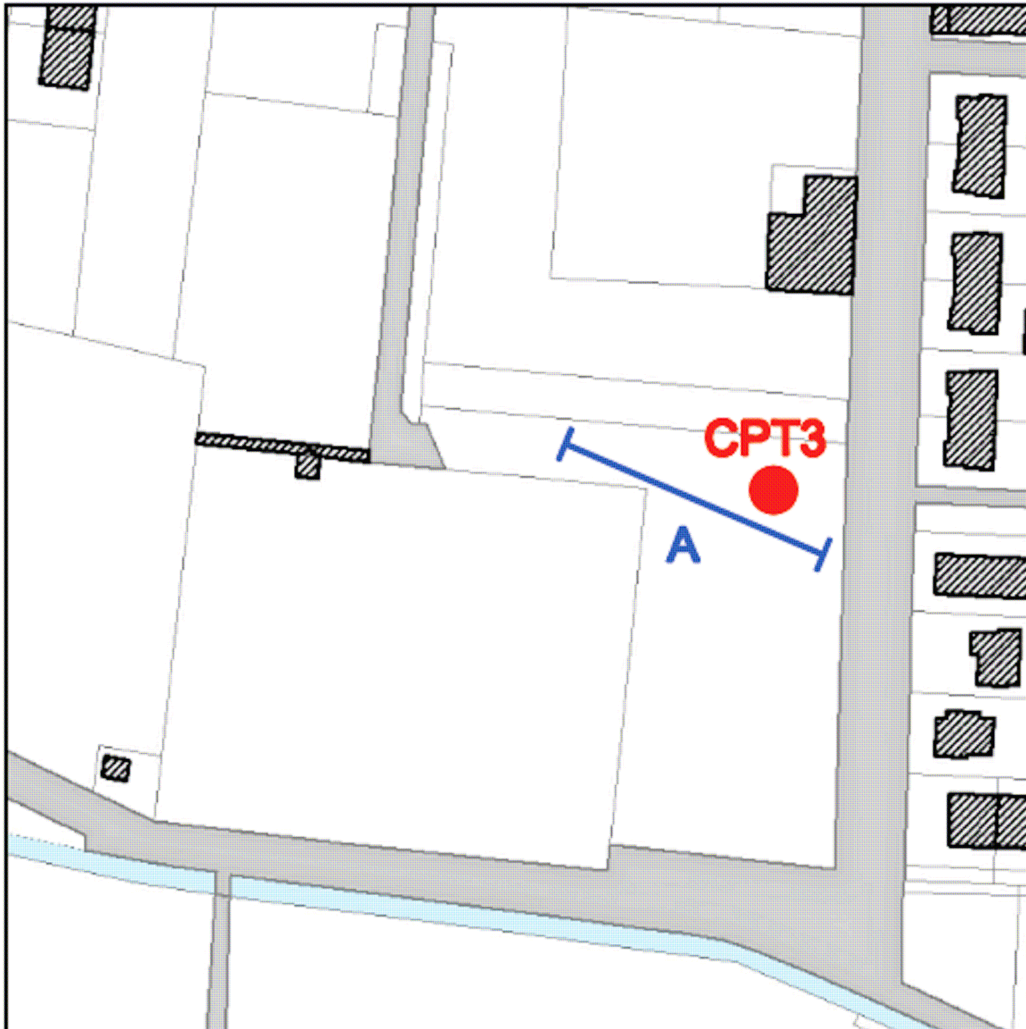
12.2.2.3 Verifica alla liquefazione dei terreni

Data la natura granulare prevalente dei terreni sotto falda fino a profondità superiore a 15 metri, non è stato necessario procedere alla verifica alla liquefazione.

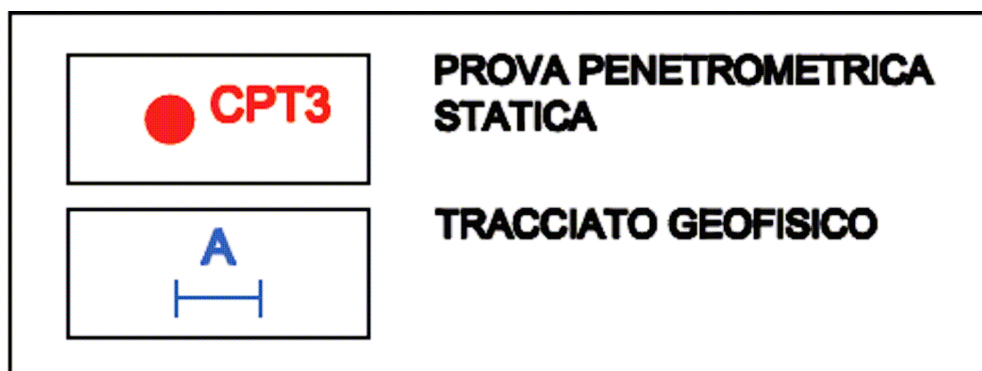
12.2.3 ANALISI DI 2° LIVELLO NELL'AREA "AREA VERDE CIMITERO"

Nell'area verde, adiacente al cimitero di Canneto, sono state effettuate le seguenti indagini di approfondimento:

- una prova penetrometrica statica;
- una indagine sismica a rifrazione con il metodo MASW.



COMUNE DI CANNETO SULL' OGLIO AREA VERDE CIMITERO



La **prova penetrometrica**, spinta fino a 30 metri di profondità, è stata eseguita misurando, 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 penetrometrici" contenuti negli ALLEGATI alla presente relazione:

- n° 1 tabella valori di resistenza
- n° 1 diagramma di resistenza
- n° 1 tabella valutazioni litologiche
- n° 1 tabella parametri geotecnici

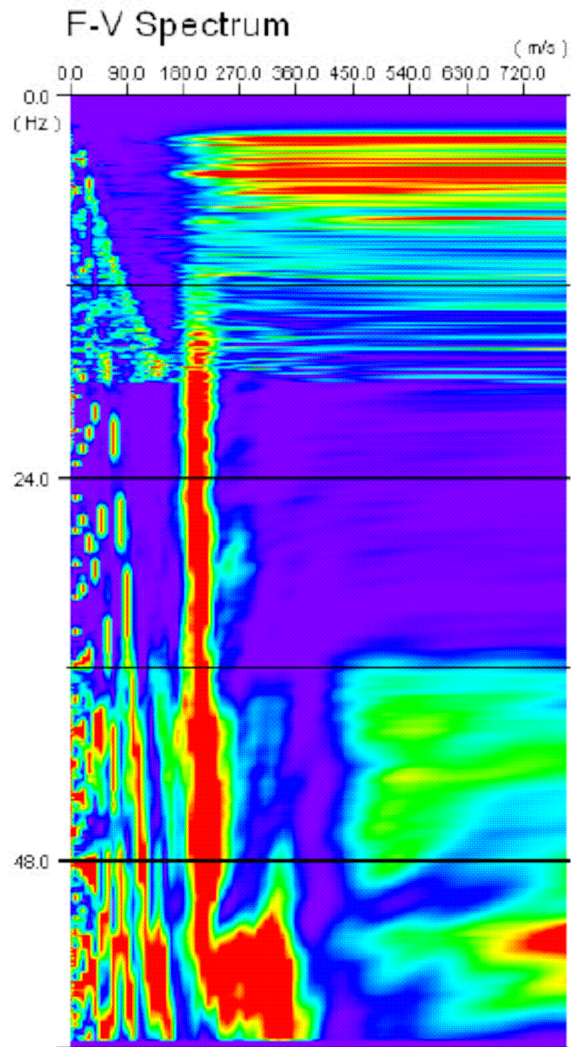
Inoltre l'elaborazione dei valori di R_p e R_a hanno permesso di ricostruire situazione litologica profonda, secondo le teorie di Begemann e di Schmertmann, e di valutare i parametri geotecnici:

profondità (metri)	litologia	parametri geotecnici φ° angolo di attrito ($^\circ$) c_u coesione non drenata (Kg/cmq)
0.00 – 0.60	Terreno pedogenizzato	
0.60 – 2,60	Sabbia	$\varphi^\circ = 31^\circ - 33^\circ$
2,60 – 5,20	Limo argilloso	$c_u = 0,5 - 0,8$
5,20 – 8,80	Sabbia limoso argillosa	$\varphi^\circ = 29^\circ - 32^\circ$
8,80 – 10,80	Limo argilloso	$c_u = 0,6 - 0,9$
10,80 – 14,20	Sabbia e sabbia limoso argillosa	$\varphi^\circ = 28^\circ - 31^\circ$
14,20 – 17,60	Argilla limoso sabbiosa	$c_u = 0,6 - 1,0$
17,60 – 26,60	Sabbia argilloso limosa	$\varphi^\circ = 29^\circ - 32^\circ$
26,60 – 28,00	Argilla limosa	$c_u = 0,8 - 1,3$
28,00 – 30,00	Sabbia	$\varphi^\circ = 30^\circ - 32^\circ$

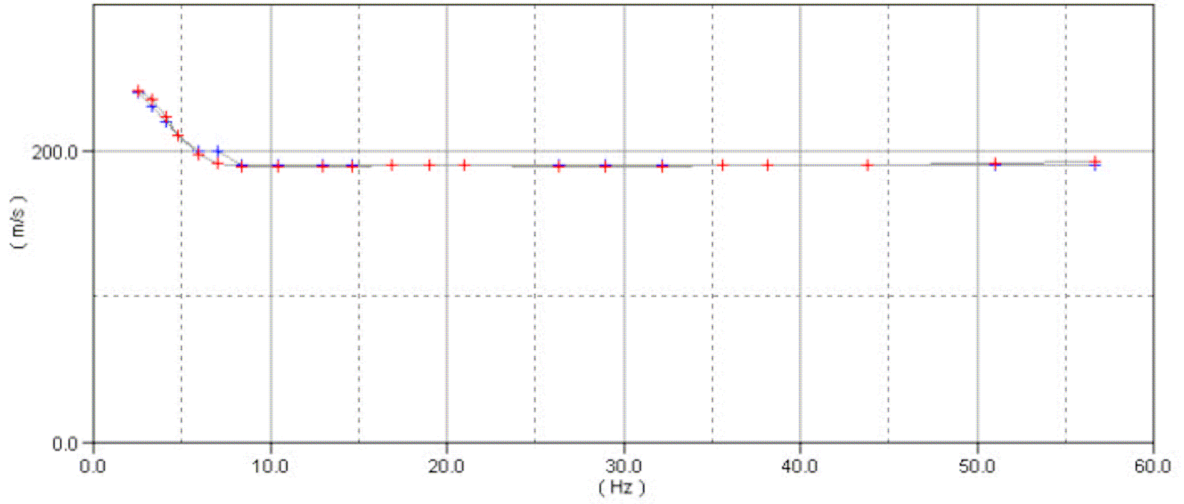
L'**indagine sismica** è stata effettuata con il metodo MASW (Multichannel Analysis of surface Waves) attivo e passivo. Il metodo attivo sfrutta sorgenti sismiche artificiali (mazza battente), il metodo passivo sfrutta i rumori naturali. Per la prova è stata utilizzata la strumentazione classica per la sismica a rifrazione. Per ciascun stendimento, composto da 12 geofoni con interasse di 5 metri, vengono effettuate 2 registrazioni di 2 secondi ciascuna per il metodo attivo e 10 registrazioni da 30 secondi ciascuna per il metodo passivo.

L'indagine ha permesso la determinazione dell'andamento della velocità delle V_s fino a oltre 40 metri di profondità.

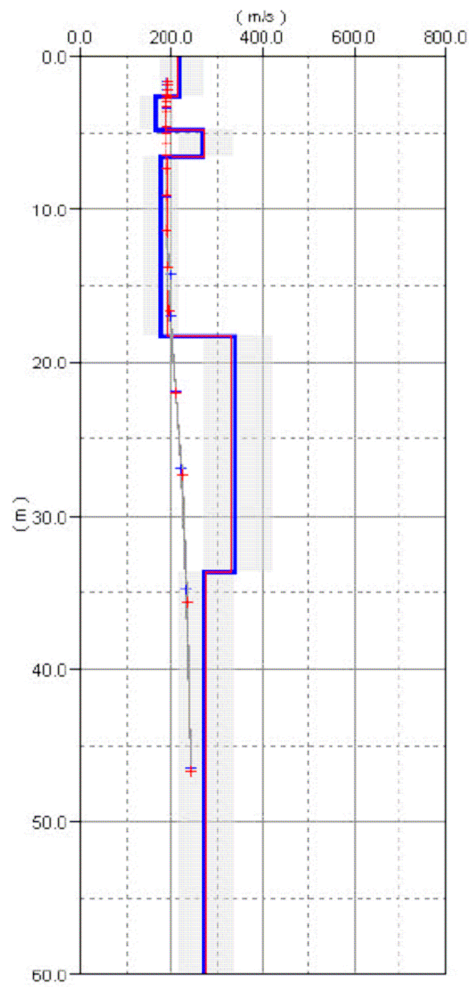
Di seguito si riportano le immagini relative alla curva di dispersione delle onde di Rayleigh e del modello che ne deriva previa inversione dei dati:



CURVA DI DISPERSIONE CUMULATIVA METODI ATTIVO E PASSIVO



CURVA DI DISPERSIONE MISURATA (BLU) E CALCOLATA (ROSSO)



MODELLO RISULTANTE DALL'INVERSIONE DEI DATI

12.2.3.1 MODELLO GEOFISICO

Sulla base dei risultati ottenuti dalle indagini in situ è stato possibile ricostruire il modello geofisico del sottosuolo.

Il valore di V_{S30} viene calcolato con la seguente relazione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} h_i / V_i}$$

Ottenendo $V_{S30} = 236 \text{ m/s}$.

Quindi i terreni indagati ricadono, secondo l'O.P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003) 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".

Il **periodo proprio del terreno T**, necessario per l'utilizzo della scheda di valutazione, viene calcolato considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità V_s è uguale o superiore i 800 m/s ed utilizzando la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

dove h_i e V_{s_i} sono lo spessore e la velocità dello strato i-esimo del modello.

Utilizzando i valori ottenuti dall'indagine sismica a rifrazione si ottiene:

T = 1,01 s

Pertanto il modello geofisico completo, risultante dalle prove geofisiche, del sottosuolo dell'area verde cimiteriale può essere schematizzato nella seguente tabella.

profondità (metri)	V_s (m/s)	V_{S30} (m/s)	Periodo T (s)
0,00 – 2,60	212		
2,60 – 4,80	186		
4,80 – 6,60	272	236	1,0
6,60 – 18,30	192	(Categoria C)	
18,30 – 33,70	330		
33,70 – 60,00	275		
60,00 – 157,00	800		

11.2.3.2 FATTORI DI AMPLIFICAZIONE “Fa”

Lo scenario di pericolosità sismica locale Z4a prevede per l'area in esame possibili effetti di amplificazione sismica (amplificazione litologica). Per la valutazione del fattore di amplificazione (Fa) vengono utilizzate le schede dell'Allegato 5 alla DGR 28 maggio 2008 n. 8/7374. 2008 – Aggiornamento dei “Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della L.R. 11.03.2005 n. 12”.

La scheda che più si avvicina al modello geofisico del sito geofisico del sito è la “SCHEDA LITOLOGIA LIMOSO-SABBIOSA TIPO 2”, di seguito riportata, anche se procedendo in profondità i valori di Vs non sempre ricadono nel campo di validità della procedura.

Il valore di Fa ottenuto dalla scheda di valutazione viene confrontato con un parametro di analogo significato calcolato per ogni comune della Lombardia, valido per ciascuna zona sismica (Zone 2, 3 e 4) e per le diverse categorie di suolo soggette ad amplificazioni litologiche (Categorie di Suolo B, C, D ed E) e per i due intervalli di periodo 0,1-0,5 secondi e 0,5-1,5 secondi.

Per il Comune di Canneto i valori di soglia calcolati dalla Regione Lombardia, oltre i quali lo spettro proposto dalla normativa vigente risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito, sono i seguenti:

Valori di soglia per il periodo compreso tra 0.1-0.5 s					
COMUNE	Classificazione sismica	Valori soglia			
		Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
Canneto S/O	ZONA 4	1,4	1,8	2,1	1,9

Valori di soglia per il periodo compreso tra 0.5-1.5 s					
COMUNE	Classificazione sismica	Valori soglia			
		Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
Canneto S/O	ZONA 4	1,7	2,3	3,9	2,9

Per quanto riguarda l'intervallo 0,1-0,5 secondi dalla scheda si ottiene il seguente valore di Fa:

$$Fa_{0,1-0,5} = 2,12 - 0,30 \ln T = 2,1 \text{ superiore al valore di soglia ammesso (1,8).}$$

Per quanto riguarda l'intervallo 0,5-1,5 secondi dalla scheda si ottiene un valore di Fa pari a:

$$Fa_{0,5-1,5} = - 1,33 T^2 + 2,02 T + 0,79 = 1,5 \text{ inferiore al valore di soglia ammesso (2,3).}$$

Pertanto si presentano due situazioni diverse:

- nell'intervallo T = 0,1- 0,5 s il valore di Fa risulta superiore al corrispondente valore di soglia:
la normativa vigente è insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica e quindi è necessario, in fase di progettazione edilizia, o effettuare analisi più approfondite (3° Livello) oppure usare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore, secondo lo schema del paragrafo 2.2.2, Allegato 5, DGR 7374/2008;

- nell'intervallo T = 0,5 - 1,5 s il valore di Fa risulta inferiore al corrispondente valore di soglia:
la normativa vigente è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa regionale del paragrafo 2.2.2, Allegato 5, DGR 7374/2008.

EFFETTI LITOLOGICI – SCHEDA LITOLOGIA LIMOSO – SABBIOSA TIPO 2

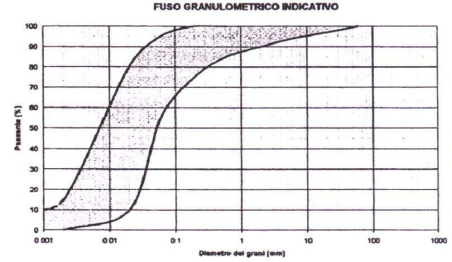
PARAMETRI INDICATIVI

GRANULOMETRIA:

Da limi con sabbie debolmente ghiaiose a limi debolmente sabbioso-argillosi passando per limi con sabbie, limi debolmente argillosi, limi debolmente sabbiosi, limi debolmente ghiaiosi e sabbie con limi debolmente argillosi

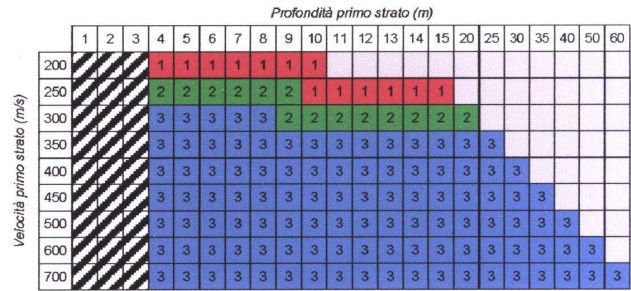
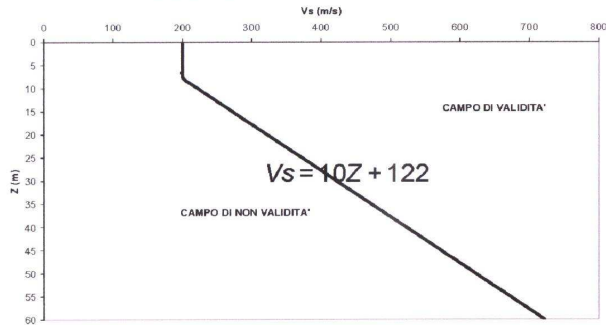
NOTE:

- Comportamento coesivo
 - Frazione limosa ad un massimo del 95%
 - Presenza di clasti immersi con $D_{max} < 2-3$ cm
 - Frazione ghiaiosa fino ad un massimo del 10%
 - Frazione sabbiosa fino ad un massimo del 45%
 - Frazione argillosa fino ad un massimo del 15%
- A FIANCO: range di valori per alcuni parametri geotecnici significativi validi per limi sabbiosi debolmente argillosi

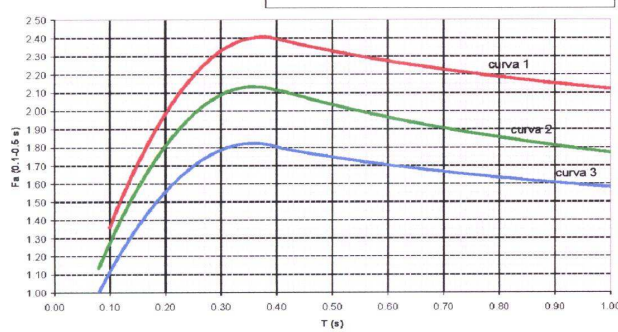


PARAMETRO	INTERVALLO
Peso di volume naturale γ [kN/m ³]	18.5-19.5
Peso specifico particelle solide γ_s [kN/m ³]	26.0-27.9
Contenuto d'acqua naturale w [%]	25-30
Limite di liquidità w_L [%]	25-35
Limite di plasticità w_p [%]	15-20
Indice di plasticità I_p [%]	5-15
Indice dei vuoti e	0.6-0.9
Grado di saturazione S_r [%]	90-100
Coefficiente di spinta a riposo K_0	0.4-0.5
Indice di compressione C_c	0.10-0.30
Indice di rigonfiamento C_s	0.03-0.05
Coefficiente di consolidazione secondaria C_s	0.002-0.006
Numero colpi prova SPT (nei primi 10 m) N_{spt}	0-20

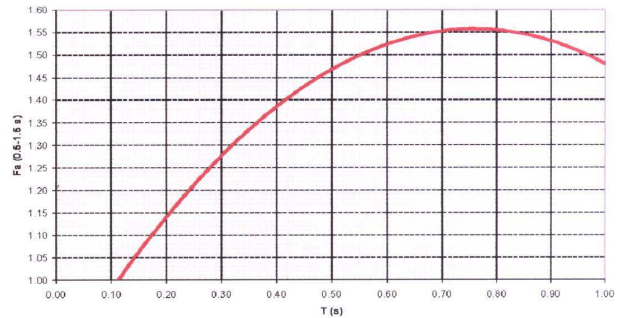
ANDAMENTO DEI VALORI DI V_s CON LA PROFONDITA'



Correlazione T - Fa 0.1-0.5 s



Correlazione T - Fa 0.5-1.5 s



$$Fa_{0.5-1.5} = -1.33T^2 + 2.02T + 0.79$$

Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico
1	$0.10 < T \leq 0.40$ $Fa_{0.1-0.5} = -13.9T^2 + 10.4T + 0.46$	$0.40 < T \leq 1.00$ $Fa_{0.1-0.5} = 2.12 - 0.30LnT$
2	$0.08 < T \leq 0.40$ $Fa_{0.1-0.5} = -12.8T^2 + 9.2T + 0.48$	$0.40 < T \leq 1.00$ $Fa_{0.1-0.5} = 1.77 - 0.38LnT$
3	$0.05 < T \leq 0.40$ $Fa_{0.1-0.5} = -10.6T^2 + 7.6T + 0.46$	$0.40 < T \leq 1.00$ $Fa_{0.1-0.5} = 1.58 - 0.24LnT$

12.2.3.3 Verifica alla liquefazione dei terreni

Data la frequente presenza di livelli limoso sabbiosi, seppure alternati a limi e argille, si è provveduto ad operare la verifica alla liquefazione, per i terreni saturi, fino ad almeno 15 metri di profondità. Utilizzando quindi le velocità V_s misurate con le prove geofisiche e supponendo la presenza di una percentuale di limo e/o argilla del 15 %, nonché una magnitudo di riferimento $M = 6,01$ (desunta dall'intensità macrosismica I secondo la relazione Cancani - Sieberg), è stato calcolato il coefficiente di sicurezza F_s :

$$F_s = CRR_{7.5} / CSR_{7.5}$$

dove:

F_s = coefficiente di sicurezza

$CRR_{7.5}$ = rapporto di resistenza ciclica (per $M = 7.5$)

$CSR_{7.5}$ = rapporto di tensione ciclica (per $M = 7.5$)

I risultati ottenuti (Vedi grafico e tabella in "allegati indagini geofisiche") indicano che i livelli indagati ricadono nell'area di non liquefazione. Pertanto si possono escludere con buona approssimazione rischi legati a fenomeni di liquefazione.

13 NUOVA CARTA DI FATTIBILITÀ DELLE AZIONI DI PIANO

La carta di fattibilità, deriva dalla carta di sintesi e dalla carta dei vincoli attribuendo un valore di classe di fattibilità a ciascun poligono.

Per l'attribuzione della classe di fattibilità ai singoli poligoni della carta di sintesi si è tenuto conto della Tabella 1 - *Classi di ingresso della D.G.R. 7374/2008*.

Al mosaico della fattibilità della "TAV. 5 - Carta di fattibilità delle azioni di piano" dello Studio geologico per il PRG, già approvata, è stato sovrapposto un retino trasparente che indica le aree soggette ad amplificazione sismica locale (Zona Z4a), così come risulta dagli approfondimenti di 1° Livello descritti nel precedente paragrafo 11 ed effettuati secondo la direttiva regionale della D.G.R. sopracitata.

Pertanto la carta di fattibilità può essere considerata come una carta di pericolosità che fornisce le indicazioni in ordine alle limitazioni e destinazioni d'uso del territorio.

La carta deve essere utilizzata congiuntamente alle "Norme geologiche di piano" che ne riportano la relativa normativa d'uso (prescrizioni per gli interventi urbanistici, studi e indagini da effettuare per gli approfondimenti richiesti...)

Il territorio comunale risulta suddiviso nelle seguenti classi e sottoclassi. (TAV. B – NUOVA CARTA DI FATTIBILITA' DELLE AZIONI DI PIANO).

13.1 CLASSI DI FATTIBILITA'

□ CLASSE 2 – Fattibilità con modeste limitazioni

Interessa la maggior parte del territorio comunale, appartenente al livello fondamentale della pianura, fino all'orlo della scarpata del terrazzo fluviale dei fiumi Oglio e Chiese. La soggiacenza della falda è generalmente medio-bassa con vulnerabilità media nella zona settentrionale e alta nella parte centro-meridionale.

Tutte le aree di classe 2 si trovano all'esterno della fascia fluviale C dei fiumi Oglio e Chiese.

Gli elementi di pericolo sono:

- vulnerabilità della falda in presenza di depositi sabbiosi in superficie.

□ CLASSE 3 – Fattibilità con consistenti limitazioni

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modificazione della destinazione d'uso per le condizioni di pericolosità e vulnerabilità individuate. In relazione alla specificità degli elementi di pericolo è possibile suddividere la classe in due sottoclassi.

SOTTOCLASSE 3 A

Riguarda i corsi d'acqua del reticolo principale (Oglio, Chiese e Naviglio) e del reticolo di bonifica (Cavo Cerano, Rio S. Elena, Scolo Regona e Rio della Valle, Vaso Canneta, Vaso Serioletta) con le relative fasce di rispetto (Allegato A della D.G.R. 25.01.2002 n. 7/7868 e successive modifiche e integrazioni) già cartografati nella TAV. 3 dello Studio geologico per il PRG; la fascia di rispetto presente su entrambe le sponde dei corsi d'acqua ha una larghezza di 10 metri.

Gli elementi di potenziale pericolo sono:

- aree vulnerabili da un punto di vista idraulico.

SOTTOCLASSE 3 B

Comprende le aree della Fascia fluviale B all'esterno dell'argine principale dei fiumi Chiese e Oglio, la fascia fluviale C e la fascia C delimitata da segno grafico indicato come "limite di progetto tra la fascia B e la fascia C" nella cartografia del PAI; tutte le aree della sottoclasse sono comunque comprese tra l'argine principale e la scarpata di terrazzo fluviale. In questa sottoclasse viene inserita anche la vallecchia del Naviglio. Sono presenti spesso terreni di fondazione particolarmente scadenti con basse capacità portanti ed elevata compressibilità. La soggiacenza della falda è spesso inferiore al metro.

Gli elementi di pericolo sono:

- aree vulnerabili da un punto di vista idraulico;
- aree con caratteristiche geotecniche scadenti, specialmente in corrispondenza dei numerosi paleovalvei dell'Oglio e del Chiese;
- bassa soggiacenza della falda;
- vulnerabilità dell'acquifero superficiale elevata.

□ CLASSE 4 – Fattibilità con gravi limitazioni

L'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. Deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere ed interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinari, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) della L.R. 12/2005, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativi. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa sismica. Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili.

In relazione alla specificità degli elementi di pericolo la classe è suddivisa in due sottoclassi.

SOTTOCLASSE 4A

Riguarda le aree di Fascia fluviale A e Fascia A-B coincidenti soggette alla normativa del P.A.I, che si trovano all'interno dell'argine principale dell'Oglio e del Chiese; dove l'argine principale non c'è, la sottoclasse si estende fino al piede della scarpata fluviale.

Gli elementi di potenziale pericolo sono:

- aree vulnerabili da un punto di vista idraulico, comprese nelle Fasce Fluviali A e B dei fiumi Oglio e Chiese.

SOTTOCLASSE 4 B

Comprende la zona di tutela assoluta (raggio = 10 metri), riguardante i pozzi ad uso idropotabile ubicati nel centro abitato di Canneto, così come definita nell'Art. 94 del D.lvo 152/2006.

Gli elementi di potenziale pericolo sono:

- vulnerabilità dal punto di vista idrogeologico.

14 NORME GEOLOGICHE DI PIANO

Le "norme geologiche di Piano" sono state formulate in modo tale da poter essere riportate integralmente nel Piano delle Regole oltre che nel Documento di Piano del P.G.T., come stabilito dalla disposizione della D.G.R. n. 7374/2008.

14.1 NORME GENERALI

Le norme geologiche contengono la normativa d'uso della carta di fattibilità e riportano, per ciascuna classe e/o sottoclasse, precise indicazioni sulle indagini di approfondimento da effettuarsi prima degli eventuali interventi urbanistici. Copia della Relazione geologica e della Relazione geotecnica devono essere consegnate, congiuntamente alla restante documentazione di progetto, in sede di presentazione dei Piani Attuativi (L.R. 12/2005, art. 14) o in sede di richiesta del permesso di costruire (L.R. 12/2005, art. 38).

La normativa di riferimento, per le indagini geologiche e per le relazioni geologica e geotecnica da allegare ai Piani Attuativi ed ai progetti delle costruzioni, è contenuta nel "**Decreto Ministeriale 14.01.2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni"**" e nella successiva Circolare applicativa del Cons. Sup. LL. PP. – Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le Costruzioni".

La Relazione geologica comprende lo studio geologico per la caratterizzazione e la modellazione geologica del sito, per una zona adeguata al tipo di opera ed al contesto geologico locale; pertanto illustra i lineamenti geomorfologici, stratigrafici, litologici, idrografici, idrogeologici e sismici locali.

La Relazione geotecnica comprende:

- la illustrazione delle prove geotecniche (e delle prove geofisiche, quando è richiesto dalla norme vigenti) eseguite in sito e/o in laboratorio per la caratterizzazione e la modellazione geotecnica dell'area; le indagini, commisurate alle dimensioni ed al tipo di opera, devono permettere una adeguata caratterizzazione geotecnica del "volume significativo" del terreno inteso come parte del sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione dell'opera e che influenza l'opera stessa;
- la identificazione dei parametri geotecnici appropriati ai fini progettuali;
- la determinazione dei valori caratteristici dei parametri geotecnici da utilizzare nelle diverse verifiche;
- le verifiche di sicurezza dell'opera in relazione al tipo di costruzione, in condizioni statiche e, quando richiesto dalla normativa vigente, in condizioni dinamiche.

In generale le NTC impongono di adottare per le verifiche il metodo agli stati limite; fanno eccezione le costruzioni di tipo 1 e 2 e Classe d'uso I e II limitatamente ai siti ricadenti in zona sismica 4 (come il Comune di Canneto S/O), dove è ammesso il Metodo di verifica alle tensioni ammissibili (NTC par. 2.7).

Le norme tecniche del D.M. 14.01.2008 riguardano tutte le costruzioni. Comunque nel caso di costruzioni o interventi di modesta rilevanza, che ricadano in zone ben conosciute dal punto di vista geotecnico, la progettazione potrà essere basata sull'esperienza e sulle conoscenze disponibili, ferma restando la piena responsabilità del progettista sulle ipotesi e sulle scelte progettuali (Norme tecniche delle costruzioni, paragrafo 6.2.2, ultimo comma).

Per quanto riguarda la pericolosità sismica locale del territorio comunale, sono stati individuati, con il 1° Livello di approfondimento, gli scenari di pericolosità sismica locale Z2, Z3a e Z4a, cartografati su Tav. B – Carta della pericolosità sismica locale.

Nelle aree di scenario Z2, per le costruzioni consentite dai vincoli esistenti (vincoli idrogeologici del PAI; vincoli naturalistici: Parco Oglio Sud; SIC di Gerra Gavazzi e Runate), devono essere realizzati, solo in fase progettuale, gli approfondimenti di 3° Livello.

Il 3° livello si applica obbligatoriamente, nei Comuni di Zona sismica 4 come Canneto S/O, alla costruzione di nuovi edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. n. 19904 del 21 novembre 2003, ferma restando la facoltà del Comune di estenderlo anche alle altre categorie di edifici.

Nelle aree di scenario Z3a, per le costruzioni consentite dai vincoli esistenti (Indirizzi Normativi PTCP, Art. 27: orli di terrazzi fluviali), sono stati realizzati gli approfondimenti di 2° Livello.

Sulla base della situazione reale dei due tratti di scarpata, si sono ottenuti i seguenti risultati (Vedi precedente paragrafo 12.1):

- $F_a = 1,1$ (F_a è il fattore di amplificazione nell'intervallo 0,1-0,5 s);
- $A = H$ (A è l'area di influenza; $H = 10-12$ metri).

Il valore di $F_a = 1,1$ ottenuto dall'applicazione della metodologia dell'Allegato 5 DGR 7374/2008, viene confrontato con il valore di S_T delle Norme Tecniche delle Costruzioni (Tabella 3.2.VI D.M. 14 gennaio 2008) che rappresenta il valore di soglia oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.

Per la categoria topografica T2, il valore massimo del coefficiente di amplificazione topografica è: $S_T = 1,2$. Ne consegue che F_a calcolato è minore del valore di soglia corrispondente e pertanto la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa.

Nel caso di costruzioni con strutture flessibili con sviluppo verticale indicativamente compreso tra i 5 e i 15 piani ($T = 0,5 - 1,5s$), è necessario effettuare analisi più approfondite (3° Livello), in fase di progettazione.

Nelle aree di scenario Z4a, a seguito dell'applicazione del 2° Livello di approfondimento previsto dalla D.G.R. 7374/2008, è stato calcolato il fattore di amplificazione F_a in tre zone che si possono ritenere rappresentative della situazione comunale, ottenendo i seguenti risultati:

- nell'intervallo $T = 0,1 - 0,5$ s il valore di F_a risulta superiore al corrispondente valore di soglia:
la normativa vigente è insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica e quindi è necessario, in fase di progettazione edilizia, o effettuare analisi più approfondite (3° Livello) oppure usare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore, secondo lo schema del paragrafo 2.2.2, Allegato 5, DGR 7374/2008;

- nell'intervallo $T = 0,5 - 1,5$ s il valore di F_a risulta inferiore al corrispondente valore di soglia:
la normativa vigente è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa regionale del paragrafo 2.2.2, Allegato 5, DGR 7374/2008.

Si specifica inoltre che, ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008, la determinazione delle azioni sismiche in fase di progettazione non è più valutata riferendosi ad una zona sismica territorialmente definita, bensì sito per sito, secondo i valori riportati nell'Allegato B del sopraccitato D.M.; pertanto la suddivisione del territorio in zone sismiche (ai sensi della OPCM 3274/2003) individua unicamente l'ambito di approfondimento in fase pianificatoria.

Si sottolinea infine che le indagini effettuate per il PGT e per i Piani Attuativi, non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste per le singole costruzioni dal D. M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni".

14.2 NORME SPECIFICHE

Nel Comune di Canneto, oltre alle norme generali sopra richiamate, vigono le seguenti "Norme specifiche" relative a ciascuna Classe di fattibilità in cui è stato suddiviso il territorio.

□ CLASSE 2 – Fattibilità con modeste limitazioni

Nelle aree ricomprese nella Classe 2 di fattibilità, già descritte nel precedente paragrafo 14 e cartografate su Tav. B - Nuova carta di fattibilità delle azioni 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".

Tenuto conto di quanto disposto dal sopracitato D. M., 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);
- 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.

Nelle aree di questa classe, sono stati individuati gli scenari di pericolosità sismica Z3a e Z4a.

In corrispondenza dello scenario Z3a il valore di $F_a = 1,1$ calcolato, viene confrontato con il valore di S_T delle Norme Tecniche delle Costruzioni (Tabella 3.2.VI D.M. 14 gennaio 2008; per la categoria topografica T2, il valore massimo del coefficiente di amplificazione topografica è: $S_T = 1,2$. Ne consegue che F_a calcolato è minore del valore di soglia corrispondente e pertanto la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa.

Nel caso si prevedano costruzioni con strutture flessibili con sviluppo verticale indicativamente compreso tra i 5 e i 15 piani ($T = 0,5 - 1,5s$), è necessario effettuare analisi più approfondite (3° Livello), in fase di progettazione.

In corrispondenza dello scenario Z4a, si terrà conto dei seguenti risultati del 2° Livello di approfondimento:

- nell'intervallo $T = 0,1 - 0,5 s$ il valore di F_a risulta superiore al corrispondente valore di soglia; pertanto in fase di progettazione di costruzioni strategiche e rilevanti è necessario, o effettuare analisi più approfondite (3° Livello) oppure usare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore, secondo lo schema del paragrafo 2.2.2, Allegato 5, DGR 7374/2008;

- nell'intervallo $T = 0,5 - 1,5$ s il valore di F_a risulta inferiore al corrispondente valore di soglia; pertanto in fase di progettazione di costruzioni strategiche e rilevanti si applica lo spettro previsto dalla normativa regionale del paragrafo 2.2.2, Allegato 5, DGR 7374/2008.

□ **CLASSE 3 – Fattibilità con consistenti limitazioni**

Oltre a quanto fissato dal Decreto Ministeriale 14.01.2008 “*Norme Tecniche delle Costruzioni*”, nelle aree ricomprese nella Classe 3 di fattibilità valgono le seguenti prescrizioni specifiche, relative a ciascuna sottoclasse.

Sottoclasse 3A

Sui corsi d'acqua del reticolo idrico principale, del reticolo di bonifica e delle loro relative fasce di rispetto, cartografati su Tav. B - Nuova carta di fattibilità delle azioni di piano, gli interventi consentiti e regolati dal R.D. 523/1904, dal R.D. 368/1904, dal D.lvo 152/1999, dalla D.G.R. 25.01.2002 n. 7/7868 e dalla D.G.R. 01.08.2003 n. 7/13950, devono dimostrare la loro compatibilità con la situazione di rischio potenziale presente.

Pertanto le indagini geologiche, geotecniche, idrogeologiche e idrauliche devono essere commisurate all'entità dell'intervento e raggiungere i seguenti risultati:

- verifica idraulica della portata del corso d'acqua e attestazione che gli interventi non comportino conseguenze negative sul regime delle acque;
- verifica di compatibilità ambientale con particolare riferimento alla possibilità di accesso, per i lavori di manutenzione, nel tratto del corso d'acqua interessato dagli interventi previsti;
- verifica di stabilità delle opere previste.

Sottoclasse 3B

Comprende le aree della Fascia fluviale B all'esterno dell'argine principale dei fiumi Chiese e Oglio, la fascia fluviale C e la fascia C delimitata da segno grafico indicato come “limite di progetto tra la fascia B e la fascia C” nella cartografia del PAI e la vallecchia del Naviglio. Sono presenti spesso terreni di fondazione particolarmente scadenti con basse capacità portanti ed elevata compressibilità. La soggiacenza della falda è spesso inferiore al metro.

Pertanto le indagini di approfondimento, tenuto conto di quanto disposto dal sopraccitato D.M. devono raggiungere i seguenti risultati:

- valutazione del carico unitario ammissibile e dei cedimenti assoluti e relativi dei terreni di fondazione (Metodo delle tensioni ammissibili);
- 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 con vulnerabilità elevata.

Nelle aree di questa sottoclasse è stato riconosciuto lo scenario sismico di pericolosità Z2 per il quale, oltre al 1° Livello di approfondimento della presente fase pianificatoria del PGT, è previsto il 3° Livello di approfondimento nella fase progettuale dei singoli interventi consentiti dalle normative vigenti.

□ **CLASSE 4 – Fattibilità con gravi limitazioni**

Nelle aree ricomprese in Classe 4 di fattibilità, sono escluse nuove edificazioni ad eccezione delle opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti saranno consentiti esclusivamente interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) della L.R.12/05, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativi. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.

Eventuali infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico potranno essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili. A tal fine, alle istanze per l'approvazione di tali opere da parte dell'Autorità Comunale, dovrà essere allegata apposita relazione geologica, geotecnica, idrogeologica e idraulica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di rischio potenziale presente.

Sottoclasse 4A

Sugli interventi consentiti dalle norme vigenti ed in particolare dalle norme del PAI nelle Fasce Fluviali A e A-B coincidenti dei fiumi Oglio e Chiese sono previste le seguenti indagini di approfondimento:

Sugli interventi consentiti dalla normativa vigente ed in particolare dalle Norme di Attuazione del PAI nelle Fasce Fluviali A e B dei fiumi Oglio e Chiese, agli Artt. 29 - 30 - 32 - 38 - 38 bis - 38 ter e 39 per le Fasce A e B, sono previste le seguenti indagini di approfondimento:

- indagine geologica, geotecnica, idrogeologica e idraulica per la valutazione degli effetti dei nuovi interventi sulla situazione esistente e sull'ambiente e della compatibilità degli interventi previsti con la situazione di rischio potenziale presente.

Nelle aree di questa sottoclasse è stato riconosciuto lo scenario sismico di pericolosità Z2 per il quale, oltre al 1° Livello di approfondimento della presente fase pianificatoria del PGT, è previsto il 3° Livello di approfondimento nella fase progettuale, obbligatorio solo per edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. 21.11.2003 n. 19904; le indagini sopraelencate devono fornire i parametri per il calcolo dei cedimenti e la valutazione dei fenomeni di liquefazione dinamica dei terreni sotto l'azione sismica.

Sottoclasse 4B

L'area di tutela assoluta dei pozzi di emungimento a scopo idropotabile del pubblico acquedotto, cartografata su Tav. B - Nuova carta di fattibilità delle azioni di piano, avente un'estensione di raggio pari a 10 metri attorno al punto di captazione, dovrà essere adeguatamente protetta e adibita esclusivamente alle opere di captazione o presa e ad infrastrutture di servizio, come stabilito dall'art. 94 del D. Lvo 152/2006.

Si ricorda infine che essendo stata autorizzata la riduzione della zona di rispetto dei pozzi alla sola zona di tutela assoluta, con raggio di 10 metri attorno al centro del pozzo, le disposizioni relative alla zona di rispetto disciplinate sempre dall'Art. 94 del D. Lvo 152/2006, sono superate dalle disposizioni della zona di tutela assoluta.

TABELLA - CLASSI DI FATTIBILITÀ E NORME GEOLOGICHE DI PIANO

CLASSI DI FATTIBILITÀ	DESCRIZIONE	VINCOLI	PERICOLOSITÀ	NORME GEOLOGICHE
CLASSE 2	Territorio comunale appartenente al “livello fondamentale della pianura”, fino all’orlo della scarpata di terrazzo dei fiumi Oglio e Chiese; tutte le aree di questa classe si trovano all’esterno della fascia fluviale “C” di Oglio e Chiese.	<u>Vincoli naturalistici</u> - Parco regionale Oglio Sud <u>Vincoli PTCP:</u> - orli di terrazzi fluviali (Indirizzi Normativi Artt. 27e 32)	<u>Peric. Idrogeologica:</u> - vulnerabilità acquifero alta in presenza di depositi superficiali sabbiosi <u>Peric. sismica locale:</u> ▪ scenario Z3a - $Fa < S_T$ ▪ scenario Z4a - $Fa > \text{Soglia lomb. per } T = 0,1 - 0,5s$; - $Fa < \text{Soglia lomb. per } T = 0,5 - 1,5s$	Applicazione delle NTC vigenti. Indagini di approfondimento per raggiungere i seguenti risultati: - valutazione di qam. e dei cedimenti (Metodo delle tensioni ammissibili); - verifica della sicurezza allo SLU e SLE (Metodo agli stati limite se richiesti); - valutazione soggiacenza falda per le strutture che interferiscono con la falda superficiale; - prevenzione inquinamento dei livelli acquiferi non protetti; - progettazione antisismica per costruzioni strategiche e rilevanti del D.d.u.o. 21/11/2002 n.19904.
CLASSE 3				
Sottoclasse 3A	▪Reticolo idrico principale: - fiume Oglio - fiume Chiese - Naviglio ▪Reticolo idrico di bonifica: - Cavo Cerano - Rio S. Elena - Scolo Regona e Rio della Valle - Vaso Canneta - Vaso Serioletta	<u>Vincoli di “Polizia Idraulica”</u> (D.G.R. 7868/03 e succ. modif. e integraz.): - fasce di rispetto di 10 metri sulle due sponde	<u>Pericolosità idraulica</u>	Applicazione delle NTC vigenti. All’interno delle fasce di rispetto, per qualsiasi intervento consentito dalle norme vigenti, le indagini devono raggiungere i seguenti risultati: -verifica idraulica della portata del corso d’acqua e attestazione che gli interventi non comportino conseguenze negative sul regime delle acque; - verifica di compatibilità ambientale con particolare riferimento alla possibilità di accesso, per i lavori di manutenzione, nel tratto del corso d’acqua interessato dagli interventi previsti. - stabilità degli interventi previsti
Sottoclasse 3B	Aree della Fascia fluviale B all’esterno dell’argine principale dei fiumi Chiese e Oglio; fascia “C” e fascia C delimitata da segno grafico indicato come “limite di progetto tra la fascia B e la fascia C” nella cartografia del PAI ; vallecola del Naviglio	<u>Vincoli idraulici</u> ▪ L. 183/89, D.L.vo 152/2006: - fascia fluviale B - fascia “C” - fascia C con limite di progetto tra la fascia B e la fascia C. <u>Vincoli paesaggistici:</u> ▪D.L.vo 42/2004: - 150 m dal piede esterno dell’argine dell’Oglio e del Chiese. <u>Vincoli naturalistici</u> - Parco Oglio Sud - areale SIC di Gerra Gavazzi e Runate	<u>Peric. Idrogeologica:</u> - bassa soggiacenza della falda - vulnerabilità elevata acquifero superficiale <u>Pericol. geotecnica:</u> - aree di caratteristiche geotecniche scadenti; <u>Peric. sismica locale:</u> ▪ scenario Z2 - 3° Livello di approfondimento	Applicazione delle NTC vigenti. Indagini di approfondimento per raggiungere i seguenti risultati: - valutazione di qam. e dei cedimenti (Metodo delle tensioni ammissibili); - verifica della sicurezza allo SLU e SLE (Metodo agli stati limite); - valutazione soggiacenza falda per le strutture che interferiscono con la falda; - prevenzione inquinamento dei livelli acquiferi con vulnerabilità elevata. - progettazione antisismica per costruzioni strategiche e rilevanti del D.d.u.o. 21/11/2002 n.19904

CLASSE 4	DESCRIZIONE	VINCOLI	PERICOLOSITÀ	NORME GEOLOGICHE
Sottoclasse 4A	Aree comprese entro l'argine principale dell'Oglio e del Chiese; oppure, dove l'argine principale non c'è, la sottoclasse arriva fino al piede della scarpata fluviale. Riguarda la fascia fluviale "A" e "A-B" coincidenti	<u>Vincoli idraulici</u> L. 183/89, D.L.vo 152/2006: - fasce fluviali A e A-B <u>Vincoli naturalistici</u> - Parco regionale Oglio Sud	<u>Pericolosità idraulica:</u> - esondazione durante la piena di riferimento (Norme di .Att del PAI: Artt. 29-30-32-38-38bis-38ter-39- 41 <u>Peric. sismica locale:</u> ▪ scenario Z2 - 3° Livello di approfondimento	Applicazione delle NTC vigenti. Sugli interventi consentiti dai vincoli idraulici, paesaggistici e ambientali esistenti, le indagini geologiche e idrauliche devono raggiungere i seguenti risultati: - valutazione degli effetti degli interventi sulla situazione esistente e sull'ambiente; - valutazione degli interventi con la situazione di rischio potenziale presente. - progettazione antisismica per costruzioni strategiche e rilevanti del D.d.u.o. 21/11/2002 n.19904.
Sottoclasse 4B	Zona di "tutela assoluta" dei pozzi dell'acquedotto comunale	<u>Vincoli idrogeologici</u> D. L.vo 152/2006, Art. 94: - raggio R = 10 metri intorno al pozzo	<u>Peric. Idrogeologica:</u> - inquinamento delle acque destinate al consumo umano	Sono consentite solo le opere di captazione ed infrastrutture di servizio, come previsto dall'Art. 94 del D. L.vo 152/2006.

ALLEGATI

ALLEGATO 1 AREA “PALESTRA”

ALLEGATI INDAGINI GEOTECNICHE

PROVA PENETROMETRICA - CPT 1

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

3.010496-040

- committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE	- data prova : 15/10/2008
- lavoro: P.G.T. ADEGUAMENTO SISMICO	- quota inizio : Piano Campagna
- località: PALESTRA	- prof. falda : 4,50 m da quota inizio
- resp. cantiere:	
- assist. cantiere:	- data emiss. : 28/10/2008

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	----	----	--	-----	----	10,20	25,0	35,0	50,0	1,33	37,0
0,40	5,0	7,0	10,0	0,27	37,0	10,40	35,0	48,0	70,0	1,73	40,0
0,60	10,0	16,0	20,0	0,80	25,0	10,60	30,0	45,0	60,0	2,00	30,0
0,80	13,0	17,0	26,0	0,53	49,0	10,80	11,0	23,0	22,0	1,60	14,0
1,00	18,0	23,0	36,0	0,67	54,0	11,00	8,0	16,0	16,0	1,07	15,0
1,20	40,0	50,0	80,0	1,33	60,0	11,20	7,0	13,0	14,0	0,80	17,0
1,40	50,0	60,0	100,0	1,33	75,0	11,40	14,0	19,0	28,0	0,67	42,0
1,60	50,0	56,0	100,0	0,80	125,0	11,60	12,0	20,0	24,0	1,07	22,0
1,80	50,0	64,0	100,0	1,87	54,0	11,80	11,0	16,0	22,0	0,67	33,0
2,00	50,0	62,0	100,0	1,60	62,0	12,00	20,0	25,0	40,0	0,67	60,0
2,20	60,0	73,0	120,0	1,73	69,0	12,20	10,0	17,0	20,0	0,93	21,0
2,40	62,0	77,0	124,0	2,00	62,0	12,40	20,0	24,0	40,0	0,53	75,0
2,60	100,0	125,0	200,0	3,33	60,0	12,60	10,0	21,0	20,0	1,47	14,0
2,80	80,0	100,0	160,0	2,67	60,0	12,80	13,0	24,0	26,0	1,47	18,0
3,00	70,0	100,0	140,0	4,00	35,0	13,00	28,0	40,0	56,0	1,60	35,0
3,20	80,0	94,0	160,0	1,87	86,0	13,20	40,0	50,0	80,0	1,33	60,0
3,40	25,0	40,0	50,0	2,00	25,0	13,40	50,0	60,0	100,0	1,33	75,0
3,60	50,0	70,0	100,0	2,67	37,0	13,60	35,0	50,0	70,0	2,00	35,0
3,80	50,0	70,0	100,0	2,67	37,0	13,80	45,0	55,0	90,0	1,33	67,0
4,00	40,0	53,0	80,0	1,73	46,0	14,00	50,0	60,0	100,0	1,33	75,0
4,20	50,0	66,0	100,0	2,13	47,0	14,20	45,0	58,0	90,0	1,73	52,0
4,40	100,0	110,0	200,0	1,33	150,0	14,40	50,0	58,0	100,0	1,07	94,0
4,60	130,0	155,0	260,0	3,33	78,0	14,60	8,0	21,0	16,0	1,73	9,0
4,80	90,0	100,0	180,0	1,33	135,0	14,80	11,0	20,0	22,0	1,20	18,0
5,00	70,0	90,0	140,0	2,67	52,0	15,00	11,0	24,0	22,0	1,73	13,0
5,20	100,0	120,0	200,0	2,67	75,0	15,20	40,0	50,0	80,0	1,33	60,0
5,40	70,0	90,0	140,0	2,67	52,0	15,40	50,0	63,0	100,0	1,73	58,0
5,60	65,0	78,0	130,0	1,73	75,0	15,60	40,0	58,0	80,0	2,40	33,0
5,80	40,0	50,0	80,0	1,33	60,0	15,80	22,0	35,0	44,0	1,73	25,0
6,00	40,0	50,0	80,0	1,33	60,0	16,00	10,0	24,0	20,0	1,87	11,0
6,20	42,0	55,0	84,0	1,73	48,0	16,20	10,0	18,0	20,0	1,07	19,0
6,40	50,0	66,0	100,0	2,13	47,0	16,40	20,0	30,0	40,0	1,33	30,0
6,60	90,0	104,0	180,0	1,87	96,0	16,60	40,0	50,0	80,0	1,33	60,0
6,80	125,0	160,0	250,0	4,67	54,0	16,80	15,0	26,0	30,0	1,47	20,0
7,00	130,0	146,0	260,0	2,13	122,0	17,00	13,0	23,0	26,0	1,33	19,0
7,20	110,0	120,0	220,0	1,33	165,0	17,20	8,0	15,0	16,0	0,93	17,0
7,40	38,0	53,0	76,0	2,00	38,0	17,40	8,0	14,0	16,0	0,80	20,0
7,60	80,0	90,0	160,0	1,33	120,0	17,60	7,0	13,0	14,0	0,80	17,0
7,80	60,0	73,0	120,0	1,73	69,0	17,80	10,0	18,0	20,0	1,07	19,0
8,00	90,0	115,0	180,0	3,33	54,0	18,00	15,0	24,0	30,0	1,20	25,0
8,20	80,0	100,0	160,0	2,67	60,0	18,20	25,0	38,0	50,0	1,73	29,0
8,40	93,0	100,0	186,0	0,93	199,0	18,40	20,0	36,0	40,0	2,13	19,0
8,60	55,0	80,0	110,0	3,33	33,0	18,60	37,0	50,0	74,0	1,73	43,0
8,80	55,0	70,0	110,0	2,00	55,0	18,80	60,0	76,0	120,0	2,13	56,0
9,00	70,0	80,0	140,0	1,33	105,0	19,00	60,0	74,0	120,0	1,87	64,0
9,20	90,0	105,0	180,0	2,00	90,0	19,20	40,0	58,0	80,0	2,40	33,0
9,40	80,0	90,0	160,0	1,33	120,0	19,40	50,0	66,0	100,0	2,13	47,0
9,60	50,0	70,0	100,0	2,67	37,0	19,60	60,0	80,0	120,0	2,67	45,0
9,80	40,0	50,0	80,0	1,33	60,0	19,80	50,0	70,0	100,0	2,67	37,0
10,00	10,0	30,0	20,0	2,67	7,0	20,00	15,0	28,0	30,0	1,73	17,0

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

CPT 1

3.010496-040

- committente:	AMMINISTRAZIONE COMUNALE	- data prova :	15/10/2008
- lavoro:	P.G.T. ADEGUAMENTO SISMICO	- quota inizio :	Piano Campagna
- località:	PALESTRA	- prof. falda :	4,50 m da quota inizio
- resp. cantiere:			
- assist. cantiere:		- data emiss. :	28/10/2008

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	25,0	40,0	50,0	2,00	25,0	25,20	20,0	40,0	40,0	2,67	15,0
20,40	60,0	80,0	120,0	2,67	45,0	25,40	60,0	80,0	120,0	2,67	45,0
20,60	60,0	80,0	120,0	2,67	45,0	25,60	80,0	100,0	160,0	2,67	60,0
20,80	50,0	70,0	100,0	2,67	37,0	25,80	100,0	130,0	200,0	4,00	50,0
21,00	25,0	45,0	50,0	2,67	19,0	26,00	100,0	130,0	200,0	4,00	50,0
21,20	11,0	25,0	22,0	1,87	12,0	26,20	120,0	150,0	240,0	4,00	60,0
21,40	12,0	24,0	24,0	1,60	15,0	26,40	80,0	120,0	160,0	5,33	30,0
21,60	15,0	23,0	30,0	1,07	28,0	26,60	60,0	90,0	120,0	4,00	30,0
21,80	10,0	20,0	20,0	1,33	15,0	26,80	30,0	55,0	60,0	3,33	18,0
22,00	20,0	30,0	40,0	1,33	30,0	27,00	15,0	32,0	30,0	2,27	13,0
22,20	18,0	25,0	36,0	0,93	39,0	27,20	10,0	23,0	20,0	1,73	12,0
22,40	10,0	23,0	20,0	1,73	12,0	27,40	20,0	38,0	40,0	2,40	17,0
22,60	50,0	60,0	100,0	1,33	75,0	27,60	40,0	53,0	80,0	1,73	46,0
22,80	60,0	80,0	120,0	2,67	45,0	27,80	20,0	40,0	40,0	2,67	15,0
23,00	42,0	60,0	84,0	2,40	35,0	28,00	20,0	40,0	40,0	2,67	15,0
23,20	13,0	26,0	26,0	1,73	15,0	28,20	10,0	21,0	20,0	1,47	14,0
23,40	12,0	22,0	24,0	1,33	18,0	28,40	8,0	17,0	16,0	1,20	13,0
23,60	12,0	20,0	24,0	1,07	22,0	28,60	15,0	26,0	30,0	1,47	20,0
23,80	11,0	20,0	22,0	1,20	18,0	28,80	13,0	25,0	26,0	1,60	16,0
24,00	12,0	23,0	24,0	1,47	16,0	29,00	15,0	30,0	30,0	2,00	15,0
24,20	12,0	22,0	24,0	1,33	18,0	29,20	12,0	26,0	24,0	1,87	13,0
24,40	12,0	23,0	24,0	1,47	16,0	29,40	70,0	80,0	140,0	1,33	105,0
24,60	60,0	72,0	120,0	1,60	75,0	29,60	70,0	88,0	140,0	2,40	58,0
24,80	65,0	80,0	130,0	2,00	65,0	29,80	50,0	70,0	100,0	2,67	37,0
25,00	60,0	80,0	120,0	2,67	45,0	30,00	50,0	70,0	100,0	2,67	37,0

- PENETROMETRO STATICO tipo da 10 t - (con anello allargatore) -
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 20 - 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)

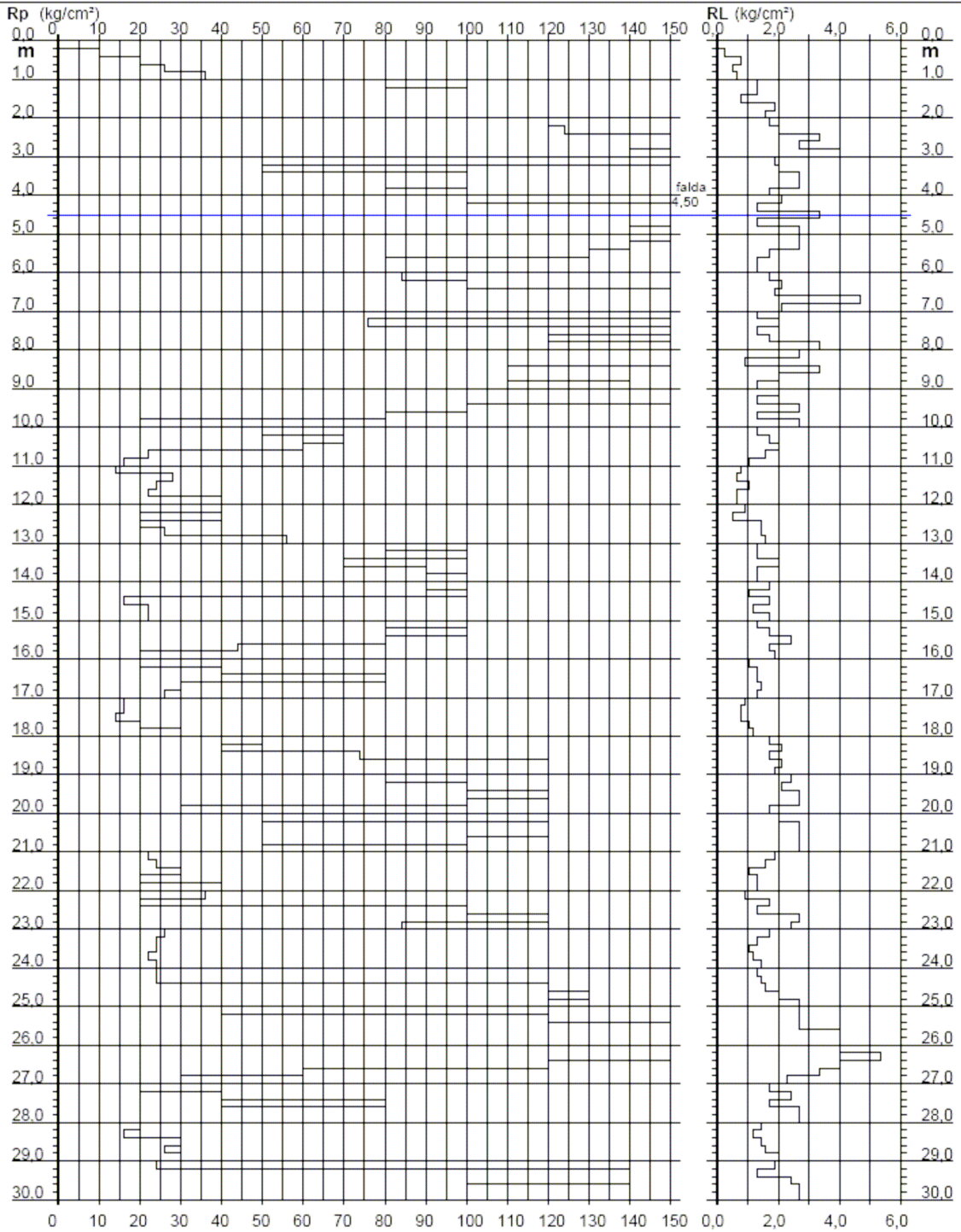
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 1

3.010496-040

- committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE
- lavoro: P.G.T. ADEGUAMENTO SISMICO
- località: PALESTRA
- resp. cantiere:
- assist. cantiere:

- data prova : 15/10/2008
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 4,50 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 150
- data emiss. : 28/10/2008



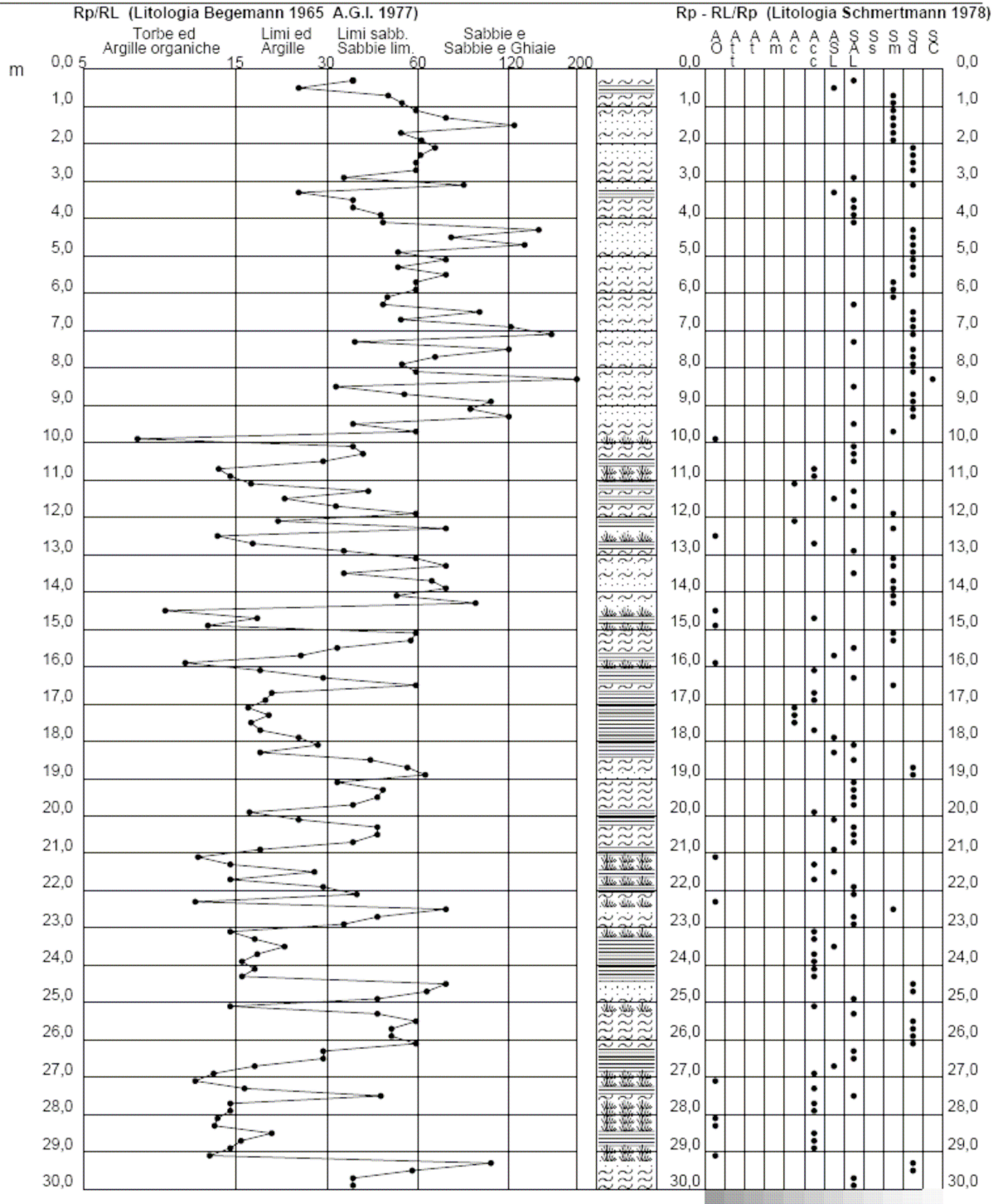
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

CPT 1

3.010496-040

- committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE
- lavoro: P.G.T. ADEGUAMENTO SISMICO
- località: PALESTRA
- resp. cantiere:
- assist. cantiere:

- data prova : 15/10/2008
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 4,50 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 150
- data emiss. : 28/10/2008



**PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

CPT 1

3.010496-040

- committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE
- lavoro: P.G.T. ADEGUAMENTO SISMICO
- località: PALESTRA
- resp. cantiere:
- assist. cantiere:

- data prova : 15/10/2008
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 4,50 m da quota inizio
- data emiss. : 28/10/2008

Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Rl (-)	Natura Litol.	Y' t/m²	NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE											
					p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	e1s (°)	e2s (°)	e3s (°)	e4s (°)	oem (°)	omy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
20.20	50	25	4/0	1.01	2.39	1.87	4.0	666	999	150	27	32	34	37	40	28	31	0.051	83	125	100
20.40	120	45	3:00	1.03	2.41	--	--	--	--	--	57	36	38	40	43	33	35	0.122	200	300	240
20.60	120	45	3:00	1.03	2.43	--	--	--	--	--	57	36	38	40	43	33	35	0.121	200	300	240
20.80	100	37	3:00	1.00	2.45	--	--	--	--	--	50	35	37	40	42	32	34	0.104	167	250	200
21.00	50	19	4/0	1.01	2.47	1.67	3.8	604	1042	150	26	32	34	37	40	28	31	0.050	83	125	100
21.20	20	10	4/0	0.93	2.49	0.85	1.9	455	793	55	1	28	31	35	38	25	28	--	--	--	--
21.40	24	15	4/0	0.94	2.51	0.85	1.7	510	765	72	--	28	31	35	38	25	28	0.001	40	60	48
21.60	30	28	4/0	0.98	2.53	1.00	2.0	562	842	90	8	29	32	35	39	25	29	0.017	50	75	60
21.80	20	15	4/0	0.93	2.54	0.80	1.5	467	701	60	--	28	31	35	38	25	27	--	--	--	--
22.00	40	30	4/0	1.00	2.56	1.33	2.8	661	1022	120	18	30	33	36	39	27	30	0.033	67	100	80
22.20	36	39	3:00	0.89	2.58	--	--	--	--	--	14	30	33	36	39	26	30	0.027	60	90	72
22.40	20	12	4/0	0.93	2.60	0.80	1.4	469	703	60	4	28	31	35	38	25	27	--	33	50	40
22.60	100	75	3:00	1.00	2.62	--	--	--	--	--	4	35	37	39	42	32	34	0.100	167	250	200
22.80	120	45	3:00	1.03	2.64	--	--	--	--	--	55	36	38	40	42	33	35	0.118	200	300	240
23.00	84	35	3:00	0.97	2.66	--	--	--	--	--	42	34	36	39	41	31	33	0.085	140	210	168
23.20	26	15	4/0	0.95	2.68	0.93	1.7	535	803	78	2	28	31	35	38	25	28	0.004	43	65	52
23.40	24	18	4/0	0.94	2.70	0.89	1.6	516	774	72	--	28	31	35	38	25	28	--	40	60	48
23.60	24	22	4/0	0.94	2.72	0.89	1.6	517	775	72	--	28	31	35	38	25	28	--	40	60	48
23.80	20	18	4/0	0.93	2.74	0.85	1.4	495	743	66	--	28	31	35	38	25	28	--	37	55	44
24.00	24	18	4/0	0.94	2.75	0.89	1.6	518	776	72	--	28	31	35	38	25	28	--	40	60	48
24.20	24	18	4/0	0.94	2.77	0.89	1.6	518	777	72	--	28	31	35	38	25	28	--	40	60	48
24.40	24	18	4/0	0.94	2.79	0.89	1.6	518	778	72	--	28	31	35	38	25	28	--	40	60	48
24.60	120	75	3:00	1.03	2.81	--	--	--	--	--	53	35	38	40	42	32	35	0.112	200	300	240
24.80	130	65	3:00	1.05	2.83	--	--	--	--	--	56	36	38	40	42	33	35	0.118	217	325	260
25.00	120	45	3:00	1.03	2.85	--	--	--	--	--	53	35	38	40	42	32	35	0.111	200	300	240
25.20	40	15	4/0	1.00	2.87	1.33	2.4	715	1073	120	15	30	33	36	39	26	30	0.028	67	100	80
25.40	120	45	3:00	1.03	2.90	--	--	--	--	--	52	35	38	40	42	32	35	0.110	200	300	240
25.60	160	60	3:00	1.09	2.92	--	--	--	--	--	62	37	39	41	43	34	36	0.136	267	400	320
25.80	200	50	3:00	1.15	2.94	--	--	--	--	--	69	38	40	42	44	35	38	0.168	333	500	400
26.00	200	50	3:00	1.15	2.96	--	--	--	--	--	69	38	40	41	44	35	38	0.157	333	500	400
26.20	240	60	3:00	1.15	2.99	--	--	--	--	--	75	39	40	42	44	36	39	0.175	400	600	480
26.40	160	30	4/0	1.10	3.01	5.33	12.8	907	1360	480	61	37	39	41	43	33	36	0.134	267	400	320
26.60	120	30	4/0	1.07	3.03	4.00	8.9	718	1076	360	51	35	37	40	42	32	35	0.107	200	300	240
26.80	60	18	4/0	1.02	3.05	2.00	3.7	860	1291	160	27	32	35	37	40	28	32	0.052	100	150	120
27.00	30	13	4/0	0.98	3.07	1.00	1.6	581	872	60	3	28	32	35	38	25	29	0.008	50	75	60
27.20	20	12	4/0	0.93	3.09	0.80	1.2	476	714	60	--	28	31	35	38	25	27	--	33	50	40
27.40	40	17	4/0	1.00	3.11	1.33	2.2	733	1100	120	13	30	33	36	39	26	30	0.025	67	100	80
27.60	80	46	3:00	0.97	3.13	--	--	--	--	--	37	33	36	38	41	29	33	0.072	133	200	160
27.80	40	15	4/0	1.00	3.15	1.33	2.1	736	1104	120	13	30	33	36	39	25	30	0.025	67	100	80
28.00	40	15	4/0	1.00	3.17	1.33	2.1	737	1108	120	12	30	33	36	39	25	30	0.024	67	100	80
28.20	20	14	4/0	0.93	3.18	0.80	1.1	477	718	60	--	28	31	35	38	25	27	--	33	50	40
28.40	16	13	2/0/0	0.98	3.20	0.70	0.9	417	626	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
28.60	30	20	4/0	0.98	3.22	1.00	1.5	565	878	90	2	28	31	35	38	25	29	0.005	50	75	60
28.80	28	16	4/0	0.95	3.24	0.93	1.3	548	822	78	--	28	31	35	38	25	28	--	43	65	52
29.00	30	15	4/0	0.96	3.26	1.00	1.4	566	879	90	2	28	31	35	38	25	29	0.004	50	75	60
29.20	24	13	4/0	0.94	3.28	0.89	1.2	527	791	72	--	28	31	35	38	25	28	--	40	60	48
29.40	140	105	3:00	1.06	3.30	--	--	--	--	--	54	36	38	40	42	32	36	0.115	233	350	280
29.60	140	58	3:00	1.06	3.32	--	--	--	--	--	54	36	38	40	42	32	36	0.115	233	350	280
29.80	100	37	3:00	1.00	3.34	--	--	--	--	--	43	34	36	39	41	30	34	0.068	167	250	200
30.00	100	37	3:00	1.00	3.36	--	--	--	--	--	42	34	36	39	41	30	34	0.085	167	250	200

ALLEGATI INDAGINI GEOFISICHE

STENDIMENTO 1

CLASSIFICAZIONE DEL SITO NTC 2008

22/10/2008

Località Canneto sull'Oglio (Mn)

Metodo di indagine MASW Attivo e Passivo
(misura Vr)

Strumentazione utilizzata Sismografo ABEM RAS-24, 24 canali, 24 bits

Metodo di energizzazione Rumore naturale+10 kg

Geometria stendimento: 12 geofoni - interasse 5 m

RISPOSTA SISMICA LOCALE

(si vedano le tabelle sottostanti per ricavare i valori del coeff. C_c e del coeff. amplificazione S)

Categorie di suolo di fondazione

		S _s	C _c	S=S _g *S _T
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.	1.00	1.00	1.00
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 600 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e Cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).	1.2	1.39	1.20
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT ₃₀ < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < Cu30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).	1.5	1.55	1.50
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT ₃₀ < 15 nei terreni a grana grossa e Cu30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).	1.8	2.26	1.80
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con Vs30 > 600 m/s).	1.6	1.84	1.60
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di Vs30 inferiori a 100 m/s (ovvero 10 < Cu30 < 20 kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.	Servono studi speciali		
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.			

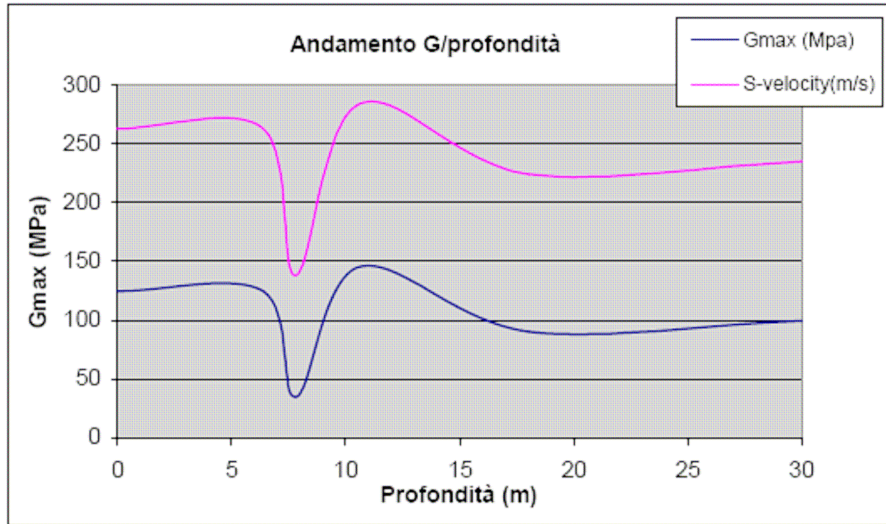
I parametri a/g, F₀ e T_c vengono forniti dalla normativa

Categorie Topografiche:

		St	
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$	1	
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	1.2	valore alla sommità del pendio
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15\% \leq i \leq 30^\circ$	1.2	valore della cresta del rilievo
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	1.4	valore della cresta del rilievo

Le sovraespresse categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

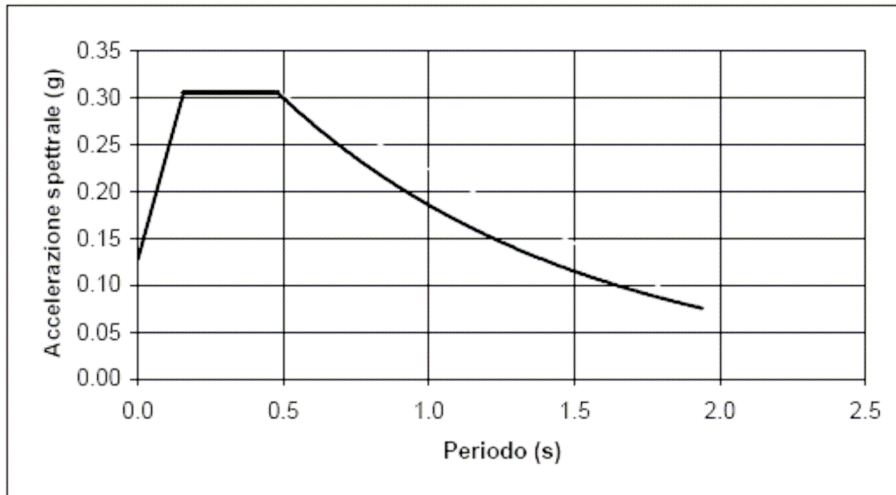
Depth(m)	S-velocity(m/s)	Gmax (Mpa)	ρ (t/mc)
0.0	263	125	1.80
6.4	263	125	1.80
7.8	138	34	1.80
10.6	284	145	1.80
18.0	224	90	1.80
30.0	235	99	1.80



V_{s30} (m/s) = 233

SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO @ 5% SMORZAMENTO - COMP. ORIZZONTALE (NTC 2008)
 Possibilità di superamento del 10% in 50 anni

	Ascisse (s)	Ordinate
$T_0 = a_g \times S$	0.0000	0.1275
$T_b = T_c / 3$	0.1586	0.3065
$T_c = C_c \times T'_c$	0.4759	0.3065
$T_d = 4.0 \times a_g / g + 1.6$	1.9400	0.0752

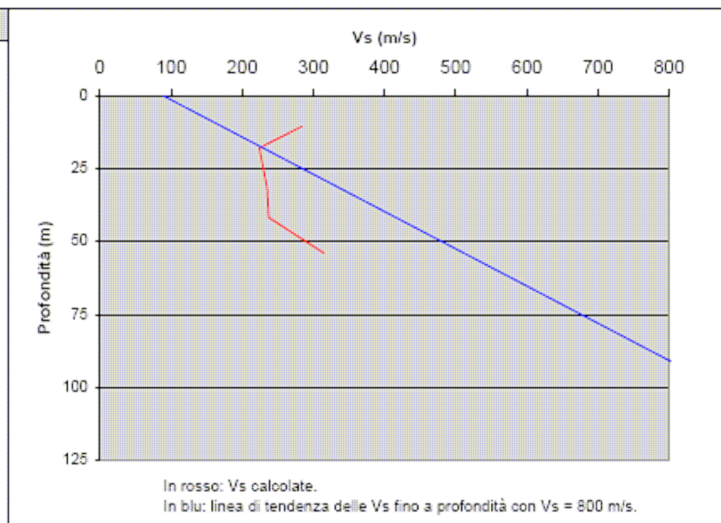


Determinazione del periodo proprio del sito T necessario per l'utilizzo della scheda di valutazione di riferimento, utilizzata nelle indagini di 2° livello per la stima quantitativa della risposta sismica in termini di valore di Fattore di amplificazione Fa, ai sensi della 'Legge per il governo del territorio', L.r. 11 Marzo 2005, n.12.

Il periodo proprio del sito T necessario per l'utilizzo della scheda di valutazione è calcolato considerando la stratigrafia sino alla profondità in cui il valore della velocità Vs è uguale o superiore a 800 m/s, secondo la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

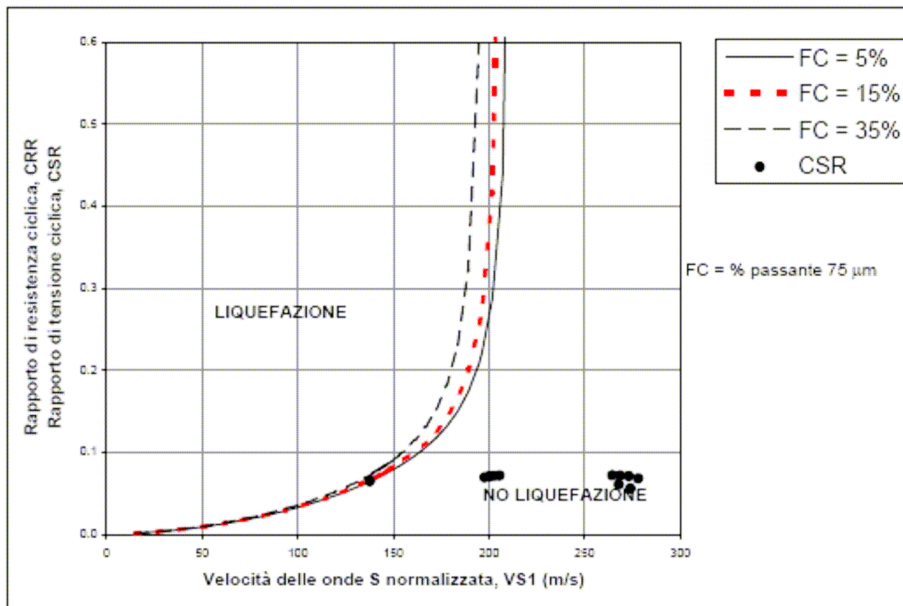
Depth(m)	S-velocity(m/s)	h _i
0.0	263	6.4
6.4	263	1.4
7.8	138	2.8
10.6	284	7.4
18.0	224	13.8
31.8	235	10.0
41.8	237	12.2
54.0	315	36.0
90.0	800	



T(s) = 0.82

VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

profondità (m)	V _s	V _{s1}	CSR	F _s = CRR _{7,5} /CSR _{7,5}
5	263	274	0.056	2.83
6	263	268	0.061	2.32
7	138	138	0.065	1.52
8	284	278	0.069	2.49
9	284	273	0.071	2.20
10	284	269	0.072	2.00
11	284	264	0.072	1.82
12	224	206	0.072	14.53
13	224	203	0.072	9.54
14	224	200	0.071	7.45
15	224	198	0.070	6.32



La velocità delle onde sismiche viene ricondotta ad un valore Vs1, ovvero ad un valore normalizzato ad una tensione efficace p_a = 100 kPa attraverso la:

$$V_{s1} = C_V \cdot V_s = V_s \cdot (p_a / \sigma'_{v0})^{0.25}$$

RAPP. TENSIONALE CICLICO $CSR = \tau_{media} / \sigma' = 0.65 \cdot (a_{max} / g) \cdot (\sigma_v / \sigma'_v) \cdot r_d$

a_{max} = accelerazione di picco al piano campagna

g = accelerazione di gravità

σ_v/σ'_v = tensione totale ed efficace nel sottosuolo

r_d = coefficiente riduttivo dell'azione sismica alla profondità d'interesse che tiene conto della deformabilità del sottosuolo

COEFFICIENTE DI SICUREZZA ALLA LIQUEFAZIONE $F_s = CRR_{7,5} / CSR_{7,5}$

CSR riferito ad terremoto di magnitudo 7.5 $(CSR)_{M=7,5} = (CSR)_M / MSF$

fattore di scala per la magnitudo MSF = 6.9 * EXP(-M/4) - 0.058

RAPP. DI RESISTENZA CICLICA (riferito a M = 7.5) $CRR_{7,5} = 0.022x(V_{s1}/100)^2 + 2.8x(1/(V_{s1}^* - V_{s1}) - 1/V_{s1}^*)$

ALLEGATO 2**AREA "CAMPO SPORTIVO"****ALLEGATI INDAGINI GEOTECNICHE****PROVA PENETROMETRICA - CPT 2**

PROVA PENETROMETRICA STATICA						CPT 2					
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA						3.010496-040					
- committente:			AMMINISTRAZIONE COMUNALE			- data prova :			15/10/2008		
- lavoro:			P.G.T. ADAGUAMENTO SISMICO			- quota inizio :			Piano Campagna		
- località:			CAMPO SPORTIVO			- prof. falda :			2,50 m da quota inizio		
- resp. cantiere:						- data emiss. :			28/10/2008		
- 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	----	----	--	-----	----	10,20	4,0	7,0	8,0	0,40	20,0
0,40	40,0	50,0	80,0	1,33	60,0	10,40	5,0	8,0	10,0	0,40	25,0
0,60	50,0	60,0	100,0	1,33	75,0	10,60	4,0	7,0	8,0	0,40	20,0
0,80	25,0	35,0	50,0	1,33	37,0	10,80	5,0	8,0	10,0	0,40	25,0
1,00	40,0	53,0	80,0	1,73	46,0	11,00	10,0	16,0	20,0	0,80	25,0
1,20	48,0	62,0	96,0	1,87	51,0	11,20	10,0	15,0	20,0	0,67	30,0
1,40	50,0	70,0	100,0	2,67	37,0	11,40	12,0	18,0	24,0	0,80	30,0
1,60	30,0	43,0	60,0	1,73	35,0	11,60	9,0	14,0	18,0	0,67	27,0
1,80	40,0	50,0	80,0	1,33	60,0	11,80	15,0	22,0	30,0	0,93	32,0
2,00	25,0	31,0	50,0	0,80	62,0	12,00	20,0	30,0	40,0	1,33	30,0
2,20	7,0	13,0	14,0	0,80	17,0	12,20	15,0	23,0	30,0	1,07	28,0
2,40	3,0	7,0	6,0	0,53	11,0	12,40	10,0	17,0	20,0	0,93	21,0
2,60	3,0	6,0	6,0	0,40	15,0	12,60	8,0	12,0	16,0	0,53	30,0
2,80	9,0	11,0	18,0	0,27	67,0	12,80	7,0	12,0	14,0	0,67	21,0
3,00	5,0	8,0	10,0	0,40	25,0	13,00	8,0	14,0	16,0	0,80	20,0
3,20	5,0	7,0	10,0	0,27	37,0	13,20	8,0	11,0	16,0	0,40	40,0
3,40	2,0	4,0	4,0	0,27	15,0	13,40	15,0	25,0	30,0	1,33	22,0
3,60	5,0	7,0	10,0	0,27	37,0	13,60	10,0	25,0	20,0	2,00	10,0
3,80	20,0	30,0	40,0	1,33	30,0	13,80	35,0	46,0	70,0	1,47	48,0
4,00	60,0	70,0	120,0	1,33	90,0	14,00	40,0	56,0	80,0	2,13	37,0
4,20	50,0	70,0	100,0	2,67	37,0	14,20	30,0	44,0	60,0	1,87	32,0
4,40	3,0	6,0	6,0	0,40	15,0	14,40	8,0	21,0	16,0	1,73	9,0
4,60	3,0	5,0	6,0	0,27	22,0	14,60	6,0	13,0	12,0	0,93	13,0
4,80	4,0	7,0	8,0	0,40	20,0	14,80	7,0	12,0	14,0	0,67	21,0
5,00	4,0	7,0	8,0	0,40	20,0	15,00	10,0	16,0	20,0	0,80	25,0
5,20	3,0	5,0	6,0	0,27	22,0	15,20	15,0	25,0	30,0	1,33	22,0
5,40	8,0	13,0	16,0	0,67	24,0	15,40	15,0	25,0	30,0	1,33	22,0
5,60	5,0	10,0	10,0	0,67	15,0	15,60	15,0	24,0	30,0	1,20	25,0
5,80	4,0	9,0	8,0	0,67	12,0	15,80	15,0	25,0	30,0	1,33	22,0
6,00	10,0	16,0	20,0	0,80	25,0	16,00	8,0	18,0	16,0	1,33	12,0
6,20	12,0	17,0	24,0	0,67	36,0	16,20	8,0	16,0	16,0	1,07	15,0
6,40	10,0	15,0	20,0	0,67	30,0	16,40	10,0	16,0	20,0	0,80	25,0
6,60	10,0	16,0	20,0	0,80	25,0	16,60	10,0	18,0	20,0	1,07	19,0
6,80	10,0	15,0	20,0	0,67	30,0	16,80	22,0	30,0	44,0	1,07	41,0
7,00	10,0	14,0	20,0	0,53	37,0	17,00	20,0	35,0	40,0	2,00	20,0
7,20	6,0	11,0	12,0	0,67	18,0	17,20	8,0	22,0	16,0	1,87	9,0
7,40	20,0	30,0	40,0	1,33	30,0	17,40	40,0	50,0	80,0	1,33	60,0
7,60	20,0	27,0	40,0	0,93	43,0	17,60	50,0	66,0	100,0	2,13	47,0
7,80	10,0	23,0	20,0	1,73	12,0	17,80	40,0	50,0	80,0	1,33	60,0
8,00	8,0	17,0	16,0	1,20	13,0	18,00	40,0	50,0	80,0	1,33	60,0
8,20	9,0	15,0	18,0	0,80	22,0	18,20	10,0	25,0	20,0	2,00	10,0
8,40	15,0	20,0	30,0	0,67	45,0	18,40	15,0	25,0	30,0	1,33	22,0
8,60	40,0	48,0	80,0	1,07	75,0	18,60	10,0	20,0	20,0	1,33	15,0
8,80	35,0	45,0	70,0	1,33	52,0	18,80	25,0	35,0	50,0	1,33	37,0
9,00	38,0	48,0	76,0	1,33	57,0	19,00	23,0	33,0	46,0	1,33	34,0
9,20	26,0	36,0	52,0	1,33	39,0	19,20	26,0	33,0	52,0	0,93	56,0
9,40	22,0	35,0	44,0	1,73	25,0	19,40	15,0	26,0	30,0	1,47	20,0
9,60	22,0	33,0	44,0	1,47	30,0	19,60	15,0	26,0	30,0	1,47	20,0
9,80	15,0	25,0	30,0	1,33	22,0	19,80	11,0	21,0	22,0	1,33	16,0
10,00	6,0	16,0	12,0	1,33	9,0	20,00	50,0	70,0	100,0	2,67	37,0

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

CPT 2

3.010496-040

- committente:	AMMINISTRAZIONE COMUNALE	- data prova :	15/10/2008
- lavoro:	P.G.T. ADAGUAMENTO SISMICO	- quota inizio :	Piano Campagna
- località:	CAMPO SPORTIVO	- prof. falda :	2,50 m da quota inizio
- resp. cantiere:		- data emiss. :	28/10/2008
- 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	50,0	70,0	100,0	2,67	37,0	25,20	18,0	28,0	36,0	1,33	27,0
20,40	50,0	70,0	100,0	2,67	37,0	25,40	13,0	26,0	26,0	1,73	15,0
20,60	40,0	60,0	80,0	2,67	30,0	25,60	15,0	26,0	30,0	1,47	20,0
20,80	20,0	35,0	40,0	2,00	20,0	25,80	50,0	60,0	100,0	1,33	75,0
21,00	10,0	23,0	20,0	1,73	12,0	26,00	70,0	95,0	140,0	3,33	42,0
21,20	13,0	21,0	26,0	1,07	24,0	26,20	80,0	110,0	160,0	4,00	40,0
21,40	10,0	21,0	20,0	1,47	14,0	26,40	20,0	44,0	40,0	3,20	12,0
21,60	15,0	25,0	30,0	1,33	22,0	26,60	40,0	55,0	80,0	2,00	40,0
21,80	13,0	20,0	26,0	0,93	28,0	26,80	20,0	28,0	40,0	1,07	37,0
22,00	20,0	30,0	40,0	1,33	30,0	27,00	40,0	56,0	80,0	2,13	37,0
22,20	16,0	26,0	32,0	1,33	24,0	27,20	80,0	96,0	160,0	2,13	75,0
22,40	10,0	20,0	20,0	1,33	15,0	27,40	90,0	110,0	180,0	2,67	67,0
22,60	10,0	20,0	20,0	1,33	15,0	27,60	100,0	120,0	200,0	2,67	75,0
22,80	35,0	45,0	70,0	1,33	52,0	27,80	90,0	110,0	180,0	2,67	67,0
23,00	16,0	30,0	32,0	1,87	17,0	28,00	100,0	125,0	200,0	3,33	60,0
23,20	15,0	26,0	30,0	1,47	20,0	28,20	100,0	130,0	200,0	4,00	50,0
23,40	13,0	28,0	26,0	2,00	13,0	28,40	100,0	130,0	200,0	4,00	50,0
23,60	50,0	58,0	100,0	1,07	94,0	28,60	84,0	110,0	168,0	3,47	48,0
23,80	50,0	63,0	100,0	1,73	58,0	28,80	100,0	120,0	200,0	2,67	75,0
24,00	50,0	60,0	100,0	1,33	75,0	29,00	100,0	130,0	200,0	4,00	50,0
24,20	80,0	100,0	160,0	2,67	60,0	29,20	100,0	130,0	200,0	4,00	50,0
24,40	60,0	80,0	120,0	2,67	45,0	29,40	120,0	150,0	240,0	4,00	60,0
24,60	20,0	40,0	40,0	2,67	15,0	29,60	105,0	132,0	210,0	3,60	58,0
24,80	13,0	24,0	26,0	1,47	18,0	29,80	110,0	140,0	220,0	4,00	55,0
25,00	25,0	33,0	50,0	1,07	47,0	30,00	110,0	140,0	220,0	4,00	55,0

- PENETROMETRO STATICO tipo da 10 t - (con anello allargatore) -
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 20 - 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)

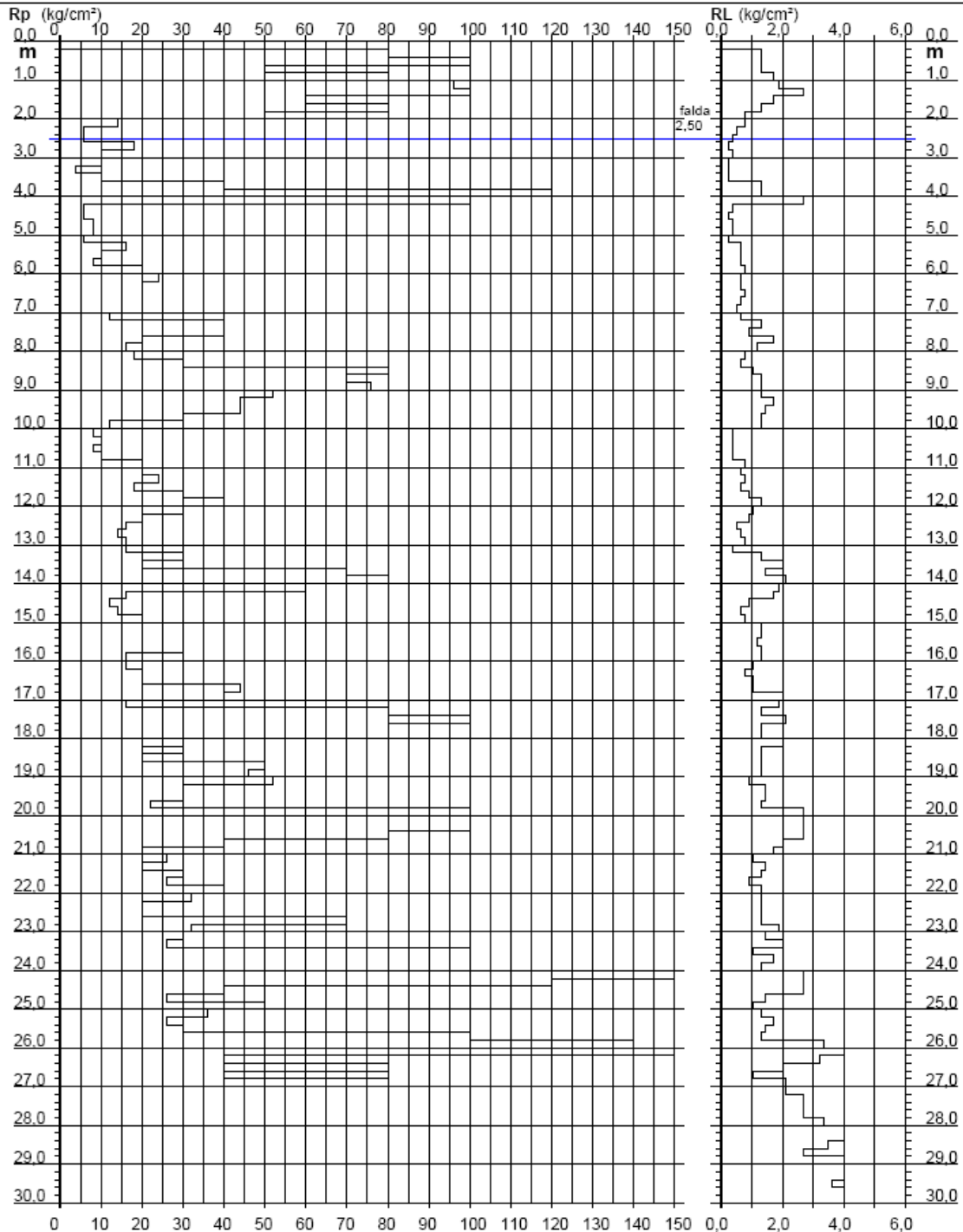
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 2

3.010496-040

- committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE
- lavoro: P.G.T. ADAGUAMENTO SISMICO
- località: CAMPO SPORTIVO
- resp. cantiere:
- assist. cantiere:

- data prova : 15/10/2008
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,50 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 150
- data emiss. : 28/10/2008



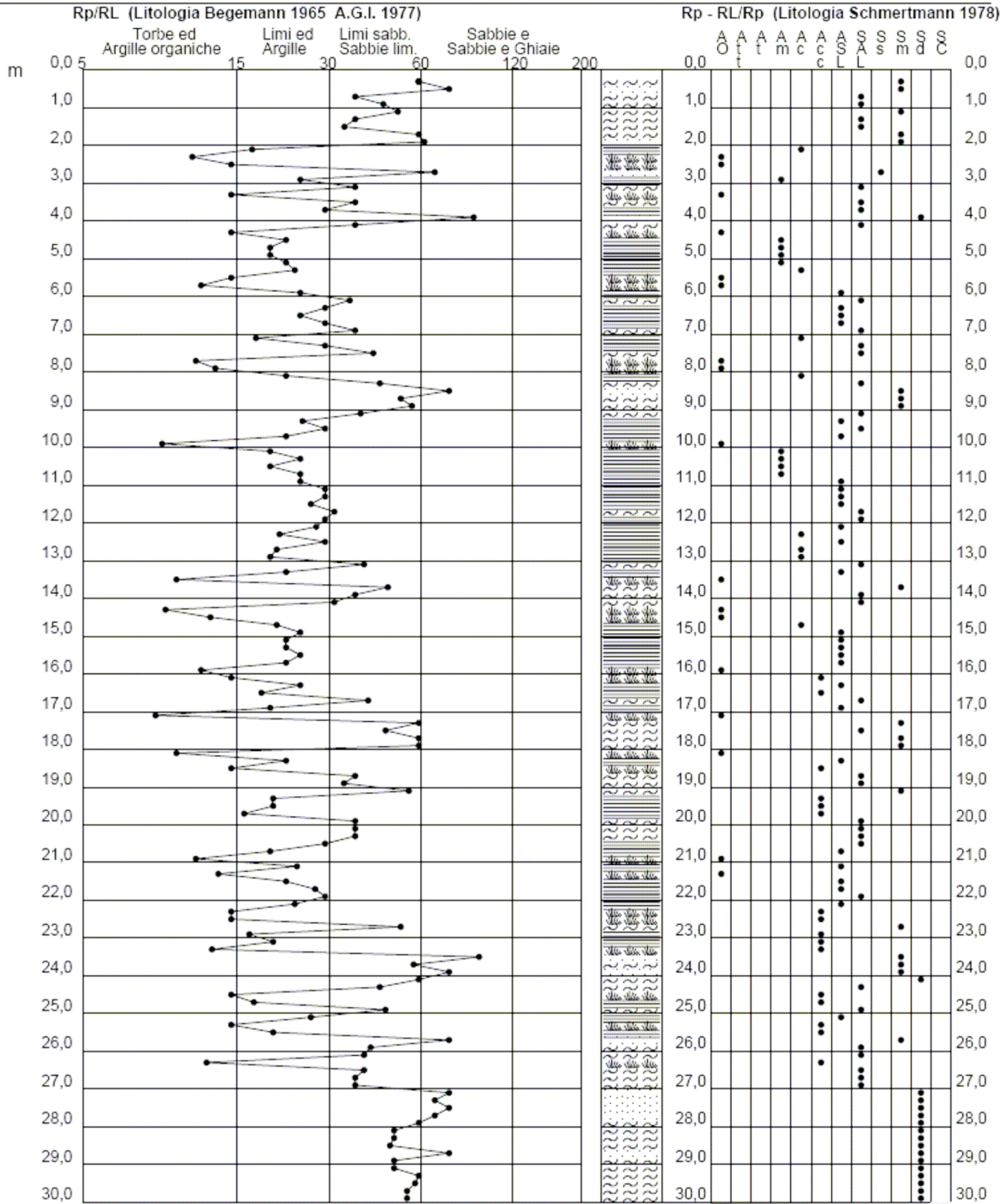
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

CPT 2

3.010496-040

- committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE
- lavoro: P.G.T. ADAGUAMENTO SISMICO
- località: CAMPO SPORTIVO
- resp. cantiere:
- assist. cantiere:

- data prova : 15/10/2008
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,50 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 150
- data emiss. : 28/10/2008



**PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

CPT 2

3.010496-040

- committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE
- lavoro: P.G.T. ADAGUAMENTO SISMICO
- località: CAMPO SPORTIVO
- resp. cantiere:
- assist. cantiere:

- data prova : 15/10/2008
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,50 m da quota inizio
- data emiss. : 28/10/2008

Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Ri (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	NATURA COESIVA				NATURA GRANULARE											
						Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	omy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
20.20	100	37	3:.....	1.00	2.08	--	--	--	--	54	36	38	40	42	33	34	0.116	167	250	200	
20.40	100	37	3:.....	1.00	2.10	--	--	--	--	54	36	38	40	42	33	34	0.114	167	250	200	
20.60	80	30	4:..	1.03	2.10	2.87	8.4	504	757	240	46	34	37	39	42	32	0.094	133	200	160	
20.80	40	20	4:..	1.00	2.14	1.33	3.5	603	905	120	22	31	34	37	40	28	0.042	67	100	80	
21.00	20	12	4:..	0.93	2.16	0.80	1.8	456	683	60	--	28	31	35	38	25	27	--	33	50	40
21.20	26	24	4:..	0.96	2.18	0.93	2.2	512	767	78	7	29	32	35	39	25	28	0.015	43	65	52
21.40	20	14	4:..	0.93	2.20	0.80	1.8	457	686	60	--	28	31	35	38	25	27	--	33	50	40
21.60	30	22	4:..	0.96	2.22	1.00	2.3	541	812	90	11	30	33	36	39	26	29	0.022	50	75	60
21.80	26	28	4:..	0.95	2.23	0.93	2.1	515	773	78	6	29	32	35	38	25	28	0.014	43	65	52
22.00	40	30	4:..	1.00	2.25	1.33	3.3	629	944	120	21	31	34	37	40	27	30	0.039	67	100	80
22.20	22	24	4:..	0.97	2.27	1.07	2.4	570	855	96	13	30	33	36	39	26	29	0.026	53	80	64
22.40	20	15	4:..	0.93	2.29	0.80	1.7	460	691	60	--	28	31	35	38	25	27	--	33	50	40
22.60	20	15	4:..	0.93	2.31	0.80	1.7	461	692	60	--	28	31	35	38	25	27	--	33	50	40
22.80	70	52	3:.....	0.96	2.33	--	--	--	--	39	33	36	38	41	30	32	0.078	117	175	140	
23.00	32	17	4:..	0.97	2.35	1.07	2.3	576	865	96	12	30	33	36	39	26	29	0.024	53	80	64
23.20	30	20	4:..	0.98	2.37	1.00	2.1	552	829	90	10	29	32	35	39	25	28	0.020	50	75	60
23.40	26	18	4:..	0.95	2.39	0.93	1.9	523	785	78	4	28	32	35	38	25	28	0.011	43	65	52
23.60	100	94	3:.....	1.00	2.41	--	--	--	--	51	35	37	40	42	32	34	0.105	167	250	200	
23.80	100	58	3:.....	1.00	2.43	--	--	--	--	50	35	37	40	42	32	34	0.105	167	250	200	
24.00	100	75	3:.....	1.00	2.45	--	--	--	--	50	35	37	40	42	32	34	0.104	167	250	200	
24.20	160	60	3:.....	1.09	2.47	--	--	--	--	66	37	39	41	43	35	36	0.148	267	400	320	
24.40	120	45	3:.....	1.03	2.49	--	--	--	--	58	36	38	40	42	33	35	0.120	200	300	240	
24.60	40	15	4:..	1.00	2.51	1.33	2.8	674	1011	120	16	31	33	36	39	27	30	0.034	67	100	80
24.80	26	18	4:..	0.95	2.53	0.93	1.8	530	794	78	3	28	32	35	38	25	28	0.008	43	65	52
25.00	50	47	3:.....	0.92	2.55	--	--	--	--	25	32	34	37	40	28	31	0.048	83	125	100	
25.20	36	27	4:..	0.99	2.57	1.20	2.4	642	963	108	14	30	33	36	39	26	30	0.027	60	90	72
25.40	26	15	4:..	0.95	2.59	0.93	1.7	532	798	78	3	28	32	35	38	25	28	0.006	43	65	52
25.60	30	20	4:..	0.96	2.61	1.00	1.9	565	848	90	7	29	32	35	39	25	28	0.016	50	75	60
25.80	100	75	3:.....	1.00	2.63	--	--	--	--	48	35	37	39	42	32	34	0.100	167	250	200	
26.00	140	42	3:.....	1.06	2.65	--	--	--	--	60	36	38	41	43	33	35	0.130	233	350	280	
26.20	160	40	3:.....	1.09	2.67	--	--	--	--	64	37	39	41	43	34	36	0.142	267	400	320	
26.40	40	12	4:..	1.00	2.69	1.33	2.6	696	1045	120	16	30	33	36	39	26	30	0.031	67	100	80
26.60	80	40	3:.....	0.97	2.71	--	--	--	--	40	34	36	39	41	30	33	0.080	133	200	160	
26.80	40	37	3:.....	0.90	2.73	--	--	--	--	16	30	33	36	39	26	30	0.031	67	100	80	
27.00	80	37	3:.....	0.97	2.75	--	--	--	--	40	34	36	39	41	30	33	0.079	133	200	160	
27.20	160	75	3:.....	1.09	2.77	--	--	--	--	63	37	39	41	43	34	36	0.140	267	400	320	
27.40	180	67	3:.....	1.12	2.79	--	--	--	--	67	37	39	41	43	35	37	0.151	300	450	360	
27.60	200	75	3:.....	1.15	2.81	--	--	--	--	71	38	40	42	44	35	38	0.161	333	500	400	
27.80	180	67	3:.....	1.12	2.83	--	--	--	--	67	37	39	41	43	34	37	0.150	300	450	360	
28.00	200	60	3:.....	1.15	2.86	--	--	--	--	70	38	40	42	44	35	38	0.160	333	500	400	
28.20	200	50	3:.....	1.15	2.88	--	--	--	--	70	38	40	42	44	35	38	0.159	333	500	400	
28.40	200	50	3:.....	1.15	2.90	--	--	--	--	70	38	40	42	44	35	38	0.159	333	500	400	
28.60	168	48	3:.....	1.10	2.93	--	--	--	--	64	37	39	41	43	34	37	0.141	230	420	336	
28.80	200	75	3:.....	1.15	2.95	--	--	--	--	69	38	40	42	44	35	38	0.157	333	500	400	
29.00	200	50	3:.....	1.15	2.97	--	--	--	--	69	38	40	41	44	35	38	0.157	333	500	400	
29.20	200	50	3:.....	1.15	2.99	--	--	--	--	69	38	40	41	44	35	38	0.156	333	500	400	
29.40	240	60	3:.....	1.15	3.02	--	--	--	--	75	39	40	42	44	36	39	0.175	400	600	480	
29.60	210	58	3:.....	1.15	3.04	--	--	--	--	70	38	40	42	44	35	38	0.160	350	525	420	
29.80	220	55	3:.....	1.15	3.06	--	--	--	--	72	38	40	42	44	35	38	0.164	367	550	440	
30.00	220	55	3:.....	1.15	3.08	--	--	--	--	72	38	40	42	44	35	38	0.164	367	550	440	

ALLEGATI INDAGINI GEOFISICHE

CLASSIFICAZIONE DEL SITO NTC 2008

22/10/2008

Località Canneto sull'Oglio (Mn)
 Metodo di indagine MASW Attivo e Passivo
 (misura V_r)
 Strumentazione utilizzata Sismografo ABEM RAS-24, 24 canali, 24 bits
 Metodo di energizzazione Rumore naturale+10 kg
 Geometria stendimento: 12 geofoni - interasse 5 m

RISPOSTA SISMICA LOCALE

(si vedano le tabelle sottostanti per ricavare i valori del coeff. C_c e del coeff. amplificazione S)

Categorie di suolo di fondazione

		S_s	C_c	$S=S_s \cdot S_T$
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.	1.00	1.00	1.00
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $Cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).	1.2	1.39	1.20
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < Cu_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).	1.5	1.55	1.50
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT_{30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $Cu_{30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).	1.8	2.26	1.80
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_{s30} > 800$ m/s).	1.6	1.84	1.60
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di V_{s30} inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < Cu_{30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.	Servono studi speciali		
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.			

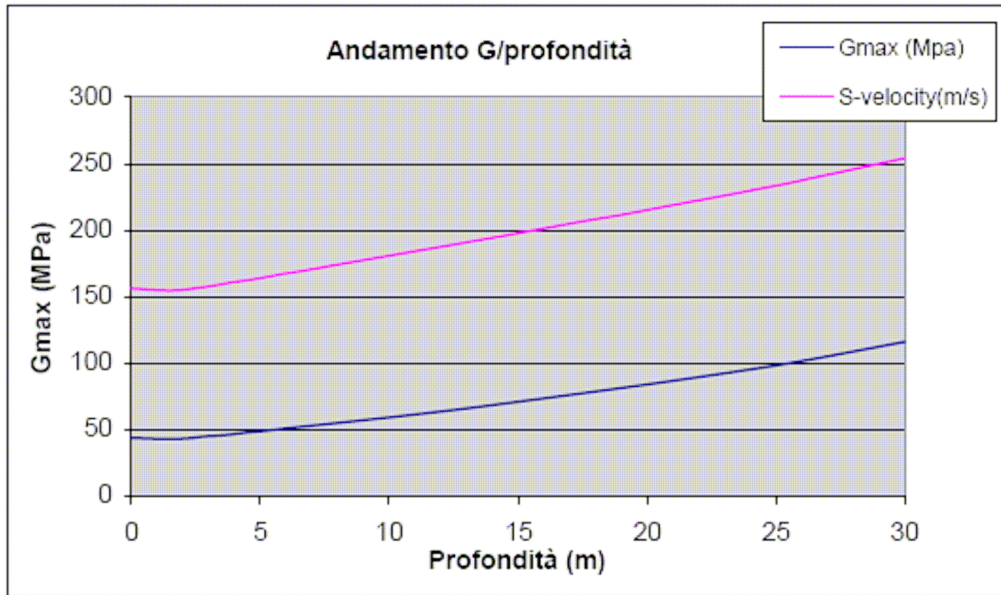
I parametri a/g , F_0 e T_c vengono forniti dalla normativa

Categorie Topografiche:

		S_t	
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$	1	
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	1.2	valore alla sommità del pendio
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	1.2	valore della cresta del rilievo
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	1.4	valore della cresta del rilievo

Le sovraespresse categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

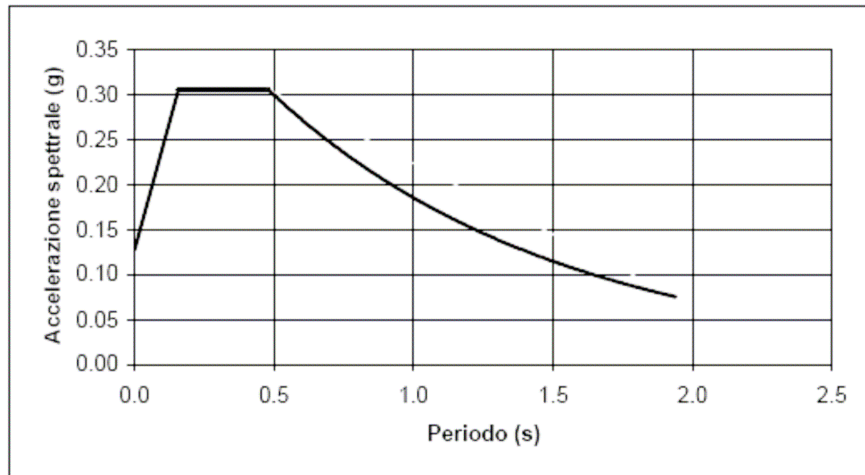
Depth(m)	S-velocity(m/s)	Gmax (Mpa)	ρ (t/mc)
0.0	156	44	1.80
2.4	156	44	1.80
13.3	192	66	1.80
24.1	230	95	1.80
30.0	254	116	1.80



Vs30 (m/s) = 211

SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO @ 5% SMORZAMENTO - COMP. ORIZZONTALE (NTC 2008)
 Possibilità di superamento del 10% in 50 anni

	Ascisse (s)	Ordinate
$T_0 = ag \times S$	0.0000	0.1275
$T_b = T_c / 3$	0.1586	0.3065
$T_c = C_c \times T'_c$	0.4759	0.3065
$T_d = 4.0 \times a_g / g + 1.6$	1.9400	0.0752

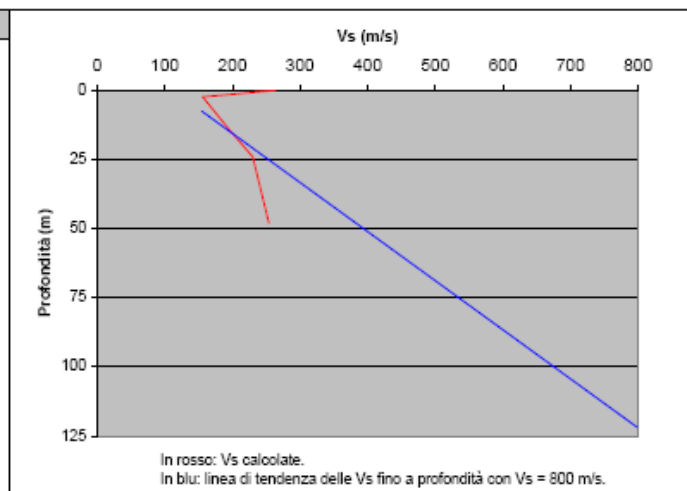


Determinazione del periodo proprio del sito T necessario per l'utilizzo della scheda di valutazione di riferimento, utilizzata nelle indagini di 2° livello per la stima quantitativa della risposta sismica in termini di valore di Fattore di amplificazione Fa, ai sensi della 'Legge per il governo del territorio', L.r. 11 Marzo 2005, n.12.

Il periodo proprio del sito T necessario per l'utilizzo della scheda di valutazione è calcolato considerando la stratigrafia sino alla profondità in cui il valore della velocità Vs è uguale o superiore a 800 m/s, secondo la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

Depth(m)	S-velocity(m/s)	h _i
0.0	263	2.4
2.4	156	10.9
13.3	192	10.8
24.1	230	24.0
48.0	254	74.0
122.0	800	



T(s) = 0.86

ALLEGATO 3

AREA VERDE "CIMITERO"

ALLEGATI INDAGINI GEOTECNICHE

PROVA PENETROMETRICA - CPT 3

PROVA PENETROMETRICA STATICA						CPT 3					
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA						3.010496-040					
- committente:		AMMINISTRAZIONE COMUNALE				- data prova :		15/10/2008			
- lavoro:		P.G.T. ADEGUAMENTO SISMICO				- quota inizio :		Piano Campagna			
- località:		AREA VERDE CIMITERO				- prof. falda :		3,80 m da quota inizio			
- resp. cantiere:						- data emiss. :		28/10/2008			
- 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	----	----	--	-----	----	10,20	9,0	14,0	18,0	0,67	27,0
0,40	40,0	50,0	80,0	1,33	60,0	10,40	10,0	17,0	20,0	0,93	21,0
0,60	50,0	58,0	100,0	1,07	94,0	10,60	10,0	15,0	20,0	0,67	30,0
0,80	50,0	58,0	100,0	1,07	94,0	10,80	12,0	15,0	24,0	0,40	60,0
1,00	45,0	55,0	90,0	1,33	67,0	11,00	20,0	27,0	40,0	0,93	43,0
1,20	45,0	55,0	90,0	1,33	67,0	11,20	19,0	31,0	38,0	1,60	24,0
1,40	50,0	58,0	100,0	1,07	94,0	11,40	36,0	50,0	72,0	1,87	39,0
1,60	60,0	70,0	120,0	1,33	90,0	11,60	35,0	48,0	70,0	1,73	40,0
1,80	70,0	84,0	140,0	1,87	75,0	11,80	13,0	24,0	26,0	1,47	18,0
2,00	80,0	100,0	160,0	2,67	60,0	12,00	10,0	20,0	20,0	1,33	15,0
2,20	35,0	50,0	70,0	2,00	35,0	12,20	22,0	32,0	44,0	1,33	33,0
2,40	62,0	80,0	124,0	2,40	52,0	12,40	40,0	53,0	80,0	1,73	46,0
2,60	60,0	70,0	120,0	1,33	90,0	12,60	40,0	51,0	80,0	1,47	55,0
2,80	15,0	30,0	30,0	2,00	15,0	12,80	40,0	50,0	80,0	1,33	60,0
3,00	30,0	40,0	60,0	1,33	45,0	13,00	17,0	30,0	34,0	1,73	20,0
3,20	14,0	34,0	28,0	2,67	10,0	13,20	8,0	22,0	16,0	1,87	9,0
3,40	10,0	22,0	20,0	1,60	12,0	13,40	42,0	50,0	84,0	1,07	79,0
3,60	8,0	15,0	16,0	0,93	17,0	13,60	46,0	60,0	92,0	1,87	49,0
3,80	10,0	15,0	20,0	0,67	30,0	13,80	35,0	45,0	70,0	1,33	52,0
4,00	5,0	15,0	10,0	1,33	7,0	14,00	40,0	52,0	80,0	1,60	50,0
4,20	6,0	9,0	12,0	0,40	30,0	14,20	30,0	40,0	60,0	1,33	45,0
4,40	7,0	9,0	14,0	0,27	52,0	14,40	9,0	20,0	18,0	1,47	12,0
4,60	5,0	13,0	10,0	1,07	9,0	14,60	7,0	15,0	14,0	1,07	13,0
4,80	6,0	11,0	12,0	0,67	18,0	14,80	10,0	18,0	20,0	1,07	19,0
5,00	5,0	8,0	10,0	0,40	25,0	15,00	20,0	31,0	40,0	1,47	27,0
5,20	5,0	9,0	10,0	0,53	19,0	15,20	16,0	30,0	32,0	1,87	17,0
5,40	100,0	115,0	200,0	2,00	100,0	15,40	11,0	24,0	22,0	1,73	13,0
5,60	130,0	140,0	260,0	1,33	195,0	15,60	13,0	25,0	26,0	1,60	16,0
5,80	35,0	47,0	70,0	1,60	44,0	15,80	40,0	50,0	80,0	1,33	60,0
6,00	8,0	22,0	16,0	1,87	9,0	16,00	27,0	40,0	54,0	1,73	31,0
6,20	4,0	8,0	8,0	0,53	15,0	16,20	10,0	23,0	20,0	1,73	12,0
6,40	60,0	70,0	120,0	1,33	90,0	16,40	11,0	20,0	22,0	1,20	18,0
6,60	70,0	80,0	140,0	1,33	105,0	16,60	50,0	63,0	100,0	1,73	58,0
6,80	70,0	90,0	140,0	2,67	52,0	16,80	40,0	56,0	80,0	2,13	37,0
7,00	90,0	106,0	180,0	2,13	84,0	17,00	35,0	50,0	70,0	2,00	35,0
7,20	40,0	50,0	80,0	1,33	60,0	17,20	12,0	22,0	24,0	1,33	18,0
7,40	8,0	18,0	16,0	1,33	12,0	17,40	9,0	17,0	18,0	1,07	17,0
7,60	15,0	27,0	30,0	1,60	19,0	17,60	7,0	15,0	14,0	1,07	13,0
7,80	40,0	52,0	80,0	1,60	50,0	17,80	36,0	50,0	72,0	1,87	39,0
8,00	40,0	53,0	80,0	1,73	46,0	18,00	60,0	70,0	120,0	1,33	90,0
8,20	30,0	40,0	60,0	1,33	45,0	18,20	70,0	87,0	140,0	2,27	62,0
8,40	40,0	54,0	80,0	1,87	43,0	18,40	40,0	55,0	80,0	2,00	40,0
8,60	40,0	57,0	80,0	2,27	35,0	18,60	40,0	52,0	80,0	1,60	50,0
8,80	50,0	60,0	100,0	1,33	75,0	18,80	50,0	65,0	100,0	2,00	50,0
9,00	13,0	31,0	26,0	2,40	11,0	19,00	50,0	66,0	100,0	2,13	47,0
9,20	7,0	13,0	14,0	0,80	17,0	19,20	70,0	90,0	140,0	2,67	52,0
9,40	8,0	13,0	16,0	0,67	24,0	19,40	70,0	90,0	140,0	2,67	52,0
9,60	8,0	13,0	16,0	0,67	24,0	19,60	90,0	110,0	180,0	2,67	67,0
9,80	6,0	10,0	12,0	0,53	22,0	19,80	80,0	100,0	160,0	2,67	60,0
10,00	7,0	12,0	14,0	0,67	21,0	20,00	70,0	95,0	140,0	3,33	42,0

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

3.010496-040

- committente:	AMMINISTRAZIONE COMUNALE	- data prova :	15/10/2008
- lavoro:	P.G.T. ADEGUAMENTO SISMICO	- quota inizio :	Piano Campagna
- località:	AREA VERDE CIMITERO	- prof. falda :	3,80 m da quota inizio
- resp. cantiere:		- data emiss. :	28/10/2008
- 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	90,0	106,0	180,0	2,13	84,0	25,20	70,0	90,0	140,0	2,67	52,0
20,40	60,0	76,0	120,0	2,13	56,0	25,40	70,0	98,0	140,0	3,73	37,0
20,60	60,0	74,0	120,0	1,87	64,0	25,60	40,0	60,0	80,0	2,67	30,0
20,80	60,0	78,0	120,0	2,40	50,0	25,80	50,0	80,0	100,0	4,00	25,0
21,00	65,0	95,0	130,0	4,00	32,0	26,00	40,0	65,0	80,0	3,33	24,0
21,20	96,0	115,0	192,0	2,53	76,0	26,20	50,0	70,0	100,0	2,67	37,0
21,40	25,0	45,0	50,0	2,67	19,0	26,40	60,0	87,0	120,0	3,60	33,0
21,60	50,0	70,0	100,0	2,67	37,0	26,60	70,0	100,0	140,0	4,00	35,0
21,80	70,0	90,0	140,0	2,67	52,0	26,80	20,0	46,0	40,0	3,47	12,0
22,00	90,0	116,0	180,0	3,47	52,0	27,00	13,0	33,0	26,0	2,67	10,0
22,20	60,0	90,0	120,0	4,00	30,0	27,20	40,0	70,0	80,0	4,00	20,0
22,40	75,0	100,0	150,0	3,33	45,0	27,40	10,0	25,0	20,0	2,00	10,0
22,60	24,0	42,0	48,0	2,40	20,0	27,60	13,0	25,0	26,0	1,60	16,0
22,80	80,0	100,0	160,0	2,67	60,0	27,80	10,0	18,0	20,0	1,07	19,0
23,00	60,0	90,0	120,0	4,00	30,0	28,00	20,0	30,0	40,0	1,33	30,0
23,20	60,0	80,0	120,0	2,67	45,0	28,20	50,0	75,0	100,0	3,33	30,0
23,40	50,0	70,0	100,0	2,67	37,0	28,40	50,0	70,0	100,0	2,67	37,0
23,60	60,0	70,0	120,0	1,33	90,0	28,60	70,0	90,0	140,0	2,67	52,0
23,80	25,0	42,0	50,0	2,27	22,0	28,80	70,0	90,0	140,0	2,67	52,0
24,00	20,0	37,0	40,0	2,27	18,0	29,00	76,0	100,0	152,0	3,20	47,0
24,20	22,0	38,0	44,0	2,13	21,0	29,20	65,0	90,0	130,0	3,33	39,0
24,40	60,0	78,0	120,0	2,40	50,0	29,40	60,0	85,0	120,0	3,33	36,0
24,60	60,0	80,0	120,0	2,67	45,0	29,60	50,0	70,0	100,0	2,67	37,0
24,80	55,0	80,0	110,0	3,33	33,0	29,80	60,0	80,0	120,0	2,67	45,0
25,00	70,0	90,0	140,0	2,67	52,0	30,00	90,0	90,0	180,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo da 10 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 20 - 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)

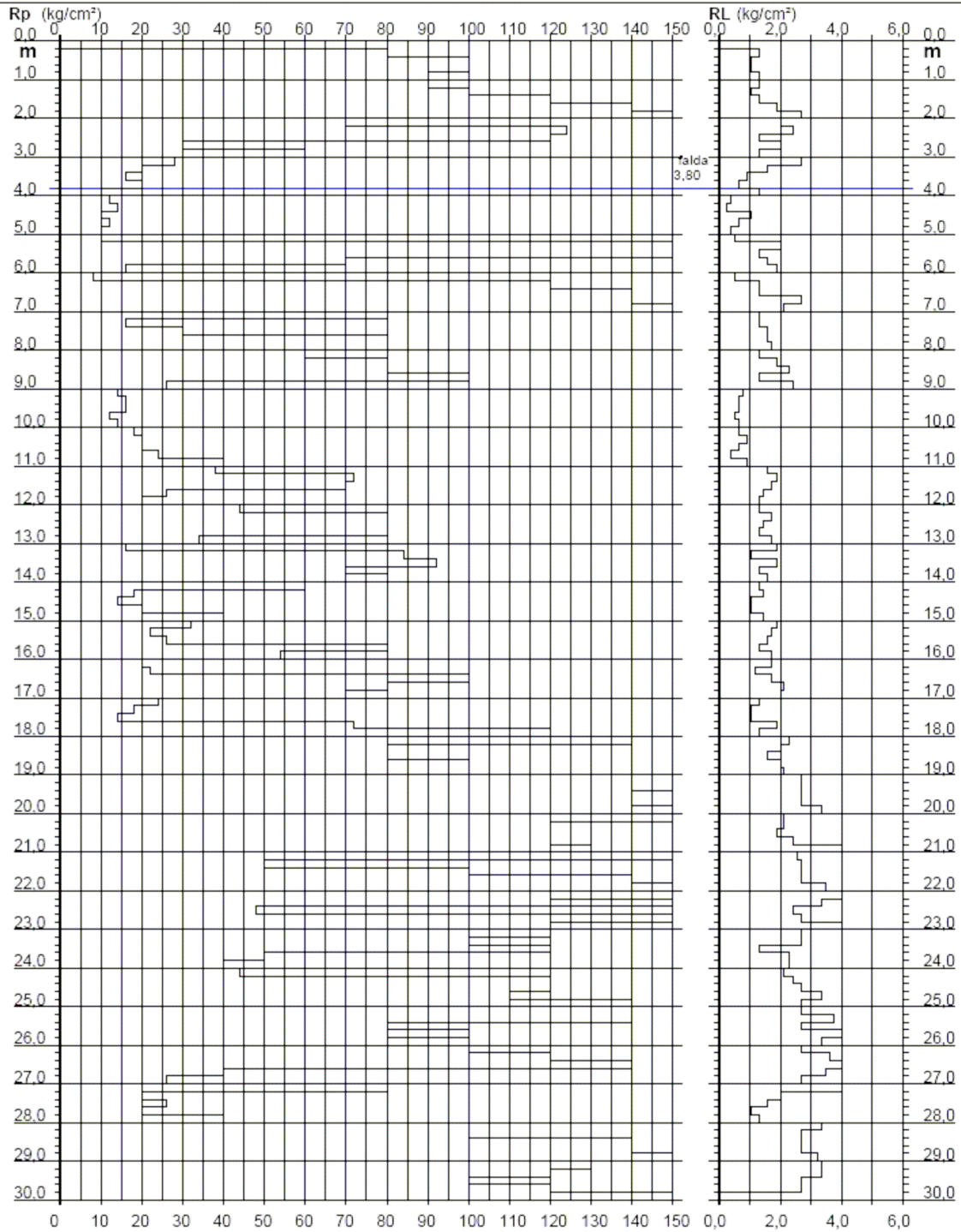
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 3

3.010496-040

- committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE
- lavoro: P.G.T. ADEGUAMENTO SISMICO
- località: AREA VERDE CIMITERO
- resp. cantiere:
- assist. cantiere:

- data prova : 15/10/2008
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 3,80 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 150
- data emiss. : 28/10/2008



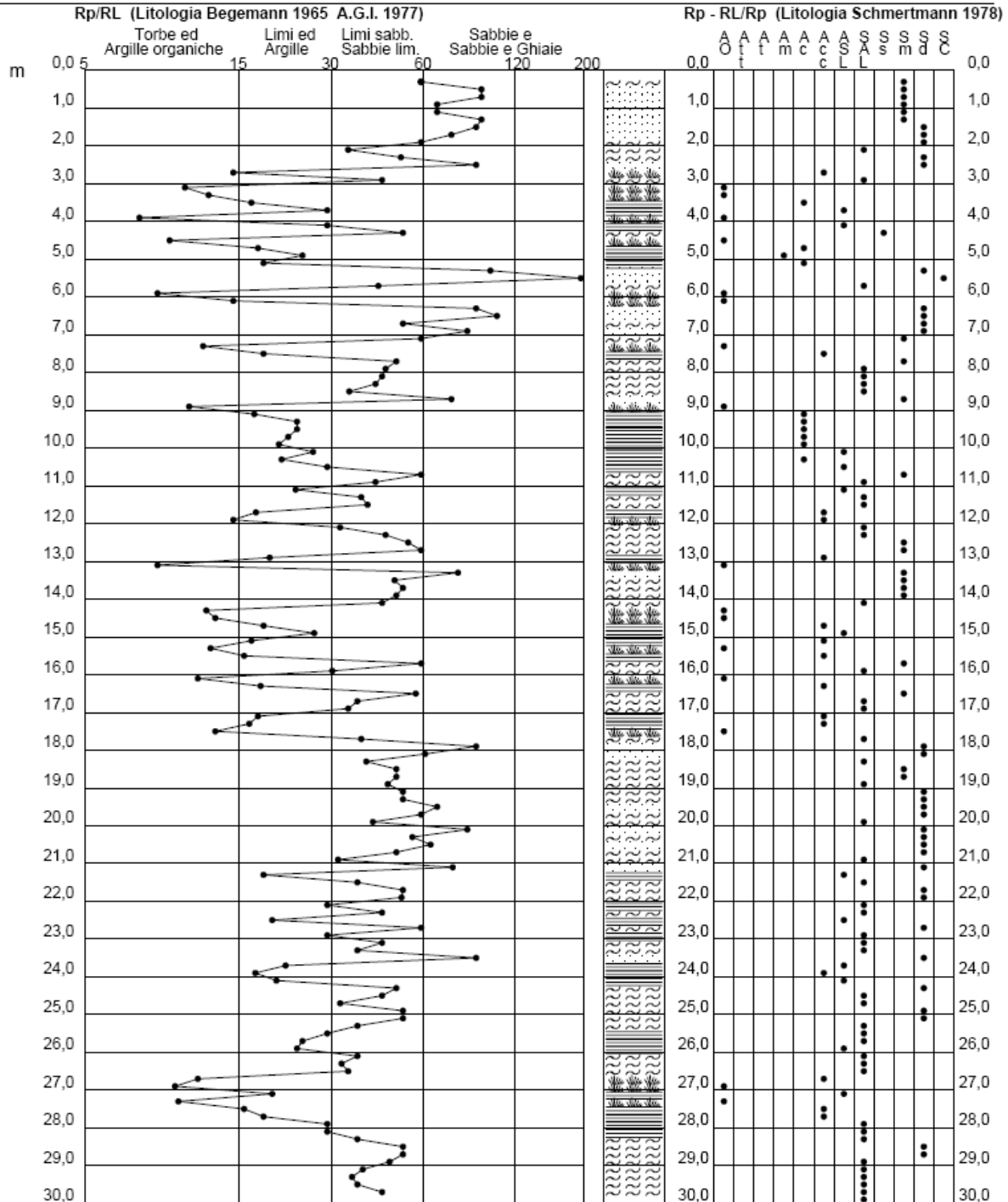
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

CPT 3

3.010496-040

- committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE
- lavoro: P.G.T. ADEGUAMENTO SISMICO
- località: AREA VERDE CIMITERO
- resp. cantiere:
- assist. cantiere:

- data prova : 15/10/2008
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 3,80 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 150
- data emiss. : 28/10/2008



**PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

CPT 3

3.010496-040

- committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE
- lavoro: P.G.T. ADEGUAMENTO SISMICO
- località: AREA VERDE CIMITERO
- resp. cantiere:
- assist. cantiere:

- data prova : 15/10/2008
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 3,80 m da quota inizio
- data emiss. : 28/10/2008

NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE												
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Rl (-)	Natura Litol.	Y' tim³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	e1s (°)	e2s (°)	e3s (°)	e4s (°)	adm (°)	amy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²	
0.20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.40	80	60	3	1,85	0,07	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	33	0,258	133	200	160	
0.60	100	94	3	1,85	0,11	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	34	0,258	167	250	200	
0.80	100	94	3	1,85	0,15	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	34	0,258	167	250	200	
1.00	90	67	3	1,85	0,19	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	44	33	0,258	150	225	180	
1.20	90	67	3	1,85	0,22	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	33	0,258	150	225	180	
1.40	100	94	3	1,85	0,26	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	34	0,258	167	250	200	
1.60	120	90	3	1,85	0,30	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	35	0,258	200	300	240	
1.80	140	75	3	1,85	0,33	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	35	0,258	233	350	280	
2.00	160	60	3	1,85	0,37	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	36	0,258	267	400	320	
2.20	70	35	3	1,85	0,41	--	--	--	--	--	85	39	41	43	45	39	32	0,195	117	175	140	
2.40	124	62	3	1,85	0,44	--	--	--	--	--	95	42	43	45	46	41	35	0,255	207	310	245	
2.60	120	90	3	1,85	0,48	--	--	--	--	--	98	41	43	44	46	41	35	0,244	200	300	240	
2.80	30	15	4/1	1,85	0,52	1,00	14,3	170	255	90	47	35	37	39	42	34	29	0,096	50	75	60	
3.00	60	45	3	1,85	0,55	--	--	--	--	--	69	38	40	41	44	37	32	0,156	100	150	120	
3.20	28	10	4/1	1,85	0,59	0,97	11,6	164	246	84	41	34	36	39	41	33	28	0,082	47	70	58	
3.40	20	12	4/1	1,85	0,63	0,80	8,5	149	224	60	28	32	35	37	40	31	27	0,054	33	50	40	
3.60	16	17	2/III	1,85	0,67	0,70	6,6	170	256	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3.80	20	30	4/1	0,93	0,68	0,80	7,6	167	250	60	28	32	34	37	40	30	27	0,049	33	50	40	
4.00	10	7	2/III	0,90	0,70	0,50	4,1	196	294	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4.20	12	30	4/1	0,88	0,72	0,57	4,7	200	300	45	7	29	32	35	39	27	26	0,016	20	30	24	
4.40	14	52	4/1	0,89	0,74	0,64	5,2	202	303	48	12	30	33	36	39	28	26	0,024	23	35	28	
4.60	10	19	2/III	0,90	0,75	0,50	3,7	213	320	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4.80	10	18	2/III	0,92	0,77	0,57	4,3	216	324	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5.00	10	25	2/III	0,90	0,79	0,50	3,5	223	335	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5.20	10	19	2/III	0,90	0,81	0,50	3,4	228	342	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5.40	200	100	3	1,15	0,83	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	38	0,258	333	500	400	
5.60	280	195	3	1,15	0,86	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	40	0,258	433	650	520	
5.80	70	44	3	0,95	0,88	--	--	--	--	--	63	37	39	41	43	36	32	0,139	117	175	140	
6.00	16	9	2/III	0,96	0,89	0,70	4,6	249	374	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6.20	8	15	2/III	0,86	0,91	0,40	2,2	219	328	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6.40	120	90	3	1,03	0,93	--	--	--	--	--	89	39	41	43	44	39	35	0,190	200	300	240	
6.60	140	105	3	1,06	0,95	--	--	--	--	--	85	40	41	43	45	39	36	0,205	233	350	280	
6.80	140	62	3	1,08	0,97	--	--	--	--	--	84	40	41	43	45	39	36	0,204	233	350	280	
7.00	180	84	3	1,12	1,00	--	--	--	--	--	92	41	42	44	45	40	37	0,231	300	450	360	
7.20	80	60	3	0,97	1,02	--	--	--	--	--	64	37	39	41	43	36	33	0,141	133	200	160	
7.40	16	12	2/III	0,98	1,04	0,70	3,8	291	437	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7.60	30	19	4/1	0,96	1,05	1,00	9,9	281	421	60	29	32	35	37	40	30	29	0,066	50	75	60	
7.80	80	50	3	0,97	1,07	--	--	--	--	--	63	37	39	41	43	35	33	0,138	133	200	160	
8.00	80	46	3	0,97	1,09	--	--	--	--	--	62	37	39	41	43	35	33	0,136	133	200	160	
8.20	80	45	3	0,93	1,11	--	--	--	--	--	52	35	37	40	42	34	32	0,109	100	150	120	
8.40	80	43	3	0,97	1,13	--	--	--	--	--	61	37	39	41	43	35	33	0,134	133	200	160	
8.60	80	35	3	0,97	1,15	--	--	--	--	--	61	37	39	41	43	35	33	0,133	133	200	160	
8.80	100	75	3	1,00	1,17	--	--	--	--	--	65	38	39	41	43	36	34	0,154	167	250	200	
9.00	26	11	4/1	0,95	1,19	0,93	4,6	331	497	78	21	31	34	37	40	28	28	0,041	43	65	52	
9.20	14	17	2/III	0,94	1,21	0,64	3,8	323	485	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9.40	16	24	2/III	0,98	1,23	0,70	3,1	338	507	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9.60	16	24	2/III	0,98	1,25	0,70	3,0	342	512	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9.80	12	22	2/III	0,92	1,27	0,57	2,3	309	464	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
10.00	14	21	2/III	0,94	1,28	0,64	2,6	332	499	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
10.20	18	27	2/III	0,98	1,30	0,75	3,1	361	542	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
10.40	20	21	4/1	0,93	1,32	0,80	3,4	371	556	60	10	29	32	35	39	26	27	0,020	33	50	40	
10.60	20	30	4/1	0,93	1,34	0,80	3,3	375	563	60	10	29	32	35	39	26	27	0,020	33	50	40	
10.80	24	60	3	0,86	1,36	--	--	--	--	--	15	30	33	36	39	27	28	0,030	40	60	48	
11.00	40	43	3	0,90	1,38	--	--	--	--	--	33	32	35	38	41	30	30	0,064	67	100	80	
11.20	35	24	4/1	0,89	1,40	1,27	5,6	377	566	114	31	32	35	38	40	30	30	0,059	63	95	78	
11.40	72	39	3	0,85	1,41	--	--	--	--	--	52	35	38	40	42	33	32	0,110	120	180	144	
11.60	70	40	3	0,85	1,43	--	--	--	--	--	51	35	37	40	42	33	32	0,106	117	175	140	
11.80	26	18	4/1	0,85	1,45	0,93	3,6	410	615	78	17	30	33	36	39	27	28	0,032	43	65	52	
12.00	20	15	4/1	0,93	1,47	0,80	2,9	399	598	60	7	29	32	35	39	26	27	0,016	33	50	40	
12.20	44	33	3	0,91	1,49	--	--	--	--	--	34	33	35	38	41	30	31	0,066	73	110	88	
12.40	80	46	3	0,97	1,51	--	--	--	--	--	54	36	38	40	42	33	33	0,115	133	200	160	
12.60	80	55	3	0,97	1,53	--	--	--	--	--	54	36	38	40	42	33	33	0,114	133	200	160	
12.80	80	60	3	0,97	1,55	--	--	--	--	--	54	36	38	40	42	33	33	0,113	133	200	160	
13.00	34	20	4/1	0,88	1,57	1,13	4,2	438	656	102	24	31	34	37	40	28	28	0,046	57	85	66	
13.20	16	9	2/III	0,97	1,59	0,70	2,2	380	570	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
13.40	84	79	3	0,97	1,61	--	--	--	--	--	54	36	38	40	42	33	33	0,115	140	210	168	
13.60	92	49	3	0,99	1,63	--	--	--	--	--	57	36	38	40	43	34	33	0,123	153	230	184	
13.80	70	52	3	0,95	1,64	--	--	--	--	--	48	35	37	39	42	32	32	0,098	117	175	140	
14.00	80	50	3	0,97	1,66	--	--	--	--	--	52	35	37	40	42	33	33	0,109	133	200	160	
14.20	60	45	3	0,93	1,68	--	--	--	--	--	42	34	36	39	41	31	32	0,084	100	150	120	
14.40	18	12	2/III	0,98	1,70	0,75	2,3	409	614	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
14.60	14	13	2/III	0,94	1,72	0,64	1,8	362	544	48	--	--	--									

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

CPT 3

3.010496-040

- committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE
- lavoro: P.G.T. ADEGUAMENTO SISMICO
- località: AREA VERDE CIMITERO
- resp. cantiere:
- assist. cantiere:

- data prova : 15/10/2008
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 3,80 m da quota inizio
- data emiss. : 28/10/2008

Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Rl (-)	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	
20.20	180	84	3:...	1.12	2.28	--	--	--	--	--	72	38	40	42	44	36	37	0.166	300	450	360	
20.40	120	56	3:...	1.03	2.30	--	--	--	--	--	56	36	38	40	43	33	35	0.125	200	300	240	
20.60	120	64	3:...	1.03	2.32	--	--	--	--	--	56	36	38	40	43	33	35	0.124	200	300	240	
20.80	120	50	3:...	1.03	2.34	--	--	--	--	--	56	36	38	40	43	33	35	0.124	200	300	240	
21.00	130	32	3:...	1.05	2.36	--	--	--	--	--	60	36	38	41	43	34	35	0.131	217	325	260	
21.20	192	76	3:...	1.14	2.38	--	--	--	--	--	73	38	40	42	44	36	37	0.189	320	480	384	
21.40	50	19	4:0/	1.01	2.40	1.67	4.0	671	1006	150	27	32	34	37	40	28	31	0.051	83	125	100	
21.60	100	37	3:...	1.00	2.42	--	--	--	--	--	50	35	37	40	42	32	34	0.105	167	250	200	
21.80	140	52	3:...	1.06	2.44	--	--	--	--	--	62	37	39	41	43	34	36	0.135	233	350	280	
22.00	180	52	3:...	1.12	2.47	--	--	--	--	--	70	38	40	42	44	36	37	0.160	300	450	360	
22.20	120	39	4:0/	1.07	2.49	4.00	11.4	660	1020	360	56	36	38	40	42	33	35	0.120	200	300	240	
22.40	150	39	3:...	1.08	2.49	--	--	--	--	--	63	37	39	41	43	34	36	0.140	250	375	300	
22.60	48	20	4:0/	1.01	2.53	1.80	3.5	714	1070	144	24	31	34	37	40	28	31	0.046	80	120	96	
22.80	160	60	3:...	1.09	2.55	--	--	--	--	--	65	37	39	41	43	34	36	0.145	267	400	320	
23.00	120	30	4:0/	1.07	2.57	4.00	10.9	680	1020	360	55	36	38	40	42	33	35	0.117	200	300	240	
23.20	120	45	3:...	1.03	2.59	--	--	--	--	--	55	36	38	40	42	33	35	0.117	200	300	240	
23.40	100	37	3:...	1.00	2.61	--	--	--	--	--	49	35	37	39	42	32	34	0.100	167	250	200	
23.60	120	90	3:...	1.03	2.63	--	--	--	--	--	55	36	38	40	42	33	35	0.118	200	300	240	
23.80	50	22	4:0/	1.01	2.65	1.67	3.5	746	1122	150	24	31	34	37	40	28	31	0.046	83	125	100	
24.00	40	18	4:0/	1.00	2.67	1.33	2.6	695	1042	120	17	30	33	36	39	26	30	0.032	67	100	80	
24.20	44	21	4:0/	1.00	2.69	1.47	2.9	731	1096	132	20	31	34	36	40	27	31	0.037	73	110	88	
24.40	120	50	3:...	1.03	2.71	--	--	--	--	--	54	36	38	40	42	32	35	0.114	200	300	240	
24.60	120	45	3:...	1.03	2.73	--	--	--	--	--	54	36	38	40	42	32	35	0.114	200	300	240	
24.80	110	33	3:...	1.02	2.75	--	--	--	--	--	51	35	37	40	42	32	34	0.105	183	275	220	
25.00	140	52	3:...	1.06	2.76	--	--	--	--	--	56	36	38	40	43	33	36	0.127	233	350	280	
25.20	140	52	3:...	1.06	2.80	--	--	--	--	--	56	36	38	40	43	33	36	0.126	233	350	280	
25.40	140	37	3:...	1.06	2.82	--	--	--	--	--	56	36	38	40	43	33	36	0.126	233	350	280	
25.60	80	30	4:0/	1.03	2.84	2.67	5.8	759	1138	240	39	33	36	38	41	30	33	0.077	133	200	160	
25.80	100	25	4:0/	1.05	2.86	3.33	7.6	697	1046	300	46	34	37	39	42	31	34	0.095	167	250	200	
26.00	80	24	4:0/	1.03	2.88	2.67	5.7	774	1160	240	39	33	36	38	41	30	33	0.076	133	200	160	
26.20	100	37	3:...	1.00	2.90	--	--	--	--	--	46	34	37	39	42	31	34	0.094	167	250	200	
26.40	120	33	3:...	1.03	2.92	--	--	--	--	--	52	35	38	40	42	32	35	0.109	200	300	240	
26.60	140	35	3:...	1.06	2.94	--	--	--	--	--	57	36	38	40	43	33	36	0.123	233	350	280	
26.80	40	12	4:0/	1.03	2.96	1.33	2.3	723	1084	120	14	30	33	36	39	26	30	0.027	67	100	80	
27.00	26	10	4:0/	0.95	2.98	0.93	1.6	543	815	78	--	--	--	--	--	--	--	--	--	43	65	52
27.20	80	20	4:0/	1.03	3.00	2.67	5.4	816	1225	240	37	33	36	38	41	30	33	0.074	133	200	160	
27.40	20	10	4:0/	0.93	3.02	0.80	1.2	475	713	60	--	--	--	--	--	--	--	--	--	33	50	40
27.60	26	16	4:0/	0.95	3.04	0.93	1.4	544	817	78	--	--	--	--	--	--	--	--	--	43	65	52
27.80	20	19	4:0/	0.93	3.06	0.80	1.2	476	714	60	--	--	--	--	--	--	--	--	--	33	50	40
28.00	40	30	4:0/	1.00	3.08	1.33	2.2	731	1097	120	13	30	33	36	39	26	30	0.026	67	100	80	
28.20	100	30	4:0/	1.05	3.10	3.33	6.9	763	1174	300	44	34	37	39	42	31	34	0.090	167	250	200	
28.40	100	37	3:...	1.00	3.12	--	--	--	--	--	44	34	37	39	42	31	34	0.080	167	250	200	
28.60	140	52	3:...	1.06	3.14	--	--	--	--	--	56	36	38	40	42	32	36	0.119	233	350	280	
28.80	140	52	3:...	1.06	3.16	--	--	--	--	--	55	36	38	40	42	32	36	0.118	233	350	280	
29.00	152	47	3:...	1.08	3.18	--	--	--	--	--	58	36	38	40	43	33	36	0.125	253	380	304	
29.20	130	39	3:...	1.05	3.20	--	--	--	--	--	53	35	38	40	42	32	35	0.111	217	325	260	
29.40	120	36	3:...	1.03	3.22	--	--	--	--	--	50	35	37	40	42	31	35	0.103	200	300	240	
29.60	100	37	3:...	1.00	3.24	--	--	--	--	--	43	34	36	39	41	30	34	0.087	167	250	200	
29.80	120	45	3:...	1.03	3.27	--	--	--	--	--	49	35	37	39	42	31	35	0.102	200	300	240	
30.00	180	--	3:...	1.12	3.29	--	--	--	--	--	63	37	39	41	43	34	37	0.139	300	450	360	

ALLEGATI INDAGINI GEOFISICHE

CLASSIFICAZIONE DEL SITO NTC 2008

22/10/2008 STENDIMENTO 3
 Località Canneto sull'Oglio (Mn)
 Metodo di indagine MASW Attivo e Passivo (misura Vr)
 Strumentazione utilizzata Sismografo ABEM RAS-24, 24 canali, 24 bits
 Metodo di energizzazione Rumore naturale+10 kg
 Geometria stendimento: 12 geofoni - interasse 5 m

RISPOSTA SISMICA LOCALE

(si vedano le tabelle sottostanti per ricavare i valori del coeff. Cc e del coeff. amplificazione S)

Categorie di suolo di fondazione

		Ss	Cc	S=S _g *S _T
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.	1.00	1.00	1.00
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e Cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).	1.2	1.39	1.20
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < Cu30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).	1.5	1.55	1.50
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT30 < 15 nei terreni a grana grossa e Cu30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).	1.8	2.26	1.80
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con Vs30 > 800 m/s).	1.6	1.84	1.60
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di Vs30 inferiori a 100 m/s (ovvero 10 < Cu30 < 20 kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.	Servono studi speciali		
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.			

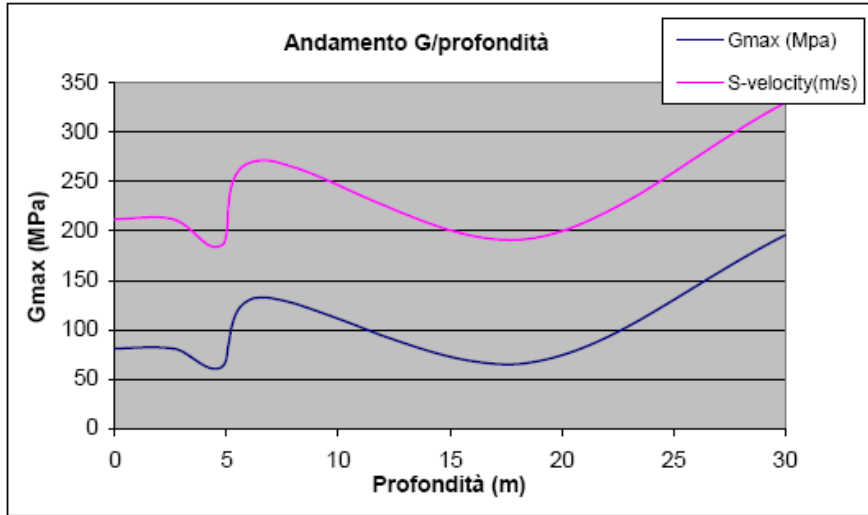
I parametri a/g, F₀ e T_c vengono forniti dalla normativa

Categorie Topografiche:

		St	
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$	1	
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	1.2	valore alla sommità del pendio
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15 \leq i \leq 30^\circ$	1.2	valore della cresta del rilievo
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	1.4	valore della cresta del rilievo

Le sovraespresse categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

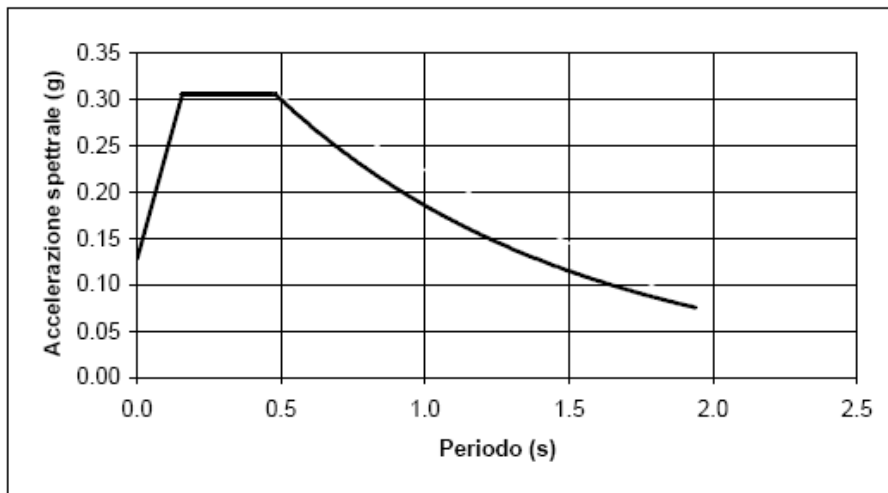
Depth(m)	S-velocity(m/s)	Gmax (Mpa)	ρ (t/mc)
0.0	212	81	1.80
2.6	212	81	1.80
4.8	186	62	1.80
6.6	272	133	1.80
18.3	192	66	1.80
30.0	330	196	1.80



Vs30 (m/s) = 236

SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO @ 5% SMORZAMENTO - COMP. ORIZZONTALE (NTC 2008)
 Possibilità di superamento del 10% in 50 anni

	Ascisse (s)	Ordinate
$T_0 = agxS$	0.0000	0.1275
$T_b = T_c/3$	0.1586	0.3065
$T_c = C_c \cdot T_c^*$	0.4759	0.3065
$T_d = 4.0x a_y/g + 1.6$	1.9400	0.0752

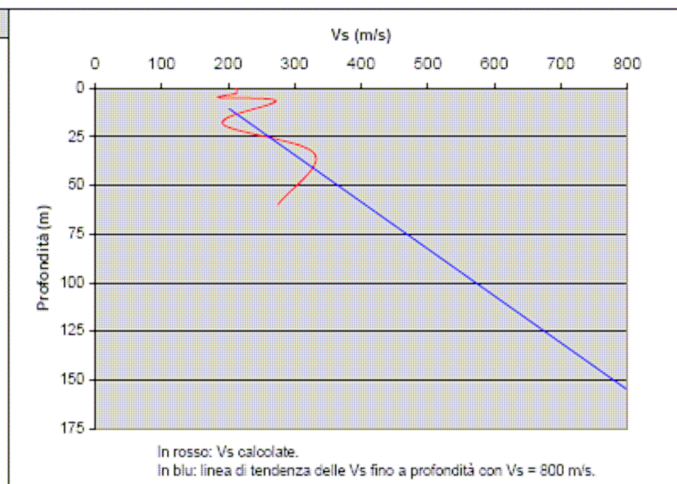


Determinazione del periodo proprio del sito T necessario per l'utilizzo della scheda di valutazione di riferimento, utilizzata nelle indagini di 2° livello per la stima quantitativa della risposta sismica in termini di valore di Fattore di amplificazione Fa, ai sensi della 'Legge per il governo del territorio', L.r. 11 Marzo 2005, n.12.

Il periodo proprio del sito T necessario per l'utilizzo della scheda di valutazione è calcolato considerando la stratigrafia sino alla profondità in cui il valore della velocità Vs è uguale o superiore a 800 m/s, secondo la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

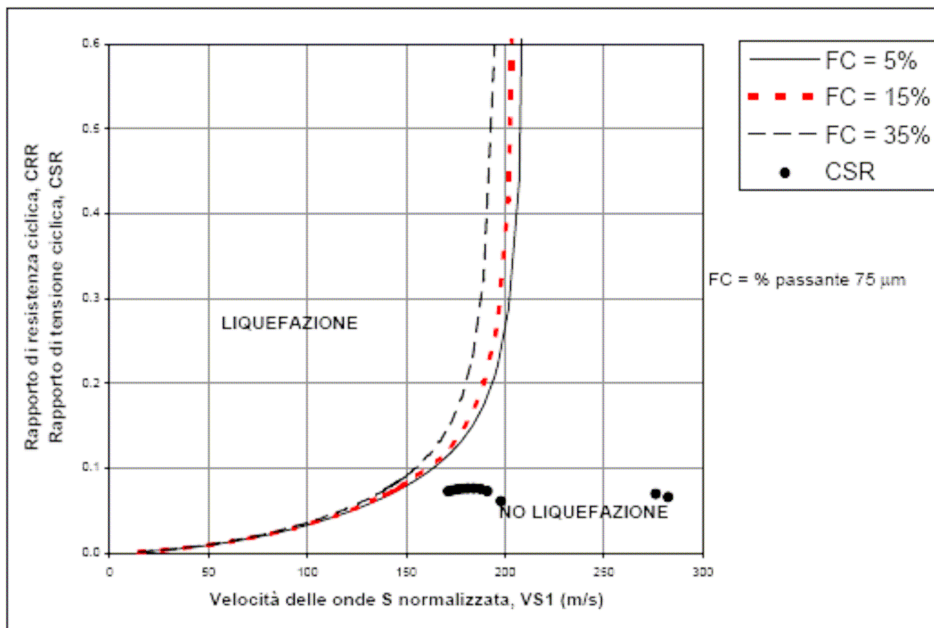
Depth(m)	S-velocity(m/s)	h _i
0.0	212	2.6
2.6	212	2.2
4.8	186	1.8
6.6	272	11.8
18.3	192	15.4
33.7	330	26.3
60.0	275	97.0
157.0	800	



T(s) = 1.01

VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

profondità (m)	V _s	V _{s1}	CSR	F _s = CRR _{7.5} /CSR _{7.5}
5	186	198	0.061	7.34
6	272	282	0.066	2.76
7	272	276	0.070	2.37
8	192	191	0.073	4.33
9	192	187	0.076	3.66
10	192	184	0.076	3.28
11	192	181	0.076	3.02
12	192	178	0.076	2.83
13	192	176	0.075	2.69
14	192	173	0.074	2.58
15	192	171	0.073	2.50



La velocità delle onde sismiche viene ricondotta ad un valore V_{s1}, ovvero ad un valore normalizzato ad una tensione efficace p_a = 100 kPa attraverso la:

$$V_{s1} = C_v \cdot V_s = V_s \cdot (p_a / \sigma'_{v0})^{0.25}$$

RAPP. TENSIONALE CICLICO $CSR = \tau_{media} / \sigma' = 0.65 \cdot (a_{max} / g) \cdot (\sigma_v / \sigma'_v) \cdot r_d$

a_{max} = accelerazione di picco al piano campagna

g = accelerazione di gravità

σ_v/σ'_v = tensione totale ed efficace nel sottosuolo

r_d = coefficiente riduttivo dell'azione sismica alla profondità d'interesse che tiene conto della deformabilità del sottosuolo

COEFFICIENTE DI SICUREZZA ALLA LIQUEFAZIONE $F_s = CRR_{7.5} / CSR_{7.5}$

CSR riferito ad terremoto di magnitudo 7.5 $(CSR)_{M=7.5} = (CSR)_M / MSF$

fattore di scala per la magnitudo MSF = 6.9 * EXP(-M/4) - 0.058

RAPP. DI RESISTENZA CICLICA (riferito a M = 7.5) $CRR_{7.5} = 0.022 \cdot (V_{s1} / 100)^2 + 2.8 \cdot (1 / (V_{s1}^2 - V_{s1} - 1 / V_{s1}))$