

PROVINCIA DI MILANO
COMUNE DI PESCHIERA BORROMEO
“Cascina Sargenti” – Via Cà Matta / Via Matteotti



società incaricata:

Lybra ambiente e territorio S.r.l.
Via Enrico Caviglia, 5
20139 Milano
tel 02.45470559 / 45470899
fax 02.45470691
indirizzo PEC lybra@gigapec.it
www.lybra-at.com

coordinato e redatto da:
Dr.ssa Geol. Monica Civitenga (OGL n.920)
e-mail civitenga@lybra-at.it



committente:

Dott. Arch. Claudio Gulti
Via Indipendenza, 1
20068 Peschiera Borromeo – MI
P. IVA 02448630158
tel 02.51650326
fax 02.55307755
e-mail arch.gulticlaudio@tin.it

documento:

R_1225_14_Rev0

oggetto:

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE
GEOLOGICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE DEL
NUOVO COMPLESSO RESIDENZIALE IN PROGETTO
RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI DETTAGLIO**

normative di riferimento:

D.M. 14/01/2008 e Circolare del C.S.LL.PP.
617/2009 “ Istruzioni per l'applicazione delle
Norme tecniche per le costruzioni di cui al
D.M. 14 gennaio 2008”

Milano, 5 giugno 2014

SOMMARIO

| | |
|---|-----------|
| 1. PREMESSE | 2 |
| 1.1 FINALITÀ E MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELLO STUDIO | 2 |
| 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO | 2 |
| 3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE | 3 |
| 3.1 CONTESTO GEOGRAFICO ED USO DEL SUOLO | 3 |
| 3.2 ASPETTI RELATIVI AI CORSI D'ACQUA SUPERFICIALI | 4 |
| 4. ANALISI CARTOGRAFIA ESISTENTE E VINCOLI TERRITORIALI | 5 |
| 4.1 CLASSE DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA ATTRIBUITA ALL'AREA DI STUDIO | 5 |
| 4.2 VINCOLI TERRITORIALI | 7 |
| 5. CARATTERI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI GENERALI | 9 |
| 6. DINAMICA IDROGEOLOGICA | 11 |
| 6.1 CARATTERI IDROGEOLOGICI GENERALI..... | 11 |
| 6.2 ANDAMENTO AREALE DELLA SUPERFICIE PIEZOMETRICA | 12 |
| 6.3 OSCILLAZIONE VERTICALE DELLA SUPERFICIE PIEZOMETRICA | 13 |
| 6.4 RUOLO DEI CANALI NELL'ALIMENTAZIONE DELLA FALDA | 17 |
| 6.5 IDROGEOLOGIA DI DETTAGLIO | 17 |
| 6.6 MASSIME QUOTE PREVEDIBILI | 19 |
| 6.7 MITIGAZIONE DEL RISCHIO RESIDUO | 20 |
| 7. ANALISI SISMICA DEL SITO | 21 |
| 7.1 ANALISI DEL TERRENO | 22 |
| 7.2 AZIONI SISMICHE DI PROGETTO | 24 |
| 8. INDAGINE GEOTECNICA IN SITO | 28 |
| 8.1 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE S.C.P.T. | 28 |
| 9. INTERPRETAZIONE DELLE PROVE SCPT | 29 |
| 10. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SITO | 29 |
| 10.1 CORRELAZIONE TRA I RISULTATI OTTENUTI CON LE PROVE IN SITO | 29 |
| 10.2 PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA..... | 30 |
| 11. CONCLUSIONI | 32 |
| 11.1 ACQUA DI FALDA E MITIGAZIONE DEL RISCHIO RESIDUO | 32 |
| 11.2 TIPOLOGIA DEI TERRENI ALLA QUOTA DI SCAVO | 33 |

ALLEGATI

- Allegato 1: Stralcio P.A.I.;
- Allegato 2: Stratigrafia del pozzo idropotabile n.0151710002 di Via Manzoni a Peschiera Borromeo;
- Allegato 3: Posizione prove penetrometriche e piezometri;
- Allegato 4: Elaborati grafici stendimento sismico MASW;
- Allegato 5: Tabelle e grafici delle prove penetrometriche dinamiche S.C.P.T..

TAVOLE

- Tavola 1: Sezioni di progetto;
- Tavola 2: Sovrapposizione stato di fatto e di progetto con indicata l'ubicazione delle indagini eseguite.

1. PREMESSE

1.1 FINALITÀ E MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELLO STUDIO

Il presente elaborato, redatto su incarico del Dott. Arch. Claudio Gulti, ha lo scopo di illustrare le caratteristiche geologiche, geotecniche, sismiche ed idrogeologiche di dettaglio dei terreni siti presso “Cascina Sargenti” in comune di Peschiera Borromeo (MI) – Via Cà Matta / Via Matteotti – interessati dalla realizzazione di un nuovo complesso residenziale.

Il comune in cui è situato l'intervento è classificato - dal punto di vista della nuova classificazione sismica (D.G.R. n.7/14964 del 24/11/2003) - in zona 4 “a bassa sismicità”. Nei capitoli seguenti si ipotizza che i fabbricati in progetto non rientrino nell'elenco degli “edifici strategici e rilevanti” (D.D.U.O. n.199904 del 21.11.2003) e che gli stessi ricadano in Classe d'Uso II (N.T.C. 2008, Tab. 2.4.II.).

In accordo con le Norme Tecniche per le Costruzioni ed i progettisti dell'opera, sono state effettuate le seguenti indagini in sito:

1) per la caratterizzazione geotecnica dei terreni:

- ⇒ n. 4 prove penetrometriche dinamiche S.C.P.T. (*Standard Cone Penetration Test*);
- ⇒ installazione di n.3 postazioni piezometriche in fori di prova.

2) per la caratterizzazione geofisica dei terreni:

- ⇒ indagine sismica di superficie di tipo attivo (MASW).

Per quanto concerne lo studio idrogeologico, esso è stato svolto mediante una fase di inquadramento e valutazione dei dati pluriennali disponibili relativi ad alcuni pozzi per acqua presenti nella zona ed una fase sperimentale con la verifica del livello di falda all'interno delle postazioni di controllo piezometrico appositamente realizzate in corrispondenza dell'area di futuro intervento.

I dati acquisiti, opportunamente interpretati, valutati ed elaborati, hanno permesso di completare il quadro conoscitivo e di giungere alla definizione di un modello di riferimento descritto nei successivi capitoli della presente relazione, in cui sono riportate:

- le caratteristiche geologiche del settore di studio;
- le condizioni idrogeologiche locali;
- l'analisi sismica del sito;
- l'inquadramento e la parametrizzazione geotecnica dei terreni esaminati.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Decreto Ministeriale 14.01.2008

Testo Unitario – Norme Tecniche per le Costruzioni

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Istruzioni per l'applicazione delle “Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009.

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.

Allegato al voto n.36 del 27.07.2007.

Eurocodice 8 (1998)

Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture

Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003).

Eurocodice 7.1 (1997)

Progettazione geotecnica - Parte I: Regole Generali – UNI.

Eurocodice 7.2 (2002)

Progettazione geotecnica - Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002).
UNI.

Eurocodice 7.3 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita con prove in sito (2002). UNI.

Leggi regionali in materia di pianificazione e di Vincolo Idrogeologico.

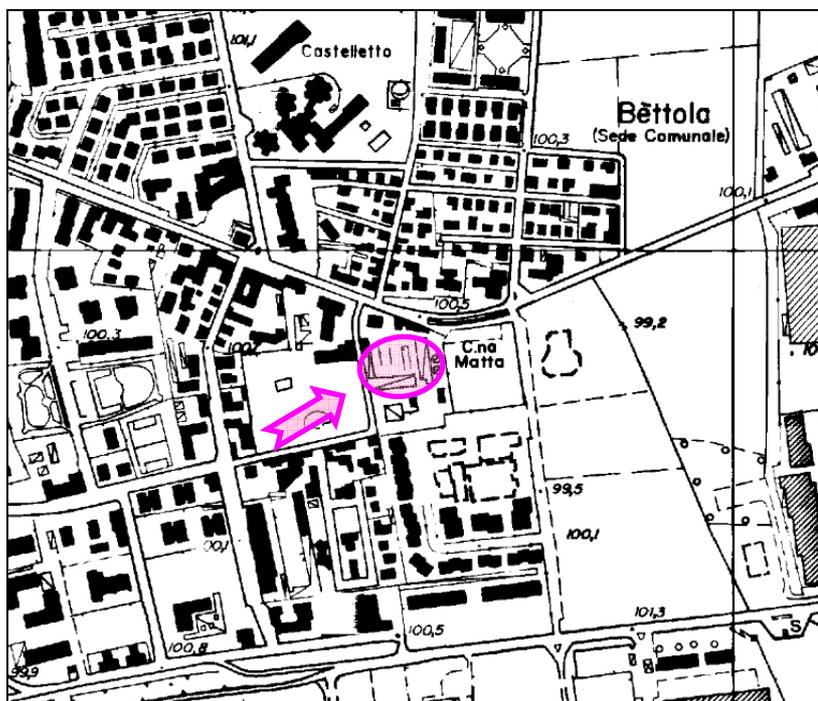
Ordinanze Autorità di Bacino nazionale, regionale o interregionale.

3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

3.1 CONTESTO GEOGRAFICO ED USO DEL SUOLO

L'ambito di studio, ubicato nel territorio comunale di Peschiera Borromeo in località Bettola - 360 m circa in direzione nord dalla Strada Statale 415 "Via della Liberazione" e 2,0 km circa ad est del fiume Lambro - ricade all'interno del foglio B6d3 della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000, come visibile nella **Figura 1** sottostante.

Figura 1: Stralcio della Carta Tecnica Regionale – foglio B6d3



Il territorio comunale presenta un andamento relativamente pianeggiante con blando declivio verso sud interrotto da una fitta rete di cavi secondari e a carattere strettamente locale.

Le superfici agricole costituiscono tuttora la maggior parte del territorio comunale: attualmente i terreni dediti alla coltivazione generica occupano tutta l'area intorno al centro urbano. La tecnica colturale odierna conserva lo schema che prevede irrigazioni per scorrimento su vasta scala, come dimostra la fitta rete irrigua ancora conservata.

Gli apporti irrigui alla falda freatica sono il fattore di ricarica predominante per la maggior parte dei territori dell'hinterland milanese e condizionano l'andamento stagionale della superficie piezometrica.

3.2 ASPETTI RELATIVI AI CORSI D'ACQUA SUPERFICIALI

Secondo quanto riportato on-line nel sito della *Provincia di Milano – SIA (Sistema Informativo Ambientale)*, nelle vicinanze dell'area di studio sono presenti i seguenti corsi d'acqua secondari a scorrimento superficiale (vd. stralcio nella sottostante **Figura 2**):

- Fontanile Gambarone → scorre lungo il confine orientale dell'area (tratteggio verde in **Figura 2**);
- Roggia Vitaliana → scorre ad una distanza minima di circa 30 m a nord dell'area di studio (tratteggio viola in **Figura 2**).

Figura 2: Stralcio cartografia "Acque superficiali" - SIA



Il "Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)", approvato con d.p.c.m. 24 maggio 2001, definisce su apposita cartografia e norma con specifiche NTA le aree di dissesto idrogeologico ed esondazione nei territori compresi nel bacino del fiume Po.

Per l'area in oggetto non vi sono limitazioni, essendo esterna alle fasce fluviali di cui sopra. Tuttavia, tenuto conto che l'area in esame rientra in una zona interessata dall'allagamento del 1947 (vd. **Allegato 1**), le N.T.A. prevedono che le nuove edificazioni siano subordinate ad uno specifico studio di compatibilità idrogeologica.

4. ANALISI CARTOGRAFIA ESISTENTE E VINCOLI TERRITORIALI

Relativamente al settore di studio e ad un suo intorno significativo, sono stati analizzati i seguenti studi con le relative cartografie:

- “Studio geologico, idrogeologico e sismico di supporto al Piano di Governo del Territorio del comune di Peschiera Borromeo” redatto dallo Studio Geologico GSM Geo and Speleo Matters cons. di Diano S. Pietro (IM) ai sensi della L.R. 11/03/05 n.12 e della D.G.R. 30/11/11 n. IX/2616 e disponibile on-line cliccando sul seguente link:
<http://www.comune.peschieraborromeo.mi.it/ita/434/1/studio-geologico-comunale.htm>
- “Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Milano” adottato con delibera del Consiglio Provinciale n. 55 del 14/10/2003 ed il cui aggiornamento è stato approvato con Delibera di Consiglio n.93 del 17/12/2013; disponibile on-line cliccando sul seguente link:
http://www.provincia.mi.it/pianificazione_territoriale/piano_territoriale/PTCP_VIGENTE/index.html
- GEOportale della Lombardia, disponibile on-line cliccando sul seguente link:
<http://www.cartografia.regione.lombardia.it>
- S.I.B.A. (Sistema Informativo Beni e Ambiti Paesaggistici della Regione Lombardia), disponibile on-line cliccando sul seguente link:
http://www.reti.regione.lombardia.it/cs/Satellite?c=Page&childpagename=DG_Reti%2FDGLayout&cid=1213607065078&p=1213607065078&pagename=DG_RSSWrapper

4.1 CLASSE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA ATTRIBUITA ALL'AREA DI STUDIO

Secondo quanto riportato all'interno della Tavola 9 – “Carta di Fattibilità delle Azioni di Piano”, redatta in scala 1:8.500 dallo Studio Geologico GSM nell'ambito dello studio geologico di supporto al PGT comunale (vd. sottostante **Figura 3**), l'area di studio ricade in classe 3 (sottoclasse **3.3 (D)**) di fattibilità geologica con consistenti limitazioni all'edificabilità.

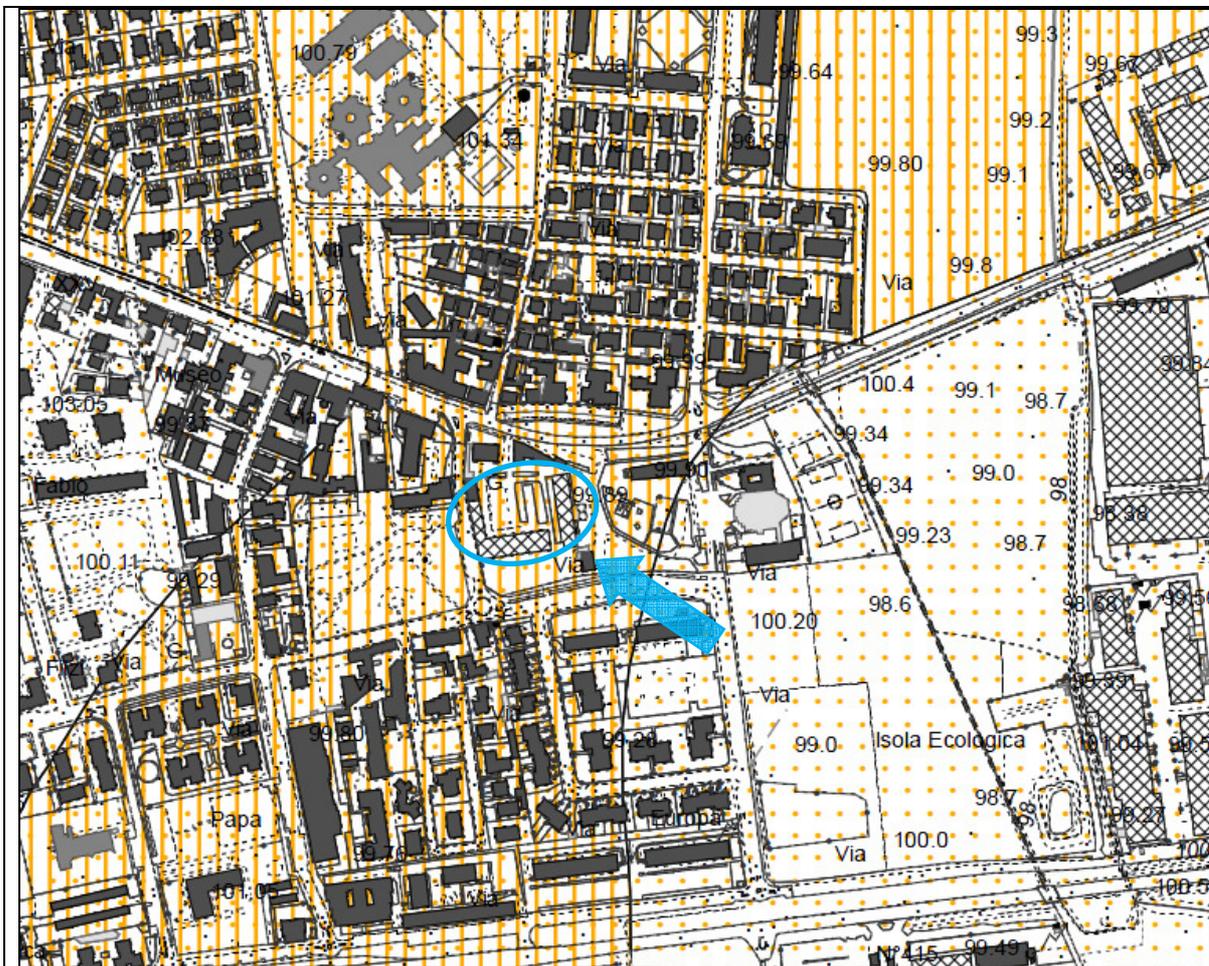
In questa classe sono comprese le zone ove sono state riscontrate consistenti limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni, per l'entità e la natura delle condizioni di pericolosità nelle aree.

In particolare, nella sottoclasse **3.3(D)**, sono presenti “*le aree esterne alle Fasce Fluviali definite dalla vigente variante al PAI, che presentano problematiche non severe di ordine idraulico. Trattasi di aree già interessate in passato da eventi alluvionali (allagamenti con ridotti tiranti idrici con acque ferme durante gli eventi del 1947 e 1951) o potenzialmente allagabili essenzialmente per rigurgito del reticolato idrico e del sistema di smaltimento delle acque e della falda*”.

Entro tali aree le nuove edificazioni sono consentite ma sono “*subordinate alla predisposizione di uno specifico studio di compatibilità idrogeologica che evidenzi le modalità proposte per la mitigazione del rischio residuo*”.

Figura 3: stralcio della Tavola 9 – “Carta di Fattibilità delle Azioni di Piano”

(dalle Tavole grafiche allegato allo “Studio geologico, idrogeologico e sismico di supporto al PGT di Peschiera Borromeo” redatte dallo Studio Geologico GSM Geo and Speleo Matters cons. di Diano S. Pietro (IM))



FATTIBILITA' CON CONSISTENTI LIMITAZIONI (Classe 3)



Aree allagate in occasione di eventi alluvionali del novembre 1947 e 1951 al di fuori delle Fasce della Variante al PAI del fiume Lambro [3.3 (D)]



Area di studio



4.2 VINCOLI TERRITORIALI

Secondo quanto riportato all'interno della Tavola 6 – “Carta dei Vincoli”, redatta in scala 1:8.500 (vd. stralcio nella sottostante **Figura 4**) ed allegata allo studio geologico del PGT comunale, l'unico vincolo esistente sull'area è legato alla presenza, lungo il suo confine orientale, del Fontanile Gambarone (vd. anche **Figura 2** e **Foto 1** sottostanti).



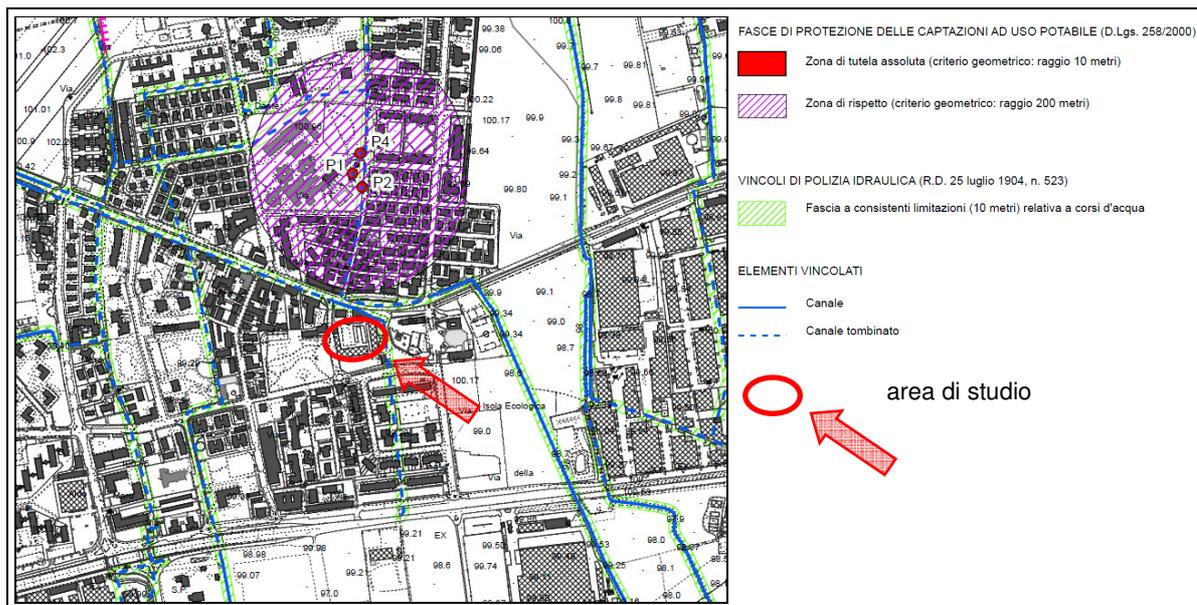
Foto 1: tratto del fontanile Gambarone all'interno dell'area di studio (vista verso sud e verso nord)

Per tale vincolo viene specificato che, in assenza di apposito studio del reticolo idrico minore "...valgono le disposizioni di cui al Regio Decreto 25 luglio 1904, n.523, ed in particolare il divieto di edificazione ad una distanza inferiore ai 10 metri" (pag. 44 della componente geologica del PGT).

Si precisa comunque che, secondo quanto comunicatoci dal progettista Dott. Arch. Claudio Gulti, allo stato attuale il fontanile è interrotto a partire da Via Cà Matta e pertanto - nello specifico tratto considerato - questo corso d'acqua risulta abbandonato. A conferma di quanto sopra, si noti (vd. **Foto 1**) che il tratto di fontanile presente all'interno dell'area di studio alla fine del mese di maggio '14 si presentava completamente asciutto.

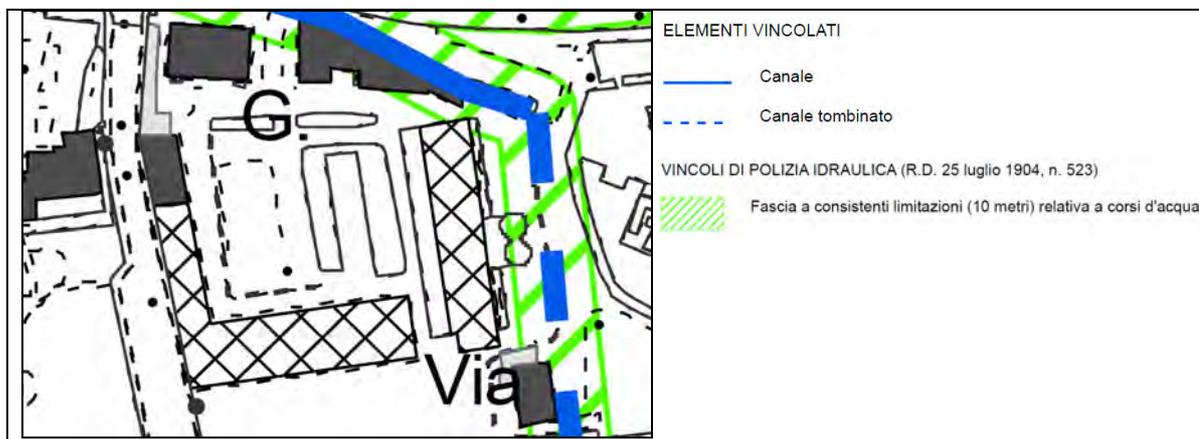
Figura 4: stralcio della Tavola 6 – "Carta dei Vincoli"

(dalle Tavole grafiche allegate allo "Studio geologico, idrogeologico e sismico di supporto al PGT di Peschiera Borromeo" redatte dallo Studio Geologico GSM Geo and Speleo Matters cons. di Diano S. Pietro (IM))



Nella sottostante **Figura 5** si riporta un dettaglio dell'area di studio con evidenziata la vincolistica vigente.

Figura 5: stralcio della Tavola 6 – “Carta dei Vincoli” (dettaglio area di studio)
(dalle Tavole grafiche allegate allo “Studio geologico, idrogeologico e sismico di supporto al PGT di Peschiera Borromeo” redatte dallo Studio Geologico GSM Geo and Speleo Matters cons. di Diano S. Pietro (IM))



Come illustrato nella precedente **Figura 4**, il sito in questione non rientra in alcuna fascia di rispetto di 200 m dei pozzi pubblici ad uso idropotabile presenti nelle vicinanze.

Dall'analisi della Tavola 5 - “Ricognizione delle aree assoggettate a tutela” e della Tavola 7 - “Difesa del suolo” del nuovo P.T.C.P., redatte entrambe in scala 1:50.000 (vd. stralcio nelle sottostanti **Figura 6 e 7**), risulta che l'area di studio non presenta altri vincoli territoriali.

Figura 6: stralcio della Tavola 5 – “Ricognizione delle aree assoggettate a tutela”
(dal nuovo Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale)

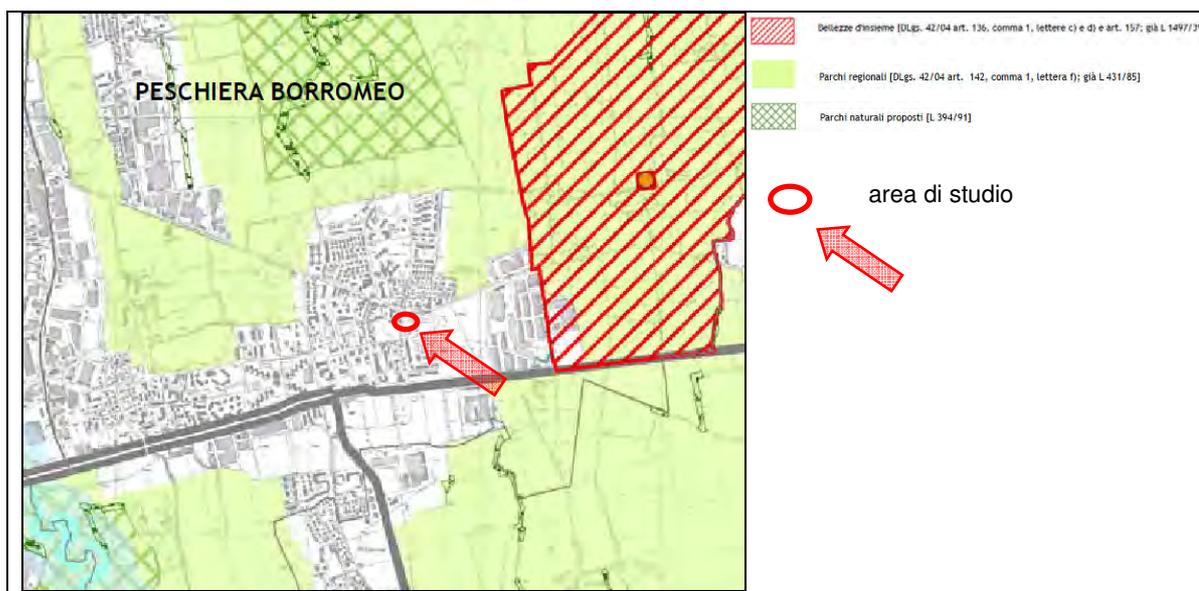
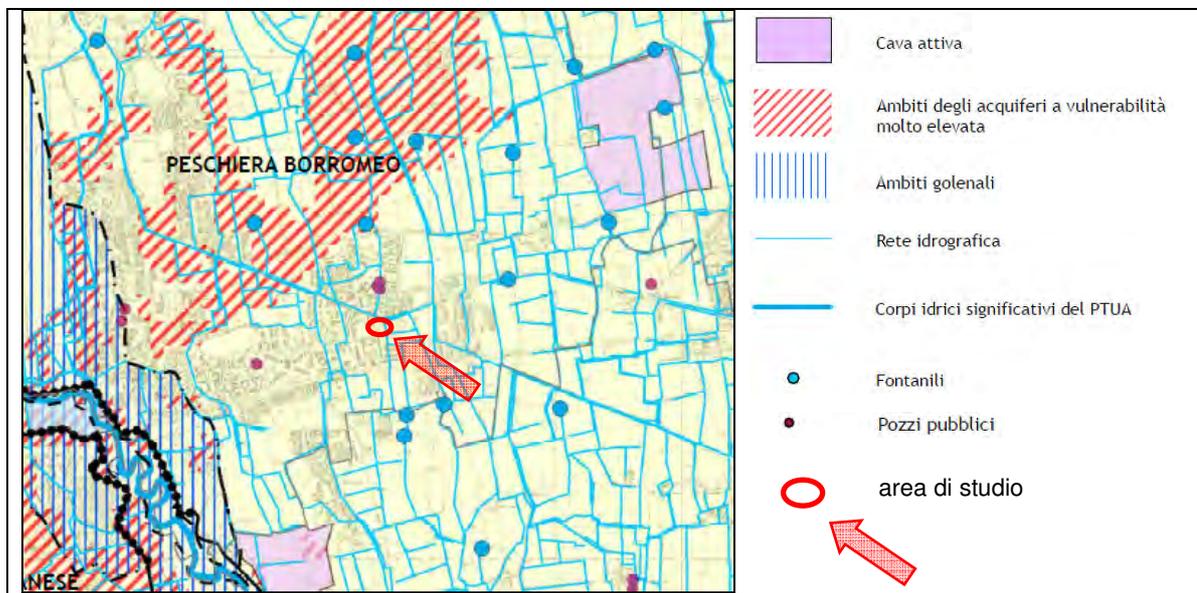


Figura 7: stralcio della Tavola 7 – “Difesa del suolo”

(dal nuovo Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale)



5. CARATTERI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI GENERALI

Per il settore esaminato si può far riferimento alla cartografia geologica ufficiale (vedi Carta Geologica d'Italia - Foglio 45 del Servizio Geologico d'Italia in scala 1:100.000, di cui si allega stralcio nella sottostante **Figura 8**) ed alla Carta Geologica della Lombardia (scala 1:250.000), redatta a cura dell'Università degli Studi di Milano.

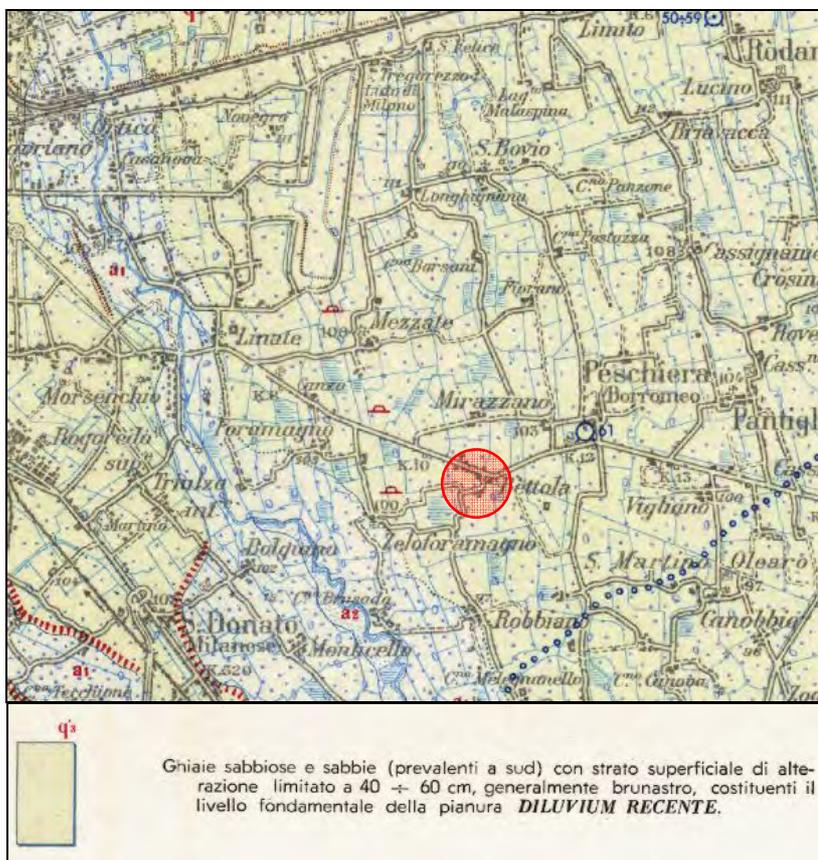
Il territorio del comune di Peschiera Borromeo ricade nell'ambito della “media pianura” padana. I depositi alluvionali sono principalmente legati all'attività deposizionale degli scaricatori glaciali che si sono succeduti nelle glaciazioni del plio-pleistocene.

La porzione del territorio comunale si sviluppa nell'ambito del Livello Fondamentale della Pianura, costituito - secondo la cartografia geologica ufficiale - da depositi pleistocenici riferibili al "Diluvium recente" (unità “q₃ di ghiaie sabbiose e sabbie).

Secondo quanto riportato nella stratigrafia del pozzo pubblico idropotabile n.0151710002 di Via Manzoni (vd. **Allegato 2**), situato ad una distanza di circa 260 m a nord del sito in esame (vd. ubicazione nella **Figura 11** di pag.14), risulta che il sottosuolo è così strutturato:

- ❖ al di sotto di 1,50 m di terreno vegetale, è individuabile uno strato di spessore pari a circa 39 m costituito da un'alternanza di sabbia e ghiaia argillosa;
- ❖ tra 39 e 42,00 m di profondità, è presente un orizzonte di argilla nera;
- ❖ segue uno strato di ghiaia e sabbia passante a sabbia e ghiaia fino a 50,00 m di profondità;
- ❖ fino a 52,50 m è presente argilla;
- ❖ segue, fino a 58,00 m di profondità, sabbia argillosa;
- ❖ da 58,00 a 64,00 m di profondità si trova uno spesso orizzonte di argilla;
- ❖ da 64,00 m di profondità fino a fondo foro (88,31 m di profondità) si ha un'alternanza di ghiaie sabbiose e sabbie con poca ghiaia.

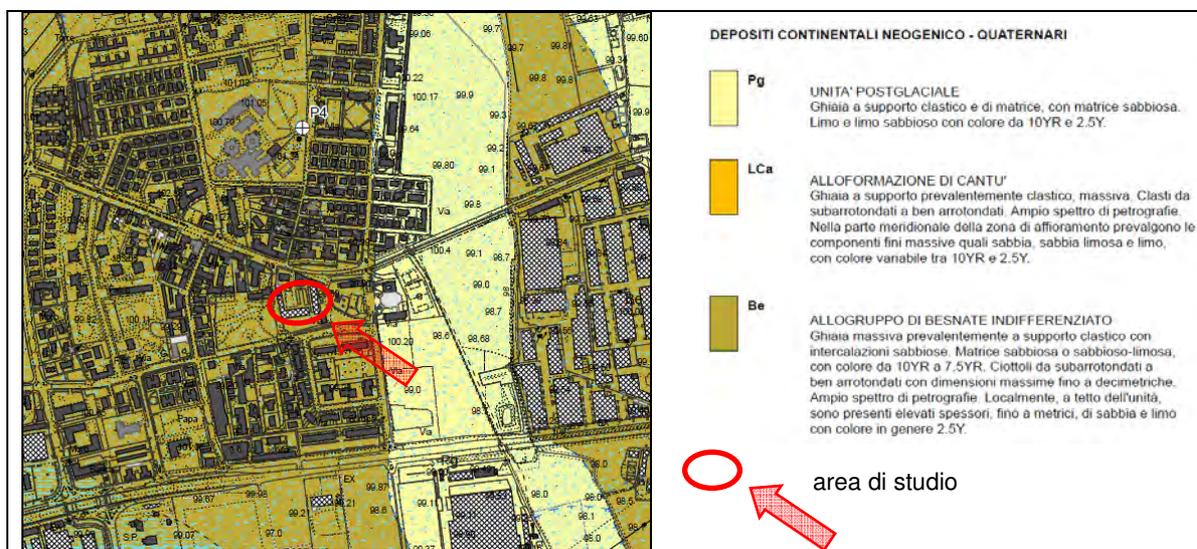
Figura 8: stralcio della Carta Geologica d'Italia – Foglio 45



Per un maggiore dettaglio, si può far riferimento alla Tavola 1 – “Carta Geologica”, redatta in scala 1:8.500 (vd. stralcio nella sottostante **Figura 9**) ed allegata allo studio geologico del PGT comunale.

Figura 9: stralcio della Tavola 1 – “Carta Geologica”

(dalle Tavole grafiche allegato allo “Studio geologico, idrogeologico e sismico di supporto al PGT di Peschiera Borromeo” redatte dallo Studio Geologico GSM Geo and Speleo Matters cons. di Diano S. Pietro (IM))



Come visibile, l'area di studio ricade all'interno dell'unità litologica Be dell'Allogruppo di Besnate indifferenziato caratterizzata dalla presenza di ghiaia massiva prevalentemente a supporto clastico con intercalazioni sabbiose. E' presente matrice sabbiosa o sabbioso-limosa e ciottoli da subarrotondati a ben arrotondati con dimensioni massime fino a decimetriche.

Dal punto di vista geomorfologico, la superficie topografica del territorio di Peschiera Borromeo è caratterizzata da una debole vergenza meridionale, con quote - in costante e graduale diminuzione - che variano da circa 111,00 m s.l.m. a nord del Comune a circa 95,00 m a sud.

Appena al di fuori dell'area di studio l'altezza topografica media, rispetto al livello del mare, è di 99,89 m (vd. **Figura 3**).

6. DINAMICA IDROGEOLOGICA

6.1 CARATTERI IDROGEOLOGICI GENERALI

Sulla base delle caratteristiche litologiche dedotte dalle stratigrafie di pozzi significativi, si riconoscono nel sottosuolo unità idrogeologiche distinguibili per la loro omogeneità di costituzione e continuità orizzontale e verticale.

La distribuzione delle unità di sottosuolo nella Provincia di Milano viene di seguito descritta, a partire dall'unità più superficiale:

Litozona ghiaioso-sabbiosa: è costituita dai depositi grossolani quali quelli del livello fondamentale della pianura, dal Ceppo, dai depositi terrazzati a "ferretto" e dalle alluvioni recenti; in questa litozona sono presenti anche sporadiche lenti argillose di limitata estensione. Lo spessore medio è di circa 100 m e può essere distinta a sua volta in due orizzonti:

- ❖ orizzonte ghiaioso-sabbioso, spinto fino ad una profondità di 45 ÷ 50 m da piano campagna. E' costituito essenzialmente da ghiaie e sabbie con rare intercalazioni argillose;
- ❖ orizzonte sabbioso-ghiaioso, spinto fino ad una profondità di 80 ÷ 100 m. E' costituito da estese lenti sabbiose prevalenti, intercalate da lenti argillose e limitate lenti ghiaiose.

Questa litozona rappresenta la principale fonte da cui emungono i pozzi della zona in quanto i depositi grossolani sono sede di un acquifero freatico di estese dimensioni e di ottima continuità laterale mai interrotta dalle lenti argillose presenti. L'orizzonte di separazione tra questa litozona e la sottostante è costituito da un livello continuo di argilla con spessore di circa 5-10 m.

Da un punto di vista tessiturale, si riscontra un decremento costante nella dimensione dei granuli andando da nord verso sud, in quanto si passa da zone a ghiaie prevalenti ad altre caratterizzate principalmente dalla presenza di sabbia.

L'area oggetto di studio è caratterizzata, nelle prime decine di metri, da depositi fluvio-glaciali würmiani costituiti principalmente da ghiaie e sabbie, come confermato dalla stratigrafia ricostruita durante la perforazione del pozzo n.22.

Alla distanza di circa 260 m in direzione nord si trova il pozzo pubblico n.0151710002 di Via Manzoni, utilizzato dall'acquedotto di Peschiera Borromeo a scopo idropotabile ed ubicato nella **Figura 11** di pag.14.

Dall'esame della sua stratigrafia (vd. **Allegato 2**), emerge che all'interno della litozona ghiaioso-sabbiosa prevalgono i depositi grossolani costituiti da ghiaie e sabbie con lenti di argilla che però non hanno una continuità sufficiente per compartimentare l'acquifero.

Lo spessore della litozona ghiaioso-sabbiosa aumenta procedendo da nord verso sud, ed il contatto tra la stessa litozona ghiaioso-sabbiosa e la sottostante litozona sabbioso-argillosa si approfondisce divenendo quindi sempre più difficilmente identificabile per la mancanza di pozzi sufficientemente profondi.

Nello specifico, all'interno del comune di Peschiera Borromeo, tale passaggio di litozona avviene a profondità di poco superiori ai 100,00 m.

Litozona sabbioso-argillosa: si posiziona al di sotto della precedente, costituisce l'acquifero profondo ed ha come limite superiore la comparsa di argille e sabbie fini di colore scuro, da grigio-blu a grigio. Tessitualmente è composta da depositi fini quali argille in massima parte, poi torbe, argille sabbiose e sabbie fini; solo localmente si ha la presenza di lenti sabbiose e ghiaioso-sabbiose. Tali lenti sono sede di acquiferi confinati che, grazie alla loro profondità ed alla protezione assicurata dai letti di argilla soprastante, vengono sfruttati per uso civile in quanto sono maggiormente preservati dall'inquinamento rispetto all'acquifero della litozona sovrastante. Da un punto di vista idrogeologico viene considerata come il letto del freatico, da cui peraltro trae acqua per filtrazione, mentre per quanto riguarda il proprio letto la scarsità di informazioni ne impedisce l'individuazione.

Litozona argillosa: costituisce la porzione più profonda del materasso alluvionale padano, quella che con tutta probabilità si appoggia direttamente al substrato in continuità con le argille sotto il Ceppo. Litologicamente è composta da argille e argille torbose sovente di colore azzurro o blu ma, poiché si trova a profondità che solo di rado vengono raggiunte dai pozzi, è difficile stabilire con certezza tutti i caratteri litologici presenti.

6.2 ANDAMENTO AREALE DELLA SUPERFICIE PIEZOMETRICA

La ricostruzione della morfologia della superficie piezometrica della falda superiore è basata sui dati della rete di monitoraggio piezometrico forniti dalla *Provincia di Milano – Direzione Centrale Risorse Ambientali – SIA (Sistema Informativo Ambientale)* - e sono aggiornati a settembre 2013.

Dall'elaborazione dei dati consultabili online nel sito:

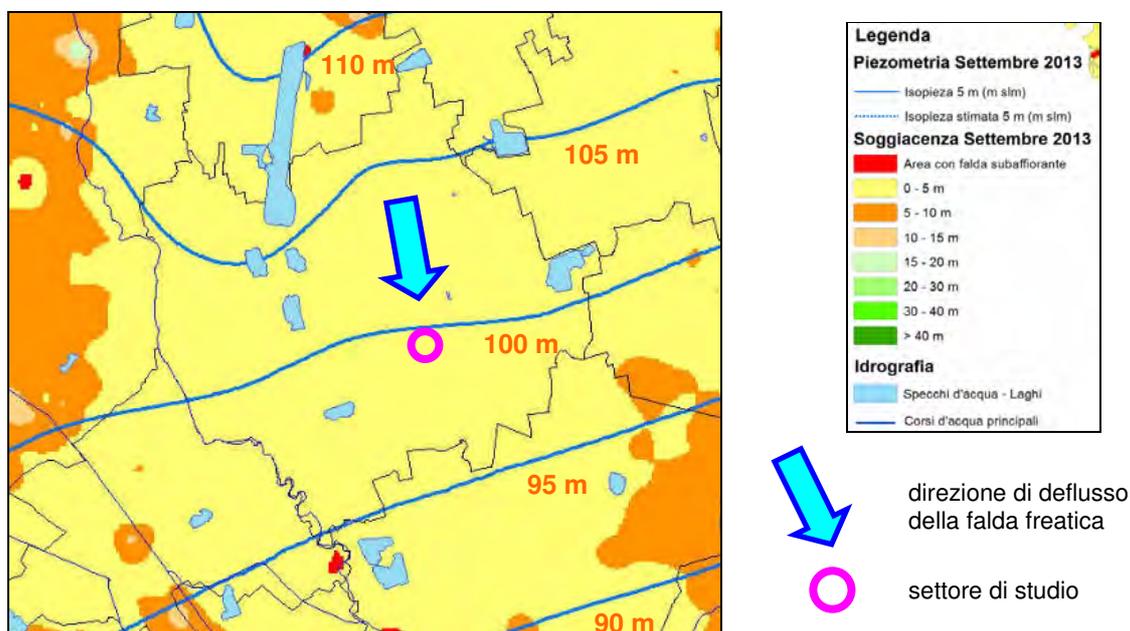
<http://ambiente.provincia.milano.it/sia/ot/laboratorio/labhtml.asp?rif1=labo&rif2=x&idrf=1921&idlab=1102>

relativi al mese di settembre '13 (vd. **Figura 10** sottostante), risulta che tutto il territorio comunale di Peschiera Borromeo presenta una soggiacenza compresa tra 0,00 e 5,00 m da piano campagna.

Appare inoltre evidente che nel territorio comunale di Peschiera Borromeo la falda superiore si attesta a quote comprese tra circa 107,00 m s.l.m. a nord e circa 95,00 m s.l.m. a sud. La superficie piezometrica presenta morfologia planare, con direzione del flusso idrico sotterraneo generalmente orientata da nord/nord-ovest verso sud/sud-est.

Il gradiente piezometrico della falda segue parallelamente la superficie topografica a cui è molto prossima e presenta pertanto valori bassi, indicativamente pari al 2,00‰ (due per mille).

Figura 10: soggiacenza e piezometria nel comune di Peschiera Borromeo – settembre '13



La ridotta soggiacenza nel sottosuolo della falda superiore è un elemento indicativo delle facili relazioni di interscambio con la superficie. La sua alimentazione, infatti, è legata solo in parte all'afflusso proveniente da monte ed in maggior misura alla ricarica locale ad opera degli eventi meteorici significativi e della diretta azione della pratica irrigua (canali e campi), come viene dettagliatamente illustrato nel paragrafo seguente.

Altro elemento idrogeologico di interesse è la tendenza all'emersione in superficie della falda sotterranea che avviene sia spontaneamente in corrispondenza delle aree altimetricamente ribassate, sia per intervento antropico di scavo.

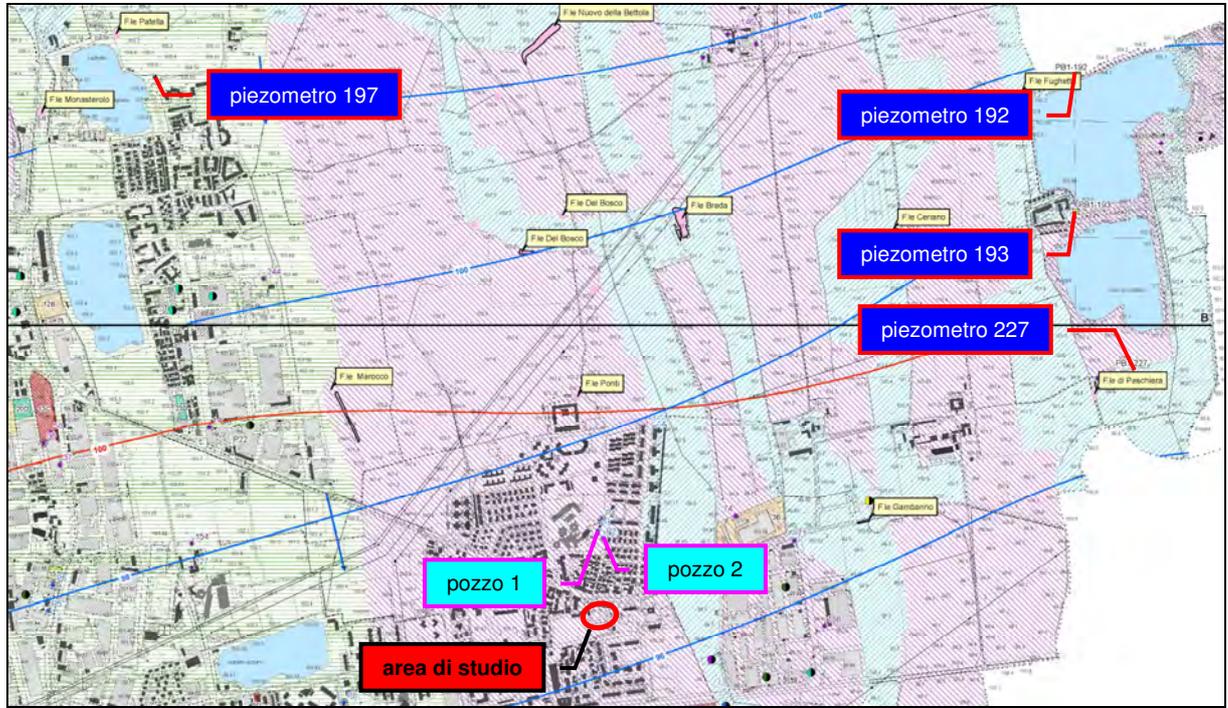
6.3 OSCILLAZIONE VERTICALE DELLA SUPERFICIE PIEZOMETRICA

L'alimentazione della falda superiore è legata, oltre che all'afflusso proveniente da monte ed al regime meteorico locale, al sistema irriguo dei navigli e dei loro secondari che, con l'alternanza dei periodi irrigui e di secca, condizionano il regime oscillatorio della falda superiore per un'ampia fascia di contorno.

Tali valutazioni si possono desumere dall'andamento nel tempo del livello piezometrico della falda ricostruito mediante le misure effettuate periodicamente presso il pozzo n.1 ed i piezometri 193 e 227 del comune di Peschiera Borromeo (quelli con i dati disponibili più vicini all'area di studio), rispettivamente ubicati a circa 300 m a nord, 2,3 km a nord-est e 2,0 km a nord-est dell'area di indagine (vd. sottostante **Figura 11**), per i seguenti periodi di tempo reperibili online (vd. **Figura 12 e 13**):

- pozzo 1 (codice 0151710001) ⇒ da gennaio '77 ad aprile '98;
- piezometro 193 (codice PB1-193) ⇒ da maggio '97 a marzo '14;
- piezometro 227 (codice PB1-227) ⇒ da gennaio '01 a marzo '14.

Figura 11: stralcio della Tavola 4 – “Carta Idrogeologica”
(dalle Tavole grafiche allegato allo “Studio geologico, idrogeologico e sismico di supporto al PGT di Peschiera Borromeo” redatte dallo Studio Geologico GSM Geo and Speleo Matters cons. di Diano S. Pietro (IM))



| | FACIES E GRANULOMETRIA PREVALENTE | PERMEABILITA' | VULNERABILITA' | |
|--|-----------------------------------|--|----------------|---------------|
| | | Facies alluvionale a ghiaia prevalente | Molto alta | Molto elevata |
| | | Facies alluvionale a sabbia prevalente | Alta | Elevata |
| | | Facies alluvionale a fini prevalenti | Medio - alta | Alta |

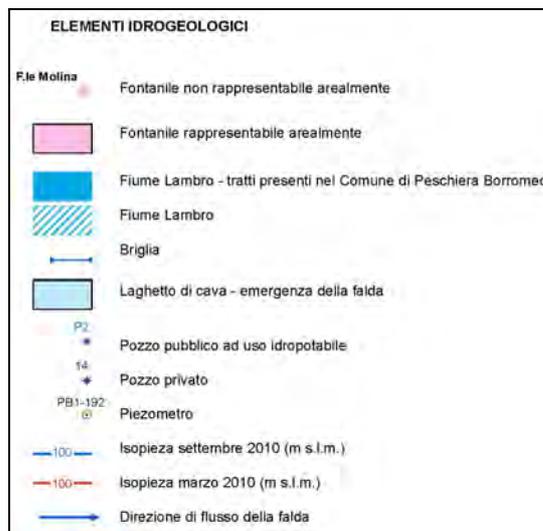


Figura 12: piezometria presso il pozzo n.1 (da gennaio '77 ad aprile '98)

(dall'archivio dati del SIA "Banca dati acque sotterranee / Livello di falda" reperibile online sul sito:
http://ambiente.provincia.milano.it/sia/ot/acgsot/livello/livello_5.asp?nele=1&cord=cod_punto&sequ=)

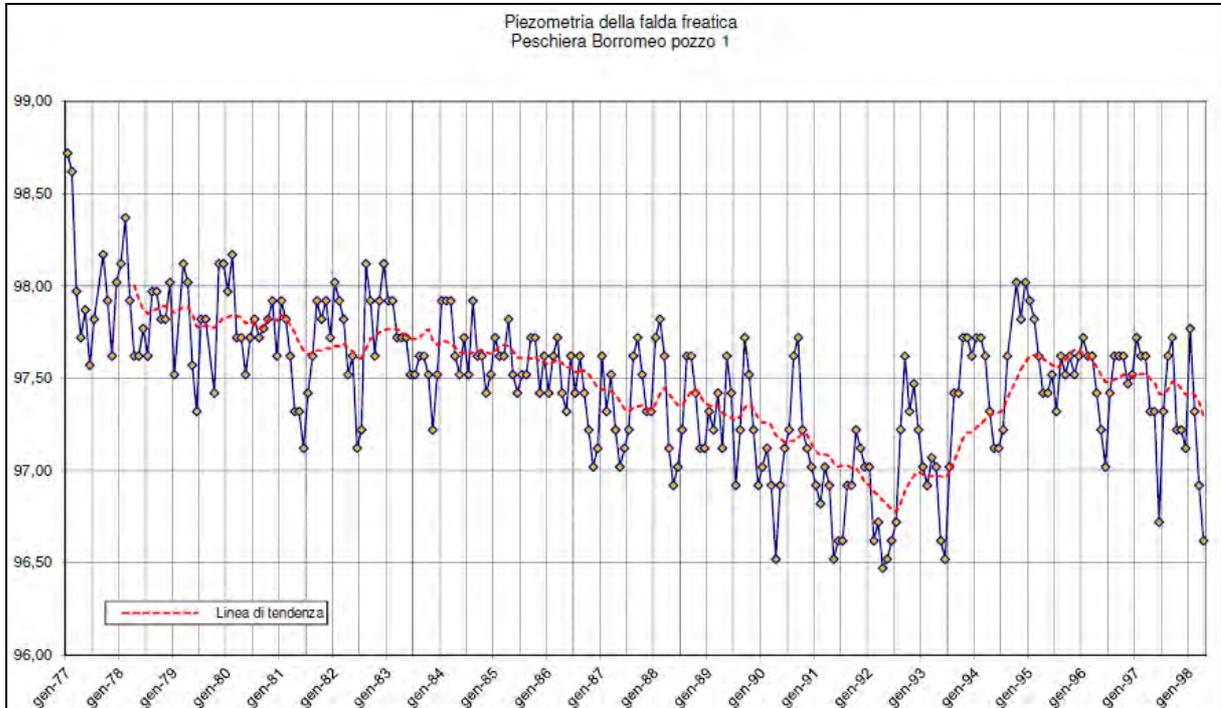
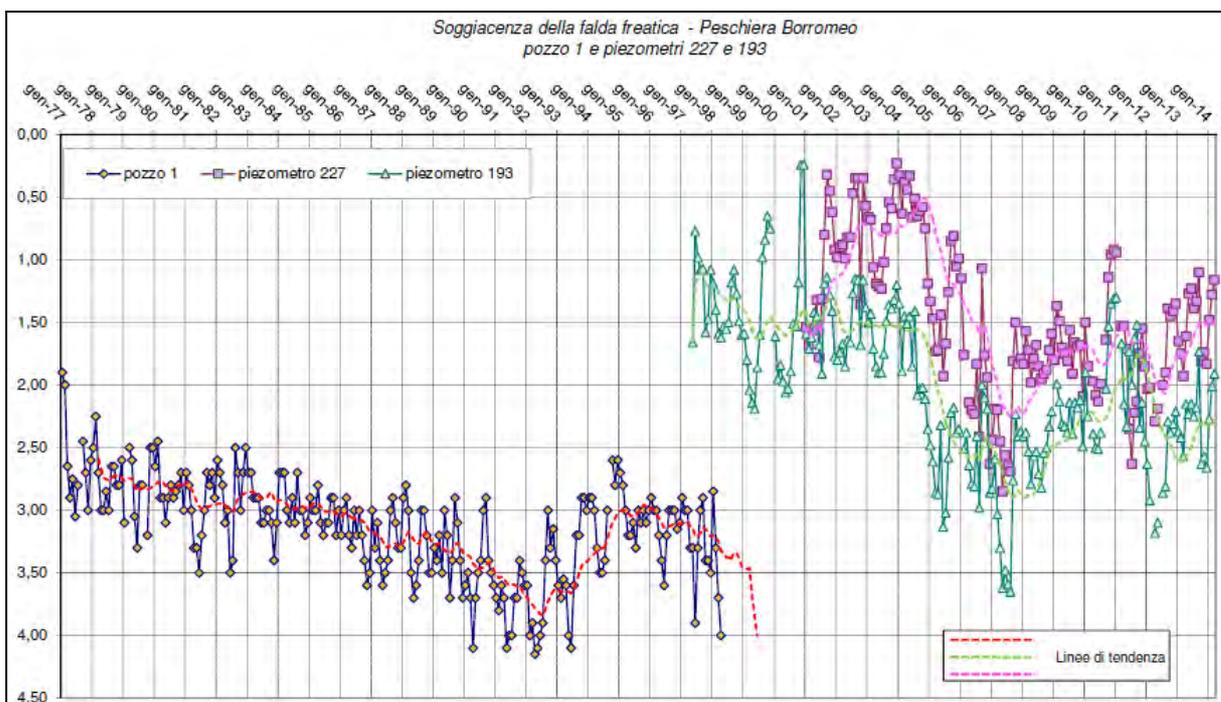


Figura 13: soggiacenza presso il pozzo n.1 ed i piezometri n.193 e 227

(dall'archivio dati del SIA "Cave / Punti di controllo" reperibile online sul sito:
http://ambiente.provincia.milano.it/sia/ot/cave/punti/punti_5.asp?nele=1&cord=data&sequ=desc)



I grafici evidenziano, oltre alla presenza di oscillazioni cicliche stagionali legate alla pratica irrigua, con massimi piezometrici estivi e minimi tardo invernali e primaverili, una tendenza all'abbassamento del livello medio della falda protrattosi fino alla prima metà del 1992, in relazione ad un'alimentazione deficitaria degli acquiferi registrata a livello regionale e prevalentemente determinata dagli scarsi apporti meteorici di tale periodo.

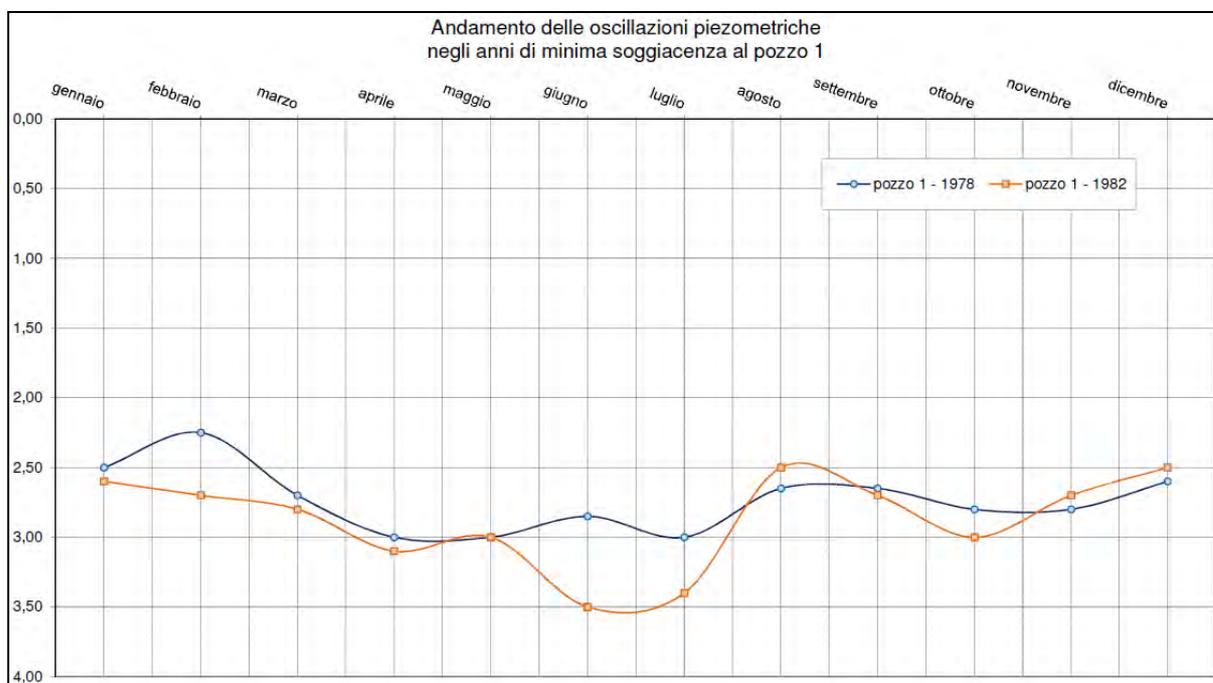
Dalla seconda metà del 1992, a seguito di un moderato aumento delle precipitazioni medie, si assiste ad un recupero delle quote piezometriche - intervallato da periodi di magra - fino all'inizio del 2004. Dal 2004 fino alla metà del 2007 si assiste ad un nuovo abbassamento del livello di falda seguito poi da un incremento fino ai giorni nostri (vd. **Figura 13**).

Dai diagrammi del pozzo n.1, che ha la successione di letture più rappresentativa, si osserva inoltre una minima soggiacenza, fatta registrare nei primi mesi del 1978, di poco superiore ai 2,00 m dal piano campagna (precisamente -2,25 m da p.c.).

Al fine di valutare con maggiore dettaglio l'oscillazione ciclica della superficie piezometrica nell'anno solare, si è costruito il grafico riportato nella sottostante **Figura 14** relativo al pozzo n.1 di Peschiera Borromeo, scegliendo i valori relativi agli anni con maggior escursione positiva della falda freatica e le minori soggiacenze verificatesi.

Figura 14: oscillazioni piezometriche presso il pozzo n.1 negli anni 1978 e 1982

(dall'archivio dati del SIA "Banca dati acque sotterranee / Livello di falda" reperibile online sul sito: http://ambiente.provincia.milano.it/sia/ot/acqsot/livello/livello_5.asp?nele=1&cord=cod_punto&sequ=)



Dal grafico risulta evidente che l'andamento delle quote piezometriche misurate nell'anno è strettamente dipendente dalle fasi che caratterizzano le pianure irrigue con apertura dei canali nella stagione tardo primaverile, irrigazione dei fondi durante l'estate e cessazione della pratica a fine estate.

6.4 RUOLO DEI CANALI NELL'ALIMENTAZIONE DELLA FALDA

Il confronto tra i dati piezometrici annuali evidenzia l'innalzamento della quota assoluta di tutta la superficie freatica dalla fine del mese di giugno al mese di settembre, per l'effetto stagionale di ricarica dovuto all'apertura dei canali irrigui ed all'attivazione dei primi cicli irrigui. Tale innalzamento è direttamente connesso all'infiltrazione di acque superficiali che avviene sia dal fondo dei cavi irrigui attivati per le operazioni di irrigazione, sia dagli stessi terreni irrigati.

Analizzando i dati del monitoraggio, relativi ai pozzi di Peschiera Borromeo, si osserva che le oscillazioni prodotte per cause antropiche (irrigazione) presentano un'escursione massima stagionale (primavera - estate) mediamente di circa un metro.

Va osservato infine che a stagioni irrigue più fresche e piovose corrispondono escursioni più limitate, determinate dal minor ricorso all'irrigazione per le necessità colturali; viceversa, le irrigazioni più frequenti nelle stagioni maggiormente siccitose provocano escursioni maggiori. Quanto osservato testimonia ulteriormente che l'alimentazione della prima falda è direttamente connessa alla pratica irrigua che determina le escursioni di livello di maggiore entità, rispetto ad altre componenti.

Tale andamento è generale e si inquadra perfettamente nella dinamica idrogeologica tipica delle aree di pianura irrigua quale quella in oggetto.

Si può pertanto affermare che nel periodo agosto / settembre, la superficie piezometrica subisce delle variazioni di quota che sono indicative di una ricarica della falda indotta dall'attivazione dei canali irrigui e dall'irrigazione di aree coltivate.

Essa pertanto può presentare effetti maggiori in prossimità dei canali e dei campi irrigati rispetto a condizioni più distali.

6.5 IDROGEOLOGIA DI DETTAGLIO

Nelle sottostanti **Figure 15** e **16** sono riportate le carte di dettaglio delle isofreatiche, relative rispettivamente ai mesi di marzo e settembre 2013 (dati più aggiornati disponibili), con indicata l'ubicazione dell'area in oggetto.

Figura 15: piezometria di dettaglio – marzo '13

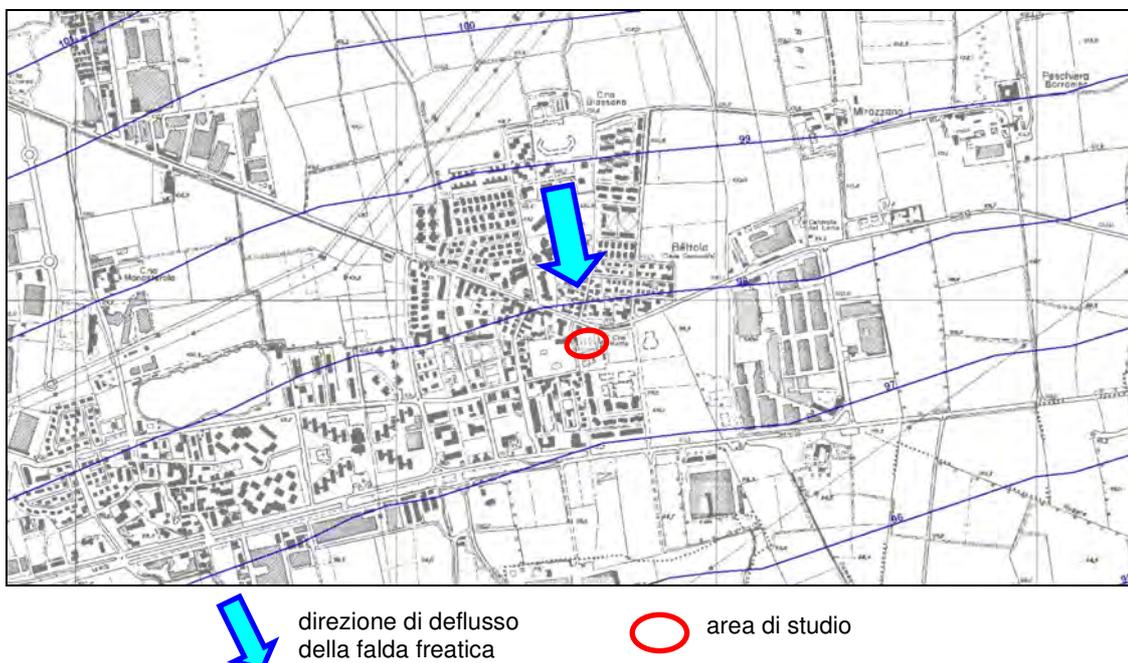


direzione di deflusso
della falda freatica



area di studio

Figura 16: piezometria di dettaglio – settembre '13



Dalla loro analisi si evince che nel 2013 la piezometria si attestava più precisamente a poco più di 97,00 m s.l.m. nel mese di marzo e a poco meno di 98,00 m s.l.m. a settembre. I valori di soggiacenza erano quindi dell'ordine di 2,80 m a marzo e di 2,00 m a settembre.

Per meglio definire le condizioni idrogeologiche dell'area oggetto di studio, all'interno dei fori di prova n. 1, 2 e 3 sono state installate tre postazioni piezometriche con tubo aperto in PVC opportunamente fessurato avente diametro pari a 20 mm (vd. **Allegato 3**).

Premesso che la quota media del piano di campagna interno all'area di studio è pari a circa -0,60 m rispetto allo $\pm 0,00$ di progetto (coincidente con il piano strada di Via Cà Matta), lo stesso giorno delle indagini (12.05.2014) è stata rilevata la presenza dell'acqua di falda alle seguenti quote:

| Piezometro N. | Letture da piano campagna | Letture da $\pm 0,00$ progetto |
|---------------|---------------------------|--------------------------------|
| Pz.1 | -2,00 m | -2,60 m |
| Pz.2 | -2,06 m | -2,66 m |
| Pz.3 | -2,70 m | -3,30 m |

In data 26.05.2014, una volta che l'acqua risultava stabilizzata all'interno di ciascun tubo piezometrico, le letture sono state ripetute ed hanno evidenziato le seguenti soggiacenze:

| Piezometro N. | Letture da piano campagna | Letture da $\pm 0,00$ progetto |
|---------------|---------------------------|--------------------------------|
| Pz.1 | -2,02 m | -2,62 m |
| Pz.2 | -2,08 m | -2,68 m |
| Pz.3 | -2,30 m | -2,90 m |

I valori misurati risultano del tutto in linea con quanto detto in precedenza e con i valori registrati presso i pozzi ed i piezometri ubicati nel comune di Peschiera Borromeo.

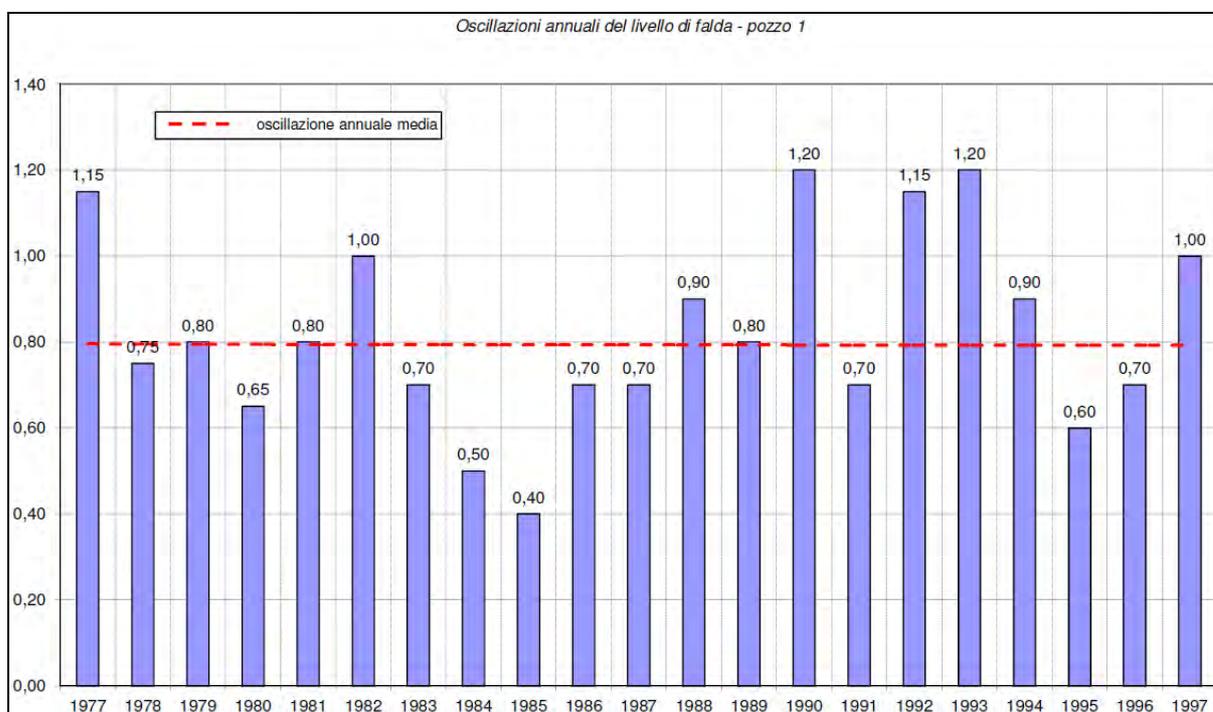
6.6 MASSIME QUOTE PREVEDIBILI

Il raffronto con l'andamento pluriennale dimostra che, al netto di importanti eventi meteorici, il raggiungimento delle massime quote della falda si verifica generalmente nei mesi di agosto e settembre.

Se si considerano i 20 anni di osservazioni effettuate sul pozzo n.1 (quello con le letture più rappresentative), l'oscillazione annuale media è pari a 0,80 m, ovvero 0,067 m mensili (vd. **Figura 17** sottostante).

Figura 17: oscillazioni annuali dal 1977 al 1997 – pozzo n.1

(dall'archivio dati del SIA "Banca dati acque sotterranee / Livello di falda" reperibile online sul sito: http://ambiente.provincia.milano.it/sia/ot/acqgot/livello/livello_5.asp?nele=1&cord=cod_punto&sequ=)



Tenuto conto che nell'area in esame le letture sono state effettuate nel mese di maggio è necessario aggiungere 0,067 m per ogni mese fino a settembre (cioè 0,27 m), per considerare un livello più vicino al massimo stagionale.

Per un'analisi delle quote massime prevedibili, si è tenuto conto della minima e massima soggiacenza "assolute" (vd. **Tabella 1** sottostante) riferite ai periodi temporali disponibili online per il pozzo n.1 (dal 1977 al 1997) ed il piezometro n.197 (dal 1990 al 2013).

Tabella 1: soggiacenze max e min assolute presso il pozzo n.1 ed il piezometro n.197

| | SOGGIACENZA MINIMA | | SOGGIACENZA MASSIMA | |
|------------------------------|---------------------|----------|---------------------|----------|
| | m s.l.m. | data | m s.l.m. | data |
| pozzo n.1 - Peschiera | 98,37 | Feb. '78 | 96,47 | Apr. '92 |
| <i>Soggiacenza pari a</i> | <i>- 2,25 metri</i> | | <i>- 4,15 metri</i> | |
| piezometro n.197 - Peschiera | 102,91 | Set. '05 | 100,95 | Nov. '91 |
| <i>Soggiacenza pari a</i> | <i>- 2,59 metri</i> | | <i>- 4,55 metri</i> | |

Se si considera poi la soggiacenza media fatta registrare durante i mesi di agosto e settembre (i mesi che statisticamente presentano le minime soggiacenze) nei periodi sopra riportati, si ottengono rispettivamente il valore di 2,98 m e 3,06 m.

L'incremento tra la media delle minime soggiacenze (2,98 m e 3,06 m) e la soggiacenza di picco sopra riportata (2,25 m e 2,59 m) è pari a 0,73 m per il pozzo n.1 e 0,43 m per il piezometro n.197.

⇒ *in considerazione di tutto ciò, per l'area di studio lo scenario più cautelativo deve considerare una quota massima raggiungibile data dal valore misurato nel mese di maggio 2014 a cui si somma: 0,27 m per incrementi stagionali massimi e 0,58 m per incrementi pluriennali massimi.*

Pertanto, viene così riveduta la quota della falda rispetto allo zero di progetto:

Tabella 2: minima soggiacenza prevedibile nell'area di studio tenuto conto degli incrementi stagionali e di quelli pluriennali massimi

| | Pz. 1 | Pz. 2 | Pz. 3 |
|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| metri da ±0,00 di progetto | | | |
| soggiacenza rilevata il 26 maggio '14 | - 2,62 | - 2,68 | - 2,90 |
| incremento stagionale massimo | + 0,27 | + 0,27 | + 0,27 |
| incremento pluriennale massimo | + 0,58 | + 0,58 | + 0,58 |
| | ===== | ===== | ===== |
| minima soggiacenza prevedibile | - 1,77 | - 1,83 | - 2,05 |

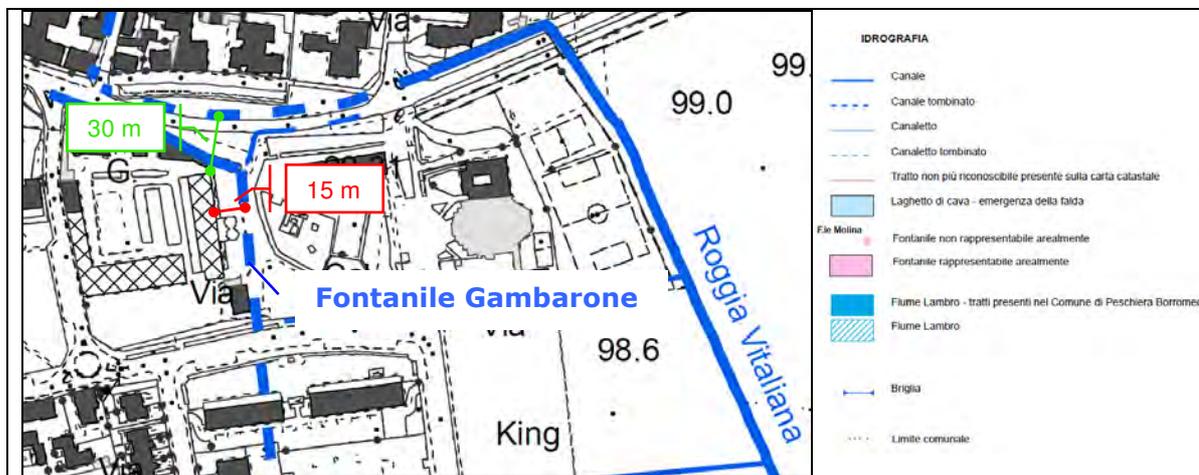
6.7 MITIGAZIONE DEL RISCHIO RESIDUO

Come già specificato al § 3.2 di pag.4 della presente relazione, il sito è ubicato circa 2 km ad est del fiume Lambro ed è esterno alle fasce fluviali del P.A.I..

In ogni caso l'area è stata inserita nella classe di fattibilità 3.3(D) e *“presenta problematiche non severe di ordine idraulico”*, poiché in passato è stata *“interessata da eventi alluvionali (allagamenti con ridotti tiranti idrici con acque ferme durante gli eventi del 1947 e 1951) per rigurgito del reticolo idrico e del sistema di smaltimento delle acque e della falda”*.

Si rammenta, a tal proposito, che l'area di studio è compresa tra la Roggia Vitaliana a nord ed il Fontanile Gambarone ad est.

Figura 18: stralcio della Tavola 3 – “Carta del Sistema Idrografico” (dettaglio area di studio)
(dalle Tavole grafiche allegato al “Studio geologico, idrogeologico e sismico di supporto al PGT di Peschiera Borromeo” redatte dallo Studio Geologico GSM Geo and Spele Matters cons. di Diano S. Pietro (IM))



In particolare, il Fontanile Gambarone scorre - in parte tombinato - con andamento circa nord-sud lungo il confine orientale del sito ad una distanza di circa 15 metri da uno degli edifici attualmente esistenti al suo interno (vd. precedente **Figura 18**).

La Roggia Vitaliana, invece, scorre tombinata con andamento circa est-ovest a nord dell'area a circa 30 metri dal punto più vicino del medesimo edificio.

Considerando, quindi, la presenza abbastanza ravvicinata di questi due corsi d'acqua nonché la falda ad una quota sensibilmente inferiore a quella del pavimento finito del piano interrato in progetto (previsto a -2,40 m dallo $\pm 0,00$ di progetto coincidente con il piano strada di Via Cà Matta), si ritiene che le opere di mitigazione debbano prevedere quanto di seguito descritto:

- ⇒ realizzazione di un muro di cinta pieno fino a circa 50 ÷ 80 cm da terra;
- ⇒ realizzazione di una controrampa per l'accesso carraio all'area, al fine di impedire l'ingresso di eventuale acqua dalla strada ai box interrati;
- ⇒ completa impermeabilizzazione dei volumi interrati e realizzazione di una vasca di raccolta delle acque meteoriche con pompa di rilancio in fogna.

Per quel che concerne, infine, le eventuali problematiche legate all'inquinamento delle acque di falda, si ritiene che trattandosi di intervento di tipo residenziale dotato di allacciamento alla rete fognaria e provvisto di idonea impermeabilizzazione delle strutture interrato, non siano richiesti ulteriori accorgimenti tecnici.

7. ANALISI SISMICA DEL SITO

Il territorio comunale di Peschiera Borromeo (MI) non era classificato sismico ai sensi del D.M. 19.03.1982. L'Ordinanza P.C.M. n.3274 del 23.03.2003 riclassifica l'intero territorio nazionale. In tale quadro il comune di Peschiera Borromeo ricade in zona sismica 4.

L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi *stati limite* presi in considerazione, viene definita partendo dalla “pericolosità di base” del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

7.1 ANALISI DEL TERRENO

Per valutare l'andamento della velocità delle onde di taglio (V_s) con la profondità, a partire dal piano campagna, è stata impiegata una tecnica che utilizza le onde superficiali (MASW). Tale tecnica, ha il vantaggio di indagare volumi di terreno più estesi rispetto ad altre tecniche puntuali, anche di tipo diretto, mantenendo contenuti i costi.

Nella tecnica di tipo indiretto-attivo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), la generazione delle onde superficiali si ottiene mediante l'energizzazione in superficie ottenuta mediante sistemi impulsivi; conseguentemente si ha la formazione nel terreno di un treno di onde complesso comprendente onde di Rayleigh.

La tecnica MASW, similmente a quello che avviene per la sismica a rifrazione, si basa sulla registrazione dei primi arrivi delle onde superficiali prodotte in corrispondenza di una catena di geofoni.

Il risultato è quello di ottenere, per ogni stendimento geofisico, un profilo verticale del valore della velocità delle onde di taglio collocabile approssimativamente nella zona centrale dello stendimento.

In **Allegato 4** sono riportati i risultati della prova MASW eseguita il giorno 12 maggio '14 all'interno dell'area di studio ed elaborata dalla società E.E.G. S.r.l. (Environmental and Engineering Geophysics) di Sesto Calende.



Nel riquadro principale si osserva la stratigrafia delle V_s ricavata dalla prova, nonché le curve di dispersione misurate e calcolate. A destra è visibile il sismogramma mentre in basso è riportato il valore del parametro V_{s30} calcolato utilizzando la stratigrafia V_s e la formula:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} h_i / V_i}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (m/s) dello strato i – esimo, per un totale di N strati presenti nei primi 30 m di sottosuolo.

⇒ la tabella sottostante indica la categoria sismica di appartenenza del suolo di fondazione: in base ai valori di V_s ottenuti (359 m/sec), il terreno rientra in **categoria C**.

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

| Categoria | Descrizione |
|-----------|--|
| A | <i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m. |
| B | <i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina). |
| C | <i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina). |
| D | <i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina). |
| E | <i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento</i> (con $V_s > 800$ m/s). |

Tabella 3.2.V – Espressioni di S_s e di C_c

| Categoria sottosuolo | S_s | C_c |
|----------------------|---|------------------------------|
| A | 1,00 | 1,00 |
| B | $1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,20$ | $1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$ |
| C | $1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,50$ | $1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$ |
| D | $0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,80$ | $1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$ |
| E | $1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,60$ | $1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$ |

C_c = coeff. f (Categ. sottosuolo)

Tabella 3: classificazione del sito
secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008)

| | |
|------------------------------|--|
| Località: | Peschiera Borromeo (MI), Via 2 Giugno 46 - nuovo complesso residenziale - |
| Metodo di indagine: | MASW |
| Strumentazione utilizzata: | Sismografo 24 canali |
| Metodo di energizzazione: | Mazza da 6 kg |
| Geometria dello stendimento: | lineare con 24 geofoni – interasse 2 m |

| VELOCITA' SISMICA ONDE DI TAGLIO V_{s30} (m/s) | | | 359 |
|---|-----------------------|---|--|
| Tenuto conto dei risultati, il sito in esame rientra nella categoria di sottosuolo: | | | C |
| <i>le cui caratteristiche sono</i> | | | |
| <i>Profilo stratigrafico del suolo</i> | V_{s30} (m/s) | <i>Resistenza penetrometrica (N_{spt})</i> | <i>Coesione non drenata (kPa)</i> |
| 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 | $180 < V_{s30} < 360$ | $15 < N_{spt} < 50$ | $70 < C_u < 250$ |

7.2 AZIONI SISMICHE DI PROGETTO

Il Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni” impone anche la verifica delle azioni sismiche sulle nuove costruzioni.

Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione che è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo (“periodo di riferimento” V_R espresso in anni), in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato; tale probabilità è denominata “Probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento” PV_R .

La pericolosità sismica è definita in termini di:

- accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (categoria A), con superficie topografica orizzontale (categoria T1);
- ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PV_R nel periodo di riferimento V_R .

Ai fini delle NTC le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PV_R , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

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

Il territorio comunale di Peschiera Borromeo è collocato in zona sismica 4, con parametri sismici per periodi di ritorno di riferimento T_r , riportati nella seguente tabella:

| Stato limite | T_r | a_g | F_0 | T^*C |
|--------------|-------|-------|-------|--------|
| SLO | 30 | 0,022 | 2,548 | 0,182 |
| SLD | 50 | 0,028 | 2,540 | 0,202 |
| SLV | 475 | 0,058 | 2,631 | 0,284 |
| SLC | 975 | 0,072 | 2,648 | 0,296 |

| | |
|---|---------|
| Periodo di riferimento per l'azione sismica V_R | 50 anni |
|---|---------|

| | | |
|----------------------------|-------------------|----------------|
| TIPO DI COSTRUZIONE | | 2 |
| VITA NOMINALE | V_N | ≥ 50 anni |
| CLASSE D'USO | | II |
| COEFFICIENTE D'USO | C_U | 1,0 |
| VITA DI RIFERIMENTO | $V_R = V_N * C_U$ | 50 anni |

Di seguito si riportano i parametri sismici sito-specifici, calcolati ipotizzando che gli edifici in progetto ricadano in Classe d'Uso II.

Si sottolinea che qualora i fabbricati dovessero rientrare nell'elenco degli edifici strategici e/o rilevanti (d.d.u.o. n. 19904 del 21 novembre 2003), e/o fossero caratterizzati da una Classe d'Uso differente da quella ipotizzata nella presente relazione, sarà necessario procedere con un nuovo calcolo di tali parametri.

PARAMETRI SISMICI

SITO IN ESAME (COORDINATE GEOGRAFICHE ESPRESSE IN ED50)

Latitudine: 45,431636
 Longitudine: 9,315134
 Classe: 2
 Vita nominale: 50

SITO DI RIFERIMENTO

| | | | |
|--------|-----------|--------------------------|--------------------|
| Sito 1 | ID: 12484 | Lat: 45,4119 Lon: 9,2920 | Distanza: 2848,470 |
| Sito 2 | ID: 12485 | Lat: 45,4143 Lon: 9,3630 | Distanza: 4201,026 |
| Sito 3 | ID: 12263 | Lat: 45,4642 Lon: 9,3595 | Distanza: 5011,973 |
| Sito 4 | ID: 12262 | Lat: 45,4618 Lon: 9,2885 | Distanza: 3945,145 |

PARAMETRI SISMICI

Categoria sottosuolo: C
 Categoria topografica: T1
 Periodo di riferimento: 50 anni
 Coefficiente C_u : 1

OPERATIVITÀ (SLO)

Probabilità di superamento: 81%
 Tr: 30 (anni)
 ag: 0,022 g
 Fo: 2,548
 T*C: 0,182 (s)

DANNO (SLD)

Probabilità di superamento: 63%
 Tr: 50 (anni)
 ag: 0,028 g
 Fo: 2,540
 T*C: 0,202 (s)

SALVAGUARDIA DELLA VITA (SLV)

Probabilità di superamento: 10%
 Tr: 475 (anni)
 ag: 0,058 g
 Fo: 2,631
 T*C: 0,284 (s)

PREVENZIONE DEL COLLASSO (SLC)

| | |
|-----------------------------|------------|
| Probabilità di superamento: | 5% |
| Tr: | 975 (anni) |
| ag: | 0,072 g |
| Fo: | 2,648 |
| T*C: | 0,296 (s) |

TIPO DI ELABORAZIONE: FONDAZIONI

Coefficienti Sismici:

SLO

| | |
|-------|-------|
| Ss: | 1,500 |
| Cc: | 1,840 |
| St: | 1,000 |
| Kh: | 0,006 |
| Kv: | 0,003 |
| Amax: | 0,317 |
| Beta: | 0,200 |

SLD

| | |
|-------|-------|
| Ss: | 1,500 |
| Cc: | 1,780 |
| St: | 1,000 |
| Kh: | 0,008 |
| Kv: | 0,004 |
| Amax: | 0,405 |

SLV

| | |
|-------|-------|
| Ss: | 1,500 |
| Cc: | 1,590 |
| St: | 1,000 |
| Kh: | 0,017 |
| Kv: | 0,009 |
| Amax: | 0,856 |
| Beta: | 0,200 |

SLC

| | |
|-------|-------|
| Ss: | 1,500 |
| Cc: | 1,570 |
| St: | 1,000 |
| Kh: | 0,022 |
| Kv: | 0,011 |
| Amax: | 1,057 |
| Beta: | 0,200 |

VALUTAZIONE DELL'ACCELERAZIONE DI PROGETTO

| | | | |
|--|---|---|--------------------------|
| FONDAZIONI | | | |
| ag accelerazione orizzontale massima | <u>STATO LIMITE</u> | | a_g (g) |
| | <u>SLU</u> SLV | | 0,058 |
| | <u>SLU</u> SLC | | 0,072 |
| | <u>SLE</u> SLO | | 0,022 |
| | <u>SLE</u> SLD | | 0,028 |
| a_{max} accelerazione massima | a_{max} = S*a_g = S_S*S_T* a_g | <u>0,087 g</u> 0,853 m/s² | (per SLV) |
| Coefficiente sismico orizzontale | Kh = βs * a_{max}/g | 0,0174 | |

8. INDAGINE GEOTECNICA IN SITO

Al fine di valutare gli aspetti geotecnici di massima dei terreni che caratterizzano l'area di studio, il giorno 12 maggio '14 è stata effettuata una campagna di indagini in sito che è consistita nell'esecuzione di n.4 prove penetrometriche dinamiche di tipo S.C.P.T. (*Standard Cone Penetration Test*). L'ubicazione delle indagini è riportata in **Allegato 3** e in **Tavola 2**.

8.1 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE S.C.P.T.

Le prove sono state eseguite con penetrometro dinamico DPHS Meardi - AGI, le cui caratteristiche tecniche sono rigorosamente conformi alla normativa vigente. In particolare, i principali dati tecnici riguardanti l'attrezzatura utilizzata sono:

Tabella 4: caratteristiche tecniche dell'attrezzatura di prova

| CARATTERISTICHE TECNICHE | | | DPHS Meardi - AGI | |
|--------------------------|------------|----------|-------------------|---------|
| | SIMBOLO | U.M. | | |
| MAGLIO | M | kg | 73 | |
| VOLATA DI RIFERIMENTO | H | m | 0.75 | |
| PUNTA CONICA | ANGOLO | α | 60 | |
| | DIAM. BASE | | mm | 51.0 |
| ASTE | LUNGHEZZA | | m | 1.5 |
| | MASSA | m | kg/m | 7 |
| | DIAM. EST. | d_0 | mm | 34 |
| RIVESTIMENTI | LUNGHEZZA | | m | 1.5 |
| | DIAMETRI | | mm | 48 / 38 |
| PENETRAZIONE STANDARD | | cm | 30 | |

Tali prove consistono nell'infissione nel terreno di una punta conica e nel rilevare il numero di colpi di maglio necessari per approfondimenti costanti di 30 cm.

Ad ogni avanzamento della punta segue un analogo affondamento dei tubi di rivestimento, con lo scopo di evitare lo sviluppo dell'attrito tra il terreno e le aste connesse alla punta; in tal modo la resistenza di penetrazione incontrata dalla punta deriva solamente dall'azione che oppongono all'avanzamento i diversi orizzonti detritici attraversati.

Si determina, quindi, per via diretta lo stato di addensamento dei terreni di fondazione e indirettamente (dal confronto tra la resistenza alla punta RP - linea continua - e la resistenza laterale RL - linea tratteggiata) la litostratigrafia locale. La prova di regola viene interrotta quando la resistenza di avanzamento alla punta (RP) o la resistenza incontrata dal rivestimento (RL) per effetto dell'attrito laterale, superano il valore di 100 per 30 cm di affondamento.

In **Allegato 5** si riportano sia i diagrammi che le tabelle delle prove penetrometriche eseguite: in essi *LA QUOTA ZERO È RIFERITA AL PIANO DI CAMPAGNA ESISTENTE CHE, ALL'ATTO DELLE INDAGINI, SI TROVAVA IN MEDIA A -0,60 M RISPETTO ALLO $\pm 0,00$ DI PROGETTO* (coincidente con il piano strada di Via Cà Matta).

9. INTERPRETAZIONE DELLE PROVE SCPT

I parametri geotecnici indicati nel seguito sono stati ottenuti indirettamente, mediante correlazioni empiriche, a partire dai risultati delle prove penetrometriche dinamiche eseguite nel corso della campagna di indagini.

I valori adottati come rappresentativi delle caratteristiche geotecniche dei terreni investigati sono quelli consigliati da diversi Autori (*Skempton, Meyerhof, D'Apollonia et Al.*), e sono stati definiti in modo moderatamente cautelativo.

I valori delle resistenze all'avanzamento delle prove penetrometriche dinamiche sono stati correlati ai valori di N_{spt} , utilizzati per la valutazione dei parametri di resistenza e deformabilità, mediante la seguente relazione:

$$N_{scpt} = N_{spt}$$

Questa correlazione è piuttosto conservativa, in quanto la correlazione normalmente utilizzata per i terreni di cui si tratta - granulari medio/grossi - è indicata in bibliografia in:

$$N_{spt} \cong 1,2N_{scpt}$$

Tuttavia, in considerazione dell'impossibilità di eseguire un'analisi di regressione basata su dati direttamente rilevati nel sito di interesse si è, comunque, preferito adottare un rapporto di correlazione conservativo.

10. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SITO

Si premette che l'indagine eseguita non ha permesso di prendere visione diretta dei terreni oggetto di studio, non essendo stato eseguito alcun sondaggio geognostico o scavo profondo di ispezione.

Pertanto tutto ciò che riguarda la natura e la granulometria dei terreni esaminati è indicativo e si basa sulla conoscenza della geologia della zona e sull'interpretazione dei diagrammi penetrometrici.

10.1 CORRELAZIONE TRA I RISULTATI OTTENUTI CON LE PROVE IN SITO

I terreni in corrispondenza delle verticali di indagine, e probabilmente in tutta l'area oggetto di intervento, si presumono costituiti da materiali prevalentemente granulari - in possibile matrice limosa nei primi metri di profondità - fino alla massima quota indagata (-11,70 m dal piano di campagna).

Dall'analisi delle quattro prove eseguite è emersa una situazione di variabilità sia areale che verticale delle caratteristiche geotecniche dei terreni indagati, tipica dei depositi presenti in queste zone.

Considerando quindi - in via precauzionale - le peggiori condizioni rinvenute lungo le verticali esaminate, i terreni possono essere così definiti:

- da *molto sciolti* a *sciolti* fino alla profondità massima di circa 2,50 m;
- da *sciolti* a *mediamente addensati* da circa 2,50 m a circa 4,50 m;
- da *mediamente addensati* ad *addensati* da circa 4,50 m a 11,70 m.

Integrando i risultati emersi dall'esecuzione delle indagini in sito, è possibile effettuare una ripartizione in tre strati predominanti A, B e C differenziati tra loro per caratteristiche geotecniche come da schema sottostante:

Tabella 5: suddivisione dei terreni in strati (riferimento: piano campagna)

| strati | litologia prevalente | grado di addensamento | N _{sapt} | | profondità base strato (m) | | | |
|----------|---|--------------------------------------|-------------------|-----|----------------------------|------|------|------|
| | | | min | max | P.1 | P.2 | P.3 | P.4 |
| strato A | eventuale materiale di riporto seguito da sabbia e ghiaia in possibile matrice limosa | da molto sciolto a sciolto | 2 | 13 | 1,50 | 2,00 | 2,50 | 2,00 |
| strato B | sabbia e ghiaia | da sciolto a mediamente addensato | 5 | 16 | 2,50 | 4,00 | 4,50 | 4,50 |
| strato C | sabbia, ghiaia e ciottoli | da mediamente addensato ad addensato | 10 | 28 | 11,70 | | | |

10.2 PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA

I **valori medi** dei parametri geotecnici sono stati stimati attraverso le correlazioni empiriche sopra indicate, a partire dai valori medi di resistenza alla punta delle diverse prove eseguite.

Tabella 6: valori medi dei parametri geotecnici

| Litologia prevalente | N _{sapt medio} | Valori medi parametri geotecnici | | | | | |
|---|-------------------------|----------------------------------|---------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|
| | | Dr (%) | Ø' _m (°) | Cu _m (kN/m ²) | c' _m (kN/m ²) | E' _m (MPa) | Eed _m (kN/m ²) |
| eventuale materiale di riporto seguito da sabbia e ghiaia in possibile matrice limosa | 5 | 35 ÷ 40 | 27 | - | - | 20 | - |
| sabbia e ghiaia | 11 | 50 ÷ 55 | 29 | - | - | 24 | - |
| sabbia, ghiaia e ciottoli | 18 | 55 ÷ 65 | 36 | - | - | 29 | - |

dove:

N_{sapt medio} = valore medio di N_{sapt} ritenuto caratteristico dell'orizzonte;

Dr (°) = stima del grado di addensamento dei terreni incoerenti, espresso come Densità relativa;

Ø' (°) = stima dell'angolo d'attrito efficace;

E' (MPa) = stima del modulo elastico.

N.B. tenuto conto della natura prevalentemente incoerente dei terreni e la mancanza di valori misurati con specifiche prove di laboratorio, si è considerata cautelativamente la coesione nulla per tutti gli strati geotecnici.

Per quanto riguarda il peso di volume naturale, è stato considerato un valore di 17 kN/m^3 per i terreni sciolti superficiali, di 18 kN/m^3 per lo strato B intermedio e di 19 kN/m^3 per l'orizzonte addensato più profondo.

Secondo quanto disposto dalle Norme Tecniche, si è partiti dai parametri medi per ricavare i **valori caratteristici** dei parametri di resistenza al taglio del terreno con associata una probabilità di non superamento del 5%, attraverso le seguenti formule:

$$\varnothing'_k = \varnothing'_m * (1-1,645*V_{\varnothing});$$

$$Cu_k = Cu_m * (1-1,645*V_{Cu});$$

$$c'_k = c'_m * (1-1,645*V_{c'});$$

$$E'_k = E'_m * (1-1,645*V_{E'});$$

$$Eed_k = Eed_m * (1-1,645*V_{Eed})$$

dove:

$\varnothing'_m, Cu_m, c'_m, E'_m, Eed_m$ = valori medi dei parametri di resistenza e di deformabilità del terreno;

$V_{\varnothing}, V_{Cu}, V_{c'}, V_{E'}, V_{Eed}$ = coefficienti di variazione definiti come rapporto fra lo scarto quadratico medio e la media dei valori relativi ai parametri.

Tabella 7: valori caratteristici dei parametri geotecnici

| litologia prevalente | N _{scept} medio | Valori caratteristici parametri geotecnici | | | | |
|---|-----------------------------|--|--------------------------------|--------------------------------|-----------------|---------------------------------|
| | | \varnothing'_k (°) | Cu_k (kN/m ²) | c'_k (kN/m ²) | E'_k (MPa) | Eed_k (kN/m ²) |
| eventuale materiale di riporto seguito da sabbia e ghiaia in possibile matrice limosa | 5 | 23 | - | - | 18 | - |
| sabbia e ghiaia | 11 | 26 | - | - | 21 | - |
| sabbia, ghiaia e ciottoli | 18 | 32 | - | - | 26 | - |

Per quel che concerne le verifiche geotecniche, si potranno effettuare i calcoli della resistenza allo Stato Limite Ultimo (SLU) e nelle condizioni di Esercizio (SLE) - come richiesto dalla normativa vigente - una volta note le seguenti informazioni di carattere tecnico:

- imposta fondazioni rispetto alla quota di inizio delle indagini.
- caratteristiche geometriche delle fondazioni in progetto;
- $E_d \Rightarrow$ valori di progetto nelle varie combinazioni di carico allo SLU;
- $E_d \Rightarrow$ valori di progetto allo SLE;
- cedimenti tollerabili dalle nuove strutture.

11. CONCLUSIONI

Tenuto conto delle caratteristiche geotecniche ed idrogeologiche dei terreni esaminati, si ritiene opportuno riassumere i seguenti aspetti di rilevanza progettuale:

11.1 ACQUA DI FALDA E MITIGAZIONE DEL RISCHIO RESIDUO

Nel territorio comunale di Peschiera Borromeo l'alimentazione della prima falda è direttamente connessa alla pratica irrigua (attivazione dei canali irrigui e irrigazione di aree coltivate) che determina le maggiori escursioni positive nel periodo luglio, agosto e settembre.

Le soggiacenze misurate presso l'area di studio alla fine di maggio '14 variano tra -2,62 m e -2,90 m dallo $\pm 0,00$ di progetto.

Le valutazioni condotte su scala stagionale e pluriennale portano tuttavia a ritenere che lo scenario più critico debba considerare una quota massima raggiungibile sommando - alla quota misurata - 0,27 m per gli incrementi stagionali medi e 0,58 m per gli incrementi pluriennali. Pertanto la soggiacenza minima statisticamente raggiungibile rispetto allo $\pm 0,00$ di progetto risulta pari a:

- Pz. 1 \Rightarrow - 1,77 m;
- Pz. 2 \Rightarrow - 1,83 m;
- Pz. 3 \Rightarrow - 2,05 m.

Tenuto conto che la quota del pavimento finito del piano interrato degli edifici in progetto sarà pari a -2,40 m dallo $\pm 0,00$ di progetto, si conclude che:

\Rightarrow *la quota del pavimento finito interferisce con il deflusso idrico sotterraneo.*

Pertanto, considerando che l'area di studio è esterna alla fascia di rispetto dei pozzi acquedottistici, si ritiene che gli interventi in progetto possano essere realizzati fatte salve le seguenti prescrizioni atte a salvaguardare sia l'acquifero che gli immobili:

- 1) gli scavi dovranno essere programmati nel periodo di massima soggiacenza della falda che, fatto salvo importanti e/o prolungati eventi meteorici, va dai mesi tardo invernali alla primavera. A tal fine, si consiglia di tenere monitorata la falda mediante letture almeno mensili all'interno dei tre piezometri appositamente installati nell'area di studio;
- 2) in ogni caso, qualora gli scavi dovessero interferire con il livello freatico, dovrà essere prevista la possibilità di mettere in opera sistemi di abbattimento del livello piezometrico adeguatamente dimensionati anche tenendo conto dell'interferenza con eventuali strutture nelle immediate vicinanze;
- 3) dovranno essere progettate idonee opere di impermeabilizzazione sia delle fondazioni che dei muri verticali con giunti bentonitici sulle riprese di getto dei muri stessi;
- 4) dovrà essere realizzato un muro di cinta pieno alto circa 50 ÷ 80 cm da terra;
- 5) i volumi interrati dovranno essere dotati di una vasca di raccolta delle acque meteoriche con pompa di rilancio in fogna;
- 6) dovrà essere realizzata una controrampa in corrispondenza dell'accesso carraio ai boxes interrati.

11.2 TIPOLOGIA DEI TERRENI ALLA QUOTA DI SCAVO

Lo studio ha evidenziato che, superato l'eventuale materiale di riporto, i terreni in esame potrebbero essere costituiti da sabbie e ghiaie - in possibile matrice limosa superficialmente - fino alla massima profondità indagata (11,70 m dal piano di campagna).

Dall'analisi delle indagini eseguite, si sono potuti individuare tre strati caratterizzati da differenti parametri geotecnici:

- il primo (strato A), da *molto sciolto* a *sciolto*, presente fino alla profondità massima di circa 2,50 m dal piano di campagna (ossia circa 3,10 dallo $\pm 0,00$ di progetto), è caratterizzato da un valore *medio* dell'angolo di attrito pari a 27° e da un valore *caratteristico* pari a 23° ; il peso di volume naturale è stato considerato pari a 17 kN/m^3 .
- il secondo (strato B), da *sciolto* a *mediamente addensato*, è stato individuato fino alla profondità massima di circa 4,50 m dal piano di campagna (ossia circa 5,10 m dallo $\pm 0,00$ di progetto). In tal caso, si è considerato un valore *medio* dell'angolo di attrito pari a 29° ed un valore *caratteristico* pari a 26 ; il peso di volume naturale è stato considerato pari a 18 kN/m^3 ;
- l'ultimo (strato C), individuato fino alla massima profondità indagata (11,70 m da p.c., ossia circa 12,30 dallo $\pm 0,00$ di progetto), si presume costituito da sabbie e ghiaie con ciottoli da *mediamente addensate* ad *addensate*. Ad esso è stato attribuito un valore dell'angolo di attrito pari rispettivamente a 36° (*medio*) e 32° (*caratteristico*). In tal caso si è considerato un valore del peso di volume naturale dell'ordine di 19 kN/m^3 .

E' bene comunque ricordare che nell'area di studio sono state eseguite solo prove penetrometriche e non sondaggi geognostici o scavi profondi di ispezione. Pertanto, nel caso in cui si dovessero rilevare incongruenze con quanto descritto nel presente studio dal punto di vista lito-stratigrafico, geotecnico e/oidrogeologico, sarà necessaria una ricognizione in corso d'opera per poter suggerire eventuali modifiche e/o accorgimenti tecnici da adottare.

Milano, 5 giugno 2014



Dr.ssa Geol. Monica Civitenga

ALLEGATO 1

STRALCIO P.A.I.



**Comune di
Peschiera Borromeo**
Provincia di Milano

**STUDIO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO
DI SUPPORTO AL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO**

(ai sensi della L.R. n° 12 del 11 marzo 2005 e D.g.r. n°IX/2616 del 30 novembre 2011)

CARTA DI SINTESI DI ADEGUAMENTO AL PAI*

* tratta dalla tavola 7.5 allegata allo studio geologico comunale di supporto al P.R.G. (2006)

COMMITTENTE: Comune di Peschiera Borromeo

I TECNICI



DATA

OTTOBRE 2012

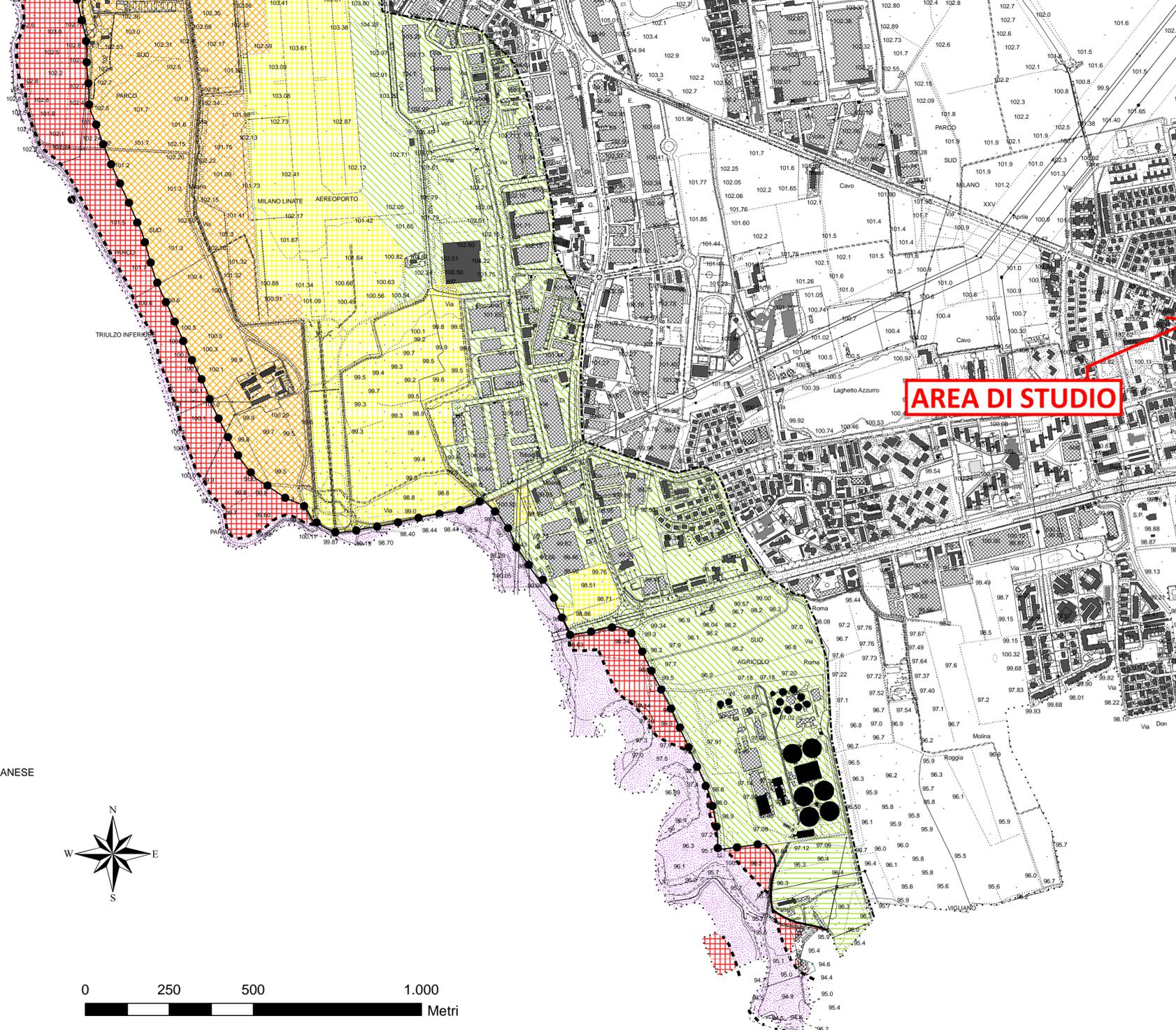
SCALA

1:8500

ALLEGATO

TAVOLA

7



MATRICE PER LE ATTRIBUZIONI DELLE CLASSI DI FATTIBILITA' GEOLOGICA E DELLE NORME DEL PAI IN FUNZIONE DELLA FASCIA FLUVIALE DI APPARTENENZA E DEL TIRANTE MASSIMO IDRICO ATTESO

| Fasce Fluviali della Variante al PAI approvata con DCCM 10/12/2004 (localmente ridefinite ex comma 3, art. 27 delle N.t.A del PAI) | Classi di fattibilità in funzione del tirante idrico massimo atteso: CODICI | | | RETINI (TAV. 7.5) | | | Classi di fattibilità in funzione del tirante idrico massimo atteso: VALIDITA' NORME PAI | | |
|--|---|-----------------------------|---------------------|-------------------|-----------------------------|--------------|--|-----------------------------|--------------|
| | > 0,90 m | < 0,90 m e ridotta velocità | non esondate | > 0,90 m | < 0,90 m e ridotta velocità | non esondate | > 0,90 m | < 0,90 m e ridotta velocità | non esondate |
| A | 4.1(A) | | | | | | A | | |
| B | 4.2(B) | 4.2(B) | | | | | B | B | |
| C | | 3.1(C->'B') | 3.2('C') | | | | C->PGT('B') | PGT('C') | |
| B/C (limite di progetto B/C) | 4.3(B/C)->>3.3(B->'C') | 3.1(B/C)->>3.3('B'->'C') | 3.2(B/C)->>3.3('C') | | | | PGT(B->'C') | PGT('B'->'C') | PGT('C') |
| D (territori esterni alle Fasce) | | 3.1(D->'B') | | | | | | PGT('B') | |

CHIAVE DI LETTURA

| Fasce Fluviali (localmente ridefinite ex comma 3, art. 27 delle N.t.A. del PAI) | | Classi di fattibilità in funzione del tirante idrico per piena TR 200: CODICI | RETINI | Classi di fattibilità in funzione del tirante idrico per piena TR 200: VALIDITA' NORME PAI |
|---|--|---|--------|--|
| sigla | descrizione | | | |
| A | territorio ricadente in Fascia A | | | <p>Il codice in lettere maiuscola (A oppure B) individua la fascia Fluviale del PAI a cui fare riferimento per le rispettive N.t.A.</p> <p>Il simbolo ">" individua quelle aree ove, a livello di PGT, si assumono norme più restrittive rispetto alla fascia fluviale individuata dal PAI in funzione del rischio idraulico riscontrato.</p> <p>Con "PGT" sono individuati i territori ove gli strumenti urbanistici comunali sono demandati a fissare specifiche prescrizioni ex comma 4 s. art 31 delle N.t.A. del PAI.</p> <p>Dopo "PGT", la lettera tra parentesi indica la Fascia Fluviale a cui si fa riferimento per l'applicazione delle Norme del PAI. Nel caso di territori ricadenti in Fascia C delimitata da un "limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C" della vigente Variante al PAI, il simbolo ">>" che indica il regime transitorio di cui all'art. 28 delle Norme del PAI, anticipa il codice della Fascia Fluviale in cui tali territori ricadranno una volta realizzati gli interventi di difesa idraulica previsti dal PAI.</p> <p>Tra virgolette ('B' oppure 'C') si intendono norme specifiche dettate dal PGT, che assumono come riferimento quanto previsto dalle relative norme del PAI per la singola fascia fluviale, anche prevedendo deroghe in funzione del rischio idraulico riscontrato.</p> |
| B | territorio ricadente in Fascia B | | | |
| B/C | territorio ricadente in Fascia C delimitata da un "limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C" | | | |
| C | territorio ricadente in Fascia C | | | |
| D | territorio non interessato dalla delimitazione delle Fasce Fluviali | | | |

SAN DONATO MILANESE



| Delimitazione della variante al PAI vigente | |
|---|--|
| ----- | limite (*) tra la Fascia A e la Fascia B |
| ———— | limite (*) tra la Fascia B e la Fascia C |
| - - - - - | limite (*) esterno alla fascia C |
| | Limite comunale |
| ●—●—●— | limite (*) di progetto tra la Fascia B e la Fascia C |

(*) il limite è individuato dal bordo interno del graficismo

ALLEGATO 2

**STRATIGRAFIA DEL POZZO IDROPOTABILE N.0151710002
DI VIA MANZONI A PESCHIERA BORROMEO**

DATI IDENTIFICATIVI

| | |
|---------------------------------|-----------------------|
| Codice identificativo in TAV. 4 | P2 |
| Codice pozzo | 151710002 |
| Comune | Peschiera Borromeo |
| Provincia | Milano |
| Indirizzo | via Manzoni, piscina |
| Sezione CTR | B6D3 |
| Coordinate (UTM-WGS 84) | x: 524583- y: 5031134 |
| Quota (m s.l.m.) | 100 |
| Profondità (m da p.c.) | 82 |

UBICAZIONE POZZO

Vedere tavola 4

DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA

| | |
|---|-------------|
| Proprietario | Amiacque |
| Ditta esecutrice | N. Negretti |
| Anno | 1969 |
| Stato | Attivo |
| Tipologia utilizzo | Potabile |
| Portata estratta (l/s) | 55.55 |
| Portata estratta (m ³ /a) - 2011 | 357800 |

SCHEMA DI COMPLETAMENTO

Vedere stratigrafia allegata

STRATIGRAFIA

CONSORZIO PER L'ACQUA POTABILE AI COMUNI DELLA PROVINCIA DI MILANO

ACQUEDOTTO DI PESCHIERA BORRAMEO

Pozzo N° 2 via Manzoni

②_{a/b}

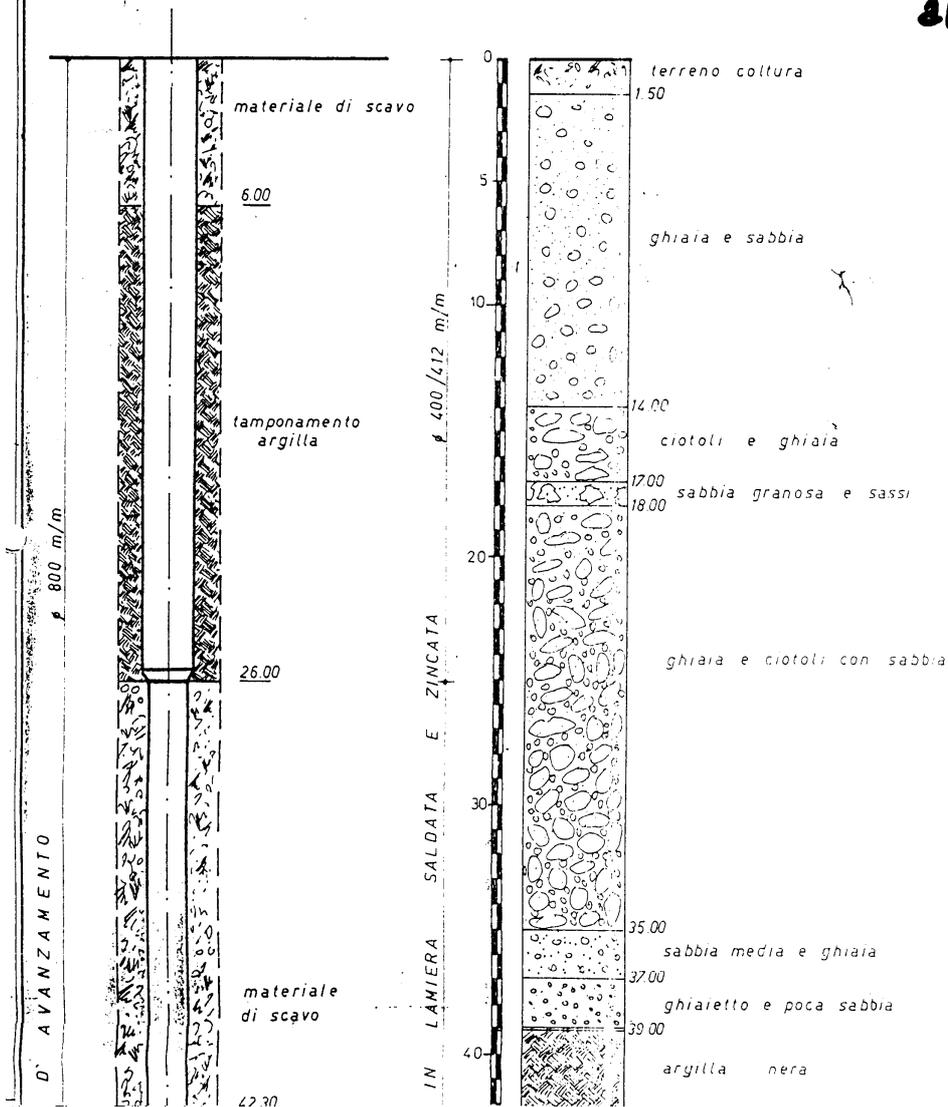
POZZO TRIVELLATO E STRATIGRAFIA

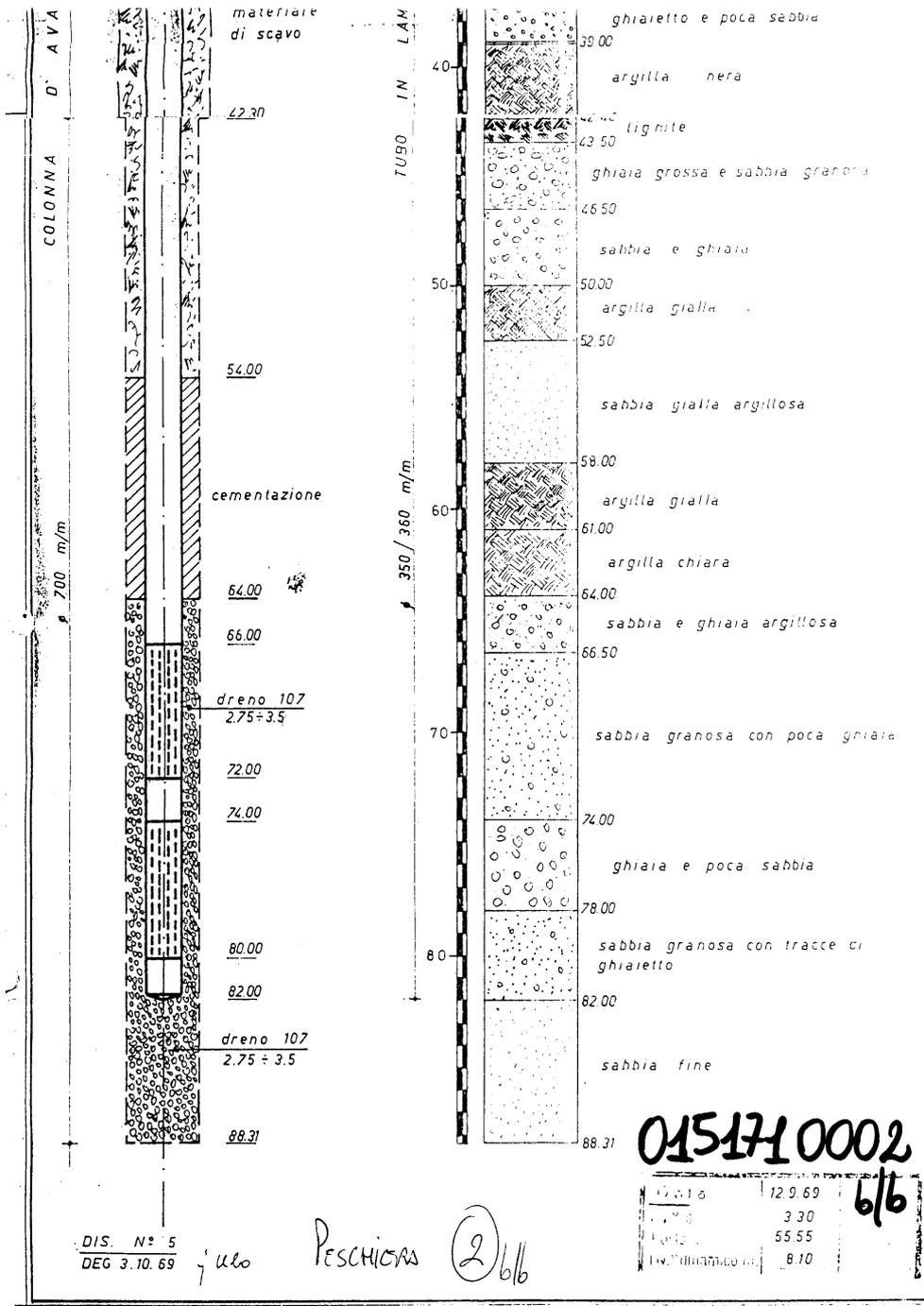
0151710002

SETTEMBRE 1969

Impresa N. NEGRETTI

a/b





DIS. N° 5
DEG 3.10.69

ulo PESCHIERA (2) 6/6

| | |
|---------|---------|
| 12.9.69 | 12.9.69 |
| 3.30 | 3.30 |
| 55.55 | 55.55 |
| 8.10 | 8.10 |

ALLEGATO 3

POSIZIONE PROVE PENETROMETRICHE E PIEZOMETRI

POSTAZIONI PROVE PENETROMETRICHE P.1-P.2-P.3-P.4 (12.05.2014)

Peschiera Borromeo (MI) "Cascina Sargenti" – Via 2 Giugno 46



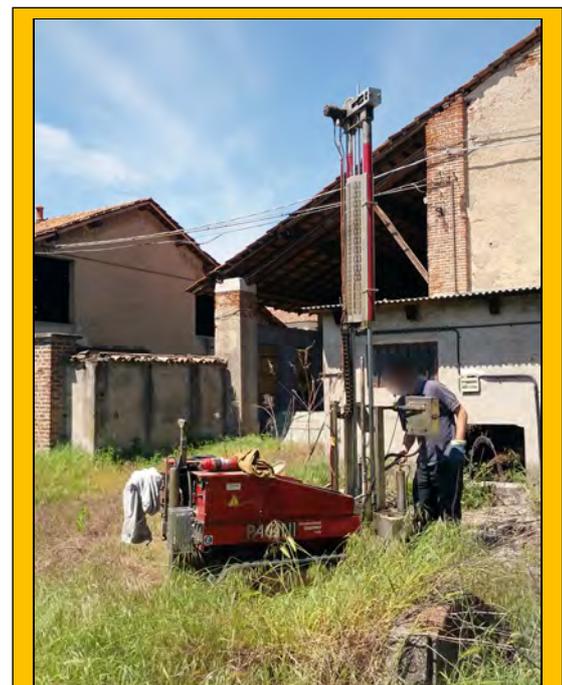
PROVA P.1 + POSTAZIONE PIEZOMETRICA



PROVA P.2 + POSTAZIONE PIEZOMETRICA



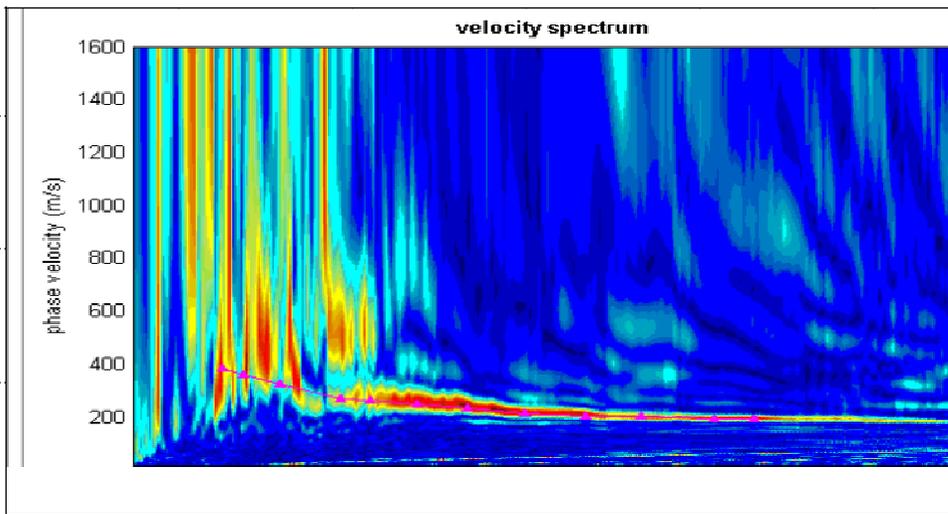
PROVA P.3 + POSTAZIONE PIEZOMETRICA



PROVA P.4

ALLEGATO 4

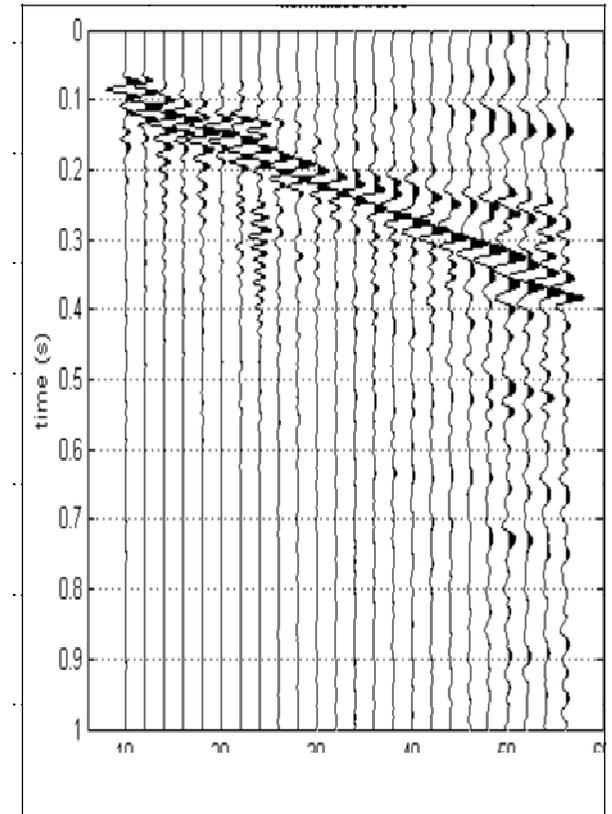
ELABORATI GRAFICI STENDIMENTO SISMICO MASW



LEGENDA

- + Curva di dispersione misurata
- Curva di dispersione calcolata
- Velocità sismica delle onde S
- Modulo di taglio (Mpasca)
- VsX

Il valore approssimato del peso di volume per il calcolo del parametro G è dato dalla formula $D=1.5 + Vs/1000$



Sismogramma

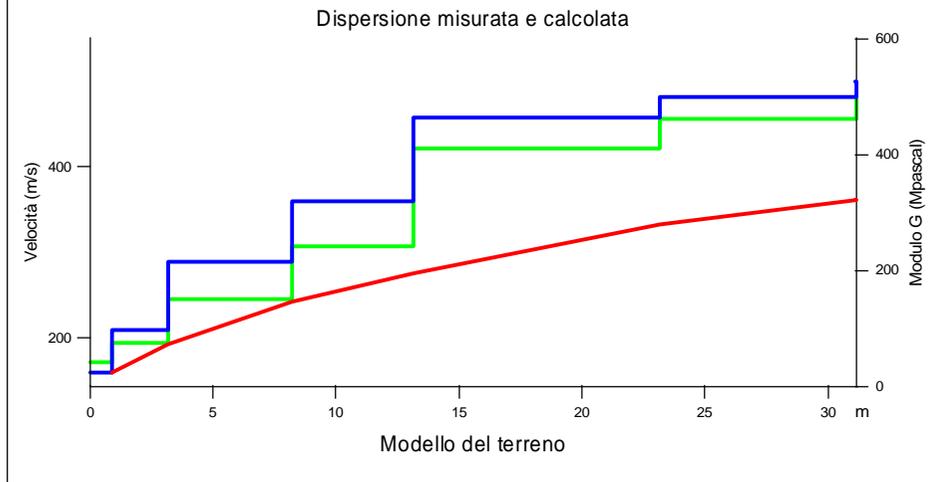
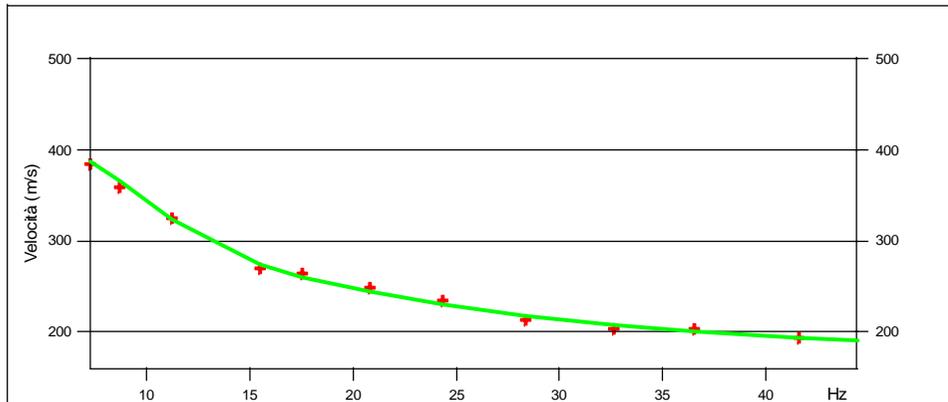


TABELLA DI CALCOLO

| Da Prof. | a Prof. | Vs | H/Vi | VsX | G |
|----------|---------|-----|-------|-----|-----|
| 0 | .9 | 160 | .0056 | 160 | 42 |
| .9 | 3.2 | 210 | .011 | 193 | 75 |
| 3.2 | 8.2 | 290 | .0172 | 242 | 151 |
| 8.2 | 13.2 | 360 | .0138 | 277 | 241 |
| 13.2 | 23.2 | 458 | .0218 | 334 | 411 |
| 23.2 | 31.2 | 482 | .0166 | 362 | 460 |

VALORE CALCOLATO VS30 = 359 m/s

PROVA SISMICA VS30

Peschiera Borromeo - Via 2 Giugno

Committente: Lybra s.r.l. - Milano

Metodologia MASW

VELOCITA' DELLE ONDE S

Maggio 2014

ALLEGATO 5

**TABELLE E GRAFICI DELLE PROVE
PENETROMETRICHE DINAMICHE S.C.P.T.**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N. 01

Tabelle valori di riferimento

| PUNTA | PROF. |
|-------|--------|
| | 0,00 |
| 25 | -0,30 |
| 6 | -0,60 |
| 13 | -0,90 |
| 6 | -1,20 |
| 15 | -1,50 |
| 12 | -1,80 |
| 9 | -2,10 |
| 10 | -2,40 |
| 14 | -2,70 |
| 14 | -3,00 |
| 13 | -3,30 |
| 13 | -3,60 |
| 16 | -3,90 |
| 18 | -4,20 |
| 13 | -4,50 |
| 10 | -4,80 |
| 11 | -5,10 |
| 19 | -5,40 |
| 20 | -5,70 |
| 15 | -6,00 |
| 12 | -6,30 |
| 13 | -6,60 |
| 13 | -6,90 |
| 13 | -7,20 |
| 15 | -7,50 |
| 24 | -7,80 |
| 21 | -8,10 |
| 17 | -8,40 |
| 14 | -8,70 |
| 17 | -9,00 |
| 16 | -9,30 |
| 18 | -9,60 |
| 25 | -9,90 |
| 20 | -10,20 |
| 21 | -10,50 |
| 24 | -10,80 |
| 20 | -11,10 |
| 22 | -11,40 |
| 18 | -11,70 |
| | -12,00 |

| RIVEST. | PROF. |
|---------|--------|
| | 0,00 |
| 1 | -0,30 |
| 2 | -0,60 |
| 2 | -0,90 |
| 3 | -1,20 |
| 4 | -1,50 |
| 4 | -1,80 |
| 5 | -2,10 |
| 6 | -2,40 |
| 5 | -2,70 |
| 6 | -3,00 |
| 6 | -3,30 |
| 7 | -3,60 |
| 7 | -3,90 |
| 8 | -4,20 |
| 7 | -4,50 |
| 8 | -4,80 |
| 8 | -5,10 |
| 9 | -5,40 |
| 9 | -5,70 |
| 10 | -6,00 |
| 11 | -6,30 |
| 10 | -6,60 |
| 11 | -6,90 |
| 12 | -7,20 |
| 12 | -7,50 |
| 13 | -7,80 |
| 12 | -8,10 |
| 12 | -8,40 |
| 13 | -8,70 |
| 14 | -9,00 |
| 15 | -9,30 |
| 15 | -9,60 |
| 16 | -9,90 |
| 17 | -10,20 |
| 16 | -10,50 |
| 16 | -10,80 |
| 15 | -11,10 |
| | -11,40 |
| | -11,70 |
| | -12,00 |

Località indagine: Peschiera Borromeo (MI), Via 2 Giugno 46 "Cascina Sargenti"

Prova SCPT - P.1

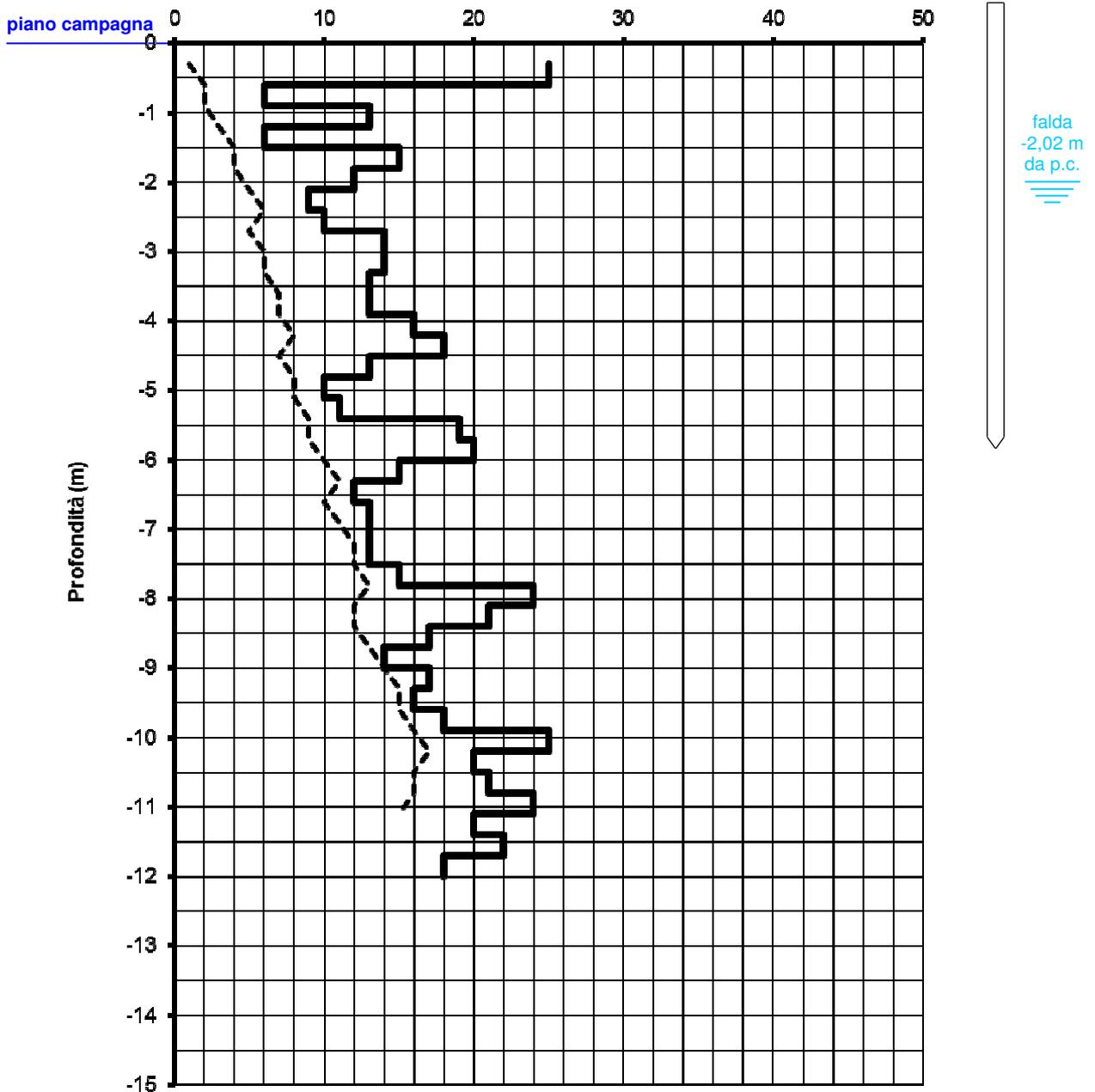
Committente: Dott. Arch. Claudio Gulti

Data: 12.05.2014

Quota inizio prova: piano campagna (p.c.) $\Rightarrow \cong -0,60$ m da $\pm 0,00$ di progetto

Quota falda: -2,02 m da p.c. (in postazione piezometrica) lettura del 26.05.2014

Numero di colpi per 30 cm di affondamento



PENETROMETRO DINAMICO S.C.P.T. (STANDARD CONE PENETRATION TEST):
Punta conica 60°; ϕ 51 mm - Maglio 73 kg - Volata 75 cm - Rivestimento ϕ 48 mm

———— PUNTA
----- RIVESTIMENTO

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N. 02

Tabelle valori di riferimento

| PUNTA | PROF. |
|-------|--------|
| | 0,00 |
| 28 | -0,30 |
| 2 | -0,60 |
| 4 | -0,90 |
| 3 | -1,20 |
| 4 | -1,50 |
| 10 | -1,80 |
| 11 | -2,10 |
| 14 | -2,40 |
| 5 | -2,70 |
| 6 | -3,00 |
| 7 | -3,30 |
| 7 | -3,60 |
| 12 | -3,90 |
| 14 | -4,20 |
| 13 | -4,50 |
| 15 | -4,80 |
| 15 | -5,10 |
| 27 | -5,40 |
| 16 | -5,70 |
| 16 | -6,00 |
| 15 | -6,30 |
| 13 | -6,60 |
| 14 | -6,90 |
| 12 | -7,20 |
| 14 | -7,50 |
| 16 | -7,80 |
| 15 | -8,10 |
| 18 | -8,40 |
| 21 | -8,70 |
| 16 | -9,00 |
| 21 | -9,30 |
| 18 | -9,60 |
| 17 | -9,90 |
| 24 | -10,20 |
| 19 | -10,50 |
| 20 | -10,80 |
| 22 | -11,10 |
| 24 | -11,40 |
| 19 | -11,70 |
| | -12,00 |

| RIVEST. | PROF. |
|---------|--------|
| | 0,00 |
| 2 | -0,30 |
| 2 | -0,60 |
| 3 | -0,90 |
| 2 | -1,20 |
| 3 | -1,50 |
| 3 | -1,80 |
| 4 | -2,10 |
| 5 | -2,40 |
| 6 | -2,70 |
| 5 | -3,00 |
| 5 | -3,30 |
| 4 | -3,60 |
| 5 | -3,90 |
| 6 | -4,20 |
| 6 | -4,50 |
| 7 | -4,80 |
| 7 | -5,10 |
| 8 | -5,40 |
| 6 | -5,70 |
| 6 | -6,00 |
| 7 | -6,30 |
| 8 | -6,60 |
| 8 | -6,90 |
| 9 | -7,20 |
| 10 | -7,50 |
| 11 | -7,80 |
| 10 | -8,10 |
| 10 | -8,40 |
| 11 | -8,70 |
| 10 | -9,00 |
| 12 | -9,30 |
| 11 | -9,60 |
| 12 | -9,90 |
| 12 | -10,20 |
| 13 | -10,50 |
| 15 | -10,80 |
| 13 | -11,10 |
| | -11,40 |
| | -11,70 |
| | -12,00 |

Località indagine: Peschiera Borromeo (MI), Via 2 Giugno 46 "Cascina Sargenti"

Prova SCPT - P.2

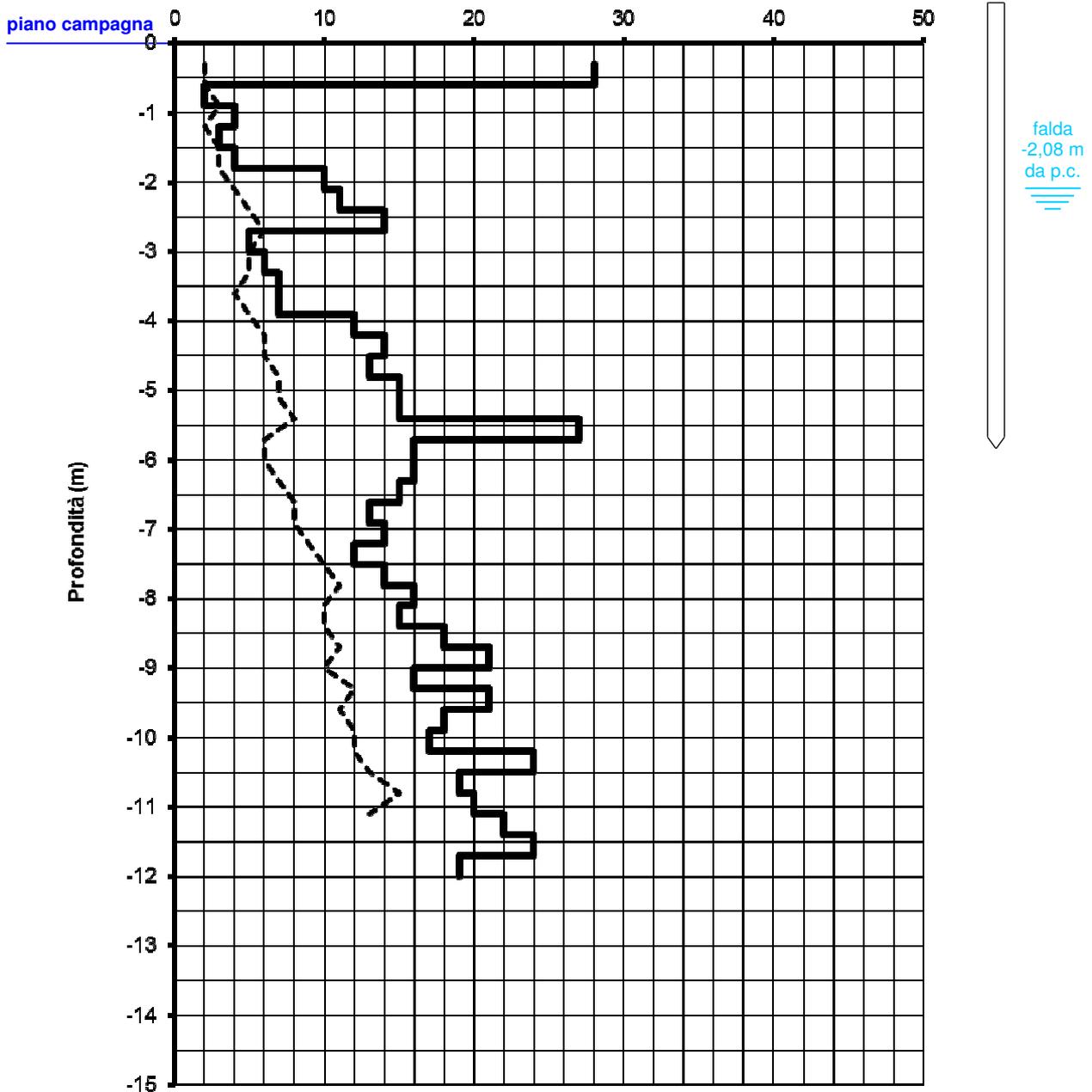
Committente: Dott. Arch. Claudio Gulti

Data: 12.05.2014

Quota inizio prova: piano campagna (p.c.) $\Rightarrow \cong -0,60$ m da $\pm 0,00$ di progetto

Quota falda: -2,08 m da p.c. (in postazione piezometrica) lettura del 26.05.2014

Numero di colpi per 30 cm di affondamento



falda
-2,08 m
da p.c.

PENETROMETRO DINAMICO S.C.P.T. (STANDARD CONE PENETRATION TEST):
Punta conica 60°; ϕ 51 mm - Maglio 73 kg - Volata 75 cm - Rivestimento ϕ 48 mm

———— PUNTA
- - - - RIVESTIMENTO

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N. 03

Tabelle valori di riferimento

| PUNTA | PROF. |
|-------|--------|
| | 0,00 |
| 16 | -0,30 |
| 8 | -0,60 |
| 4 | -0,90 |
| 4 | -1,20 |
| 3 | -1,50 |
| 3 | -1,80 |
| 3 | -2,10 |
| 11 | -2,40 |
| 12 | -2,70 |
| 11 | -3,00 |
| 8 | -3,30 |
| 7 | -3,60 |
| 7 | -3,90 |
| 11 | -4,20 |
| 13 | -4,50 |
| 18 | -4,80 |
| 16 | -5,10 |
| 25 | -5,40 |
| 15 | -5,70 |
| 15 | -6,00 |
| 13 | -6,30 |
| 17 | -6,60 |
| 14 | -6,90 |
| 26 | -7,20 |
| 19 | -7,50 |
| 24 | -7,80 |
| 21 | -8,10 |
| 18 | -8,40 |
| 20 | -8,70 |
| 17 | -9,00 |
| 20 | -9,30 |
| 22 | -9,60 |
| 16 | -9,90 |
| 25 | -10,20 |
| 20 | -10,50 |
| 28 | -10,80 |
| 15 | -11,10 |
| 19 | -11,40 |
| 18 | -11,70 |
| | -12,00 |

| RIVEST. | PROF. |
|---------|--------|
| | 0,00 |
| 1 | -0,30 |
| 2 | -0,60 |
| 3 | -0,90 |
| 2 | -1,20 |
| 2 | -1,50 |
| 3 | -1,80 |
| 2 | -2,10 |
| 4 | -2,40 |
| 4 | -2,70 |
| 5 | -3,00 |
| 6 | -3,30 |
| 5 | -3,60 |
| 5 | -3,90 |
| 5 | -4,20 |
| 6 | -4,50 |
| 6 | -4,80 |
| 7 | -5,10 |
| 8 | -5,40 |
| 7 | -5,70 |
| 8 | -6,00 |
| 9 | -6,30 |
| 9 | -6,60 |
| 10 | -6,90 |
| 11 | -7,20 |
| 11 | -7,50 |
| 12 | -7,80 |
| 13 | -8,10 |
| 12 | -8,40 |
| 13 | -8,70 |
| 14 | -9,00 |
| 15 | -9,30 |
| 16 | -9,60 |
| 16 | -9,90 |
| 15 | -10,20 |
| 16 | -10,50 |
| 17 | -10,80 |
| 18 | -11,10 |
| | -11,40 |
| | -11,70 |
| | -12,00 |

Località indagine: Peschiera Borromeo (MI), Via 2 Giugno 46 "Cascina Sargenti"

Prova SCPT - P.3

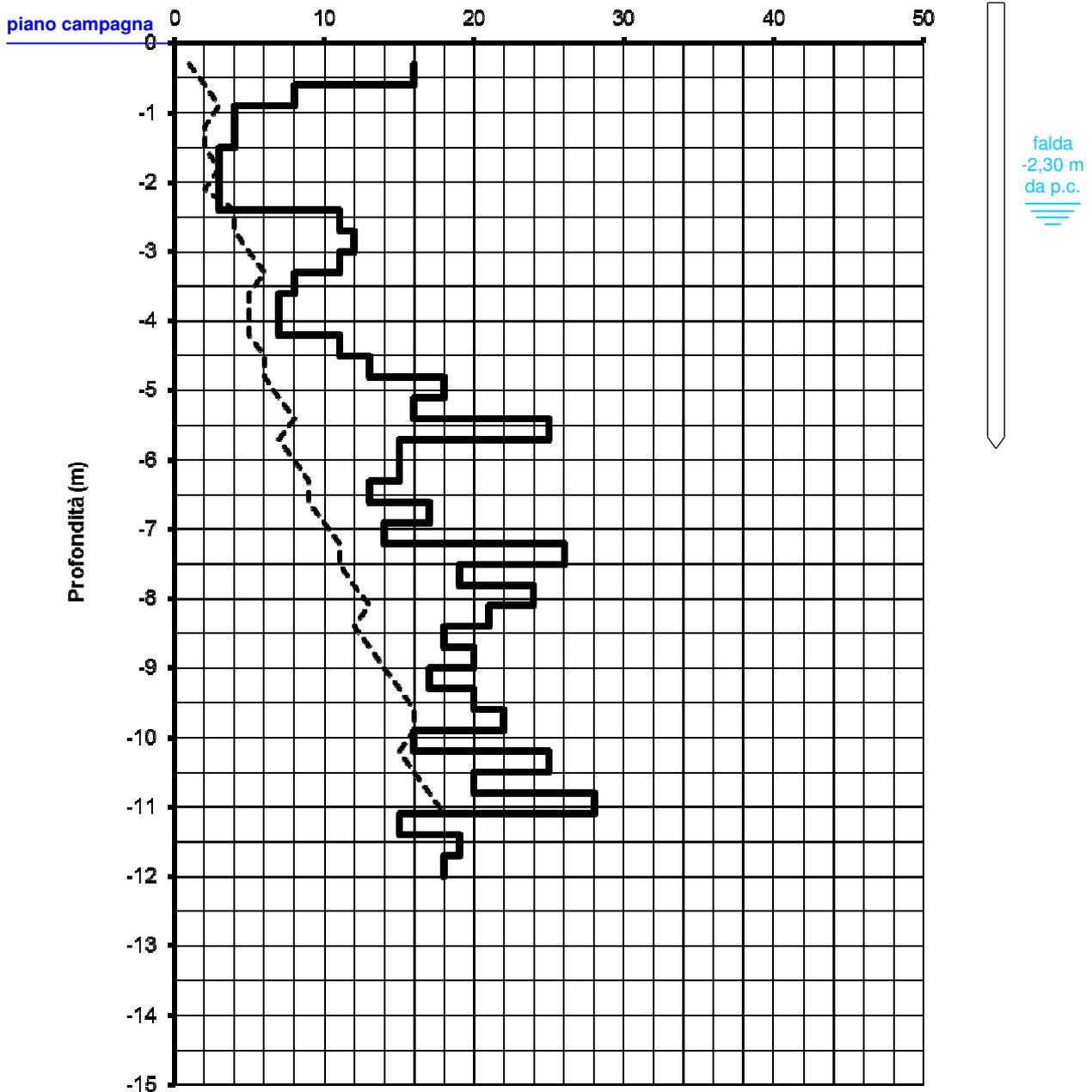
Committente: Dott. Arch. Claudio Gulti

Data: 12.05.2014

Quota inizio prova: piano campagna (p.c.) $\Rightarrow \cong -0,60$ m da $\pm 0,00$ di progetto

Quota falda: -2,30 m da p.c. (in postazione piezometrica) lettura del 26.05.2014

Numero di colpi per 30 cm di affondamento



PENETROMETRO DINAMICO S.C.P.T. (STANDARD CONE PENETRATION TEST):
Punta conica 60°; ϕ 51 mm - Maglio 73 kg - Volata 75 cm - Rivestimento ϕ 48 mm

———— PUNTA
- - - - RIVESTIMENTO

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N. 04

Tabelle valori di riferimento

| PUNTA | PROF. |
|-------|--------|
| | 0,00 |
| 10 | -0,30 |
| 5 | -0,60 |
| 6 | -0,90 |
| 5 | -1,20 |
| 5 | -1,50 |
| 10 | -1,80 |
| 16 | -2,10 |
| 15 | -2,40 |
| 14 | -2,70 |
| 14 | -3,00 |
| 10 | -3,30 |
| 8 | -3,60 |
| 7 | -3,90 |
| 14 | -4,20 |
| 19 | -4,50 |
| 20 | -4,80 |
| 24 | -5,10 |
| 23 | -5,40 |
| 18 | -5,70 |
| 15 | -6,00 |
| 18 | -6,30 |
| 15 | -6,60 |
| 13 | -6,90 |
| 13 | -7,20 |
| 17 | -7,50 |
| 19 | -7,80 |
| 16 | -8,10 |
| 15 | -8,40 |
| 18 | -8,70 |
| 27 | -9,00 |
| 22 | -9,30 |
| 14 | -9,60 |
| 18 | -9,90 |
| 13 | -10,20 |
| 15 | -10,50 |
| 18 | -10,80 |
| 18 | -11,10 |
| 17 | -11,40 |
| 16 | -11,70 |
| | -12,00 |

| RIVEST. | PROF. |
|---------|--------|
| | 0,00 |
| 2 | -0,30 |
| 1 | -0,60 |
| 2 | -0,90 |
| 2 | -1,20 |
| 3 | -1,50 |
| 4 | -1,80 |
| 5 | -2,10 |
| 5 | -2,40 |
| 6 | -2,70 |
| 5 | -3,00 |
| 6 | -3,30 |
| 5 | -3,60 |
| 5 | -3,90 |
| 6 | -4,20 |
| 8 | -4,50 |
| 8 | -4,80 |
| 9 | -5,10 |
| 8 | -5,40 |
| 9 | -5,70 |
| 9 | -6,00 |
| 10 | -6,30 |
| 11 | -6,60 |
| 10 | -6,90 |
| 11 | -7,20 |
| 9 | -7,50 |
| 10 | -7,80 |
| 12 | -8,10 |
| 12 | -8,40 |
| 13 | -8,70 |
| 12 | -9,00 |
| 13 | -9,30 |
| 13 | -9,60 |
| 15 | -9,90 |
| 12 | -10,20 |
| 12 | -10,50 |
| 13 | -10,80 |
| 13 | -11,10 |
| | -11,40 |
| | -11,70 |
| | -12,00 |

Località indagine: Peschiera Borromeo (MI), Via 2 Giugno 46 "Cascina Sargenti"

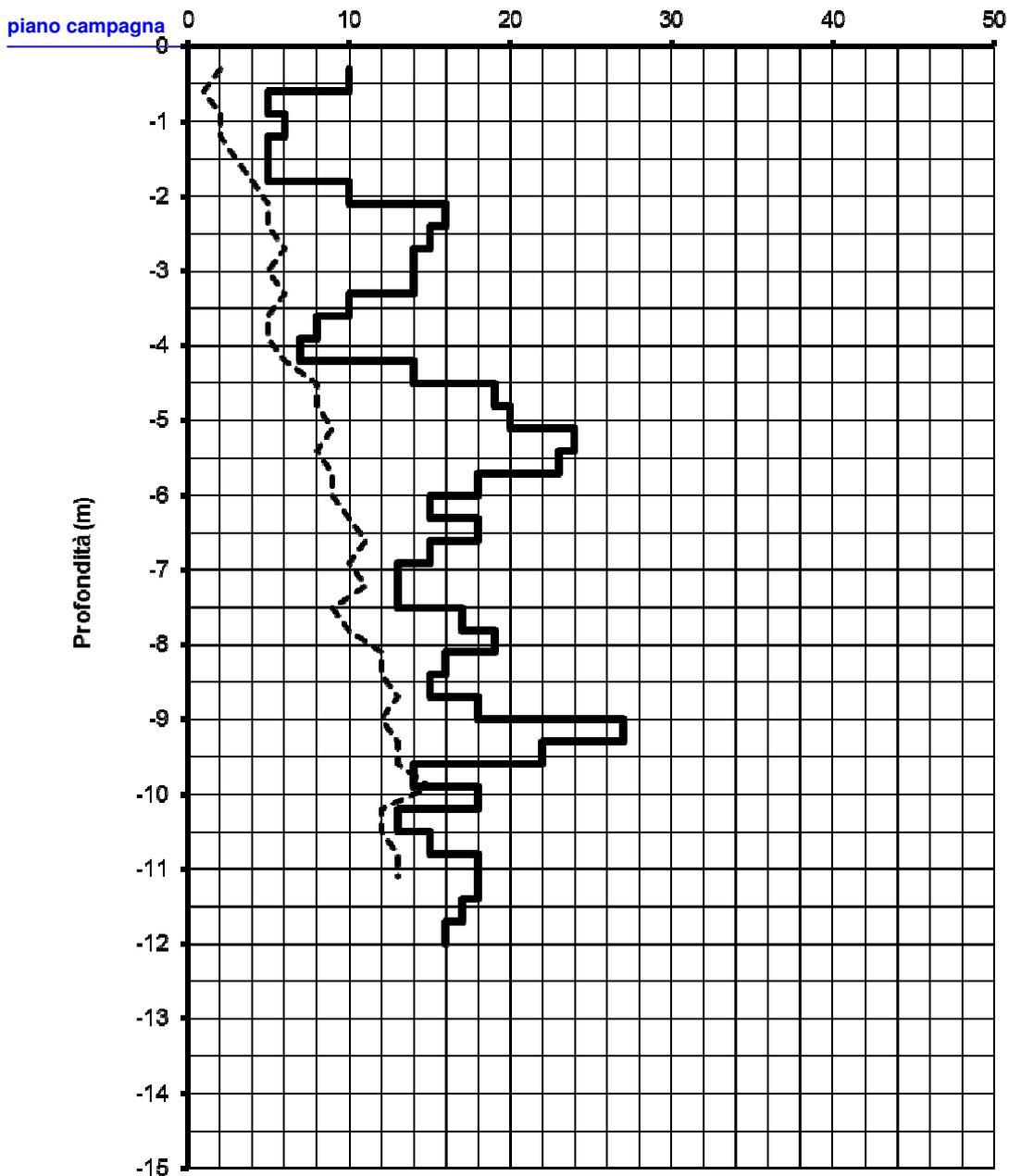
Prova SCPT - P.4

Committente: Dott. Arch. Claudio Gulti

Data: 12.05.2014

Quota inizio prova: piano campagna (p.c.) $\Rightarrow \cong -0,60$ m da $\pm 0,00$ di progetto

Numero di colpi per 30 cm di affondamento



PENETROMETRO DINAMICO S.C.P.T. (STANDARD CONE PENETRATION TEST):
Punta conica 60°; ϕ 51 mm - Maglio 73 kg - Volata 75 cm - Rivestimento ϕ 48 mm

— PUNTA
- - - RIVESTIMENTO

TAVOLA 1

SEZIONI DI PROGETTO

TAVOLA 2

**SOVRAPPOSIZIONE STATO DI FATTO E DI PROGETTO
CON INDICATA L'UBICAZIONE DELLE INDAGINI ESEGUITE**

