

VIA A. FANTONI, 63 - 24022 ALZANO L.DO (BG)
TEL E FAX +39.035.363943 - E-MAIL STUDIO@MOLOGNIMERELLI.IT

INDICE

1. PREMESSA	3
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	5
2.1 Caratteristiche dell'area di studio	6
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	9
4. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	11
5. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO	31
6. INDAGINI IN SITO	39
6.1 Prove penetrometriche dinamiche	39
6.2 Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici	40
6.3 penetrometri in uso in Italia	41
6.4 Correlazione con N_{spt}	43
6.5 Valutazione resistenza dinamica alla punta R_{pd}	43
6.6 Calcolo di $(N_1)_{60}$	44
6.7 Metodologia di Elaborazione	44
6.8 Valutazioni statistiche e correlazioni	45
6.8.1 Elaborazione Statistica.....	45
6.8.2 Pressione ammissibile.....	46
6.9 Correlazioni geotecniche terreni incoerenti	46
6.10 Correlazioni geotecniche terreni coesivi	51
7. REPORT DELLE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE	54
7.1 PROVA Nr.1.....	54
7.2 PROVA Nr.2.....	59
7.3 PROVA Nr.3.....	64
7.4 PROVA Nr.4.....	69
7.5 PROVA Nr.5.....	74
7.6 PROVA Nr.6.....	78
7.7 PROVA Nr.7.....	83
7.8 PROVA Nr.8.....	88
8. ALTRE PROVE IN SITO.....	93
8.1 Sondaggi a carotaggio continuo	93
8.1.1 Strumentazione impiegata	93
8.1.2 Modalità esecutive	93
8.1.3 Restituzione dei dati.....	94

FIGURE

Figura 1: Inquadramento aereo dell'area	5
Figura 2: Inquadramento CTR a scala 1:10.000.....	6
Figura 3: Inquadramento fattibilità geologica delle azioni di piano.....	8
Figura 4: Inquadramento geologico da PGT.....	9
Figura 5: Inquadramento geologico (Carta Geologica d'Italia - Foglio 47)....	10

Figura 6: Schema idrogeologico bresciano.....	11
Figura 7: Sezione idrogeologica E-O	12
Figura 8: Carta idrogeologica in supporto al PGT.....	13
Figura 9: Carta idrogeologica in supporto al PRG	14
Figura 10:Pozzo n. 70 (Carta idrogeologica PRG)	15
Figura 11:Pozzo n. 71 (Carta idrogeologica PRG)	16
Figura 12:Pozzo n. 73 (Carta idrogeologica PRG)	17
Figura 13:Pozzo n. 74 (Carta idrogeologica PRG)	18
Figura 14:Pozzo n. 75 (Carta idrogeologica PRG)	19
Figura 15:Piezometria anni '40-'50	20
Figura 16:Piezometria anno 1985	21
Figura 17:Piezometria anno 1994	22
Figura 18:Piezometria anno 2001	23
Figura 19:Piezometria anno 2004	24
Figura 20:Piezometria anno 2005	25
Figura 21:Piezometria aprile 2014	26
Figura 22:Piezometria giugno 2014.....	27
Figura 23:Piezometria settembre 2014.....	28
Figura 24:Piezometria gennaio 2015	29
Figura 25:Delimitazione Fasce PAI	31
Figura 26:Delimitazione delle aree allagabili.....	32
Figura 27:Profilo longitudinale di piena al colmo	34
Figura 28:Estratto da PRGA - Direttiva alluvioni.....	35
Figura 29:Sovrapposizione carta RIM con ingombro caserma	36
Figura 30:Evidenza della roggia su catastale	37
Figura 31:Estratto da progetto per la costruzione Caserma con evidenza del tratto di roggia.....	38
Figura 32:Ubicazione delle prove penetrometriche e del sondaggio	39
Figura 33:Stratigrafia del sondaggio	95
Figura 34:Documentazione fotografica del sondaggio	96

Il presente documento è costituito da 97 pagine compresa la copertina.

Si ricorda che la finalità del presente lavoro è la caratterizzazione geologica e idrogeologica del sito con particolare riferimento al fattibilità economica del progetto di riutilizzo dell'ex Caserma Papa in Comune di Brescia.

La responsabilità per l'utilizzo dei dati contenuti nella presente relazione per qualsiasi altra finalità, oltre a dover essere preventivamente autorizzato in forma scritta dallo S.T.A. Mologni-Merelli e/o dal Committente, ricade esclusivamente sull'utilizzatore dei dati stessi.

Gennaio 2018

1. PREMESSA

Il presente documento, redatto per conto dell'Agenzia del Demanio, Direzione Generale Lombardia – Servizi Tecnici, nell'ambito della procedura negoziata secondo quanto disposto dall' art. 36 comma 2 lettera b) del D.Lgs. 50/2016, per l'affidamento dei servizi di rilievo architettonico, delle strutture e degli impianti tecnologici da eseguirsi con Laser Scanner e da restituire con modellazione 3D in BIM, e del servizio di valutazione della sicurezza strutturale e verifica vulnerabilità sismica, da eseguirsi presso il compendio di proprietà dello Stato denominato "ex Caserma Papa", sito in Brescia, Via Franchi/Via Oberdan – Codice Adress BSB0004, e affidato al R.T.I. formato da Arch. Ing. Luca Colombi, Ing. Christian Rossi, R+TB Architetti Associati, Studio Tecnico Associato Dott. Geol. Stefano Mologni e Dott. Arch. Paola Merelli ha come finalità ulteriori approfondimenti sul sito che si affiancano alla precedente prima caratterizzazione geologica dei terreni nell'ambito del progetto di fattibilità economica degli interventi da effettuarsi in vista di un recupero della struttura.

Nell'ambito della procedura affidata, per avere le informazioni necessarie al corretto dimensionamento delle opere di fondazione per le nuove edificazioni e per una verifica dello stato dei luoghi, il sottoscritto Mologni dott. geol. Stefano, iscritto all'Ordine dei Geologi della Lombardia al n° 856 dal 01 marzo 1995 senza soluzione di continuità, ha proceduto alla redazione della presente relazione geologica.

Ricevuta comunicazione dell'incarico, il sottoscritto ha provveduto a effettuare le necessarie verifiche e sopralluoghi, compresa la ricerca di documentazione inerente il sito oggetto di intervento, n. 8 prove penetrometriche dinamiche e n. 1 sondaggio nell'area oggetto di futura trasformazione.

Dal punto di vista sismico il territorio comunale di Brescia è stato classificato dalla D.G.R. della Lombardia n. X/2129 dell'11 luglio 2014 "Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (L.R. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)", come comune in zona 2.

L'indagine puntuale di tipo sismico, mediante MASW, è stata effettuata dall'Ing. Christian Rossi, facente parte della medesima R.T.I., e per questa si rimanda agli elaborati prodotti dallo stesso.

Mediante specifiche indagini in sito sono stati attribuiti ai terreni in oggetto i parametri fisici caratteristici, indispensabili ai calcoli e alle valutazioni geologiche - geotecniche e geomeccaniche, illustrate nella presente relazione; tali calcoli e valutazioni si propongono di definire la fattibilità geologica dell'intervento di progetto, in relazione alle specifiche locali condizioni, e dare i dati necessari a chi affronterà la progettazione successiva i valori per poter definire la capacità portante e dei

cedimenti totali.

La relazione geotecnica a supporto del progetto esecutivo dell'intervento potrà essere prodotta solo a seguito della definizione degli elementi progettuali di carattere strutturale, con particolare riferimento alla tipologia di fondazioni che saranno adottate, alla profondità del piano di posa e dei carichi gravanti sulle fondazioni, in ottemperanza alle prescrizioni normative dettate dal D.M. 14.01.08, che prescrive le verifiche geotecniche allo SLU per gli aspetti strutturali e geotecnici, nei diversi approcci di calcolo e verifica.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area oggetto dell'intervento si trova in Comune di Brescia nella zona a nord occidentale rispetto al centro abitato e a una quota media di circa 156 m s.l.m. in prossimità del Ponte Crotte.



Figura 1: Inquadramento aereo dell'area

L'ubicazione del sito oggetto di studio è estrapolabile dalla Carta Tecnica Regionale - Sezione D5b5 - Gussago (ved. Figura 2) entro la quale è evidenziabile il territorio preso in esame dalla relazione.

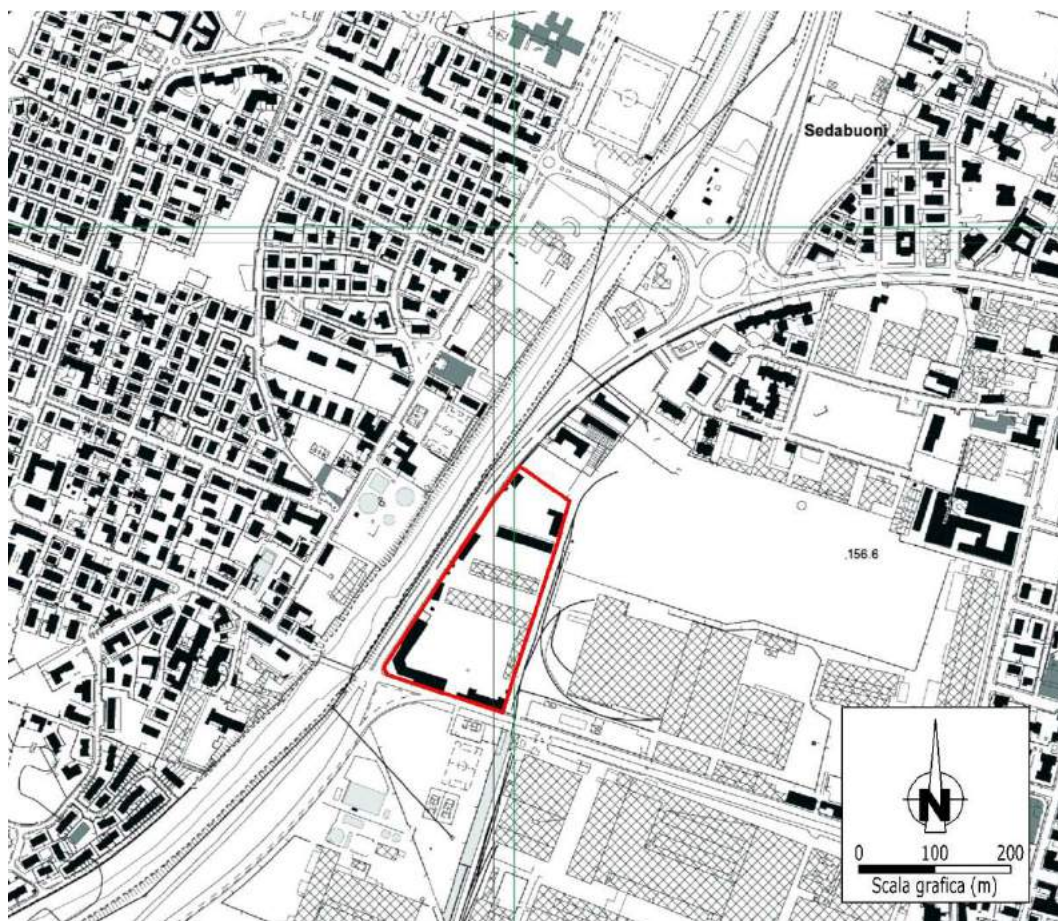


Figura 2: Inquadramento CTR a scala 1:10.000

Il territorio oggetto di trasformazione è delimitato a ovest e sud dalla viabilità esistente e a nord e a est da altra proprietà.

2.1 CARATTERISTICHE DELL'AREA DI STUDIO

Per la definizione degli aspetti geomorfologici dell'area in esame si sono effettuati sopralluoghi in sito.

L'area risulta pianeggiante in continuità con le aree circostanti.

I terreni oggetto dell'indagine risultano esterni a perimetrazioni di fasce di rispetto di captazioni idropotabili e sono caratterizzati da morfologie con debole vergenza, non percepibile alla scala locale; inoltre non sono riconoscibili evidenze di processi geomorfologici significativi.

Relativamente agli aspetti idrologici siamo in prossimità di un elemento ascrivibile al reticolo idrico principale, il Fiume Mella, che si trova a ovest dell'insediamento e a quota inferiore. In seguito saranno riportati anche dati estratti dallo studio AdBPo in merito al fiume stesso. Nella cartografia esistente viene anche riportato un corso d'acqua intubato, ascrivibile al reticolo idrico minore, nella porzione sud orientale dell'area investigata.

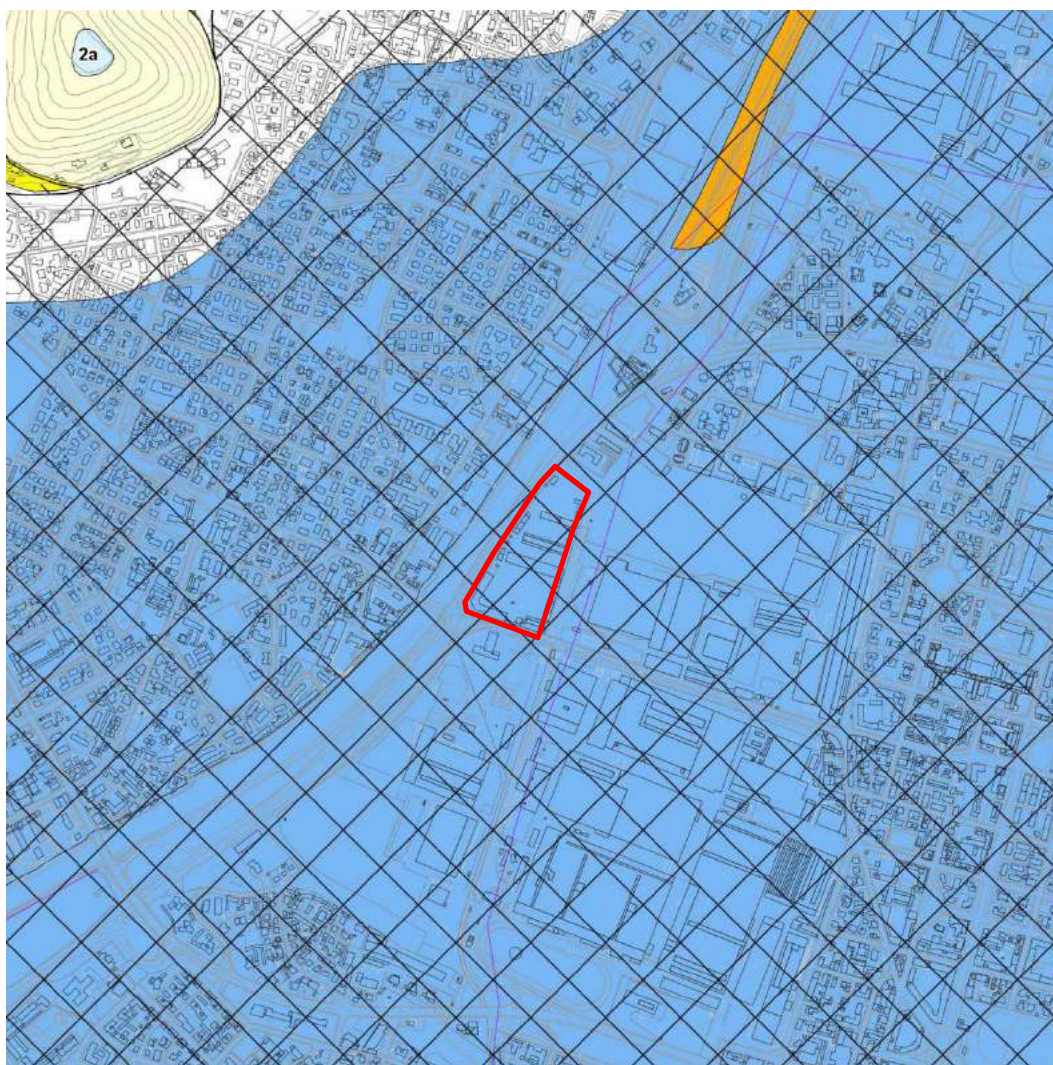
L'assetto geomorfologico del territorio in esame risulta sostanzialmente in equilibrio e non sono riconoscibili evidenze di processi geomorfologici gravitativi attivi, quiescenti o attivi che a seguito della realizzazione delle opere di progetto, si possano riattivare.

Per quanto riguarda la fattibilità geologica dell'area oggetto di intervento la stessa risulta all'interno della Classe di Fattibilità 2c: Aree con modeste limitazioni, come evincibile dalla figura di seguito allegata.

A questo proposito si evidenzia che lo studio geologico in supporto al PGT, in particolare il vigente "Adeguamento della componente sismica alla d.g.r. IX/2616 del 30/11/2011 con aggiornamento della carta della fattibilità geologica per le azioni di piano e delle relative norme" redatta nel 2016 dai Dott. Geol. Gianantonio Quassoli e Dott. Geol. Davide Gasparetti, la Classe 2c è relativa ad *"Area stabile, coincidente con zone di pianura caratterizzata da un substrato in genere contraddistinto da buone caratteristiche geotecniche, ma caratterizzate da bassa soggiacenza della falda freatica (profondità della falda inferiore ai 5 m dal piano campagna)"* anche se la falda non è stata riscontrata nel sondaggio effettuato e anche le indagini geologiche e idrogeologiche (si veda quanto relativo all'area SIN BS002 - Brescia Caffaro) vicine riportano la falda a quote ben superiori.

Dallo studio eseguito è emerso dunque che l'assetto geomorfologico dell'area, risulta sostanzialmente in equilibrio, non sono infatti riconoscibili evidenze di fenomeni di particolare significato che possano direttamente interferire con le opere da realizzare; in ragione di quanto esposto si può pertanto, senza dubbio ritenere, che l'intervento progettuale sia compatibile con l'assetto geologico – geomorfologico locale e con l'equilibrio idrogeologico su cui insiste.

Dal punto di vista sismico è inserito nelle aree Z4 a: categoria di sottosuolo identificata B - FAC > FAS, per le quali è previsto l'approfondimento sismico di terzo livello o in alternativa l'utilizzo dello spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo C.



CLASSE 2 - FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI



Classe 2c

Area stabile, coincidente con zone di pianura caratterizzata da un substrato in genere contraddistinto da buone caratteristiche geotecniche, ma caratterizzate da bassa soggiacenza della falda freatica (profondità della falda inferiore ai 5 m dal piano campagna).

Scenari per i quali risulta un Fa maggiore del valore di soglia comunale per la categoria di sottosuolo individuata e al cui interno, in fase di progettazione per tipologie edilizie con periodo proprio compreso tra 0.1 e 0.5 s, è prevista l'applicazione diretta del terzo livello di approfondimento per la quantificazione degli effetti di amplificazione litologica (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.3.3) o l'utilizzo dello spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo superiore (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.2.2).

Z4a - Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi.



Z4a - Categoria di sottosuolo identificata B: in fase di progettazione per tipologie edilizie con periodo proprio compreso tra 0.1 e 0.5 s, è prevista l'applicazione diretta del terzo livello di approfondimento per la quantificazione degli effetti di amplificazione litologica (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.3.3) o l'utilizzo dello spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo C (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.2.2).

Figura 3: Inquadramento fattibilità geologica delle azioni di piano

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Per quanto riguarda la componente geologica dell'area si evidenzia che la stessa è caratterizzata completamente da depositi di origine quaternaria mentre non vi sono evidenze del substrato roccioso.

Vengono di seguito riportati alcuni elaborati e in particolare, le unità litologiche della geologia superficiale della zona, sono sinteticamente rappresentate dalla carta geologica in supporto al PGT dove vengono evidenziati Alluvioni Antiche, costituite da ciottoli, ghiaie con sabbie fino a sabbie limose e limi argillosi.

I depositi alluvionali sono localizzati lungo le aste dei corsi d'acqua e affiorano lungo tutto il corso del Fiume Mella, così come si può evincere anche dalla Carta Geologica d'Italia a scala 1:100.000 Foglio 47.

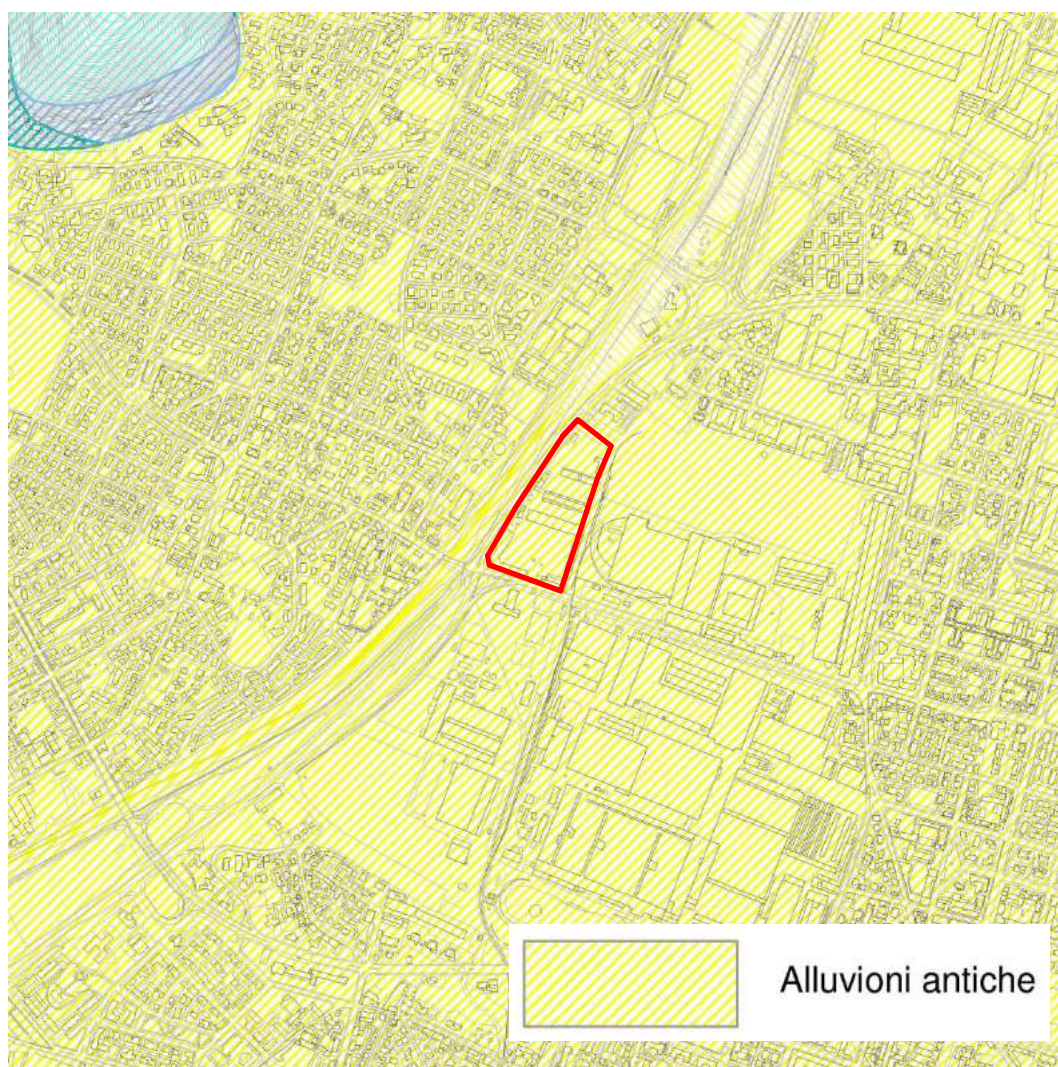


Figura 4: Inquadramento geologico da PGT



Figura 5: Inquadramento geologico (Carta Geologica d'Italia - Foglio 47)

4. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Per quanto riguarda l'aspetto idrogeologico generale si può considerare Francani V. et al., "Studio idrogeologico del Comune di Brescia" (1999) di cui di seguito viene riportato un estratto dallo schema considerato.

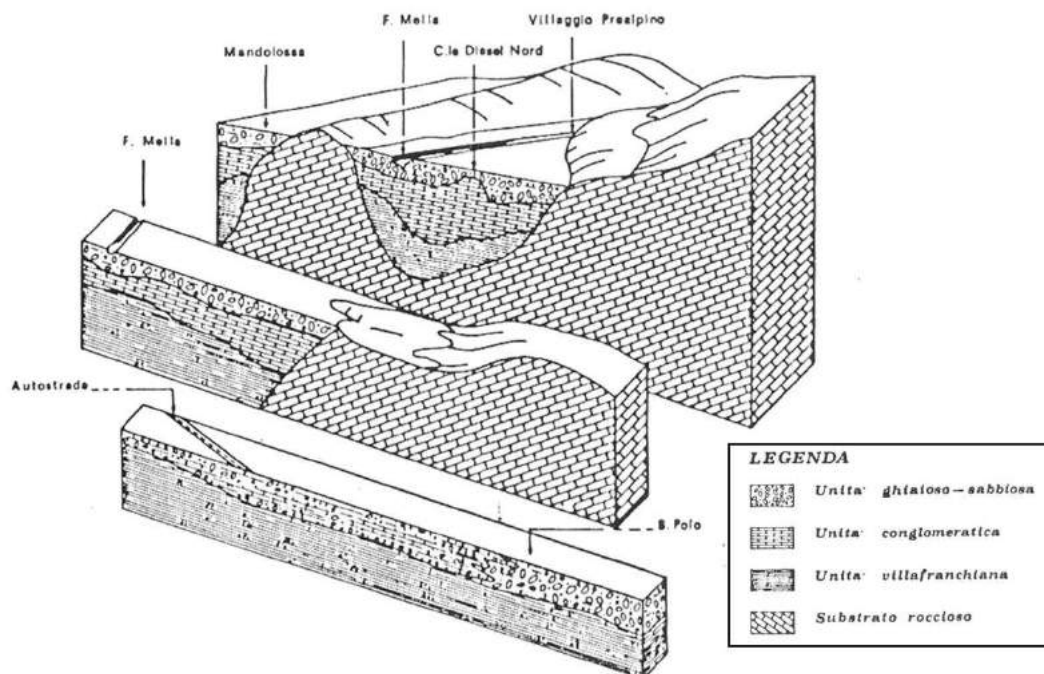


Figura 6: Schema idrogeologico bresciano
 (estratto da Francani et alii, 1999)

La struttura dell'area, secondo lo studio citato, presenta le seguenti unità idrogeologiche:

- ♦ unità ghiaioso-sabbiosa (fluviale Würm Auct. e localmente anche Mindel e Riss);
- ♦ unità conglomeratica (Ceppo Lombardo Auct.);
- ♦ unità argilloso-sabbiosa (Villafranchiano Auct.).

In un successivo lavoro (AAVV, "Geologia degli acquiferi padani della Regione Lombardia, Regione Lombardia", Gennaio 2002) le unità idrogeologiche vengono rinnovate dalle corrispondenti unità idrostratigrafiche:

- ♦ unità ghiaioso-sabbiosa → Gruppo Acquifero A (Pleistocene Medio e Sup.);
- ♦ unità conglomeratica → Gruppo Acquifero B (Pleistocene Medio);
- ♦ unità argilloso-sabbiosa → Gruppi Acquiferi C e D (Pleistocene Medio e Inf.).

Per quanto riguarda la situazione dell'area oggetto di studio si eviden-

zia come la stessa rientri all'interno del Gruppo Acquifero A, come si evince anche dalla seguente sezione idrogeologica, estratta dallo studio "Attività di affinamento delle conoscenze sulla contaminazione delle acque sotterranee in cinque aree della Provincia di Brescia con definizione dei plumes di contaminanti ed individuazione delle potenziali fonti di contaminazione - Lotto A - Area BS002 - Brescia - Caffaro - Fase 1 Relazione idrogeologica di inquadramento (Studio EG per la Provincia di Brescia e ARPA di Brescia - Marzo 2016)".

La sezione considerata è la sezione B, che attraversa con andamento E-O la conoide del Mella. Qui le unità ghiaioso-sabbiose dell'unità del Gruppo Acquifero A hanno uno spessore di circa 40 m dal piano campagna.

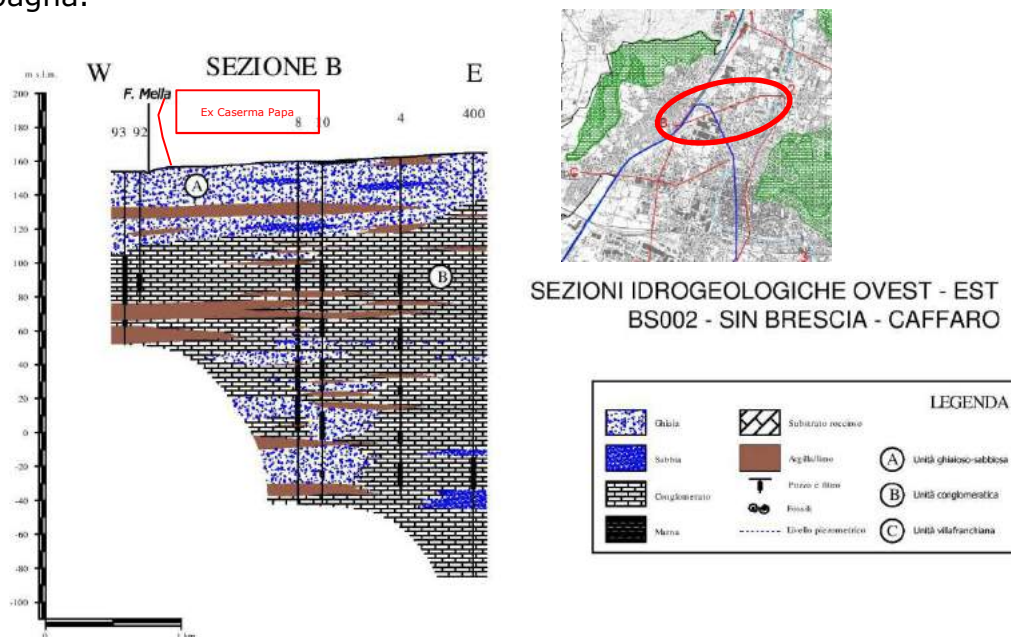


Figura 7: Sezione idrogeologica E-O

L'unità A è caratterizzata da una permeabilità piuttosto elevata, tale da consentire la ricarica degli acquiferi da parte delle acque meteoriche e incanalate.

Questo settore della conoide del Fiume Mella è caratterizzato da un acquifero monostrato, mancando di fatto litozone limoso – argillose che con continuità siano elementi di separazione caratterizzato da falde libere e semiconfinato. Segue poi il litotipo B conglomeratico che presenta uno spessore notevole, di oltre 200 m.

Di seguito vengono riportate le carte idrogeologica in supporto al PGT e quella del PRG (anno 1996). In quest'ultima viene anche riportata l'ubicazione di alcuni pozzi le cui stratigrafie sono di seguito riportate.

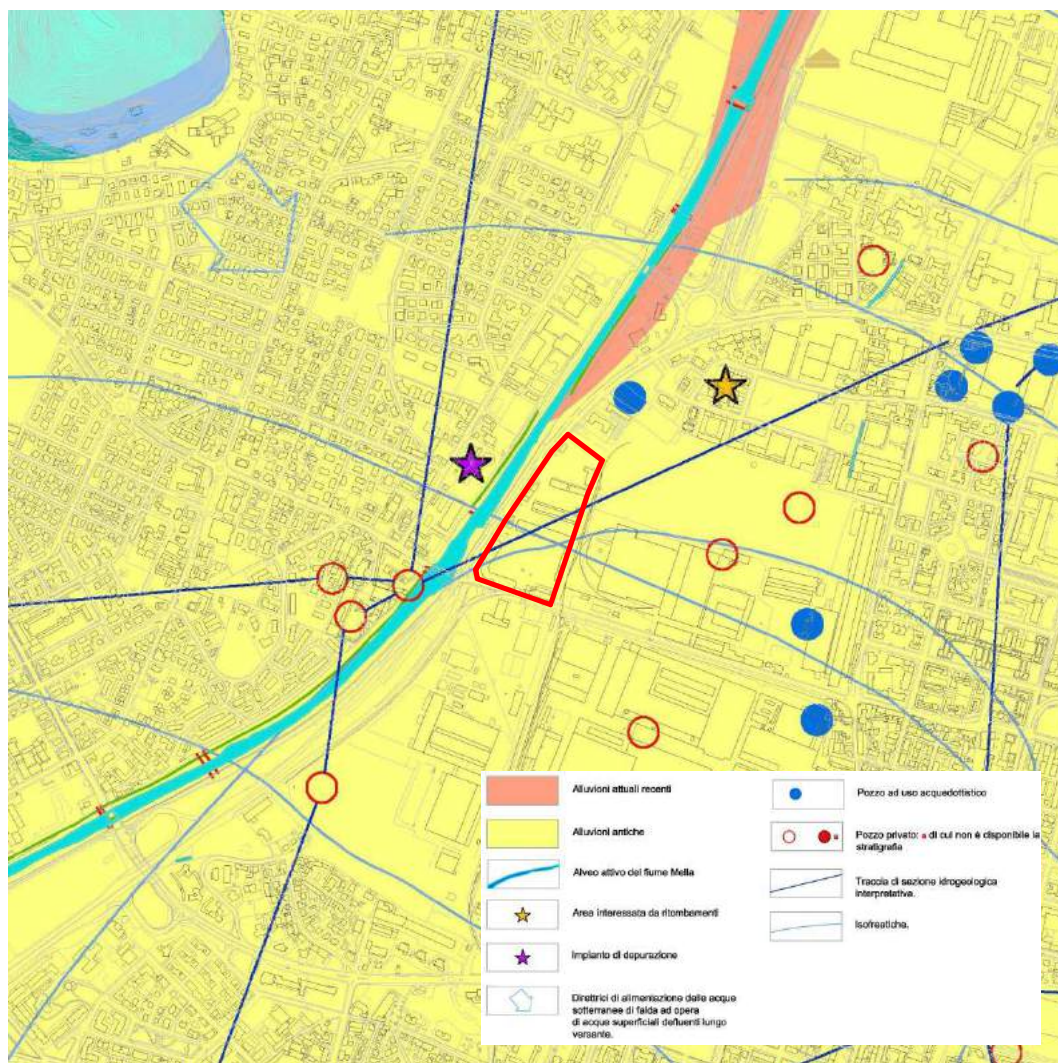


Figura 8: Carta idrogeologica in supporto al PGT

La carta del PGT riporta le medesime isofreatiche dello studio del PRG senza, però, esplicitarne né i valori né i periodi del rilievo come sono invece indicati nella successiva carta del PRG.

Nella successiva carta, infatti, sono evidenziate le isofreatiche in relative al mese di gennaio 1994, momento di massimo piezometrico nel periodo 1985-1996 e quelle relative al mese di maggio 1990, momento di minimo piezometrico nel periodo 1985-1996.

Nella carta in supporto al PRG vengono evidenziati alcuni pozzi posti nelle vicinanze dell'area di studio e le cui stratigrafie sono allegate di seguito.

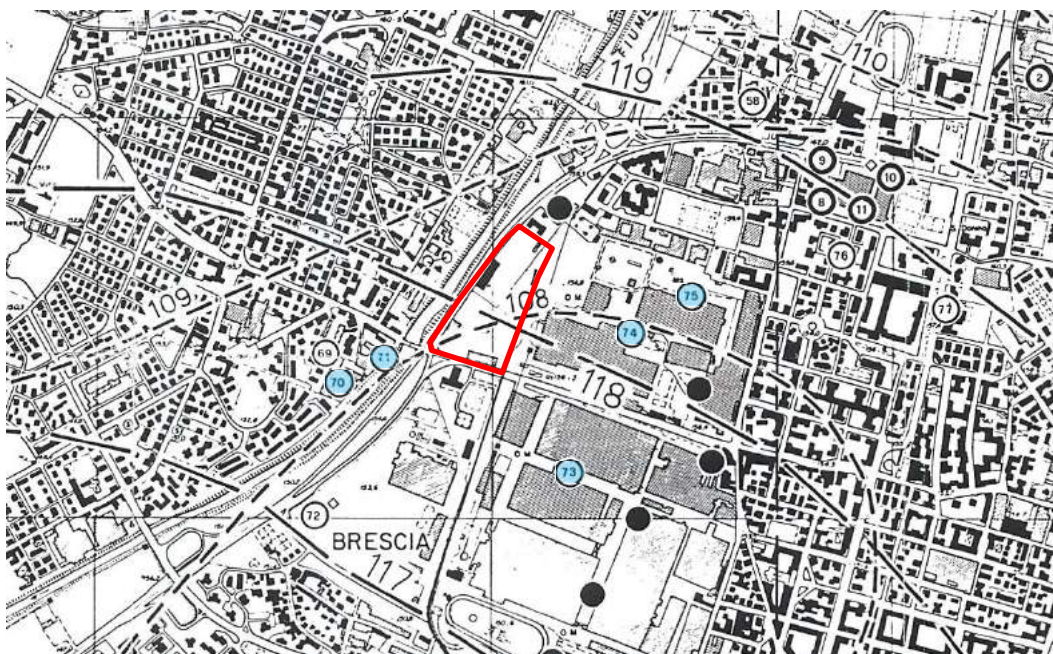


Figura 9: Carta idrogeologica in supporto al PRG

- isofreatiche relative al mese di gennaio 1994, momento di massimo piezometrico nel periodo 1985-1996;
----- isofreatiche relative al mese di maggio 1990, momento di minimo piezometrico nel periodo 1985-1996.

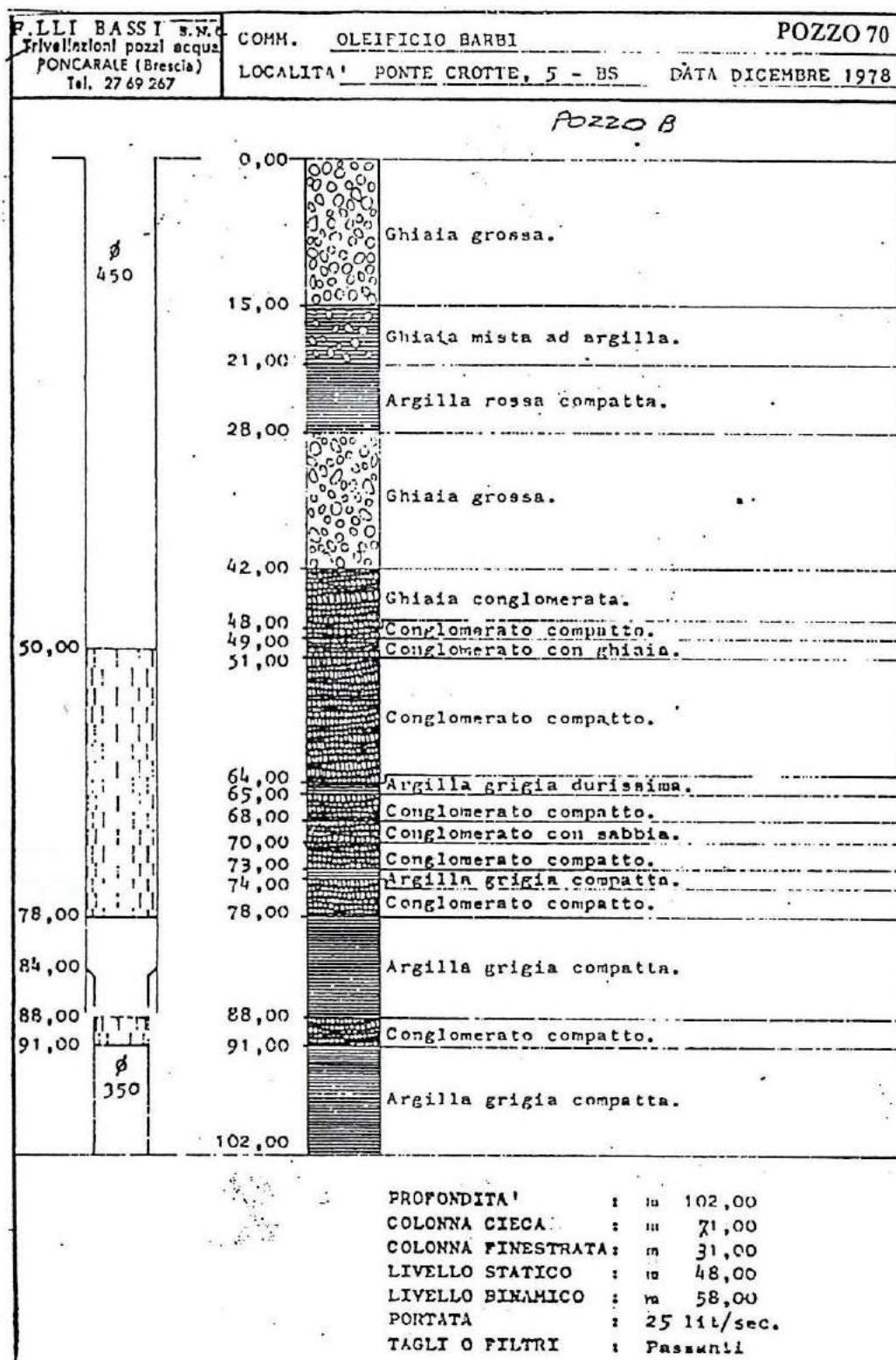


Figura 10: Pozzo n. 70 (Carta idrogeologica PRG)

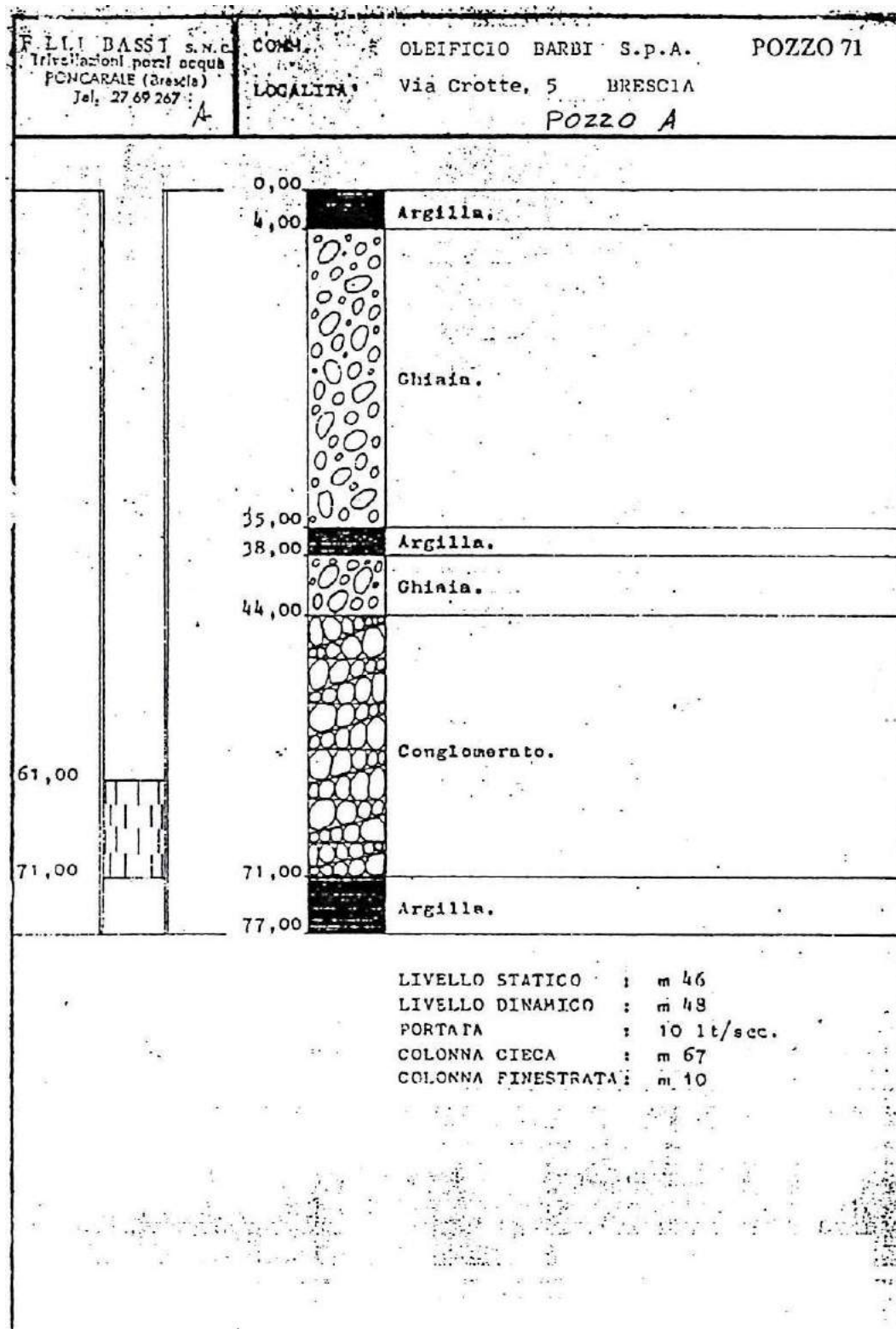


Figura 11: Pozzo n. 71 (Carta idrogeologica PRG)

POZZO 73

IMPRESA TRIVELLAZIONI ARTESIANE

Uffici: Via Dandolo, 3 - Tel. 239-08
Cantieri: Via Castelmella, 151 - Tel. 259-03

Brescia, 21 settembre 1957.-

BRESCIA

Pozzo OM 3

SOC. per AZIONI "O.M." - BRESCIA

VERBALI MISURE per la costruzione di un pozzo trivellato nello stabilimento di Brescia - riferimento Ord. OM 402597-598/10.

1) STRATIFICAZIONI ATTRAVERSATE.

da m.	0.00 a m.	0.30	=	materiale di riporto	
da m.	0.30 a m.	1.30	=	argilla	
da m.	1.30 a m.	15.00	=	trovanti e ghiaia	
da m.	15.00 a m.	25.00	=	argilla e trovanti	
da m.	25.00 a m.	29.00	=	ghiaia	
da m.	29.00 a m.	37.00	=	ghiaia compatta	
da m.	37.00 a m.	38.50	=	argilla compatta	
da m.	38.50 a m.	50.50	=	ghiaia compatta	
da m.	50.50 a m.	57.00	=	conglomerato fessurato	
da m.	57.00 a m.	59.50	=	argilla compatta litata	
da m.	59.50 a m.	61.00	=	conglomerato fessurato	
da m.	61.00 a m.	63.00	=	argilla compatta	
da m.	63.00 a m.	67.00	=	conglomerato compatto	
da m.	67.00 a m.	68.00	=	argilla compatta rossa	
da m.	68.00 a m.	80.00	=	conglomerato compatto alt. a fessurato	
da m.	80.00 a m.	82.00	=	argilla plastica	
da m.	82.00 a m.	86.40	=	conglomerato fessurato	
da m.	86.40 a m.	98.00	=	argilla cenere	
da m.	98.00 a m.	101.00	=	ghiaia e trovanti	
da m.	101.00 a m.	107.50	=	argille varie	
da m.	107.50 a m.	109.00	=	ghiaia	
da m.	109.00 a m.	115.00	=	argilla rossa	
da m.	115.00 a m.	119.00	=	argilla con ghiaia	
da m.	119.00 a m.	122.00	=	argilla rossa	
				profondità raggiunta	ml. 122.00

2) ATTRAVERSAMENTO STRATI DURI.

da m.	40.50 a m.	50.50	=	ml. 10.00	
da m.	63.00 a m.	67.00	=	ml. 4.00	
da m.	68.00 a m.	74.00	=	ml. 6.00	
				complessivi	ml. 20.00

Figura 12: Pozzo n. 73 (Carta idrogeologica PRG)

POZZO 74

proprietario del pozzo : S.ZUSTACCHIO - Via Attilio Franchi

perforatore : Sacco

anno di perforazione : n.c.

STRATIGRAFIA :

da mt. 0.00 a mt. 0.80	riporto
0.80 11.00	ciottoli e trovanti con argilla e ghiaia
11.00 16.00	argilla sabbiosa con qualche trovante
16.00 21.40	argilla compatta gialla
21.40 21.80	ghiaietto (I ^a falda)
21.80 25.00	ghiaia
25.00 28.00	argilla gialla compatta con ciottoli
28.00 30.70	ciottoli, trovanti e ghiaia (II ^a falda)
30.70 32.80	argilla compatta con qualche ciottolo
32.80 39.50	ghiaia con ciottoli (III ^a falda)
39.50 47.30	conglomerato fessurato
47.30 57.00	conglomerato compatto
57.00 57.50	arenaria compatta
57.50 57.80	arenaria argillosa
57.80 62.50	conglomerato
62.50 67.20	conglomerato molto compatto
67.20 68.30	conglomerato interstratificato con argilla
68.30 69.60	conglomerato fessurato
69.60 71.50	arenarie e conglomerato
71.50 73.00	argilla gialla sabbiosa
73.00 75.00	conglomerato compatto
75.00 75.50	arenaria
75.50 79.00	conglomerato fessurato
79.00 80.20	conglomerato compatto
80.20 83.50	conglomerato fessurato
83.50 84.30	argilla
84.30 86.00	conglomerato fessurato
86.00 86.60	ghiaia e ghiaietto
86.60 87.00	argilla gialla
87.00 88.70	conglomerato compatto
88.70 91.80	conglomerato fessurato
91.80 92.50	argilla
da mt. 92.50 a mt. 94.00	conglomerato compatto
94.00 98.80	strati alterni di argilla e conglomerato con uno spessore di 60 cm
98.80 100.00	argilla con qualche ciottolo
100.00 101.50	conglomerato compatto
101.50 103.00	argilla mista
103.00 104.50	conglomerato fessurato
104.50 105.50	argilla
105.50 108.00	conglomerato fessurato
108.00 120.00	alternanza di strati di ghiaia e conglomerato aventi uno spessore di 80 cm

livello statico : mancante

livello dinamico : mancante

Figura 13: Pozzo n. 74 (Carta idrogeologica PRG)

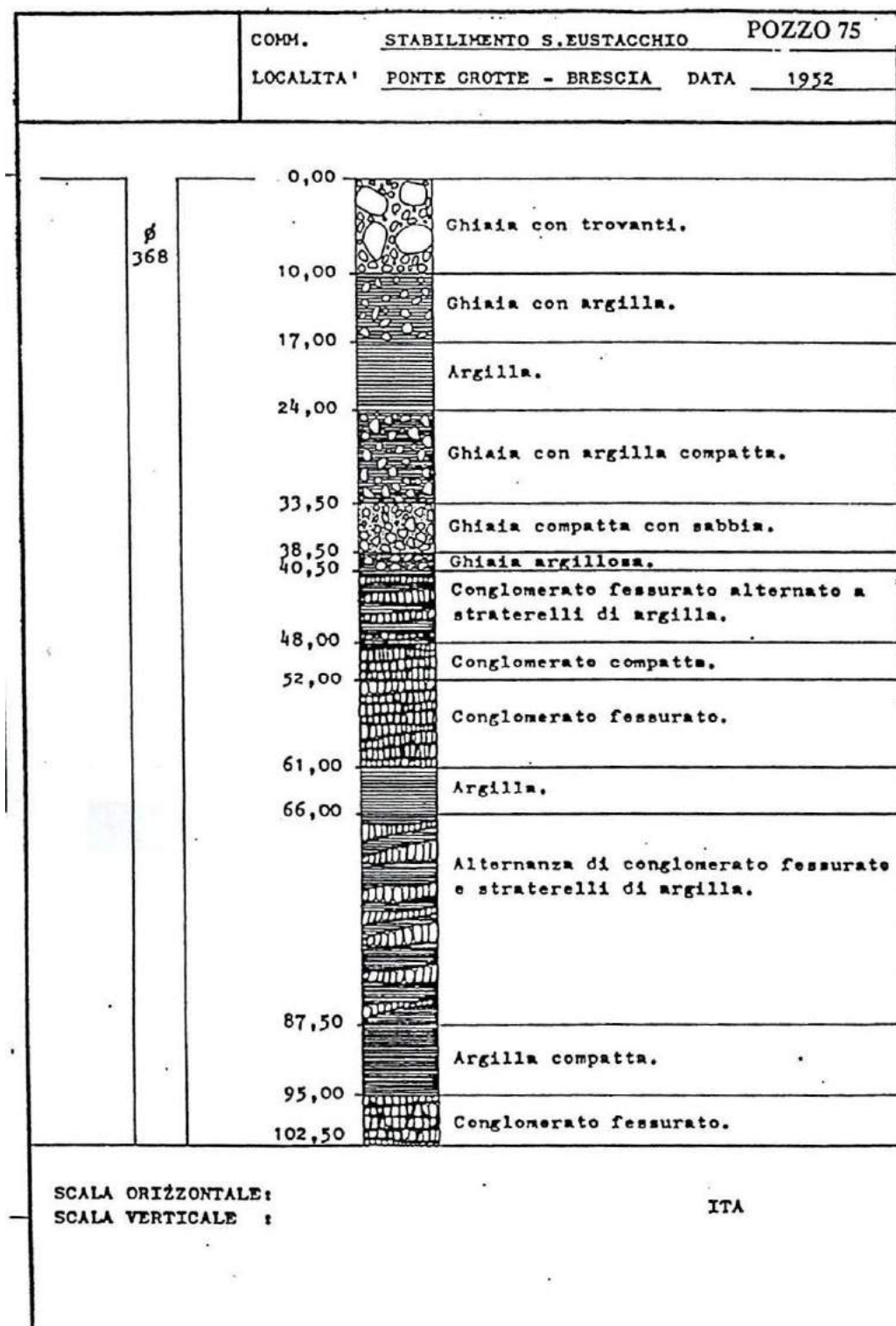


Figura 14: Pozzo n. 75 (Carta idrogeologica PRG)

Per quanto riguarda l'andamento della falda vengono di seguito riportati alcuni studi, estratti dal già citato lavoro per lo studio dell'area Cafaro, nel corso degli anni.

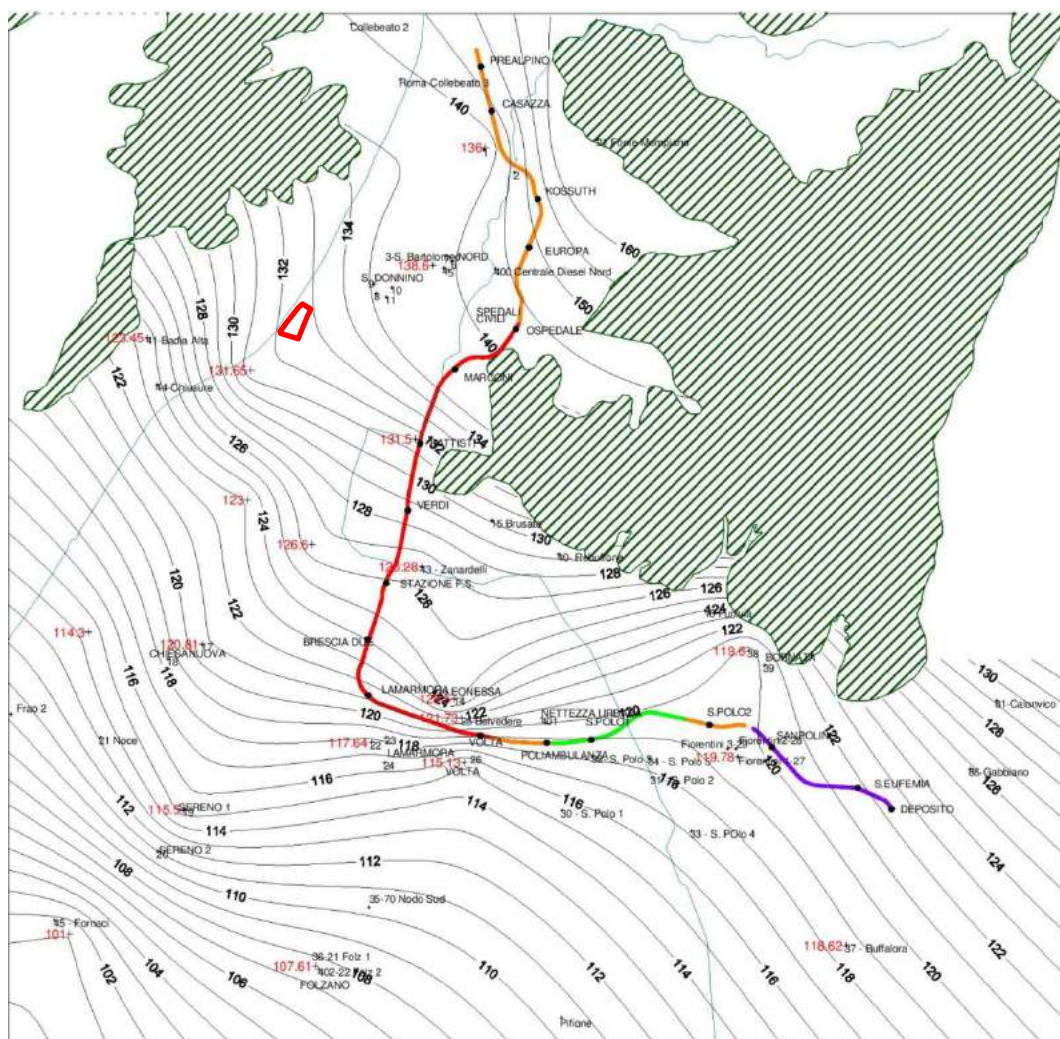


Figura 15: Piezometria anni '40-'50

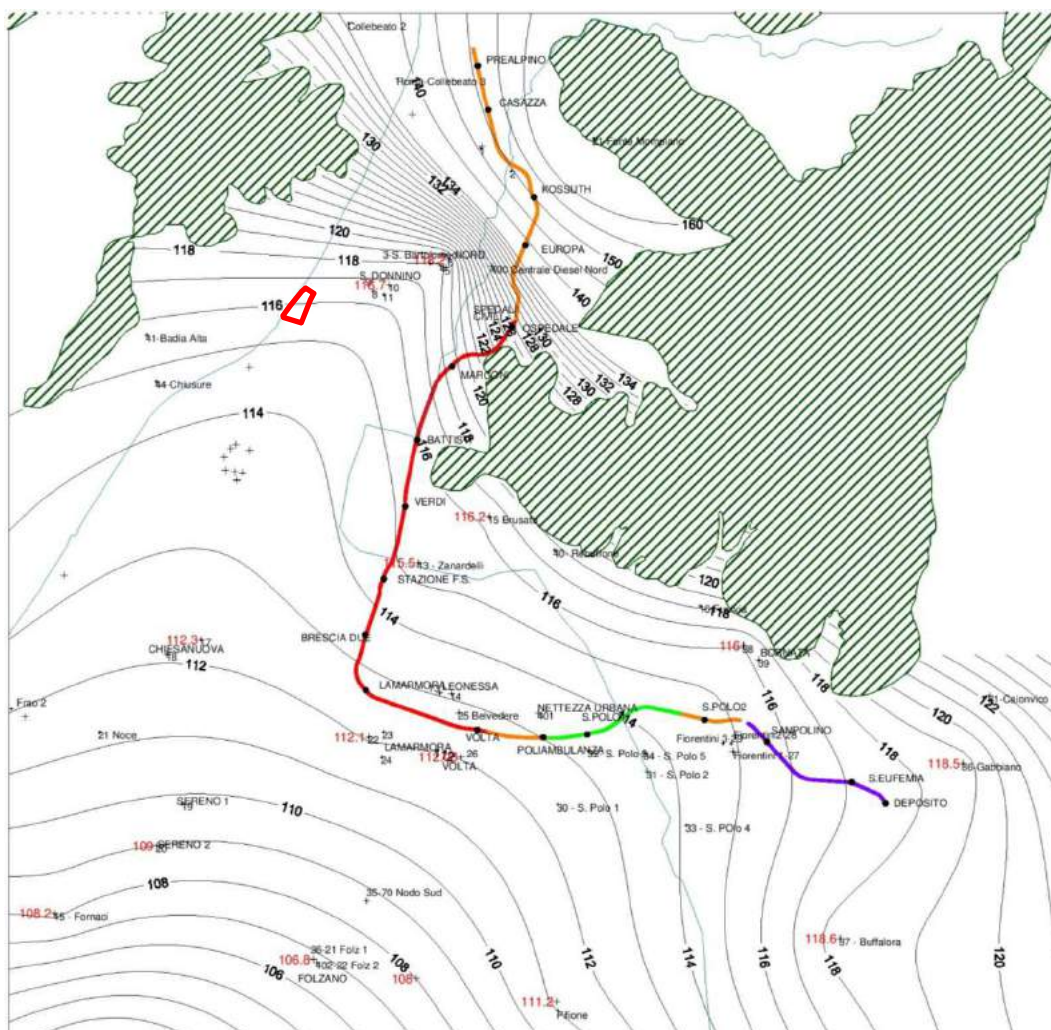


Figura 16: Piezometria anno 1985

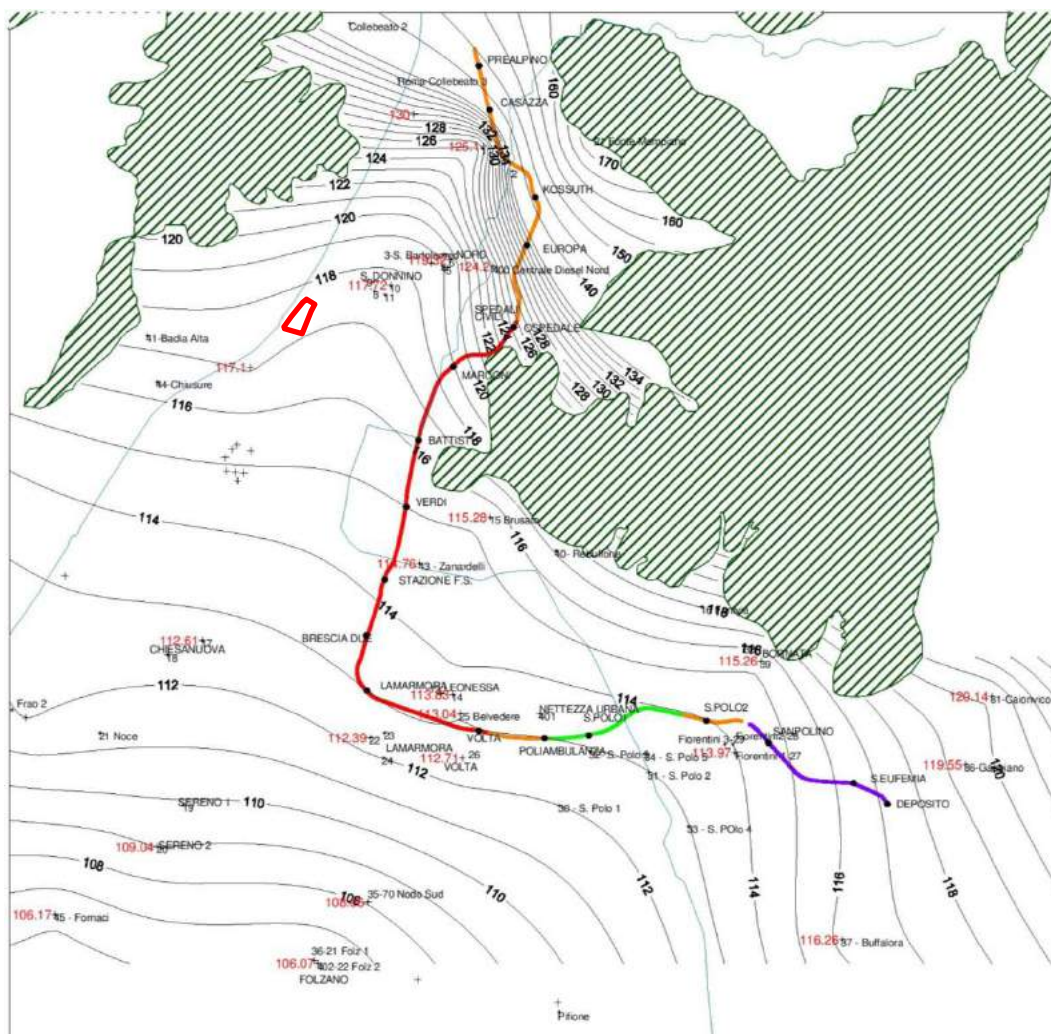


Figura 17: Piezometria anno 1994

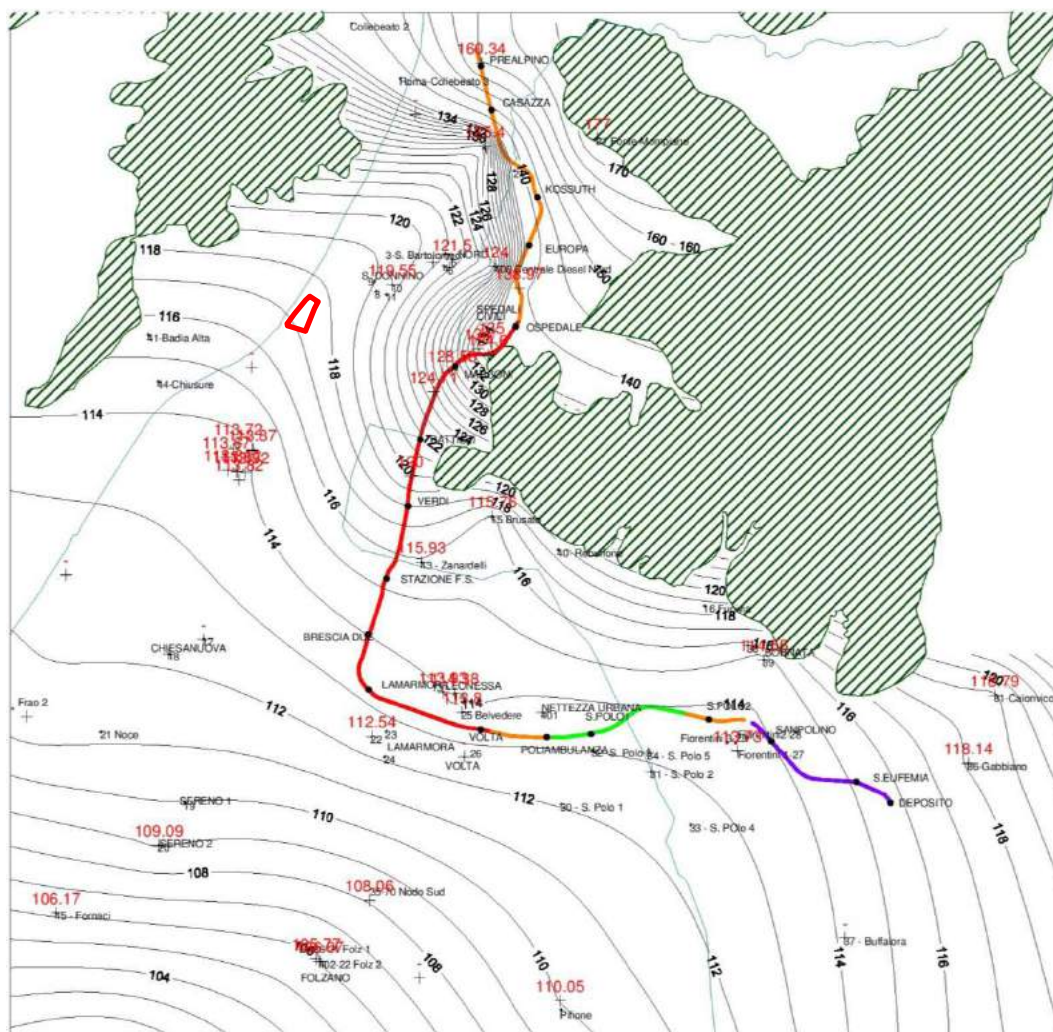


Figura 18: Piezometria anno 2001

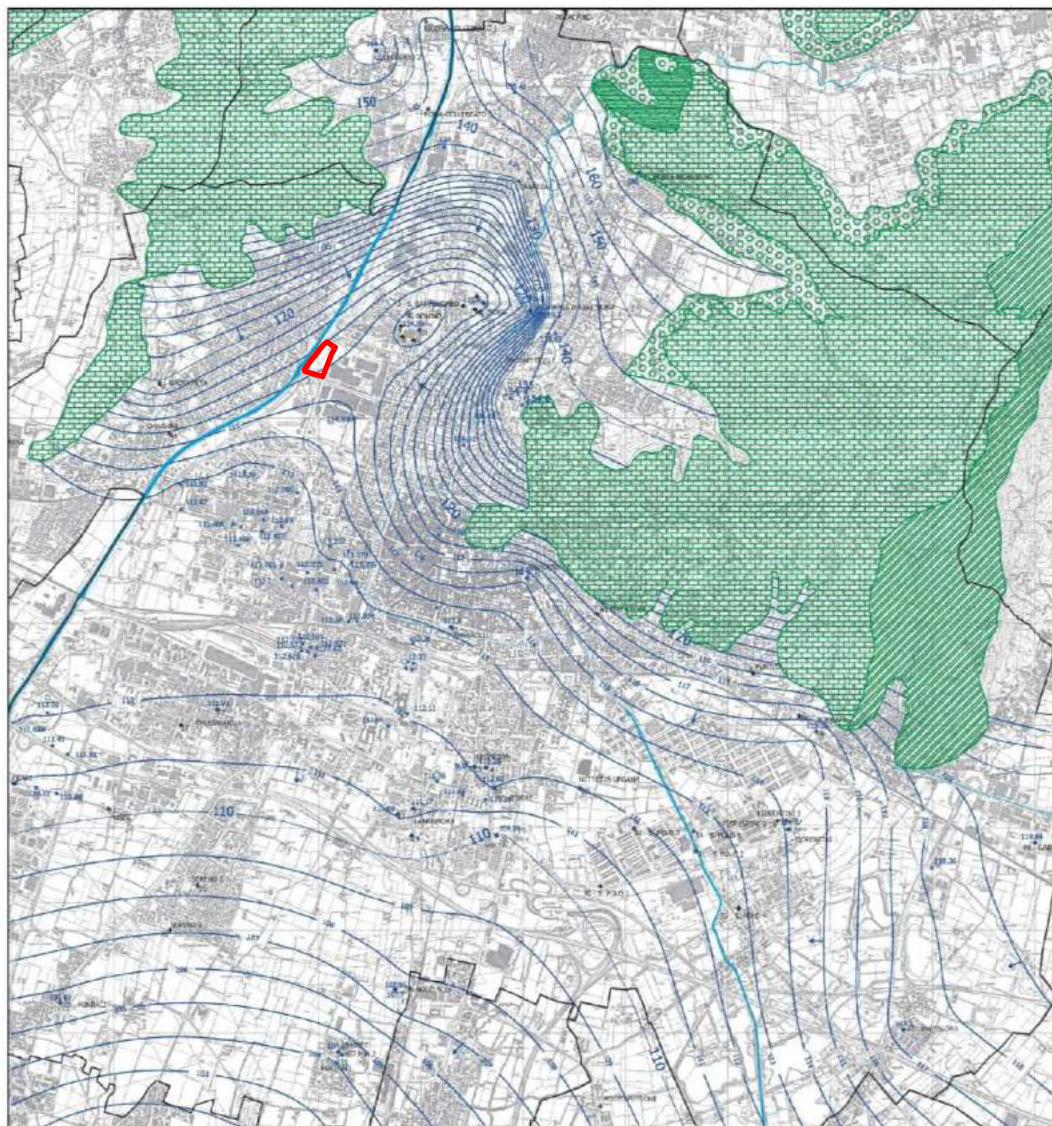


Figura 19: Piezometria anno 2004

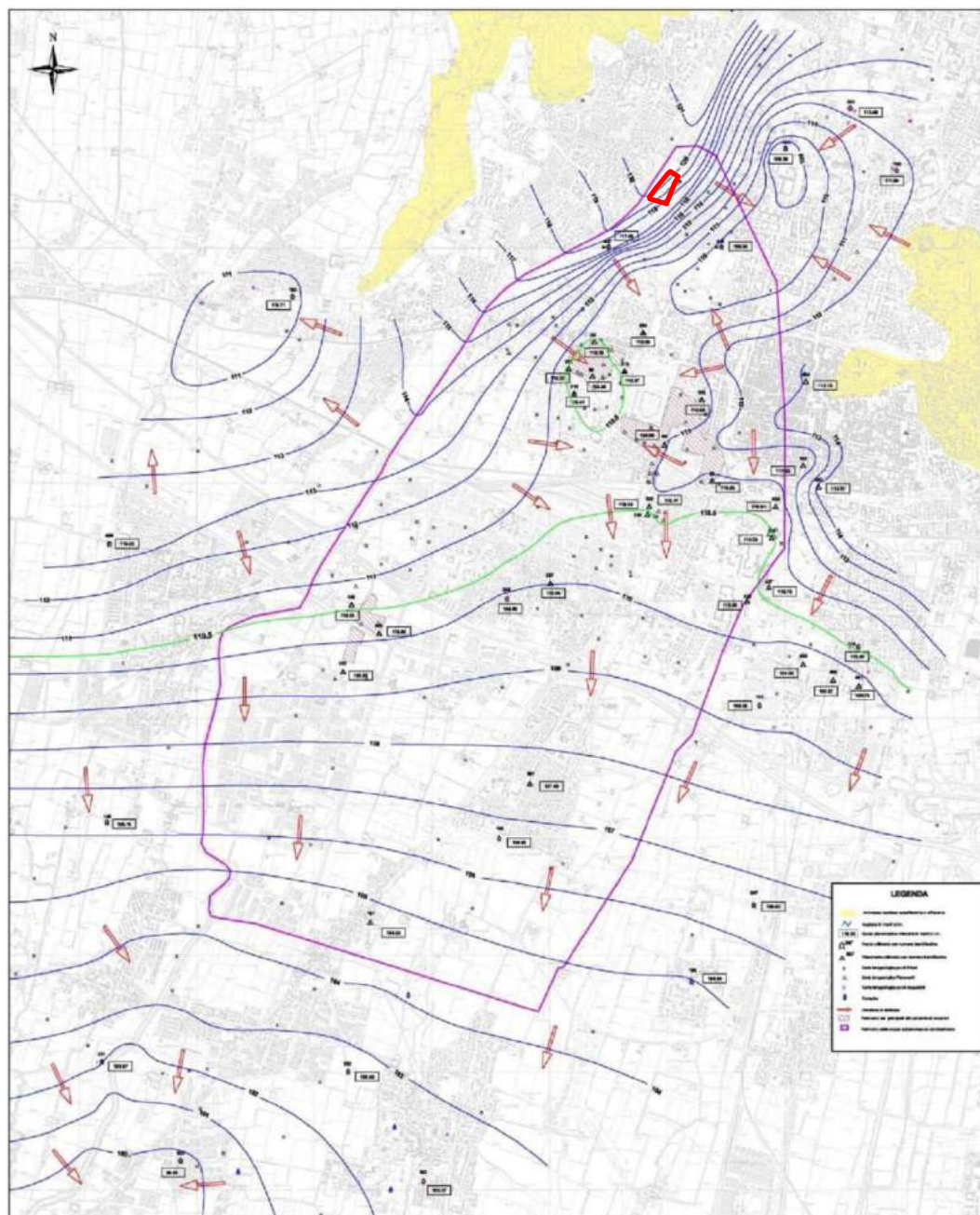


Figura 20: Piezometria anno 2005

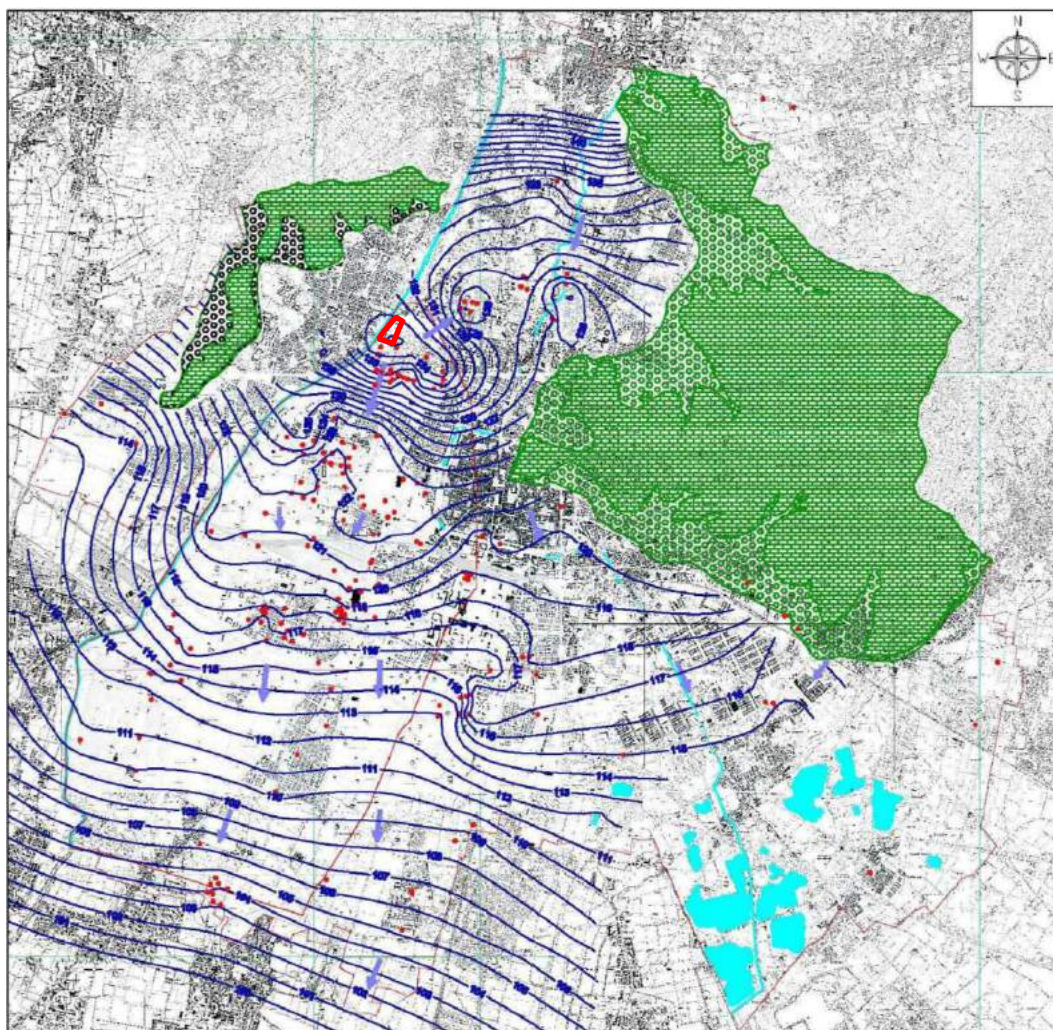


Figura 21: Piezometria aprile 2014

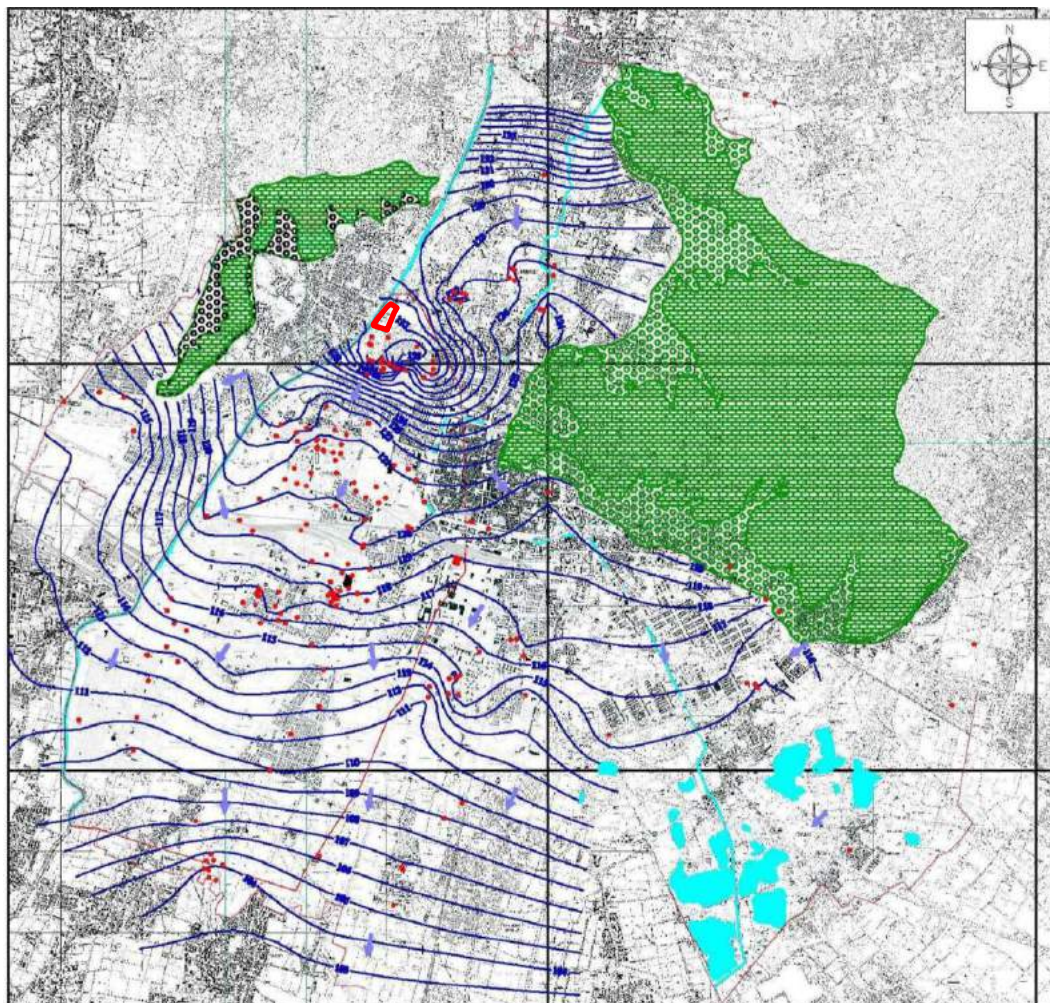


Figura 22: Piezometria giugno 2014

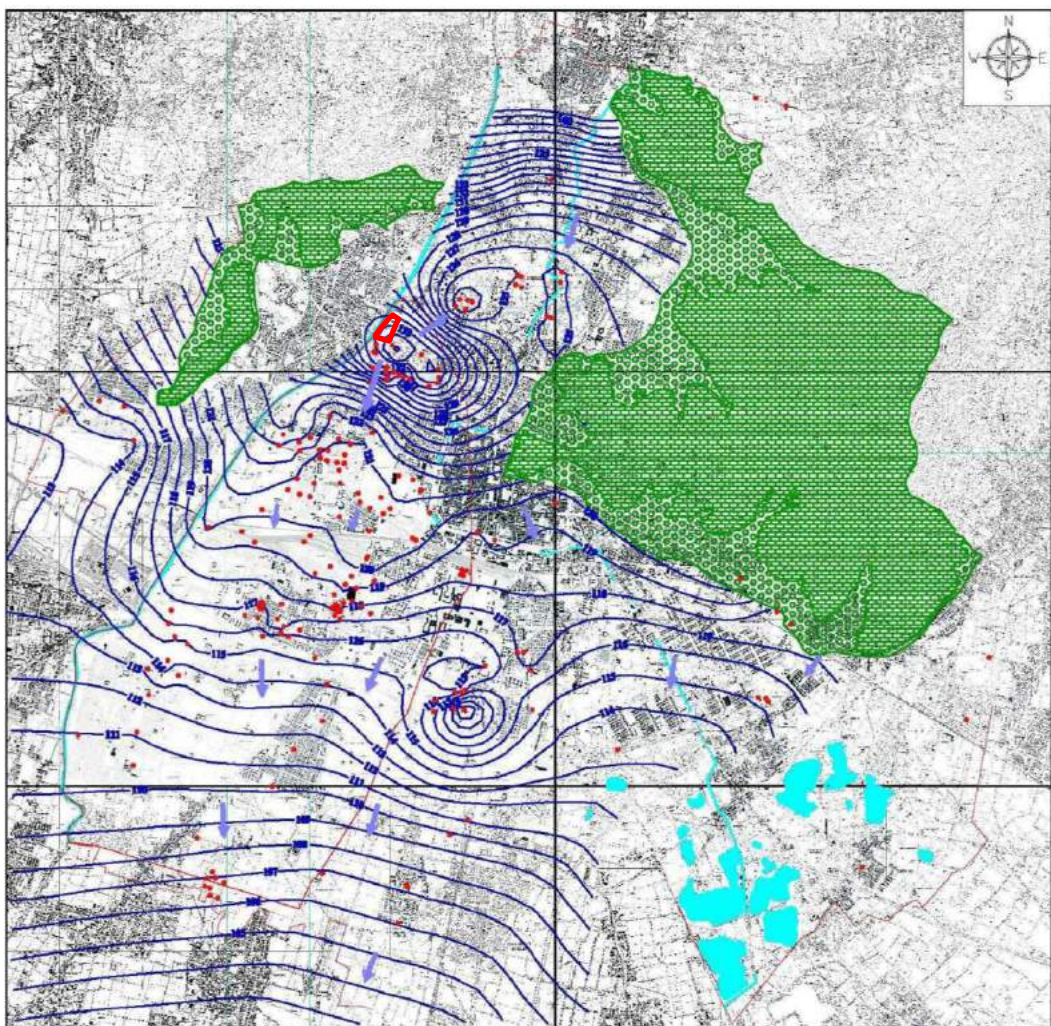


Figura 23: Piezometria settembre 2014

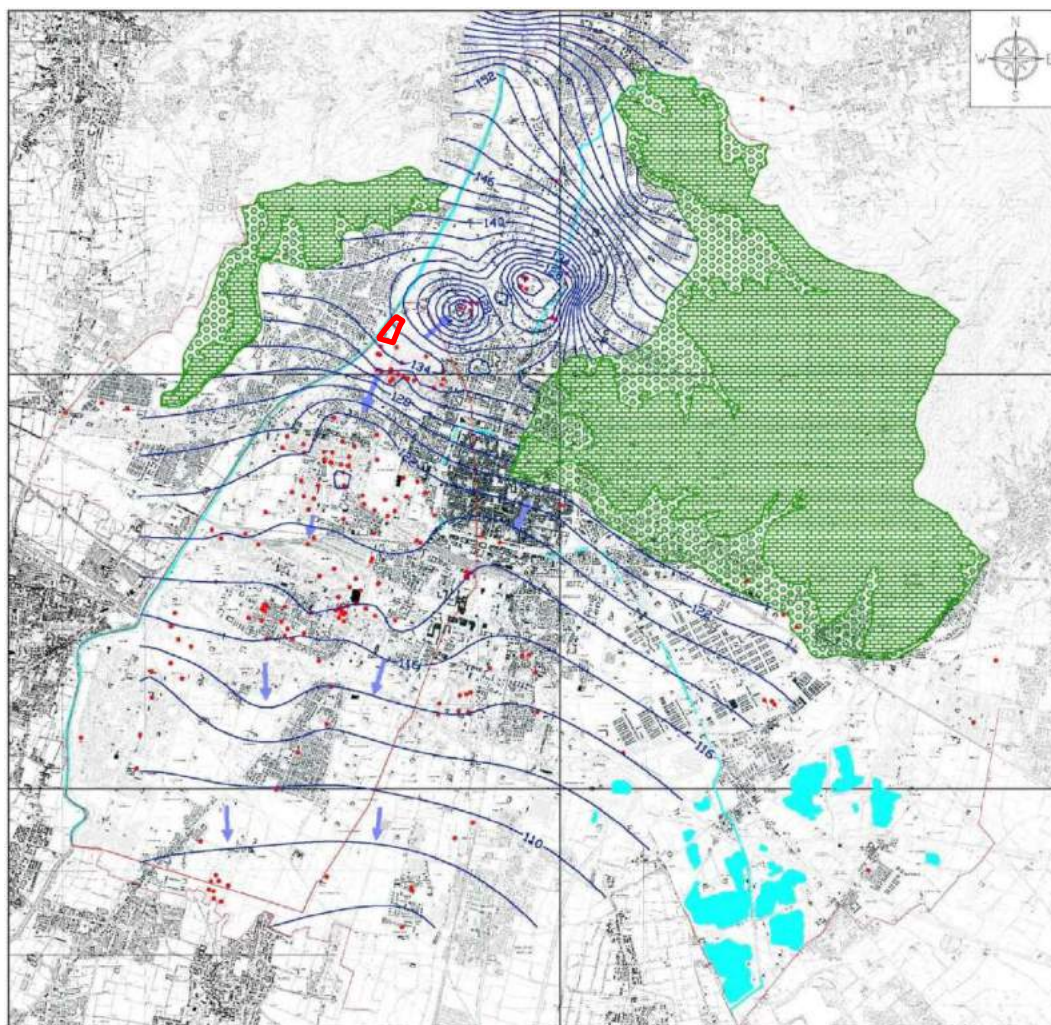


Figura 24: Piezometria gennaio 2015

Alla luce di questi dati si può notare come, contrariamente alle indicazioni della carta della fattibilità geologica che indica la falda a profondità inferiori a 5 m la stessa è a profondità decisamente superiore. Di seguito viene riportata una tabella esemplificativa in base ai dati ricostruiti sulla cartografia riportata.

Periodo	Quota media caserma (m s.l.m.)	Quota piezometrica (m s.l.m.)	Profondità da p.c.
'40-'50	156	132,5	23,5
1985	156	116	40
Maggio 1990	156	108	48
1994	156	117,5	38,5
2001	156	117	39
2004	156	116,5	39,5

Periodo	Quota media caserma (m s.l.m.)	Quota piezometrica (m s.l.m.)	Profondità da p.c.
2005	156	119	37
Aprile 2014	156	135	21
Giugno 2014	156	132	24
Settembre 2014	156	133	23
Gennaio 2015	156	134	22

Il massimo della profondità della prima falda risulta pertanto a 48 m nel maggio 1990 mentre il minimo è di 21 m nell'aprile 2014. Questo riscontrabile dai dati disponibili, e comunque sono possibili delle oscillazioni stagionali così come si evince anche dai dati relativi all'ultima campagna di rilevamento 2014-2015.

Da notare anche l'andamento della direzione della falda, infatti nel periodo 2014-2015 in corrispondenza della caserma riscontriamo un alto piezometrico con andamento della falda SSO – ENE, situazione diversa rispetto all'andamento negli anni precedenti.

Durante l'esecuzione delle indagini in sito (prove penetrometriche e sondaggio) non è stata rilevata la presenza di falde sospese, ciononostante si raccomanda di difendere le fondazioni e le strutture interrato con efficaci guaine impermeabilizzanti e relativi pacchetti drenanti per evitare fenomeni di risalita capillare a seguito di precipitazioni meteoriche abbondanti e/o di infiltrazioni di acqua nel terreno.

5. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO

Elemento caratterizzante l'area di studio è sicuramente il Fiume Mella che scorre a circa 25 m a ovest della Caserma Papa, parallelamente alla tangenziale ovest / Via Oberdan.

Il Fiume Mella raggiunge la città di Brescia dopo aver attraversato, a Nord - Ovest, il territorio del Comune di Concesio. Scorre a Ovest del centro storico della città. L'alveo è delimitato da arginature pressoché continue, di altezza compresa tra i 2 e 3 m, protette a tratti da difese spondali.

Esiste, comunque, immediatamente a valle dell'area di studio un ostacolo costituito dal Ponte Crotte che fa in modo che permanga il rischio di esondazione a livello diffuso.

La successiva cartografia del PAI, infatti, indica la zona ove insiste la Caserma Papa in fascia C (Foglio 121 Sez. I - Brescia / MELLA06).

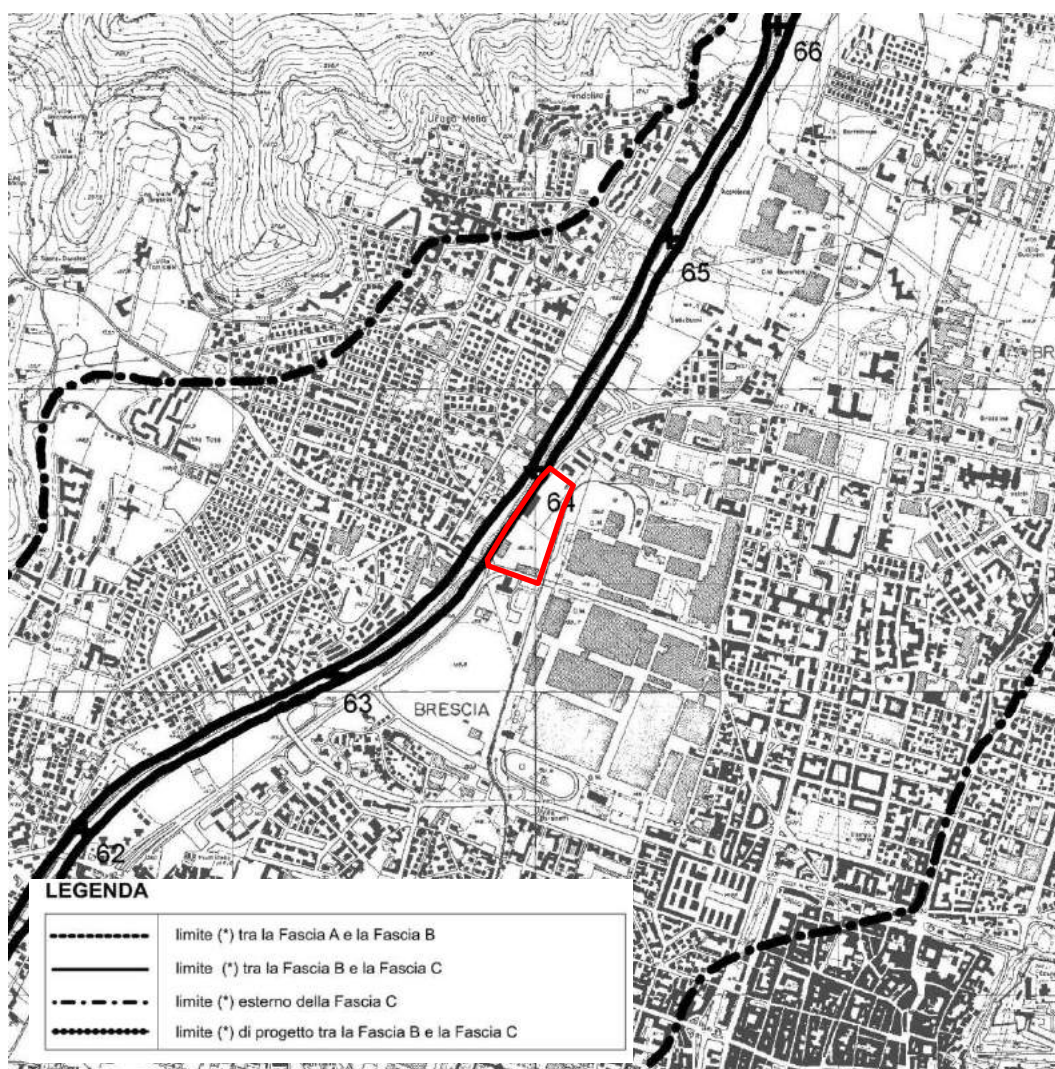


Figura 25: Delimitazione Fasce PAI

L'Autorità di Bacino del Fiume Po, nell'ottobre 200, ha pubblicato uno studio sul Fiume Mella nell'ambito dello "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica:

- del fiume Oglio nel tratto da Sonico alla confluenza in Po e del suo affluente Cherio dal lago di Endine alla confluenza;
- del fiume Mella da Brozzo alla confluenza in Oglio, del fiume Garza dalla confluenza Valle del Loc alla confluenza in Chiese e del fiume Chiese da Gavardo alla confluenza in Oglio."

Dal punto di vista idraulico il fiume Mella, nel tratto compreso tra Brozzo e la confluenza con il fiume Oglio, è stato suddiviso in 9 tratti e la zona interessata dallo studio è posta nel tratto ME-4, compreso tra Brescia, località Seda Buoni (sezione ME-64) e Fenile Mella (Comune di Castel Mella, sezione ME-54).

La sezione ME-64, come si evince dalla cartografia riportata sopra, è posta immediatamente a monte della recinzione settentrionale della Caserma Papa.

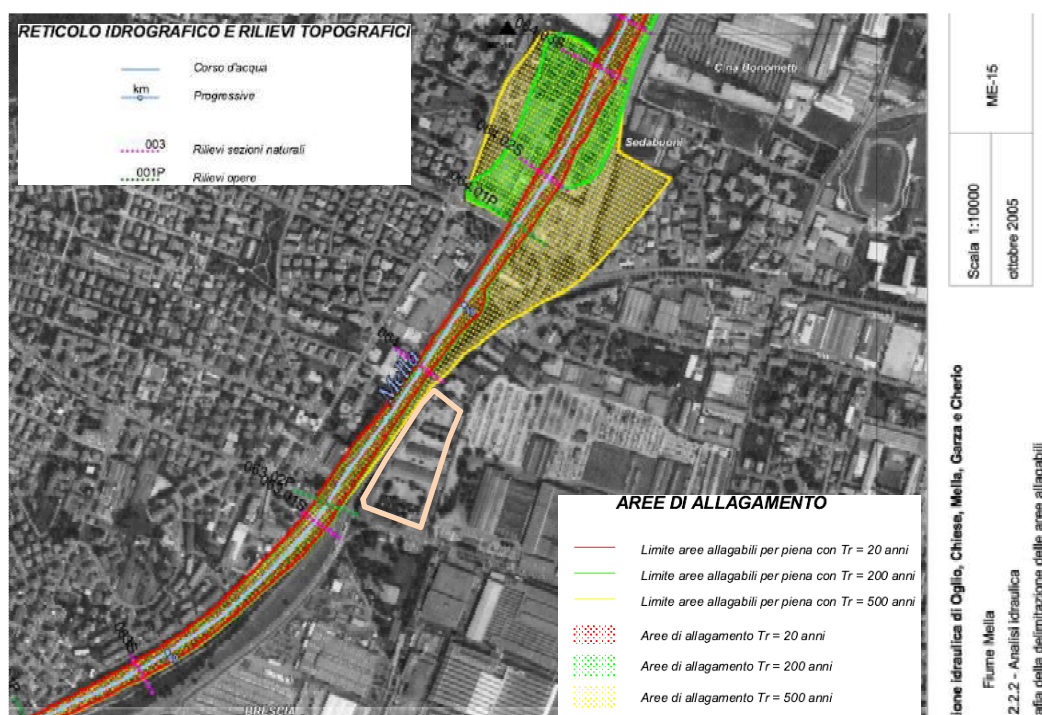


Figura 26: Delimitazione delle aree allagabili

Il tratto IV, compreso tra Brescia (sezione ME-64) e Fenile Mella (Comune di Castel Mella, sezione ME-54), presenta un alveo rettilineo che scorre in un terreno pianeggiante fortemente urbanizzato. Come il tratto precedente, si ha la presenza diffusa di argini lungo entrambe le sponde.

A causa delle caratteristiche del bacino pianeggiante afferente e della presenza di estese arginature, in tale tratto non si hanno cospicui incrementi della portata di piena.

All'interno del tratto in esame la piena si propaga unicamente all'interno dell'alveo principale, in quanto la capacità di deflusso è tale da permettere il deflusso delle portate di piena con tempo di ritorno pari a 500 anni (portate dell'ordine di 650 m³/s), senza dare origine ad allagamenti. Per tale motivo l'intero tratto è stato utilizzato uno schema idraulico monodimensionale.

Di seguito viene riportato il livelli idrico e portata al colmo della Sezione n. 64 del Fiume Mella.

Sezione	Progr. (m)	Descrizione	Livelli T=20 [m s.m.]	Portata T=20 [m ³ /s]	Livelli T=200 [m s.m.]	Portata T=200 [m ³ /s]	Livelli T=500 [m s.m.]	Portata T=500 [m ³ /s]
64	39163	Brescia	154,83	375	155,74	538	155,97	583

Come già accennato elemento critico è la presenza del Ponte Crotte.

Con tempo di ritorno pari a 200 anni, conformemente alle direttive dell'Autorità di Bacino del Fiume Po, in occasione degli eventi di piena simulati pur presentando un funzionamento idraulico a pelo libero, non rispetta il franco di sicurezza di un metro (intesa come differenza fra l'intradosso del ponte e il livello di massima piena). Questo comportamento è comunque comune al 25% dei ponti sul Fiume Mella.

Cod. manufatto	Progr. (m)	Descr.	Livello idrico [m s.m.]	Quota intradosso [m s.m.]	Quota estradosso [m s.m.]	Funzionamento idraulico	franco
63-02P	39522	Comunale	154.34	155,3	156,06	pelo libero	0.96

Di seguito viene riportato il profilo longitudinale di piena al colmo e l'area in esame risulta ricompresa tra sezione 064 e la sezione 063.02P.

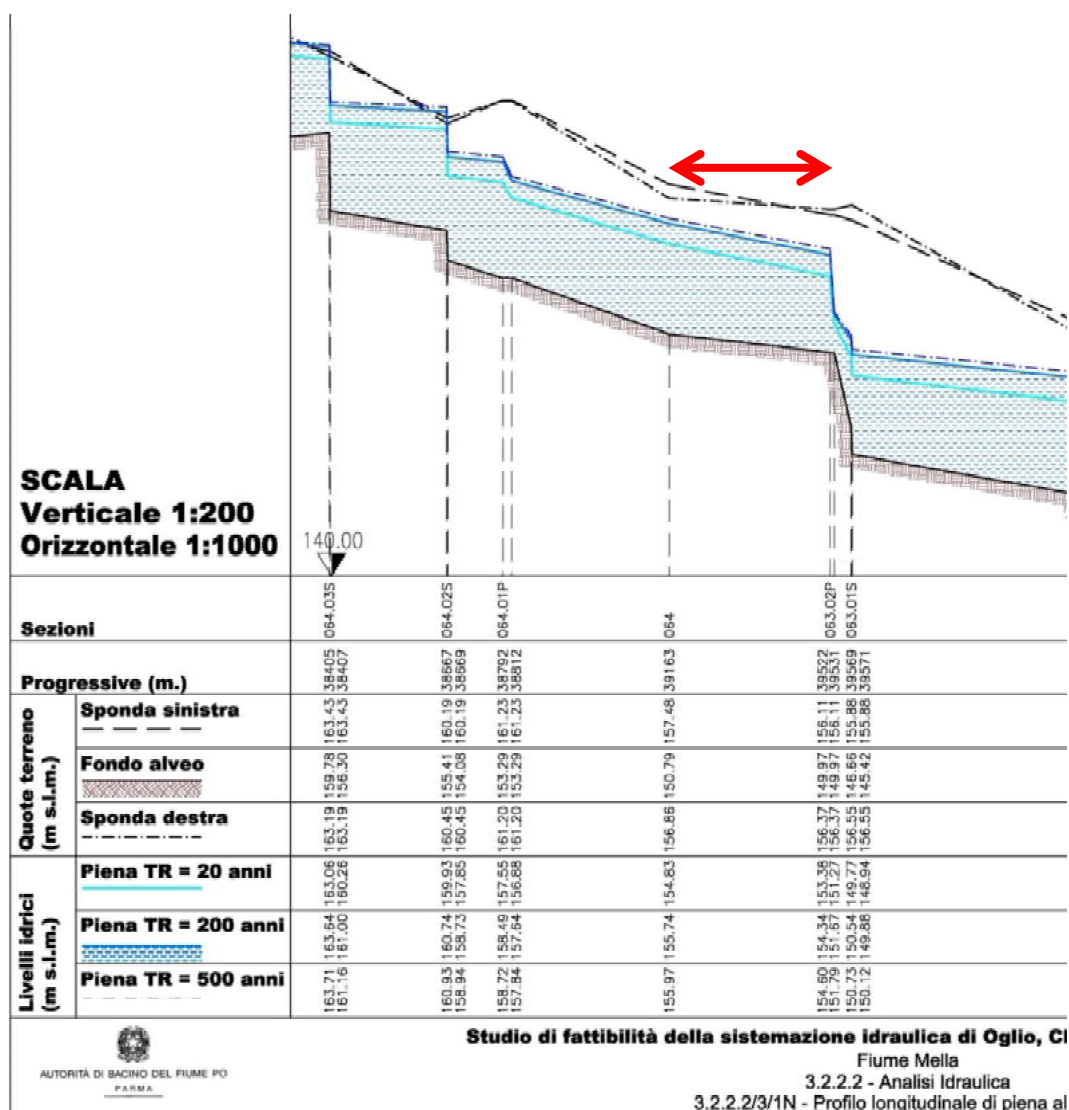


Figura 27: Profilo longitudinale di piena al colmo

Le conclusioni dello studio del 2005 sono che *"Il tratto ME-4, compreso tra Brescia e Fenile Mella (escluso) in comune di Castel Mella, non è soggetto ad esondazioni in quanto la capacità idraulica è tale da permettere il deflusso delle portate di piena fino ad un tempo di ritorno pari a 500 anni (portate dell'ordine di 600 m³/s)".*

Successivamente l'area è stata oggetto di un altro studio relativo alla Direttiva alluvioni 2007/60/CE - Revisione 2015, aggiornamento della precedente versione del 2013.

La successiva cartografia riporta un estratto relativo all'Area a Rischio Significativo di alluvione - ARS Distrettuale di Brescia con particolare riguardo alla pericolosità da alluvioni.

Nella rappresentazione cartografica, relativamente al reticolo idrografico principale (RP) sono riportate le delimitazioni secondo tre distinti scenari di piena:

- ♣ alluvioni frequenti (H) = TR 30 – 50 anni;
- ♣ alluvioni poco frequenti (M) = TR 100 – 200 anni;
- ♣ alluvioni rare (L) = TR fino a 500 anni.

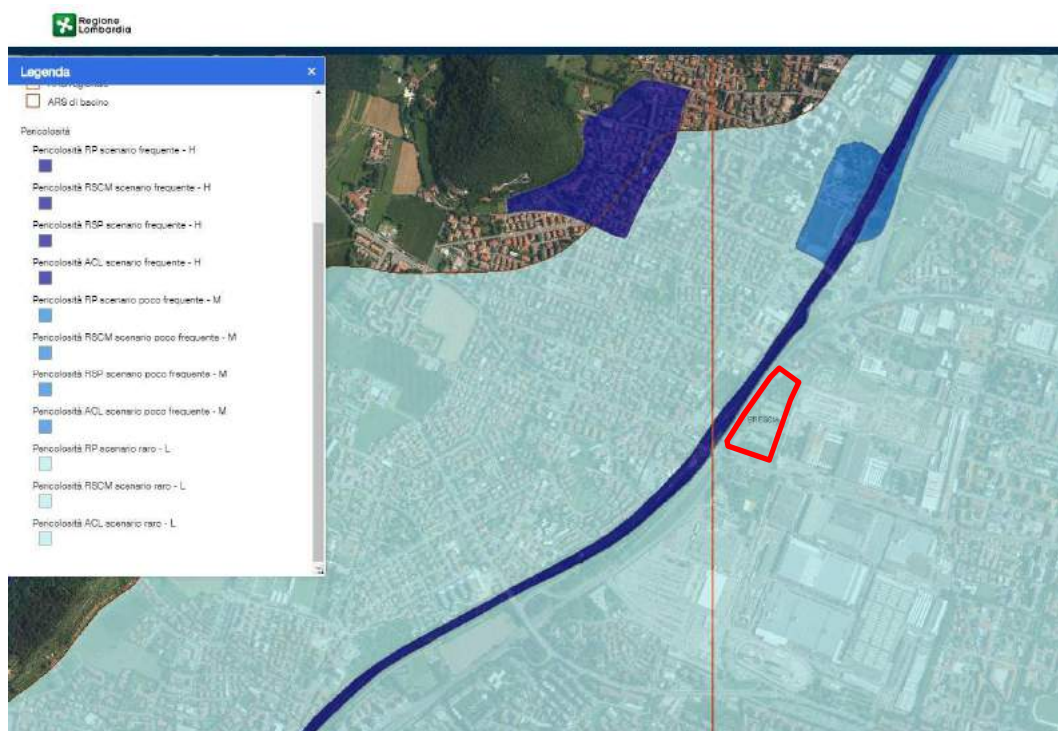


Figura 28: Estratto da PRGA - Direttiva alluvioni

Il sito oggetto di studio è quindi compreso negli scenari di pericolosità con alluvioni rare potenzialmente interessate da eventi alluvionali con tempi di ritorno superiori a 200 anni (fino a 500 anni).

L'area, dal punto di vista della normativa PAI rientra nella fascia C e pertanto non rientra in quelle contemplate dall'art. 36 del PAI (Fascia A e B) per le quali devono essere individuati gli interventi necessari per la messa in sicurezza.

Per quanto riguarda la componente idraulica si evidenzia sulla cartografia viene riportato anche un piccolo elemento intubato, ma le carte che riportano la presenza di Reticolo Idrico Minore non sono congruenti con quelle catastali.

Di seguito vengono riportate la carta del RIM comunale, con sovrapposto l'ingombro della Caserma Papa (la carta disponibile sul sito comunale è molto frammentaria dal punto di vista della rappresentazione

grafica) che individua la roggia intersecante l'area della caserma stessa, mentre se andiamo a vedere l'estratto catastale la roggia passa in adiacenza dello spigolo sud est della recinzione, non intersecando, di fatto il perimetro dell'area oggetto di intervento.

Nella prima ipotesi, quella del RIM comunale, si porterebbe a pensare che il reticolo interessi anche la porzione di caserma entro la quale insiste un considerevole numero di serbatoi interrati.

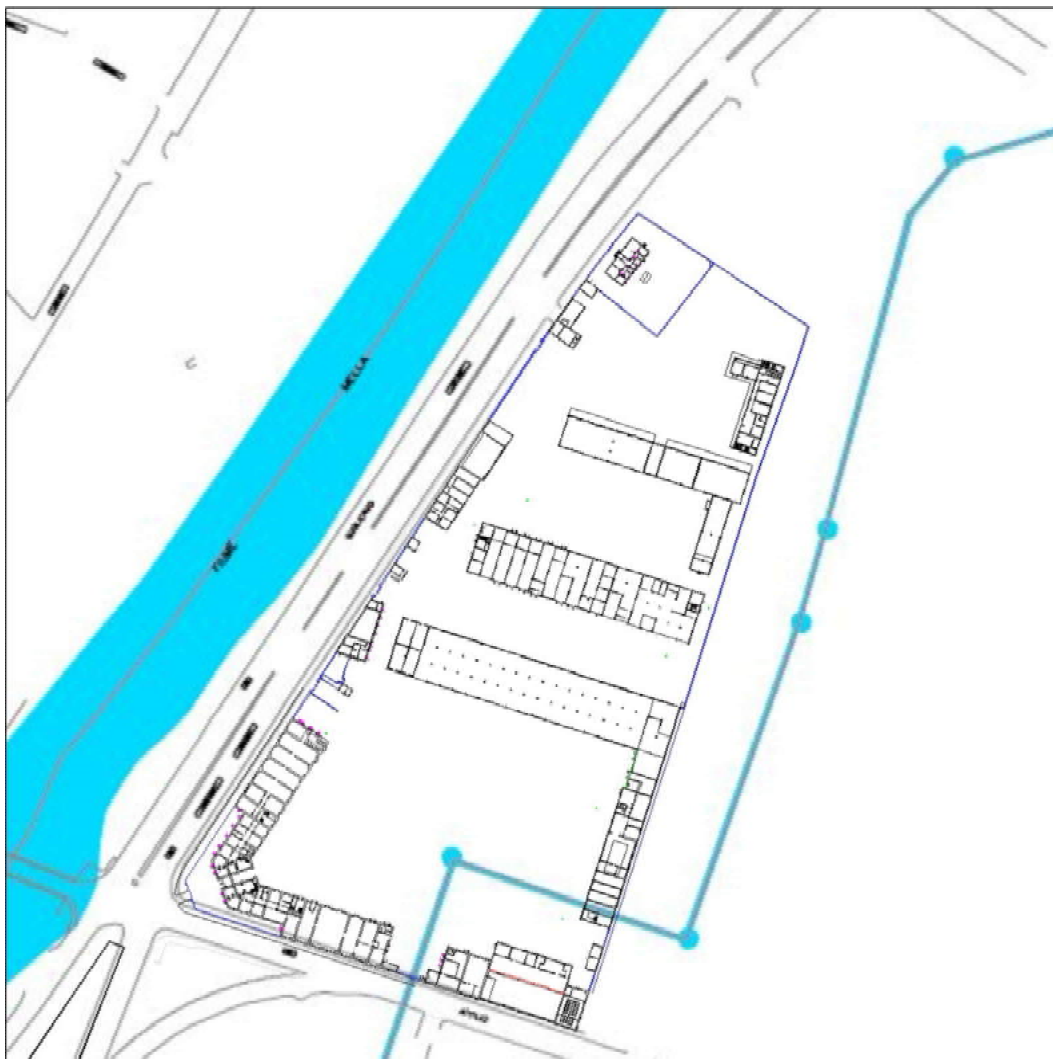


Figura 29: Sovrapposizione carta RIM con ingombro caserma



Mappa catastale e tipologia carta catastale

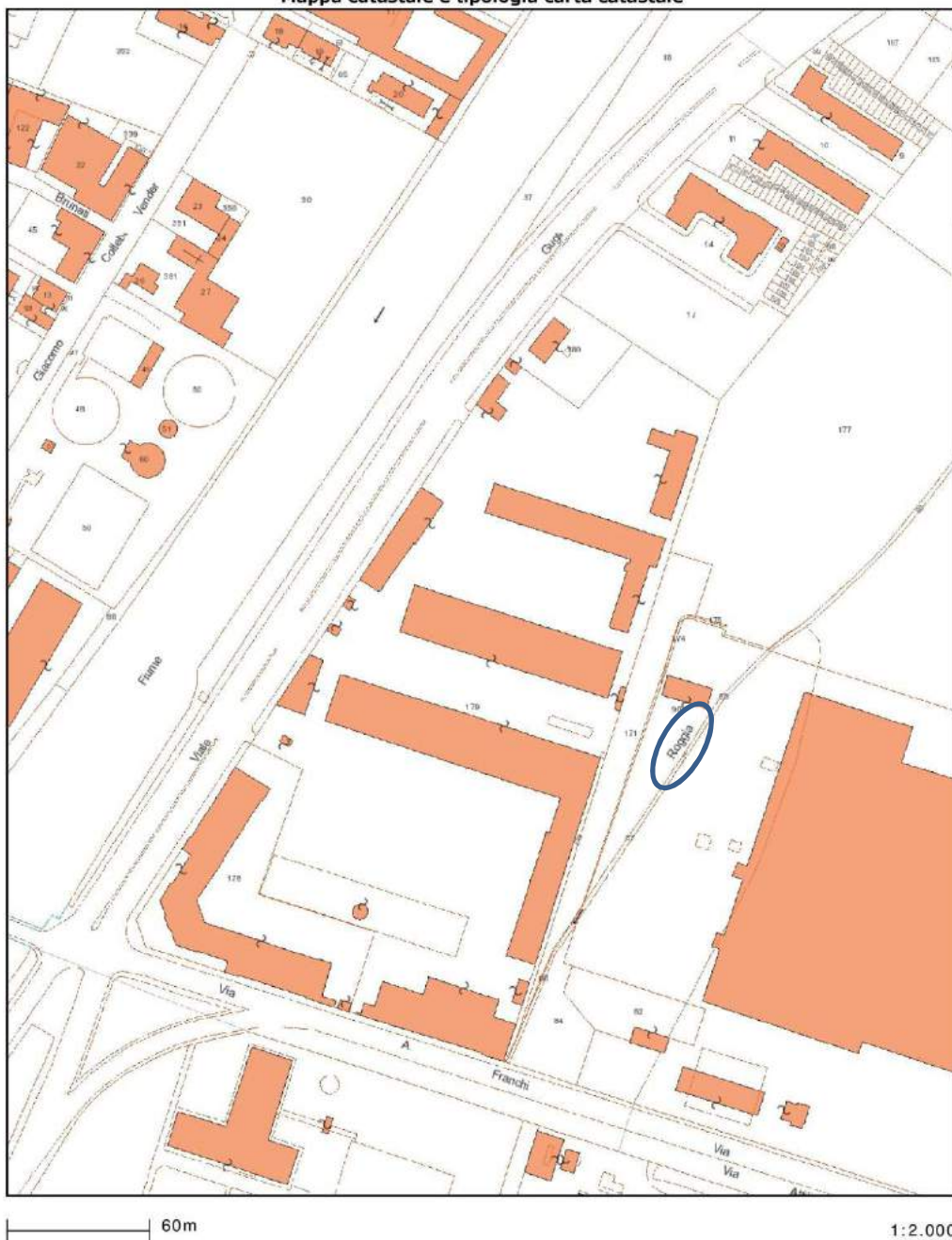


Figura 30: Evidenza della roggia su catastale

Dai documenti reperiti presso l'Archivio del Comune di Brescia presso l'Archivio di Stato invece il progetto definitivo redatto al comune di Brescia nell'ottobre 1929, approvato dalla Direzione Generale del Genio Militare con nota n.7517 del 24 aprile 1930 mostra la roggia che entra

appena a monte dello spigolo sud est e poi piega passando sotto il locale mensa.

Esternamente all'area della Caserma è evidente solo un piccolo tratto a cielo aperto proprio in corrispondenza dell'intubamento sotto il muro di cinta sud est della Caserma, mentre non sono presenti altre evidenze.

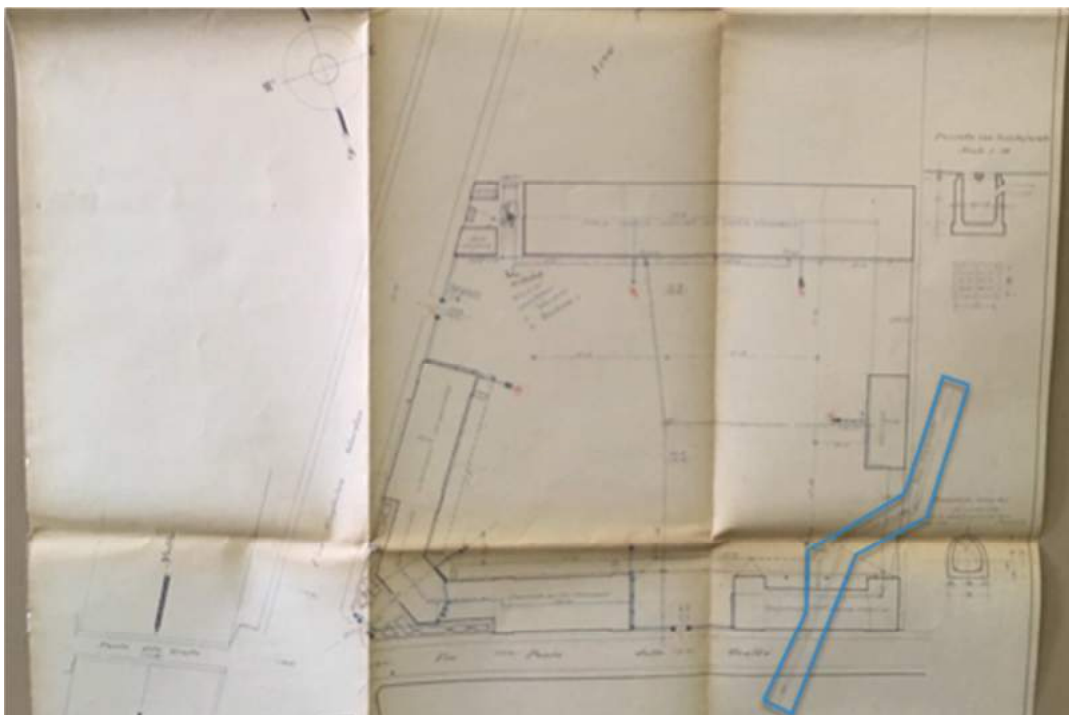


Figura 31: Estratto da progetto per la costruzione Caserma con evidenza del tratto di roggia

6. INDAGINI IN SITO

Nell'area occupata dalla Caserma Achille Papa e oggetto di riutilizzo / nuove edificazioni sono state effettuate in data 15 gennaio 2018 n. 8 prove penetrometriche e in data 27/29 gennaio 2018 un sondaggio a carotaggio continuo.

Nella successiva figura viene individuata l'ubicazione di ciascuna indagine.

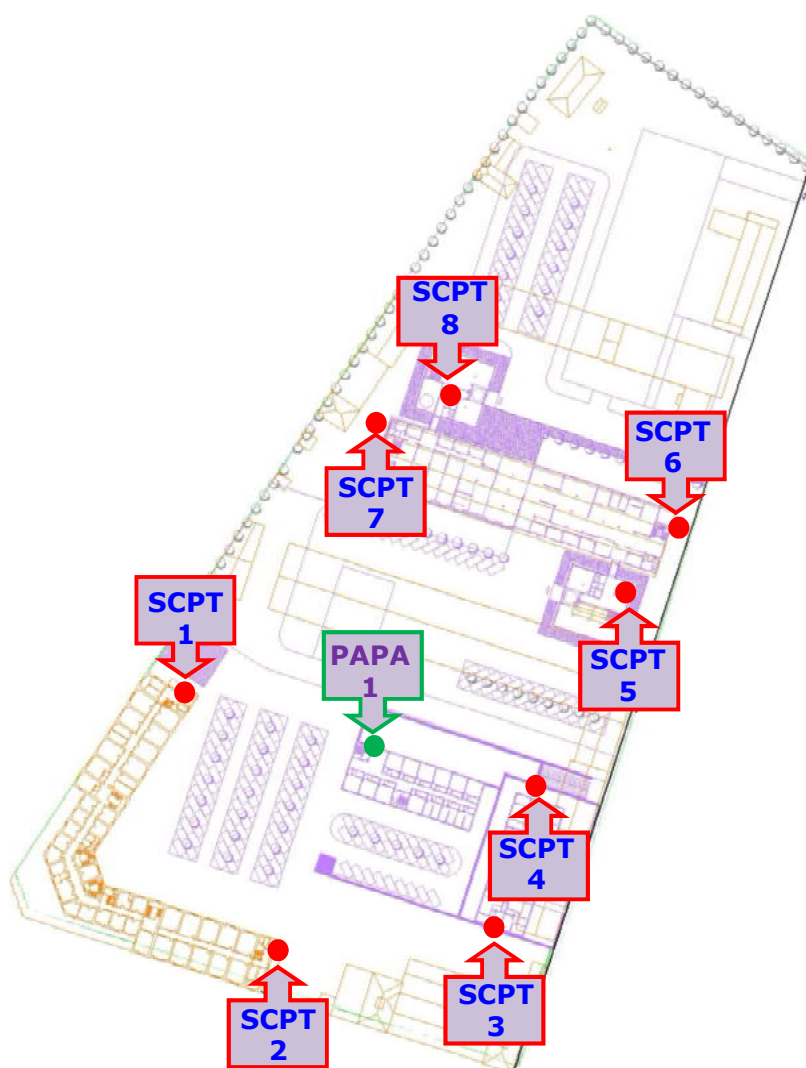


Figura 32: Ubicazione delle prove penetrometriche e del sondaggio

6.1 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Per la caratterizzazione litotecnica dei terreni interessati dalle opere di progetto, sono state eseguite n. 8 prove penetrometriche dinamiche continue SCPT, ubicate come da schema allegato.

Le prove sono state eseguite con l'impiego del penetrometro dinamico

Compac DPSH - 75 le cui caratteristiche tecniche sono di seguito riportate:

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda:

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	30 Kg
Diametro punta conica	50,78 mm
Area di base punta	20.25 cm ²
Lunghezza delle aste	1,00 m
Peso aste a metro	6,3 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1.485
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60 °

L'impiego di tale strumento consente la registrazione continua dei dati relativi alla resistenza all'avanzamento della punta penetrometrica ogni 20 cm permettendo la discretizzazione ottimale dei singoli livelli di terreno attraversato.

Le successive elaborazioni e interpretazioni dei dati forniti dalle prove penetrometriche consentono di attribuire a ciascun livello di terreno attraversato i parametri litotecnici significativi per il calcolo della capacità portante ammissibile e dei cedimenti totali applicando le formule maggiormente descritte in letteratura.

6.2 NOTE ILLUSTRATIVE - DIVERSE TIPOLOGIE DI PENETROMETRI DINAMICI

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine

in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- ✦ peso massa battente M ;
- ✦ altezza libera caduta H ;
- ✦ punta conica: diametro base cono D , area base A (angolo di apertura α);
- ✦ avanzamento (penetrazione) δ ;
- ✦ presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente):

- ✦ tipo LEGGERO (DPL);
- ✦ tipo MEDIO (DPM);
- ✦ tipo PESANTE (DPH);
- ✦ tipo SUPERPESANTE (DPSH).

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof. max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

6.3 PENETROMETRI IN USO IN ITALIA

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- ♦ DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
 - ✓ *massa battente $M = 30 \text{ kg}$,*
 - ✓ *altezza di caduta $H = 0.20 \text{ m}$,*
 - ✓ *avanzamento $\delta = 10 \text{ cm}$,*
 - ✓ *punta conica ($\alpha=60-90^\circ$),*
 - ✓ *diametro $D = 35.7 \text{ mm}$,*
 - ✓ *area base cono $A=10 \text{ cm}^2$,*
 - ✓ *rivestimento / fango bentonitico: talora previsto;*

- ♦ DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
 - ✓ *massa battente $M = 20 \text{ kg}$,*
 - ✓ *altezza di caduta $H=0.20 \text{ m}$,*
 - ✓ *avanzamento $\delta = 10 \text{ cm}$,*
 - ✓ *punta conica ($\alpha=60-90^\circ$),*
 - ✓ *diametro $D = 35.7 \text{ mm}$,*
 - ✓ *area base cono $A=10 \text{ cm}^2$,*
 - ✓ *rivestimento / fango bentonitico: talora previsto;*

- ♦ DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)
 - ✓ *massa battente $M = 73 \text{ kg}$,*
 - ✓ *altezza di caduta $H=0.75 \text{ m}$,*
 - ✓ *avanzamento $\delta = 30 \text{ cm}$,*
 - ✓ *punta conica ($\alpha=60^\circ$),*
 - ✓ *diametro $D = 50.8 \text{ mm}$,*
 - ✓ *area base cono $A=20.27 \text{ cm}^2$,*
 - ✓ *rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;*

- ♦ DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)
 - ✓ *massa battente $M=63.5 \text{ kg}$,*
 - ✓ *altezza caduta $H=0.75 \text{ m}$,*
 - ✓ *Avanzamento $\delta = 20-30 \text{ cm}$,*
 - ✓ *punta conica conica ($\alpha=60^\circ-90^\circ$)*

- ✓ diametro $D = 50.5 \text{ mm}$,
- ✓ area base cono $A = 20 \text{ cm}^2$,
- ✓ rivestimento / fango bentonitico: talora previsto.

6.4 CORRELAZIONE CON NSPT

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N_{spt} ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N_{spt} . Il passaggio viene dato da:

$$N_{SPT} = \beta_t N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{spt} è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

- ✓ M = peso massa battente.
- ✓ M' = peso aste.
- ✓ H = altezza di caduta.
- ✓ A = area base punta conica.
- ✓ δ = passo di avanzamento.

6.5 VALUTAZIONE RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA RPD

Formula Olandesi

$$Rpd = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

- ✓ Rpd = resistenza dinamica punta (area A).
- ✓ e = infissione media per colpo (δ / N).
- ✓ M = peso massa battente (altezza caduta H).
- ✓ P = peso totale aste e sistema battuta.

6.6 CALCOLO DI $(N_1)_{60}$

$(N_1)_{60}$ è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = CN \cdot N_{60} \text{ con } CN = \sqrt{(Pa/\sigma_{v0})} \quad CN < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa} \quad (\text{Liao e Whitman 1986})$$

$$N_{60} = N_{SPT} \cdot (ER/60) \cdot C_s \cdot C_r \cdot C_d$$

- ✓ *ER/60 rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.*
- ✓ *C_s parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).*
- ✓ *C_d funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).*
- ✓ *C_r parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.*

6.7 METODOLOGIA DI ELABORAZIONE

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini (1983) - Meyerhof (1956) - Desai (1968) - Borowczyk-Frankowsky (1981).

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- ♦ l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- ♦ la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- ♦ i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenze alla punta.

6.8 VALUTAZIONI STATISTICHE E CORRELAZIONI

6.8.1 Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono:

♦ **Media**

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

♦ **Media minima**

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

♦ **Massimo**

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

♦ **Minimo**

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

♦ **Scarto quadratico medio**

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

♦ **Media deviata**

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

♦ **Media (+ s)**

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

♦ **Media (- s)**

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

✦ **Distribuzione normale R.C.**

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}})$$

dove $\sigma_{N_{spt}}$ è la deviazione standard di N_{spt} .

✦ **Distribuzione normale R.N.C.**

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di N_{spt} distribuiti normalmente:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}}) / \sqrt{n}$$

dove n è il numero di letture.

6.8.2 Pressione ammissibile

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 m ed immersionamento $d = 1$ m.

6.9 CORRELAZIONI GEOTECNICHE TERRENI INCOERENTI

Liquefazione

Permette di calcolare utilizzando dati N_{spt} il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di SHI-MING (1982), applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se N_{spt} dello strato considerato risulta inferiore a N_{spt} critico calcolato con l'elaborazione di SHI-MING.

Correzione N_{spt} in presenza di falda

$$N_{spt\ corretto} = 15 + 0.5 \cdot (N_{spt} - 15)$$

N_{spt} è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

Angolo di Attrito

Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956) - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 m; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 m per terreni sopra falda e < 8 m per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq) $\phi' = 27.2 + 0.28Nspt$

Meyerhof (1956) - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillo-si-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).

Sowers (1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 m. sopra falda e < 7 m per terreni in falda) $\sigma > 5$ t/mq. $\phi' = 28 + 0.28Nspt$

De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° . $\phi' = 19 - 0.38 \sigma'_{vo} + 8.73 \log(Nspt)$

Malcev (1964) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m e per valori di angolo di attrito < 38°). $\phi' = 20 - 5 \log(\sigma'_{vo}) + 3.73 \log(Nspt)$

Schmertmann (1977)- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da Dr %.

$\phi' = 28 + 0.14 Dr$	per	sabbia fine uniforme
$\phi' = 31.5 + 0.115 Dr$	per	sabbia media uniforme – Sabbia fine ben gradata
$\phi' = 34.5 + 0.10 Dr$	per	sabbia grossa uniforme – Sabbia media ben gradata
$\phi' = 38 + 0.08 Dr$	per	ghiaietto uniforme – Sabbie e ghiaie poco limose

Shioi-Fukuni (1982) - ROAD BRIDGE SPECIFICATION, Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $\sigma > 15$ t/mq. $\phi' = (15Nspt)^{0.5} + 15$

Shioi-Fukuni (1982) - JAPANESE NATIONALE RAILWAY, Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose. $\phi' = 0.3Nspt + 27$

Owasaki & Iwasaki(1959) Angolo di attrito in gradi valido per sabbie
- sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. >
8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $s > 15 \text{ t/mq} \phi' =$
 $(20\text{Nspt})^{0.5} + 15$.

Meyerhof (1965) - Correlazione valida per terreni per sabbie con %
di limo < 5% a profondità < 5 m e con (%) di limo > 5% a pro-
fondità < 3 m.

$$\phi' = 29.47 + 0.46 \text{ Nspt} - 0.004 \text{ Nspt}^2 \quad \text{per} \quad \text{con limo} < 5\%$$

$$\phi' = 23.70 + 0.57 \text{ Nspt} - 0.006 \text{ Nspt}^2 \quad \text{per} \quad \text{con limo} > 5\%$$

Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

Densità relativa (%)

Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione effi-
cace, per **ghiaie** Dr viene sovrastimato, per **limi** sottostimato.

Skempton (1986) elaborazione valida per **limi** e **sabbie** e **sabbie**
da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per
ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Meyerhof (1957).

Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC , me-
todo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi
NC, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sot-
tostimato. $\ln(Dr) = 0,478 \ln(\text{Nspt}) - 0,262 \ln(\sigma'_{vo}) + 2,84$

Modulo Di Young (E_Y)

Terzaghi - elaborazione valida per **sabbia pulita** e **sabbia con**
ghiaia senza considerare la pressione efficace.

Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici .

$$E_Y = 8 \text{ Nspt} \quad \text{per} \quad \text{sabbia fine}$$

$$E_Y = 12 \text{ Nspt} \quad \text{per} \quad \text{sabbia media}$$

$$E_Y = 20 \text{ Nspt} \quad \text{per} \quad \text{sabbia grossolana}$$

Schultze-Menzenbach , correlazione valida per vari tipi litologici.

$$E_Y = C_1 + C_2 \text{ Nspt} \pm S_E$$

dove C_1 e C_2 dipendono dal tipo di terreno e S_E è la deviazione
standard

$$C_1 = 52, \quad C_2 = 3.3, \quad S_E = 19.3 \quad \text{per sabbia fine}$$

$$C_1 = 39, \quad C_2 = 4.5, \quad S_E =$$

36.4		per sabbia media
$C_1 = 24, C_2 = 5.3, S_E = 21.1$		per sabbia limosa
$C_1 = 12, C_2 = 5.8, S_E = 9.0$		per limo siltoso e sabbia limosa
$C_1 = 43, C_2 = 11.8, S_E = 42.3$		per sabbia ghiaiosa
$C_1 = 38, C_2 = 10.5, S_E = 93.2$		per sabbia e ghiaia
D'Appollonia ed altri (1970) , correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia.		
$EY = 191 + 7.71 N_{spt}$	per	sabbia e ghiaia NC
$EY = 375 + 10.63 N_{spt}$	per	sabbia SC
Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.		
$EY = 3.2 (N_{spt} + 15)$	per	sabbia argillosa
$EY = 3.0 (N_{spt} + 6)$	per	sabbia limosa, limo sabbioso
$EY = 5.0 (N_{spt} + 15)$	per	sabbia media
$EY = 12.0 (N_{spt} + 6)$	per	sabbia ghiaiosa e ghiaia

Modulo Edometrico

Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia		
Buisman-Sanglerat , correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.		
$E_d = 6 N_{spt}$	per	sabbie
$E_d = 8 N_{spt}$	per	sabbie argillose
Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati). $E_d = 7.1 N_{spt}$		
Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.		
$E_d = 3.54 + 38 N_{spt}$	per	sabbia fine
$E_d = 4.46 + 38 N_{spt}$	per	sabbia media
$E_d = 10.46 + 38 N_{spt}$	per	sabbia e ghiaia
$E_d = 11.84 + 38 N_{spt}$	per	sabbia ghiaiosa

Stato di consistenza

Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume

Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Peso di volume saturo

Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948-1967. Correlazione valida per peso specifico del materiale pari a circa $\gamma = 2,65 \text{ t/mc}$ e per peso di volume secco variabile da 1,33 (NSPT = 0) a 1,99 (NSPT = 95)

Nspt -> Y (PESO DI VOLUME) (Terreni coesivi)											
Ysat[t/m³]= peso di volume saturo Yd[t/m³]= peso di volume secco W = umidità % e = indice vuoti											
TERRENI GRANULARI (Terzaghi-Peck 1948/1967) [e.max = 1 e.min = 1/3 G = 2.65]											
Nspt	Ysat	Yd	Nspt	Ysat	Yd	Nspt	Ysat	Yd	Nspt	Ysat	Yd
0	1,83	1,33	25	2,02	1,64	50	2,15	1,85	75	2,20	1,93
5	1,88	1,41	30	2,05	1,69	55	2,16	1,87	80	2,21	1,95
10	1,93	1,50	35	2,08	1,73	60	2,17	1,88	85	2,23	1,97
15	1,96	1,54	40	2,10	1,77	65	2,18	1,90	90	2,24	1,99
20	1,99	1,59	45	2,13	1,81	70	2,19	1,92	95	2,24	1,99

Modulo di poisson

Classificazione A.G.I.

Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)

Seed-Idriss (1978-1981) . Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio τ e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

Velocità onde di taglio Vs (m/s)

Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

Modulo di deformazione di taglio (G)

Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.

$$G = 650 \text{ Nspt}^{0.94} \quad \text{per} \quad \text{sabbie pulite}$$

$G = 1182 \text{ Nspt}^{0.76}$ per sabbie con fine plastico

Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq. $G = 125 \text{ Nspt}^{0.611}$

Modulo di reazione (K_0)

Navfac (1971-1982) - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

Robertson (1983) - Q_c

$Q_c = 2 \text{ Nspt}$ per limi e limi sabbiosi

$Q_c = 3 \text{ Nspt}$ per limi sabbiosi e sabbie limose

$Q_c = 4 \text{ Nspt}$ per sabbie e ghiaie

6.10 CORRELAZIONI GEOTECNICHE TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA (1983).

Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con $\text{Nspt} < 8$, argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.

Terzaghi-Peck (1948). $C_u \text{ min-max (in kg/cm}^2\text{)}$.

$0 \div 2$ 0.00 $\div$ 0.15

$2 \div 4$ 0.15 $\div$ 0.25

$4 \div 8$ 0.25 $\div$ 0.50

$8 \div 15$ 0.50 $\div$ 1.00

$15 \div 30$ 1.00 $\div$ 2.00

> 30 > 2.00

Sanglerat, da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi, tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5 , per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.

Sanglerat, (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze pene-

trometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche" di Sanglerat.

(U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità, (Cu-Nspt-grado di plasticità).

Schmertmann (1975), Cu (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille e limi argillosi** con $N_c = 20$ e $Q_c/N_{spt} = 2$.

Schmertmann (1975), Cu (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC.

Fletcher (1965), (Argilla di Chicago). Coesione non drenata Cu (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità.

Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.

Shioi-Fukuni (1982), valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.

Begemann.

De Beer.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

Robertson (1983) - Q_c

$Q_c = 1.5 N_{spt}$ per argilla limosa o sabbiosa (valore minimo)

$Q_c = 2.0 N_{spt}$ per argilla limosa o sabbiosa (valore medio)

Modulo Edometrico-Confinato (M_o)

Stroud e Butler (1975), per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.

Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$) - da esperienze su argille glaciali.

Vesic (1970), correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).

Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato - M_o (Eed) (Kg/cmq)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto $Q_c/N_{spt} = 1.5-2.0$).

Buisman- Sanglerat, valida per argille compatte ($N_{spt} < 30$) medie e molli ($N_{spt} < 4$) e argille sabbiose ($N_{spt} = 6-12$).

Modulo Di Young (E_Y)

Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P. > 15. $E_Y = C_1 + C_2 N_{spt} \pm S_E$
dove C_1 e C_2 valgono rispettivamente 4 e 11.5, mentre S_E , la deviazione standard, è pari a 24.4

D'Appollonia ed altri (1983), correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

Stato di consistenza

Classificazione A.G.I. 1977.

Peso di Volume

Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

Peso di volume saturo

Meyerhof ed altri.

7. REPORT DELLE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE**7.1 PROVA Nr.1**

Strumento utilizzato Compac DPSH 75

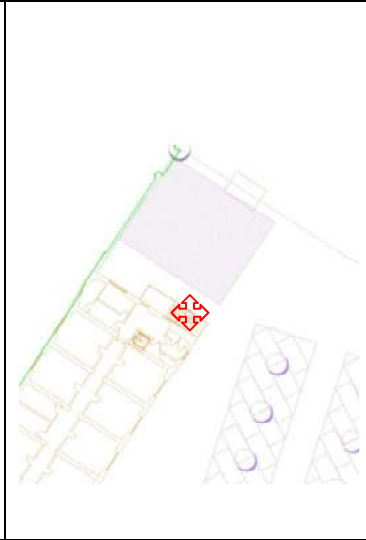
Prova eseguita in data 15/01/2018

Profondità prova 3.20 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	0	0.855	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	0	0.851	0.00	0.00	0.00	0.00
0.60	0	0.847	0.00	0.00	0.00	0.00
0.80	3	0.843	18.93	22.45	0.95	1.12
1.00	5	0.840	29.55	35.19	1.48	1.76
1.20	4	0.836	23.54	28.15	1.18	1.41
1.40	3	0.833	17.58	21.11	0.88	1.06
1.60	5	0.830	29.19	35.19	1.46	1.76
1.80	8	0.826	46.52	56.30	2.33	2.82
2.00	9	0.823	49.22	59.79	2.46	2.99
2.20	6	0.820	32.69	39.86	1.63	1.99
2.40	16	0.767	81.54	106.29	4.08	5.31
2.60	11	0.814	59.50	73.08	2.98	3.65
2.80	7	0.811	37.73	46.50	1.89	2.33
3.00	11	0.809	55.96	69.20	2.80	3.46
3.20	22	0.706	97.71	138.40	4.89	6.92

		
Preforo Nr. 1	Ubicazione Prova Nr. 1	Prova Nr. 1

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/c m ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/c m ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.6	0	0		0	0.0	0.0	0.0	1.49	0	Preforo
2.2	5.38	37.26	Incoerente	0	1.66	1.91	0.13	1.49	7.99	Limo argilloso e rari ciottoli
3.2	13.4	86.69	Incoerente	0	1.99	1.98	0.37	1.49	19.9	Ghiaia limosa sabbiosa

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	7.99	0.60-2.20	7.99	Meyerhof 1957	65.05
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	19.9	2.20-3.20	19.9	Meyerhof 1957	90.77

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	7.99	0.60-2.20	7.99	Japanese National Railway	29.4
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	19.9	2.20-3.20	19.9	Japanese National Railway	32.97

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	7.99	0.60-2.20	7.99	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	18,22
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	19.9	2.20-3.20	19.9	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	235.52

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	7.99	0.60-2.20	7.99	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	43.88
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	19.9	2.20-3.20	19.9	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	68.34

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	7.99	0.60-2.20	7.99	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	19.9	2.20-3.20	19.9	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m³)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	7.99	0.60-2.20	7.99	Terzaghi-Peck 1948	1.45
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	19.9	2.20-3.20	19.9	Terzaghi-Peck 1948	1.59

Peso unità di volume saturo

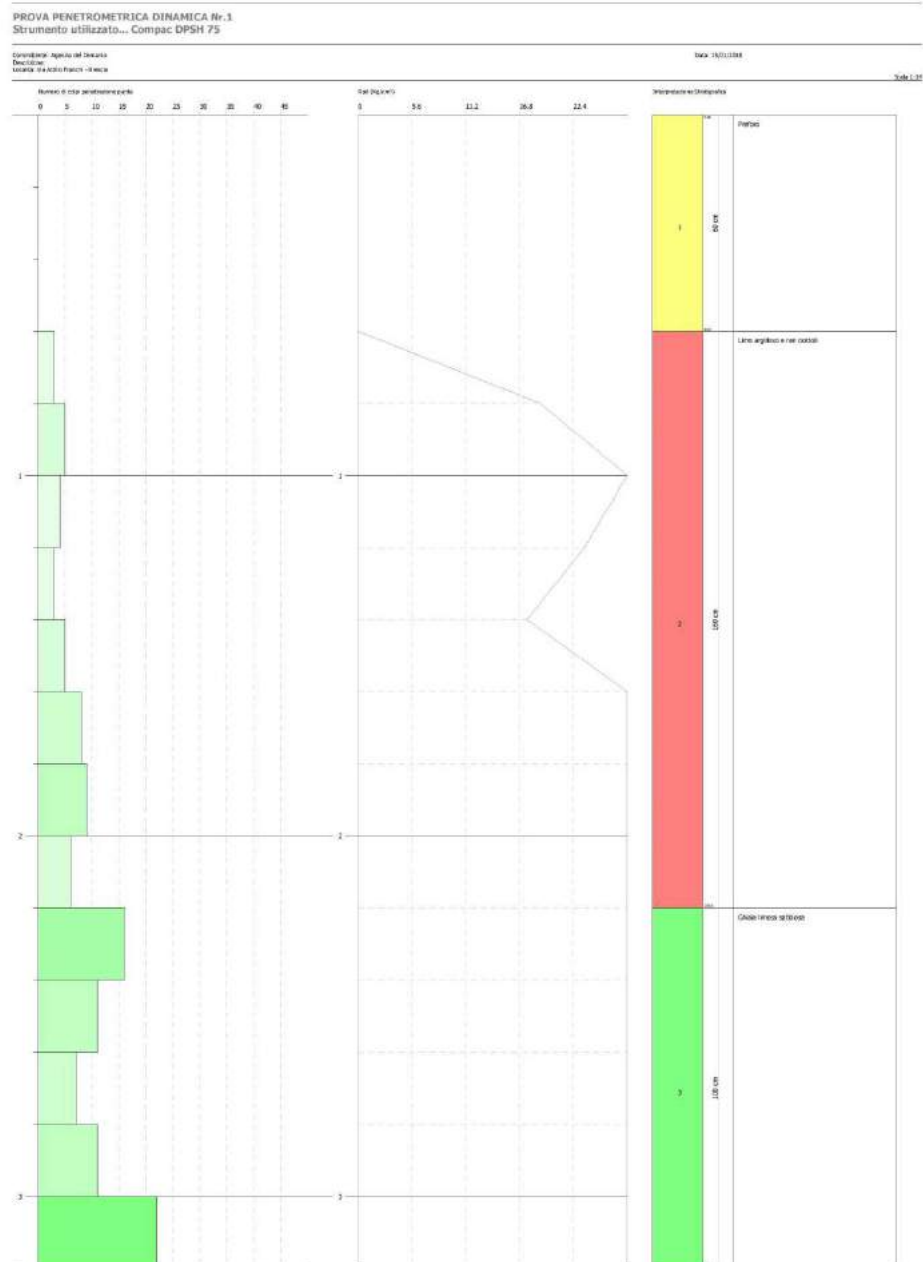
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m³)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	7.99	0.60-2.20	7.99	Terzaghi-Peck 1948	1.90
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	19.9	2.20-3.20	19.9	Terzaghi-Peck 1948	1.99

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	7.99	0.60-2.20	7.99	(A.G.I.)	0.34
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	19.9	2.20-3.20	19.9	(A.G.I.)	0.32

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm²)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	7.99	0.60-2.20	7.99	Ohsaki (Sabbie pulite)	458.47
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	19.9	2.20-3.20	19.9	Ohsaki (Sabbie pulite)	1081.02



7.2 PROVA NR.2

Strumento utilizzato Compac DPSH 75

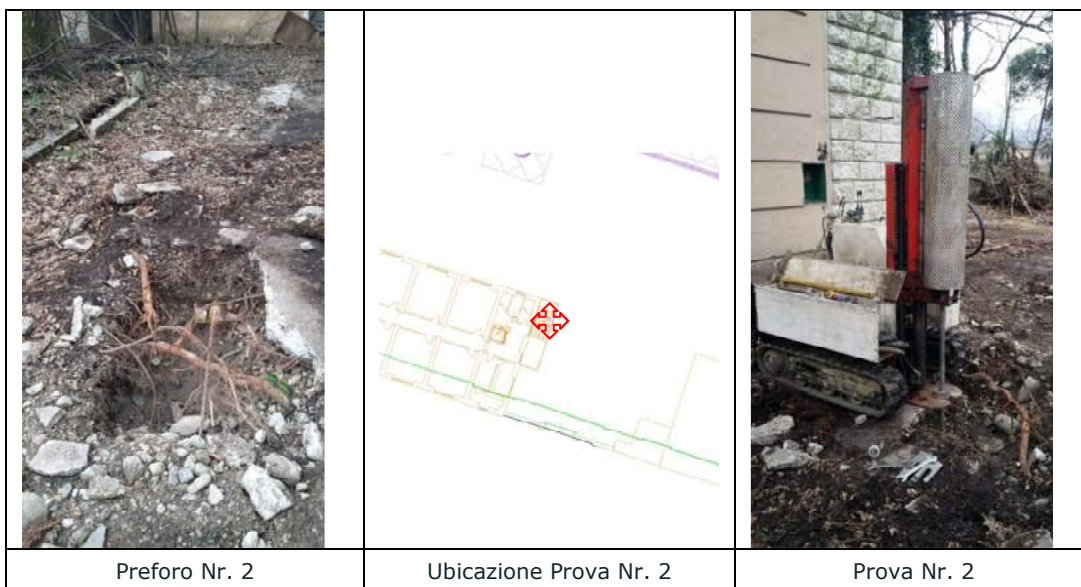
Prova eseguita in data 15/01/2018

Profondità prova 3.00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	0	0.855	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	0	0.851	0.00	0.00	0.00	0.00
0.60	5	0.847	31.69	37.41	1.58	1.87
0.80	6	0.843	37.86	44.89	1.89	2.24
1.00	5	0.840	29.55	35.19	1.48	1.76
1.20	5	0.836	29.43	35.19	1.47	1.76
1.40	7	0.833	41.03	49.26	2.05	2.46
1.60	9	0.830	52.54	63.34	2.63	3.17
1.80	4	0.826	23.26	28.15	1.16	1.41
2.00	3	0.823	16.41	19.93	0.82	1.00
2.20	4	0.820	21.79	26.57	1.09	1.33
2.40	5	0.817	27.14	33.22	1.36	1.66
2.60	4	0.814	21.64	26.57	1.08	1.33
2.80	11	0.811	59.30	73.08	2.96	3.65
3.00	25	0.709	111.45	157.27	5.57	7.86



Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/c m ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/c m ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.4	0	0		0	0.0	0.0	0.0	1.49	0	Preforo
2.6	5.18	36.34	Incoerente	0	1.65	1.9	0.18	1.49	7.69	Limo argilloso e rari ciottoli
3	18	115.17	Incoerente	0	2.1	2.02	0.41	1.49	26.73	Ghiaia limosa sabbiosa

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	7.69	0.40-2.60	7.69	Meyerhof 1957	62.03
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	26.73	2.60-3.00	26.73	Meyerhof 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	7.69	0.40-2.60	7.69	Japanese National Railway	29.31
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	26.73	2.60-3.00	26.73	Japanese National Railway	35.02

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	7.69	0.40-2.60	7.69	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	18,16
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	26.73	2.60-3.00	26.73	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	316.11

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	7.69	0.40-2.60	7.69	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	43.26
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	26.73	2.60-3.00	26.73	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	82.37

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	7.69	0.40-2.60	7.69	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	26.73	2.60-3.00	26.73	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	7.69	0.40-2.60	7.69	Terzaghi-Peck 1948	1.45
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	26.73	2.60-3.00	26.73	Terzaghi-Peck 1948	1.67

Peso unità di volume saturo

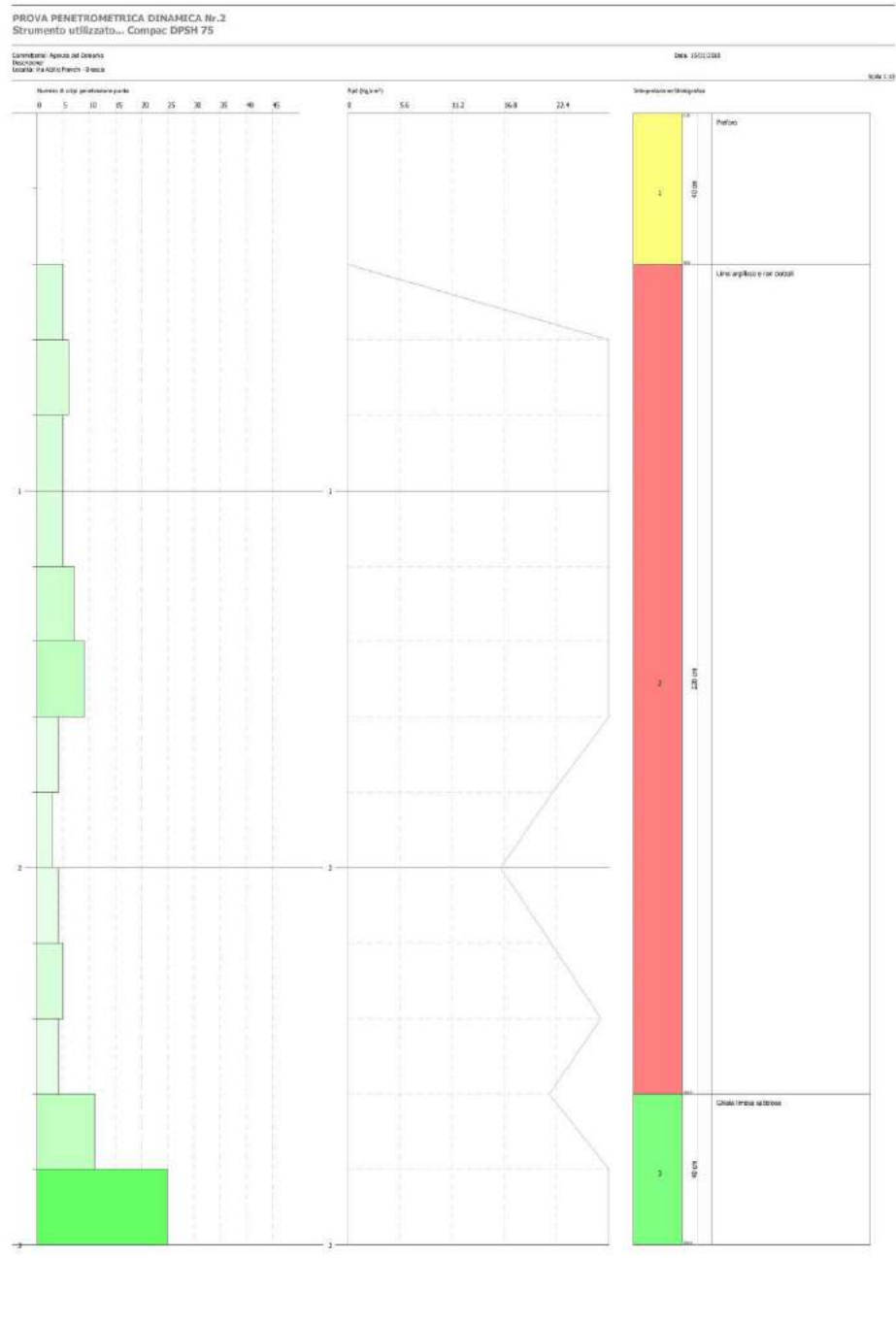
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	7.69	0.40-2.60	7.69	Terzaghi-Peck 1948	1.90
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	26.73	2.60-3.00	26.73	Terzaghi-Peck 1948	2.04

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	7.69	0.40-2.60	7.69	(A.G.I.)	0.34
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	26.73	2.60-3.00	26.73	(A.G.I.)	0.3

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	7.69	0.40-2.60	7.69	Ohsaki (Sabbie pulite)	442.27
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	26.73	2.60-3.00	26.73	Ohsaki (Sabbie pulite)	1426.57



7.3 PROVA NR.3

Strumento utilizzato	Compac DPSH 75
----------------------	----------------

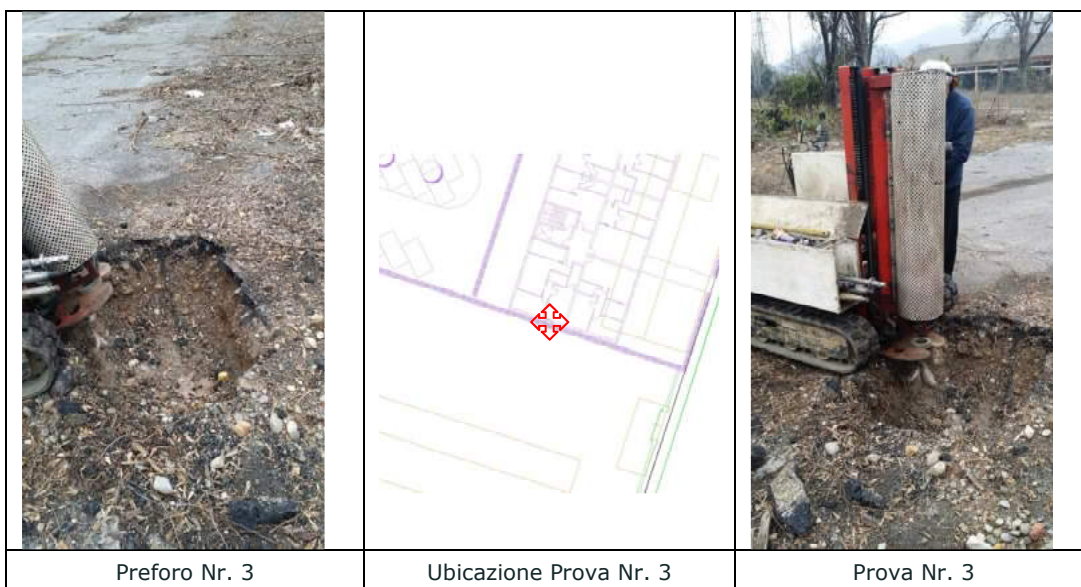
Prova eseguita in data 15/01/2018

Profondità prova 2.40 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	0	0.855	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	0	0.851	0.00	0.00	0.00	0.00
0.60	2	0.847	12.67	14.96	0.63	0.75
0.80	6	0.843	37.86	44.89	1.89	2.24
1.00	6	0.840	35.46	42.23	1.77	2.11
1.20	3	0.836	17.66	21.11	0.88	1.06
1.40	2	0.833	11.72	14.08	0.59	0.70
1.60	2	0.830	11.68	14.08	0.58	0.70
1.80	7	0.826	40.71	49.26	2.04	2.46
2.00	11	0.823	60.16	73.08	3.01	3.65
2.20	10	0.820	54.48	66.43	2.72	3.32
2.40	25	0.717	119.11	166.08	5.96	8.30



Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/c m ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/c m ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.4	0	0		0	1.39	1.83	0.03	1.49	0	Preforo
1.6	3.5	25.22	Incoerente	0	1.55	1.89	0.15	1.49	5.2	Limo argilloso e rari ciottoli
2.4	13.25	88.71	Incoerente	0	1.99	1.98	0.32	1.49	19.68	Ghiaia limosa sabbiosa

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	5.2	0.40-1.60	5.2	Meyerhof 1957	51.98
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	19.68	1.60-2.40	19.68	Meyerhof 1957	92.19

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	5.2	0.40-1.60	5.2	Japanese National Railway	28.56
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	19.68	1.60-2.40	19.68	Japanese National Railway	32.9

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	5.2	0.40-1.60	5.2	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	16,12
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	19.68	1.60-2.40	19.68	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	232.92

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	5.2	0.40-1.60	5.2	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	38.15
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	19.68	1.60-2.40	19.68	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	67.89

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	5.2	0.40-1.60	5.2	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	19.68	1.60-2.40	19.68	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	5.2	0.40-1.60	5.2	Terzaghi-Peck 1948	1.41
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	19.68	1.60-2.40	19.68	Terzaghi-Peck 1948	1.59

Peso unità di volume saturo

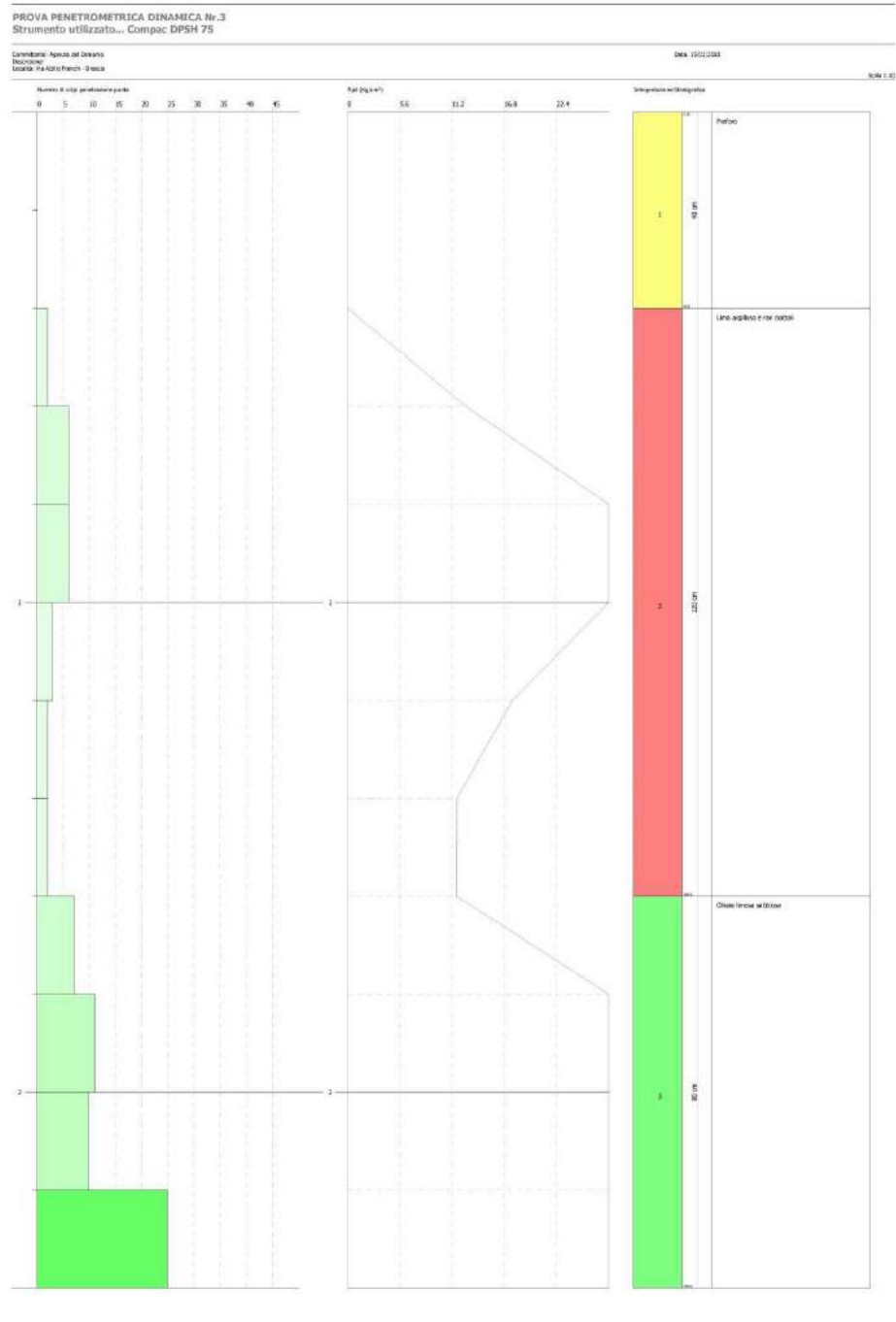
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	5.2	0.40-1.60	5.2	Terzaghi-Peck 1948	1.88
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	19.68	1.60-2.40	19.68	Terzaghi-Peck 1948	1.99

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	5.2	0.40-1.60	5.2	(A.G.I.)	0.34
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	19.68	1.60-2.40	19.68	(A.G.I.)	0.32

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	5.2	0.40-1.60	5.2	Ohsaki (Sabbie pulite)	306.17
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	19.68	1.60-2.40	19.68	Ohsaki (Sabbie pulite)	1069.79



7.4 PROVA NR.4

Strumento utilizzato Compac DPSH 75

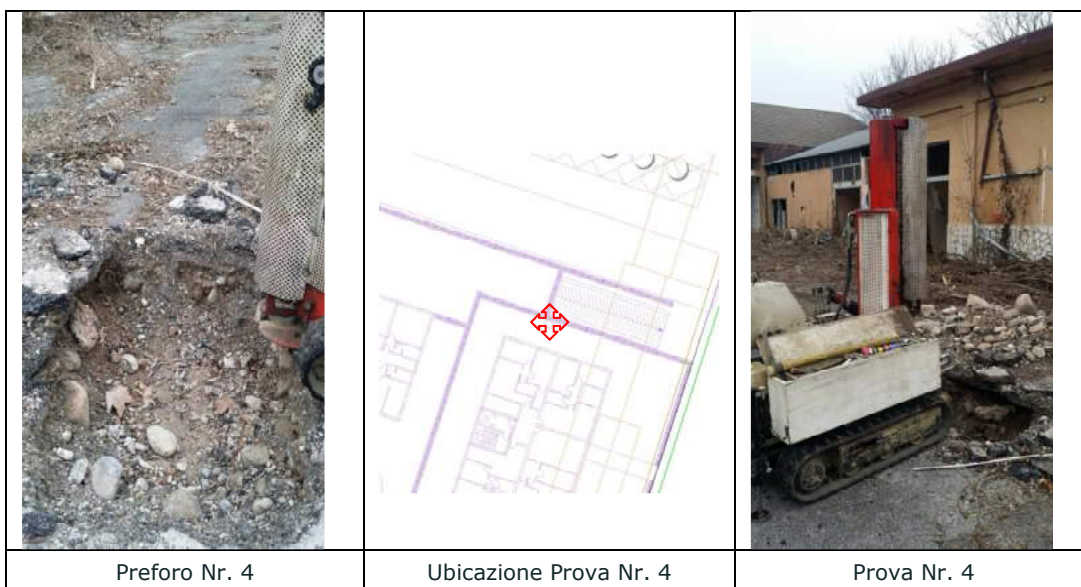
Prova eseguita in data 15/01/2018

Profondità prova 2.40 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	0	0.855	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	0	0.851	0.00	0.00	0.00	0.00
0.60	3	0.847	19.01	22.45	0.95	1.12
0.80	6	0.843	37.86	44.89	1.89	2.24
1.00	3	0.840	17.73	21.11	0.89	1.06
1.20	3	0.836	17.66	21.11	0.88	1.06
1.40	4	0.833	23.45	28.15	1.17	1.41
1.60	7	0.830	40.87	49.26	2.04	2.46
1.80	3	0.826	17.45	21.11	0.87	1.06
2.00	2	0.823	10.94	13.29	0.55	0.66
2.20	2	0.820	10.90	13.29	0.54	0.66
2.40	25	0.717	119.11	166.08	5.96	8.30



Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/c m ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/c m ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.4	0	0		0	0.0	0.0	0.0	1.49	0	Preforo
2.2	3.67	26.07	Incoerente	0	1.56	1.89	0.14	1.49	5.45	Limo argilloso e rari ciottoli
2.4	25	166.08	Incoerente	0	2.19	2.09	0.3	1.49	37.12	Ghiaia limosa sabbiosa

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.4

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	5.45	0.40-2.20	5.45	Meyerhof 1957	53.48
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	37.12	2.20-2.40	37.12	Meyerhof 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	5.45	0.40-2.20	5.45	Japanese National Railway	28.64
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	37.12	2.20-2.40	37.12	Japanese National Railway	38.14

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	5.45	0.40-2.20	5.45	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	16,18
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	37.12	2.20-2.40	37.12	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	438.72

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	5.45	0.40-2.20	5.45	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	38.66
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	37.12	2.20-2.40	37.12	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	103.71

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	5.45	0.40-2.20	5.45	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	37.12	2.20-2.40	37.12	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	5.45	0.40-2.20	5.45	Terzaghi-Peck 1948	1.42
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	37.12	2.20-2.40	37.12	Terzaghi-Peck 1948	1.76

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	5.45	0.40-2.20	5.45	Terzaghi-Peck 1948	1.88
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	37.12	2.20-2.40	37.12	Terzaghi-Peck 1948	2.09

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	5.45	0.40-2.20	5.45	(A.G.I.)	0.34
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	37.12	2.20-2.40	37.12	(A.G.I.)	0.28

Modulo di deformazione a taglio dinamico

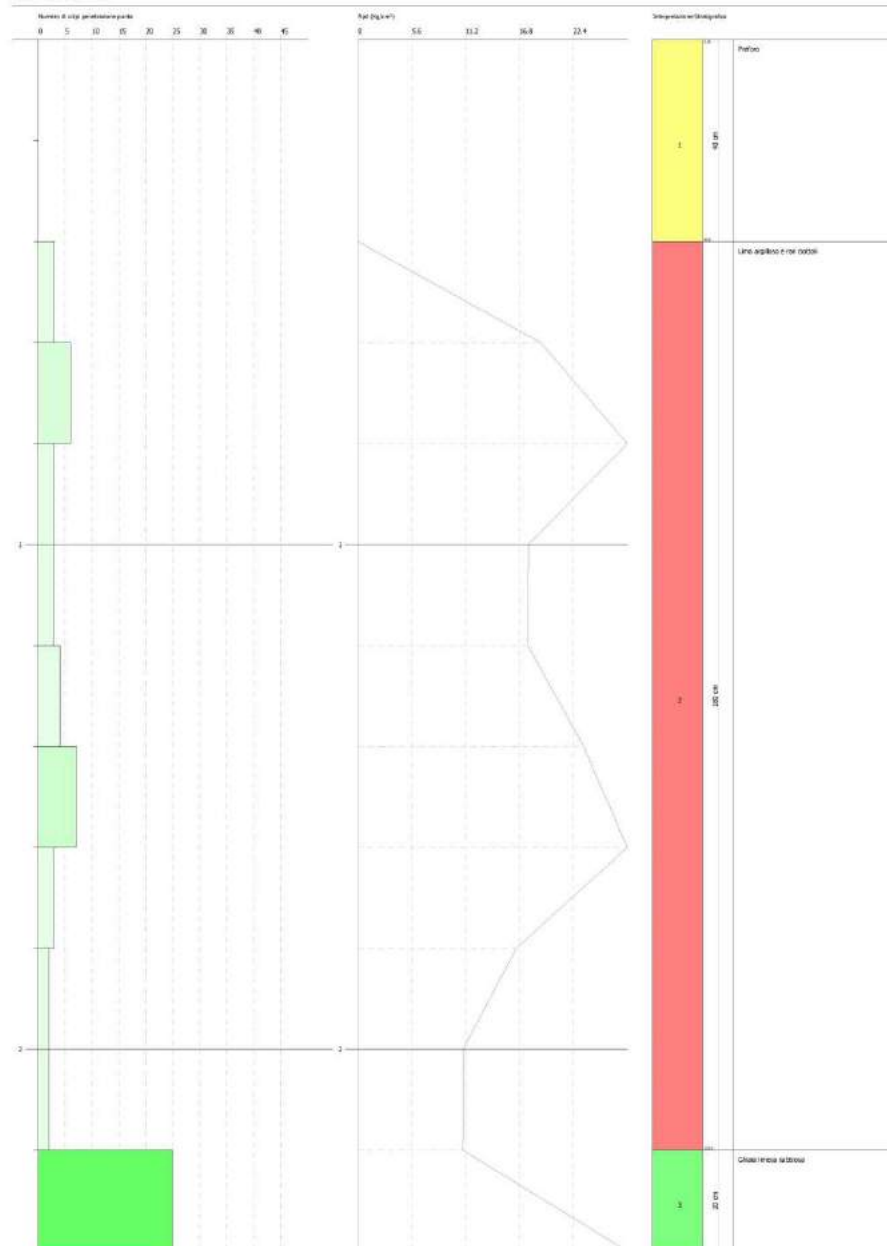
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	5.45	0.40-2.20	5.45	Ohsaki (Sabbie pulite)	319.98
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	37.12	2.20-2.40	37.12	Ohsaki (Sabbie pulite)	1942.43

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N°4
 Strumento utilizzato... Compac DPH 75

Committente: Agenzia del Demanio
 Direzione:
 Località: Via Aldo Moro - Brescia

DATA: 15/02/2013

Scala: 1:50



7.5 PROVA NR.5

Strumento utilizzato Compac DPSH 75

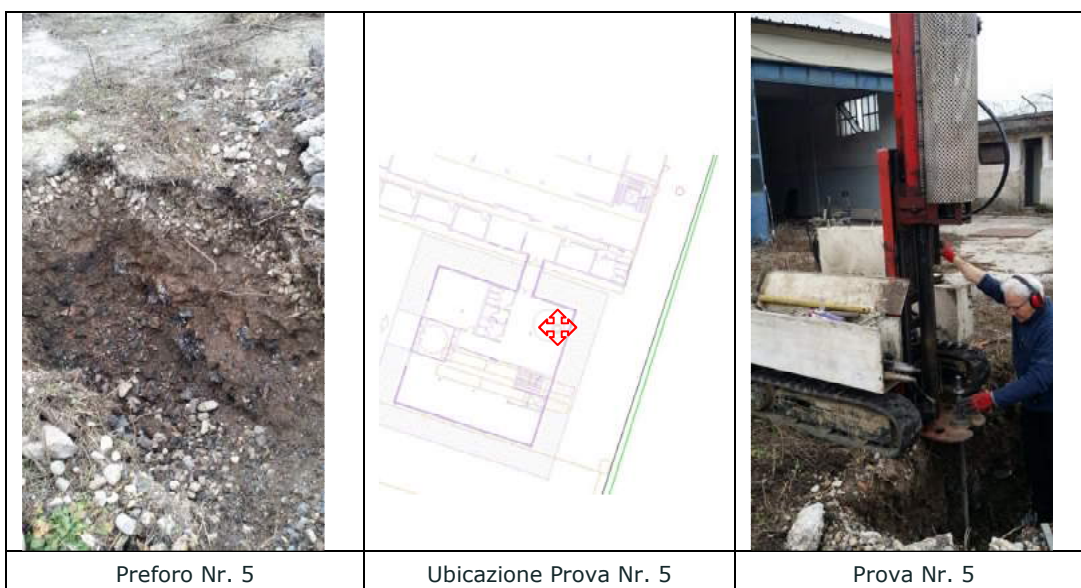
Prova eseguita in data 15/01/2018

Profondità prova 1.20 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	0	0.855	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	0	0.851	0.00	0.00	0.00	0.00
0.60	0	0.847	0.00	0.00	0.00	0.00
0.80	0	0.843	0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	0	0.840	0.00	0.00	0.00	0.00
1.20	25	0.736	129.54	175.95	6.48	8.80



Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/c m ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/c m ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1	0	0		0	0.0	0.0	0.0	1.49	0	Preforo
1.2	25	175.95	Incoerente	0	2.19	2.09	0.02	1.49	37.12	Probabile riporto antropico

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.5

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (2) Probabile riporto antropico	37.12	1.00-1.20	37.12	Meyerhof 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) Probabile riporto antropico	37.12	1.00-1.20	37.12	Japanese National Railway	38.14

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (2) Probabile riporto antropico	37.12	1.00-1.20	37.12	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	438.72

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (2) Probabile riporto antropico	37.12	1.00-1.20	37.12	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	103.71

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (2) Probabile riporto antropico	37.12	1.00-1.20	37.12	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m³)
Strato (2) Probabile riporto antropico	37.12	1.00-1.20	37.12	Terzaghi-Peck 1948	1.76

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m³)
Strato (2) Probabile riporto antropico	37.12	1.00-1.20	37.12	Terzaghi-Peck 1948	2.09

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (2) Probabile riporto antropico	37.12	1.00-1.20	37.12	(A.G.I.)	0.28

Modulo di deformazione a taglio dinamico

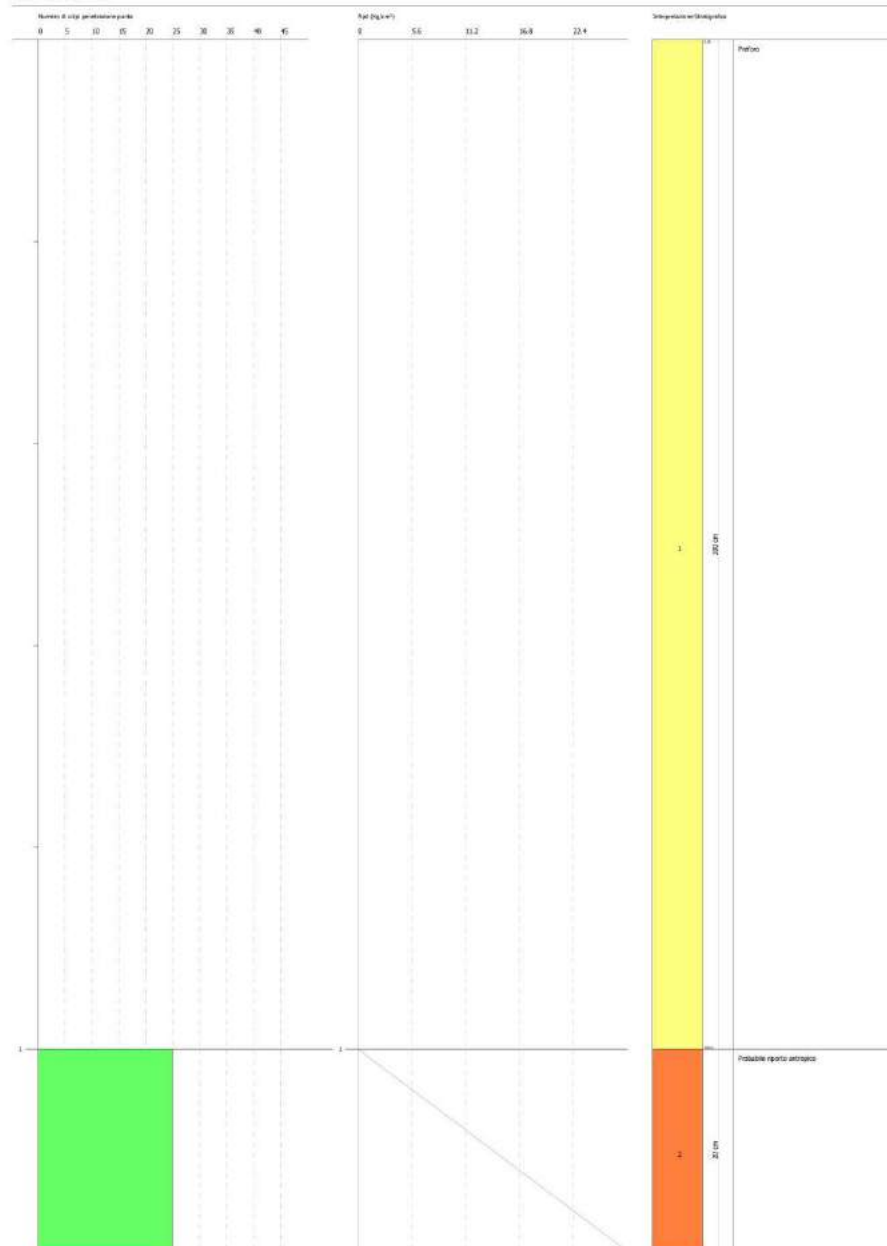
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm²)
Strato (2) Probabile riporto antropico	37.12	1.00-1.20	37.12	Ohsaki (Sabbie pulite)	1942.43

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N° 5
 Strumento utilizzato... Compac DPH 75

Caratteristiche Agente del Demanio
 INDAGINE
 Località: Via Aldo Moro - Brescia

DNA 15012003

Scala 1:1



7.6 PROVA NR.6

Strumento utilizzato Compac DPSH 75

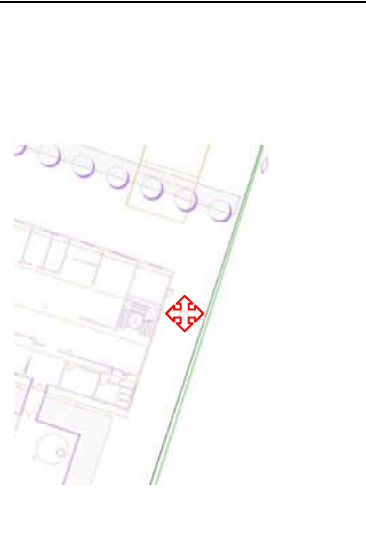
Prova eseguita in data 15/01/2018

Profondità prova 2.80 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	0	0.855	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	0	0.851	0.00	0.00	0.00	0.00
0.60	0	0.847	0.00	0.00	0.00	0.00
0.80	0	0.843	0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	2	0.840	11.82	14.08	0.59	0.70
1.20	4	0.836	23.54	28.15	1.18	1.41
1.40	2	0.833	11.72	14.08	0.59	0.70
1.60	2	0.830	11.68	14.08	0.58	0.70
1.80	2	0.826	11.63	14.08	0.58	0.70
2.00	2	0.823	10.94	13.29	0.55	0.66
2.20	15	0.770	76.74	99.65	3.84	4.98
2.40	22	0.717	104.81	146.15	5.24	7.31
2.60	24	0.714	113.88	159.44	5.69	7.97
2.80	25	0.711	118.16	166.08	5.91	8.30

		
Preforo Nr. 6	Ubicazione Prova Nr. 6	Prova Nr. 6

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/c m ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/c m ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.8	0	0		0	0.0	0.0	0.0	1.49	0	Preforo
2	2.33	16.29	Incoerente	0	1.47	1.88	0.09	1.49	3.46	Limo argilloso e rari ciottoli
2.8	21.5	142.83	Incoerente	0	2.15	2.05	0.26	1.49	31.93	Ghiaia limosa sabbiosa

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.6

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	3.46	0.80-2.00	3.46	Meyerhof 1957	44
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	31.93	2.00-2.80	31.93	Meyerhof 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	3.46	0.80-2.00	3.46	Japanese National Railway	28.04
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	31.93	2.00-2.80	31.93	Japanese National Railway	36.58

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	3.46	0.80-2.00	3.46	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	12,41
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	31.93	2.00-2.80	31.93	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	377.47

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	3.46	0.80-2.00	3.46	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	34.57
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	31.93	2.00-2.80	31.93	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	93.05

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	3.46	0.80-2.00	3.46	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	31.93	2.00-2.80	31.93	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	3.46	0.80-2.00	3.46	Terzaghi-Peck 1948	1.39
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	31.93	2.00-2.80	31.93	Terzaghi-Peck 1948	1.72

Peso unità di volume saturo

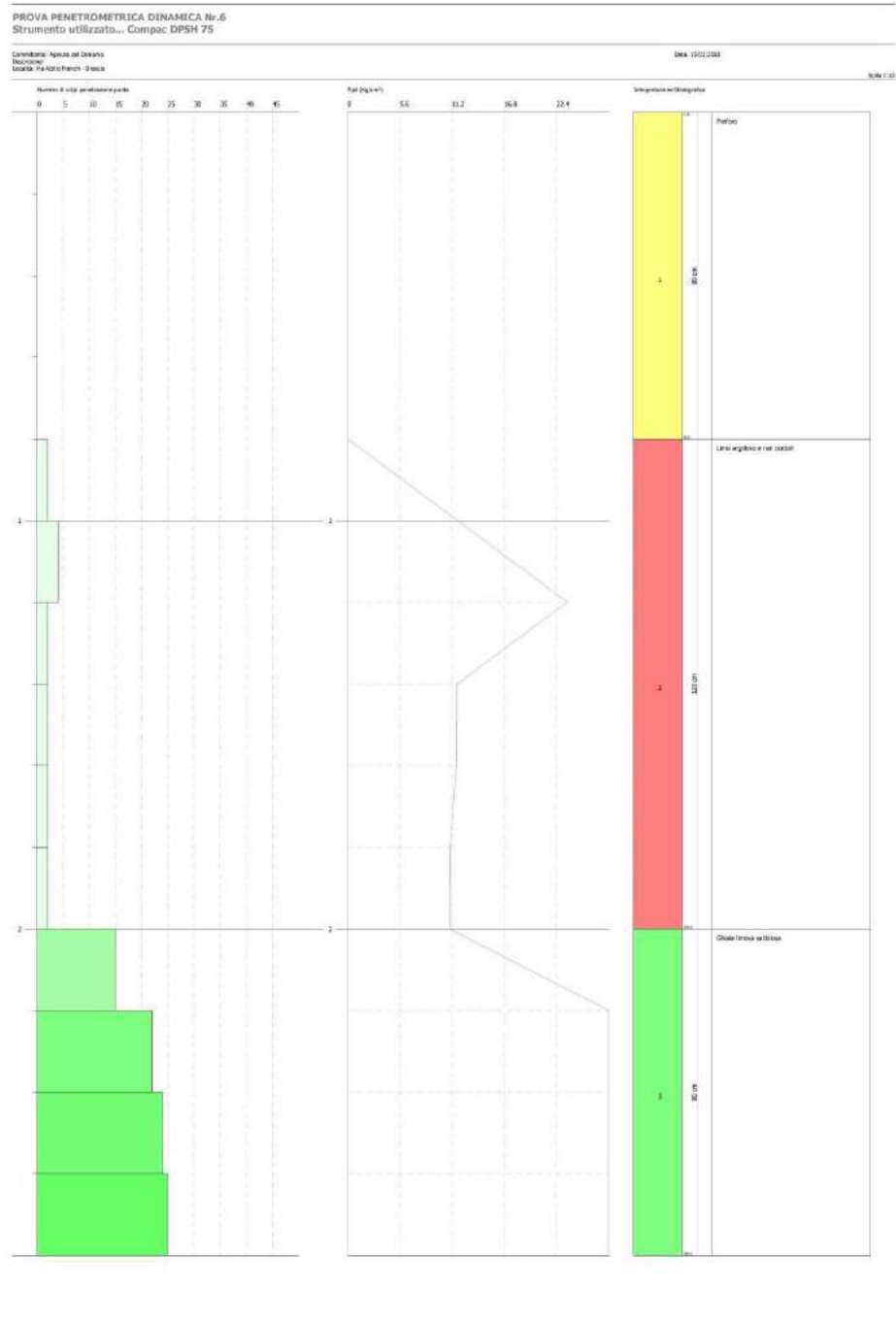
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	3.46	0.80-2.00	3.46	Terzaghi-Peck 1948	1.87
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	31.93	2.00-2.80	31.93	Terzaghi-Peck 1948	2.07

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	3.46	0.80-2.00	3.46	(A.G.I.)	0.35
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	31.93	2.00-2.80	31.93	(A.G.I.)	0.29

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	3.46	0.80-2.00	3.46	Ohsaki (Sabbie pulite)	208.76
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	31.93	2.00-2.80	31.93	Ohsaki (Sabbie pulite)	1686.01



7.7 PROVA NR.7

Strumento utilizzato Compac DPSH 75

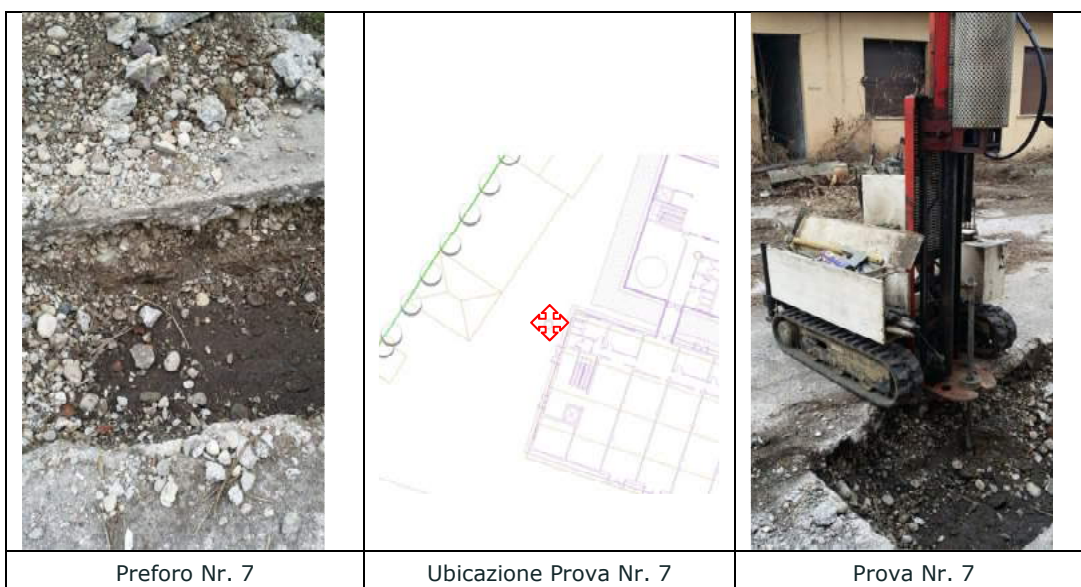
Prova eseguita in data 15/01/2018

Profondità prova 2.20 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	0	0.855	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	0	0.851	0.00	0.00	0.00	0.00
0.60	0	0.847	0.00	0.00	0.00	0.00
0.80	2	0.843	12.62	14.96	0.63	0.75
1.00	3	0.840	17.73	21.11	0.89	1.06
1.20	4	0.836	23.54	28.15	1.18	1.41
1.40	2	0.833	11.72	14.08	0.59	0.70
1.60	4	0.830	23.35	28.15	1.17	1.41
1.80	4	0.826	23.26	28.15	1.16	1.41
2.00	13	0.773	66.77	86.36	3.34	4.32
2.20	25	0.720	119.60	166.08	5.98	8.30



Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/c m ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/c m ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.6	0	0		0	0.0	0.0	0.0	1.49	0	Preforo
1.8	3.17	22.43	Incoerente	0	1.53	1.89	0.09	1.49	4.71	Limo argilloso e rari ciottoli
2.2	19	126.22	Incoerente	0	2.12	2.03	0.23	1.49	28.22	Ghiaia limosa sabbiosa

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.7

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	4.71	0.60-1.80	4.71	Meyerhof 1957	51.22
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	28.22	1.80-2.20	28.22	Meyerhof 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	4.71	0.60-1.80	4.71	Japanese National Railway	28.41
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	28.22	1.80-2.20	28.22	Japanese National Railway	35.47

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	4.71	0.60-1.80	4.71	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	14,17
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	28.22	1.80-2.20	28.22	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	333.70

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	4.71	0.60-1.80	4.71	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	37.14
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	28.22	1.80-2.20	28.22	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	85.43

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	4.71	0.60-1.80	4.71	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	28.22	1.80-2.20	28.22	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	4.71	0.60-1.80	4.71	Terzaghi-Peck 1948	1.41
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	28.22	1.80-2.20	28.22	Terzaghi-Peck 1948	1.68

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	4.71	0.60-1.80	4.71	Terzaghi-Peck 1948	1.88
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	28.22	1.80-2.20	28.22	Terzaghi-Peck 1948	2.05

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	4.71	0.60-1.80	4.71	(A.G.I.)	0.34
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	28.22	1.80-2.20	28.22	(A.G.I.)	0.3

Modulo di deformazione a taglio dinamico

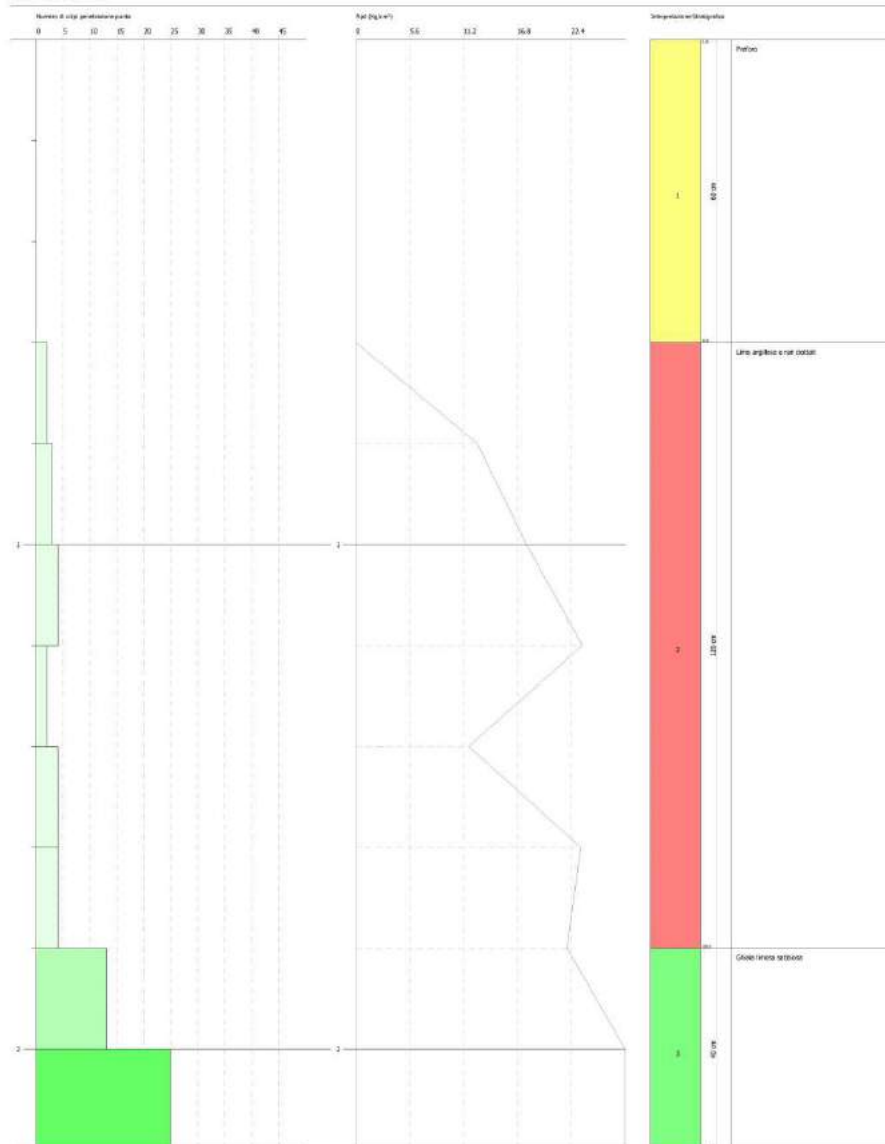
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	4.71	0.60-1.80	4.71	Ohsaki (Sabbie pulite)	278.97
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	28.22	1.80-2.20	28.22	Ohsaki (Sabbie pulite)	1501.19

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N° 7
 Strumento utilizzato... Compac DPH 75

Committente: Agenzia del Demanio
 Direzione:
 Località: Via Aldo Moro - Brescia

DATA: 15/02/2003

Scala: 1:50



7.8 PROVA NR.8

Strumento utilizzato Compac DPSH 75

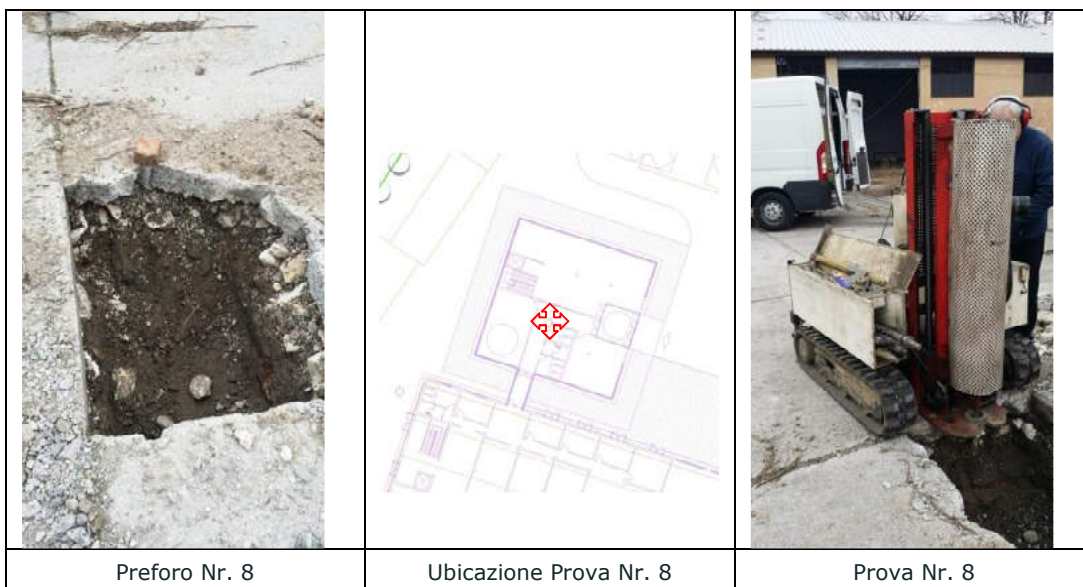
Prova eseguita in data 15/01/2018

Profondità prova 2.60 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	0	0.855	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	0	0.851	0.00	0.00	0.00	0.00
0.60	0	0.847	0.00	0.00	0.00	0.00
0.80	3	0.843	18.93	22.45	0.95	1.12
1.00	3	0.840	17.73	21.11	0.89	1.06
1.20	3	0.836	17.66	21.11	0.88	1.06
1.40	3	0.833	17.58	21.11	0.88	1.06
1.60	4	0.830	23.35	28.15	1.17	1.41
1.80	2	0.826	11.63	14.08	0.58	0.70
2.00	4	0.823	21.87	26.57	1.09	1.33
2.20	4	0.820	21.79	26.57	1.09	1.33
2.40	7	0.817	38.00	46.50	1.90	2.33
2.60	25	0.714	118.62	166.08	5.93	8.30



Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/c m ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/c m ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.6	0	0		0	0.0	0.0	0.0	1.49	0	Preforo
2.2	3.25	22.64	Incoerente	0	1.53	1.89	0.12	1.49	4.83	Limo argilloso e rari ciottoli
2.6	16	106.29	Incoerente	0	2.06	2.0	0.29	1.49	23.76	Ghiaia limosa sabbiosa

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.8

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	4.83	0.60-2.20	4.83	Meyerhof 1957	50.89
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	23.76	2.20-2.60	23.76	Meyerhof 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	4.83	0.60-2.20	4.83	Japanese National Railway	28.45
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	23.76	2.20-2.60	23.76	Japanese National Railway	34.13

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	4.83	0.60-2.20	4.83	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	17,26
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	23.76	2.20-2.60	23.76	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	281.07

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	4.83	0.60-2.20	4.83	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	37.39
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	23.76	2.20-2.60	23.76	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	76.27

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	4.83	0.60-2.20	4.83	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	23.76	2.20-2.60	23.76	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	4.83	0.60-2.20	4.83	Terzaghi-Peck 1948	1.41
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	23.76	2.20-2.60	23.76	Terzaghi-Peck 1948	1.64

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	4.83	0.60-2.20	4.83	Terzaghi-Peck 1948	1.88
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	23.76	2.20-2.60	23.76	Terzaghi-Peck 1948	2.02

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	4.83	0.60-2.20	4.83	(A.G.I.)	0.34
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	23.76	2.20-2.60	23.76	(A.G.I.)	0.31

Modulo di deformazione a taglio dinamico

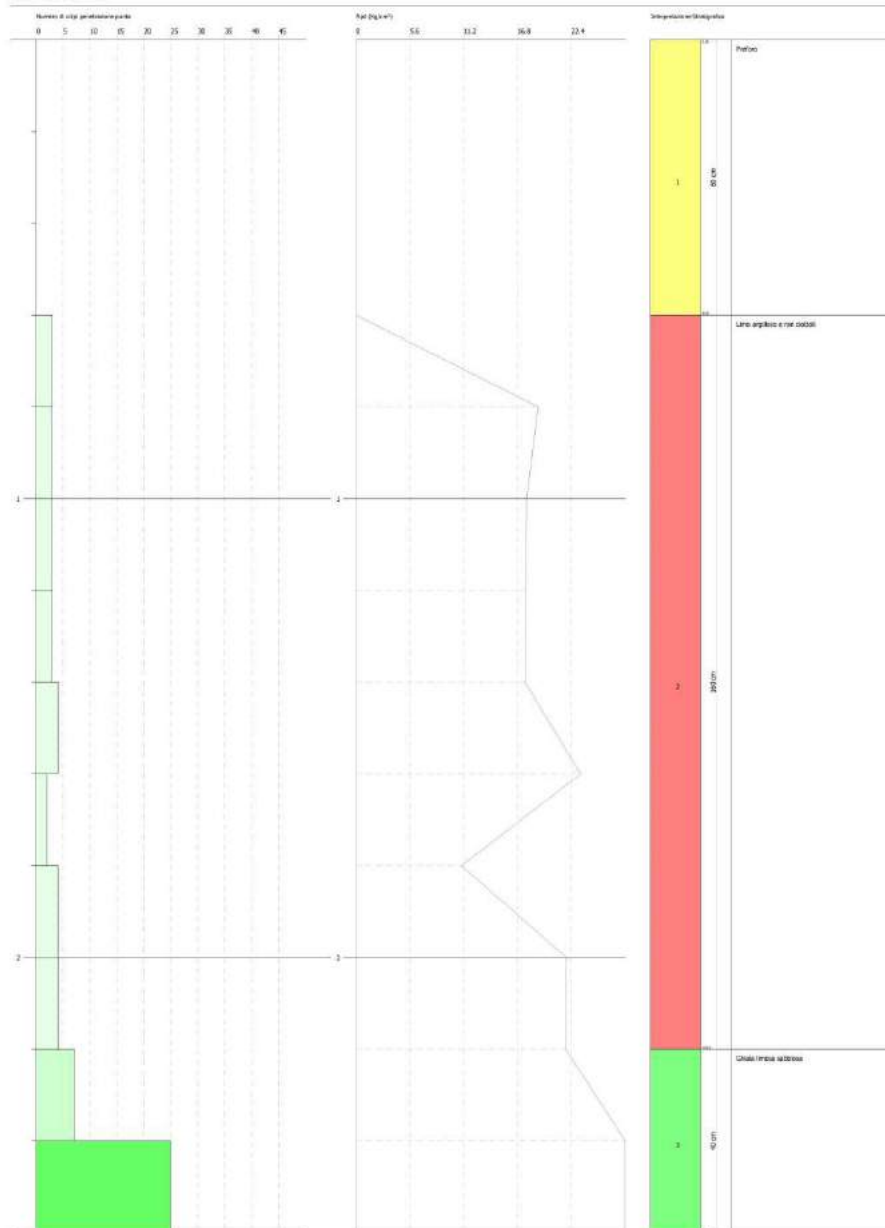
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato (2) Limo argilloso e rari ciottoli	4.83	0.60-2.20	4.83	Ohsaki (Sabbie pulite)	285.64
Strato (3) Ghiaia limosa sabbiosa	23.76	2.20-2.60	23.76	Ohsaki (Sabbie pulite)	1277.05

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N°8
 Strumento utilizzato... Compac DPH 75

Commissione: Agenzia del Demanio
 INDAGINE
 Località: Via Nazario Sauro - Brescia

DATA: 15/02/2003

Scala: 1:10



8. ALTRE PROVE IN SITO

8.1 SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO

8.1.1 Strumentazione impiegata

Per l'esecuzione del sondaggio a carotaggio continuo è stata impiegata una sonda cingolata Comacchio MC800.

8.1.2 Modalità esecutive

La finalità di questi sondaggi era verificare direttamente, in parallelo alle prove penetrometriche, le condizioni del terreno di fondazione in corrispondenza dell'interrato previsto all'interno del comparto.

Il sondaggio è stato eseguito con il sistema tradizionale ad aste, impiegando come utensile di perforazione un carotiere semplice con Ø di 101 mm equipaggiato con corona in widia e spinto fino alla profondità di 10 m dalla superficie topografica.

Le manovre di carotaggio sono state eseguite senza soluzione di continuità procedendo a "secco" (senza fluido di perforazione) per ridurre al minimo i disturbi meccanici al terreno investigato.

Ad ogni manovra di carotaggio a fatto seguito l'infissione del rivestimento metallico provvisorio con Ø di 127 mm per il sostenimento delle pareti del foro.

Nel corso del sondaggio viene rilevata la stratigrafia del terreno attraversato; in essa compariranno tutti gli elementi relativi alle prove in situ ed una descrizione dei singoli strati attraversati, oltre alle eventuali note dell'operatore relative a perdite di circolazione, a rifluimenti in colonna, alla percentuale di carota ottenuta, ecc.

I campioni estratti dai carotieri (carote) sono stati sistemati in apposite cassette catalogatrici, con scomparti per contenere 5 metri lineari di perforazione, atte alla loro conservazione, ove sono stati riportati in modo indelebile il numero di sondaggio e le profondità di riferimento.

Si sono, inoltre, effettuate tre prove S.P.T. in foro in sostegno alle prove penetrometriche dinamiche al fine di valutare la capacità portante degli strati superficiali del terreno interessato dalle fondazioni.

Le profondità alle quali le prove in foro sono state effettuate sono riportate nei certificati allegati e si sono fatte in corrispondenza di taluni orizzonti significativi in relazione alle fondazioni; in particolare in entrambi i casi si è optato per effettuare le prove a -3,00 m, a -6,00 m e a -9,00 m.

È stato utilizzato un penetrometro dinamico con punta conica con angolo di 60°, diametro di 51 mm, battuto con un maglio standard, del

tipo "Donut hammer", del peso di 63,5 kg da un'altezza di 75 cm (tipo "Emilia DPSH").

Naturalmente, come da direttive standard, le prove sono state effettuate tenendo conto del numero di colpi necessari per un avanzamento di 15 cm, eseguendo la prova per 3 volte successive fino a raggiungere un avanzamento totale di 45 cm. Sempre tenendo presente le disposizioni standard dettate dalle principali associazioni geotecniche internazionali viene scartato il valore corrispondente ai primi 15 cm, valore che avrebbe potuto subire possibili disturbi indotti dal carotaggio, ed ai fini delle considerazioni finali vengono utilizzati i restanti 30 cm ed il numero di colpi risultante per essi ottenendo il cosiddetto N_{30} .

SPT

Prova in foro	Inizio prova	Fine prova	N. colpi
SPT1	3,00	3,15	28
	3,15	3,30	37
	3,30	3,45	60*
SPT2	6,00	6,15	26
	6,15	6,30	20
	6,30	6,45	17
SPT3	9,00	9,15	14
	9,15	9,30	20
	9,30	9,45	22

* Si evidenzia che per quanto riguarda la prima prova SPT il terzo avanzamento non è andato a completamento (mancavano ancora 3 cm) e ci si è fermati al raggiungimento dei 60 colpi. Successivamente il carotaggio ha evidenziato la presenza di un trovante.

8.1.3 Restituzione dei dati

La descrizione stratigrafica del sondaggio viene restituita in apposito modulo che, oltre a contenere i dati identificativi del sondaggio, riporta le caratteristiche e modalità tecniche adottate nonché la descrizione stratigrafica redatta secondo le specifiche A.G.I.

Negli allegati alla presente relazione sono riportate sia le singole stratigrafie che le fotografie delle cassette catalogatrici per ciascuno degli intervalli di 5 metri di profondità.

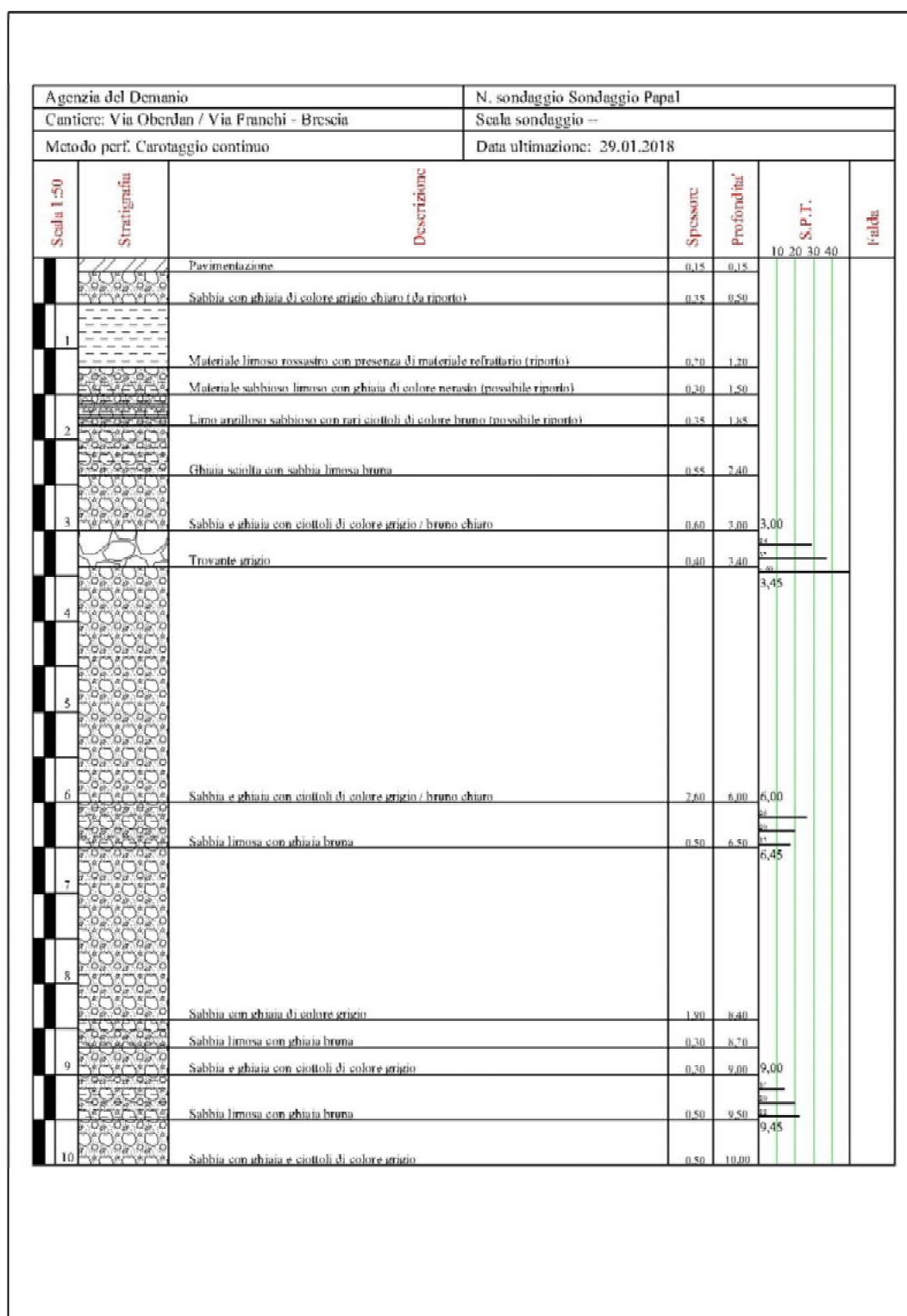


Figura 33: Stratigrafia del sondaggio



Figura 34: Documentazione fotografica del sondaggio