



COMUNE DI COLOGNOLA AI COLLI
PROVINCIA DI VERONA

Lavori di costruzione della nuova Scuola Primaria
in via Naronchi

**RELAZIONE GEOLOGICA
CON INDICAZIONI DI CARATTERE GEOTECNICO**

[§ 6.2.1 e 6.2.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008]

- SUPPLEMENTO DI PROVE IN SITO -



9 giugno 2015

COMMITTENTE: Comune di Colognola ai Colli
Determina Dirigenziale n. 84/24.05.2010

IL TECNICO: dr.ssa geol. Nicoletta Toffaletti

✉ 37042 Caldiero (VR) - via G. Marconi 21 ☎ 045 6152173 📠 339 5773948 @ geonito@libero.it



INDICE

INDICE	1
CAPITOLO 1 - INTRODUZIONE	1
1.1) PREMessa	1
CAPITOLO 2 - RELAZIONE GEOLOGICA	2
2.1) PROVE IN SITO	2
2.2) PROFILO LITOSTRATIGRAFICO LOCALE	3
2.3) SOGGIACENZA DELLA FALDA SUPERFICIALE	4
2.4) CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	5
CAPITOLO 3 - INDICAZIONE DI CARATTERE GEOTECNICO	8
3.1) VERIFICA PRELIMINARE DELLA CAPACITÀ PORTANTE.....	8
3.2) VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI.....	9

CAPITOLO 1 - INTRODUZIONE

1.1) Premessa

Per conto dell'Amministrazione Comunale di Colognola ai Colli (Determina del Responsabile del Settore Servizi Tecnici / Edilizia Pubblica n. 84/24.05.2010), a supplemento della Relazione geologica con indicazioni di carattere geotecnico del progetto dei lavori di costruzione della nuova Scuola Primaria in Via Naronchi, elaborata dalla sottoscritta nell'aprile 2011, è stata eseguita una **ulteriore campagna di prove geognostiche in sito** con il fine di approfondire la caratterizzazione e modellazione geologica dell'area di intervento.

Tale ulteriore campagna di prove in sito si è resa possibile grazie alla recente acquisizione della disponibilità dell'area di intervento da parte del Comune di Colognola ai Colli. Nella presente relazione vengono esposti, quindi, i risultati di tale ulteriore campagna di indagine, mentre, per quanto qui non espressamente documentato, si rinvia alla precedente Relazione geologica con indicazioni di carattere geotecnico dell'aprile 2011.

Il Progetto Esecutivo del nuovo edificio scolastico mantiene complessivamente le stesse caratteristiche progettuali del precedente Progetto Definitivo con forma, in pianta, ad "U"; esso risulta strutturato a piano terra unico nell'ala occidentale e su due piani principali (piani terra e primo) nell'ala settentrionale ed orientale. L'ala occidentale ha una lunghezza di circa 40 m, mentre quella settentrionale ed orientale di circa 70 m.

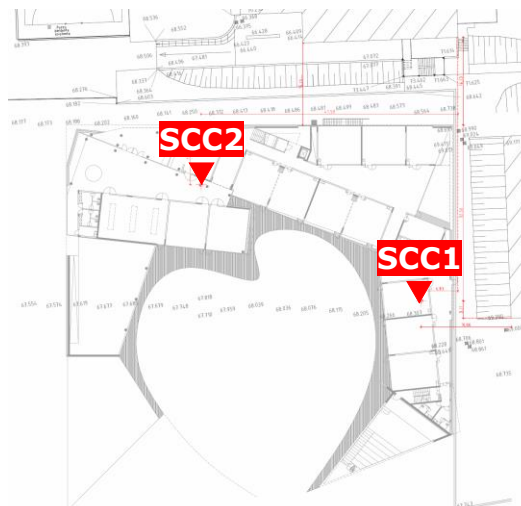
CAPITOLO 2 - RELAZIONE GEOLOGICA

2.1) Prove in sito

In accordo con la committenza, in data 22 e 25 maggio 2015 presso l'area di intervento è stata condotta una specifica campagna di indagini e prove in sito, rappresentata dall'esecuzione di:

- **n. 2 sondaggi meccanici a rotazione a carotaggio continuo**, denominati SCC1_2015 e SCC2_2015, spinti rispettivamente fino alla profondità massima di - 20,0 m e - 24,00 dal p.c. locale, per la ricostruzione litostratigrafica profonda;
- **n. 6 prove penetrometriche tipo S.P.T. (Standard Penetration Test)**¹ durante l'avanzamento dei due sondaggi, al fine di determinare la resistenza del terreno;
- **n. 1 piezometro**, allestito nel foro di sondaggio SCC2_2015, per il monitoraggio piezometrico della falda nel tempo;
- **n. 2 campioni di terreno**, denominati SCC1_C1 e SCC2_C1, da sottoporre ad eventuale analisi chimica di laboratorio per la definizione della gestione delle terre e rocce da scavo.

L'ubicazione delle prove è riportata nella figura a lato, mentre i relativi risultati complessivi sono riportati in allegato alla presente relazione unitamente alla documentazione fotografica.



Ubicazione dei sondaggi meccanici
a rotazione a carotaggio continuo,
denominati SCC1_2015 e SCC2_2015.

Per l'esecuzione dei sondaggi meccanici a carotaggio continuo è stata utilizzata una sonda a rotazione alimentata da una testa idraulica che fornisce alla batteria di aste il movimento rotatorio. La spinta necessaria all'attrezzo di perforazione per tagliare il terreno è invece prodotta da pistoni idraulici. Il carotiere semplice è formato da un cilindro avente alla base una corona dentata tagliente di acciaio "vidia". Il carotiere viene fatto ruotare con una determinata spinta in modo che il campione di terreno risalga nel cilindro; quando il tratto di perforazione ha raggiunto la lunghezza del carotiere, quest'ultimo viene riportato in superficie e vuotato nelle cassette raccogli campioni.

A partire dalle profondità di - 1,5, - 3,0, - 4,5 e - 12,0 m dal p.c. locale nel sondaggio SCC1_2015 e di - 3,3 e - 13,5 m dal p.c. locale nel sondaggio SCC2_2015 sono state eseguite n. 6 prove S.P.T. (Standard Penetration Test), al fine di consentire di determinare la resistenza che il terreno offre alla penetrazione dinamica di un campionatore infisso a partire dal fondo del foro di sondaggio. La prova consiste nel far cadere un maglio, del peso di 63,5 Kg e da un'altezza di 760 mm, su una testa di

¹ La Prova S.P.T. e la Prova Penetrometrica Statica sono comprese negli standard ASTM e ISSMFE (1988), oltre che nelle "Raccomandazioni per le Indagini Geotecniche (1977)" dell'Associazione Geotecnica Italiana, ed è disponibile un'ampia letteratura sull'interpretazione dei dati sperimentali.

battuta fissata alla sommità di una batteria di aste alla cui estremità inferiore è avvitato il campionatore di dimensioni standardizzate. Il numero di colpi (N) necessario per una penetrazione del campione pari a 300 mm è il dato assunto come indice della resistenza alla penetrazione (Nspt).

2.2) Profilo litostratigrafico locale

La campagna di prove ha permesso innanzitutto di accertare il profilo litostratigrafico di dettaglio del sottosuolo in corrispondenza delle nuove verticali di indagine; dal punto di vista metodologico esso è stato *direttamente* desunto dalla visione e dall'analisi del materiale estratto durante l'esecuzione dei sondaggi meccanici a carotaggio continuo.

Partendo dalla superficie topografica verso il basso e al di sotto dello strato di terreno vegetale dello spessore di circa 1,0 m, si riscontra la presenza di un **primo orizzonte di prevalenti argille inorganiche, talora sabbiose e/o limose** (valore medio di resistenza alla punta Nspt = 14 a - 1,50 m dal p.c. locale nella prova SCC1_2015), **con, alla base, limi argillosi con ghiaia molto consistenti** (valore medio di resistenza alla punta Nspt = 35 a - 3,00 m dal p.c. locale nella prova SCC1_2015). Il letto di tale orizzonte è, in entrambe le prove, alla stessa quota di - 3,1 m dal p.c. locale, manifestando uno spessore costante pari a 2,1 m.

Segue un **secondo orizzonte di ghiaie poligeniche ed eterogranulari, da addensate o molto addensate** (la prova SPT è a rifiuto a - 4,50 m dal p.c. locale nella prova SCC1_2015, mentre a - 3,30 m dal p.c. locale nella prova SCC2_2015 evidenzia un valore di Nspt = 44), con matrice sabbiosa grossolana, talora abbondante; i clasti sono arrotondati con $\varnothing_{\text{medio}} = 2 - 80$ mm. Tale orizzonte, dello spessore di circa 9 m, si chiude alla profondità di - 11,8 ÷ 12,0 m dal p.c. locale, rispettivamente nella prova SCC2_2015 e SCC1_2015.

Al di sotto di tale orizzonte, è presente un **terzo orizzonte di sabbie e sabbie limose con ciottoli di piccolo calibro moderatamente addensate** (valore medio di resistenza alla punta Nspt = 11 a - 12,0 m dal p.c. locale nella prova SCC1_2015) dello spessore di 0,30 ÷ 0,50 m, seguito, solo nella prova SCC1_2015, da **argille limose, limi sabbiosi e sabbie limose** per uno spessore di 2,5 m.

Segue un **quarto orizzonte di ghiaie addensate o molto addensate** (la prova SPT è a rifiuto a - 13,50 m dal p.c. locale nella prova SCC2_2015), compreso alla profondità fra - 13,0 ÷ 15,0 e 19,6 m dal p.c. locale; anche in questo caso la ghiaia si presenta poligenica ed eterogranulare, con matrice sabbiosa grossolana, talora abbondante e clasti arrotondati con $\varnothing_{\text{medio}} = 2 - 80$ mm. Nella sola prova SCC2_2015 è intercalato un **livello di limo sabbioso e/o sabbia limosa** di colore ocra dello spessore di 0,4 m.

La successione stratigrafica rilevata nelle nuove verticali di indagini, si chiude con la presenza di un **quinto orizzonte di argille limose / limi argillosi di colore nocciola o ocra con subordinate intercalazioni centimetriche di sabbie limose** alla profondità compresa fra - 19,6 ÷ 24,0 m dal p.c. locale.

Il profilo litostratigrafico rilevato con la campagna di prove in sito del 2015 risulta del tutto simile a quello rilevato nel 2011, anche se si evidenzia un aumento, nelle verticali di indagini dei tre sondaggi a carotaggio continuo SCC1_2011, SCC1_2015 e SCC2_2015, della frazione ghiaiosa procedendo da sud est verso nord ovest; infatti lo Strato 3 si assottiglia a favore dello Strato 4 che si ispessisce.

In superficie, si conferma la presenza di un primo orizzonte, lateralmente continuo, di litotipi prevalentemente coesivi fino alla profondità di - 3,1 m dal p.c. locale che costituiranno il sedime di fondazione della nuova scuola. Considerato che le precedenti campagne di prove in sito ne evidenziano la presenza fino ad una profondità variabile tra - 3,0 ÷ 4,6 m dal p.c. locale, a favore di cautela, si prende questo tale valore come riferimento.

A sintesi di tutte le campagne di indagine geognostica, il sottosuolo sottostante l'area di intervento può essere suddiviso, rispetto alla quota del piano campagna locale, negli orizzonti riportati nella seguente tabella.

Strato	Profondità da p.c. (m)	Litologia correlata
-	0,0 - 1,2	Terreno vegetale
1	1,2 - 3,0 ÷ 4,6	Argille inorganiche, talora sabbiose e/o limose (a), con valori di consistenza generalmente da alti a molto alti (valore medio di resistenza $R_p = 22 \text{ kg/cmq}$ e $N_{spt} = 14$ e $V_s \approx 150 \div 180 \text{ m/s}$), con, alla base, subordinate intercalazioni decimetriche di sabbie limose e/o di sabbie (b), da sciolte a molto addensate (valore medio di resistenza $R_p = 65 \text{ kg/cmq}$ e $N_{spt} = 35$), in assetto lenticolare
2	3,0 ÷ 4,6 - 12,4	Ghiaie poligeniche ed eterogranulari, da addensate o molto addensate (tre prove SPT su cinque in tale orizzonte vanno a rifiuto, mentre le altre evidenziano un valore di $N_{spt} = 79$ e 44 alla profondità, rispettivamente, di - 6,6 e - 3,3 m dal p.c. locale), con matrice sabbiosa grossolana, talora abbondante; i clasti sono arrotondati con $\varnothing_{medio} = 2 - 80 \text{ mm}$
3	12,4 - 16,0	Argille limose / limi argillosi e limi con sabbia di colore nocciola (caratterizzati da un valore di $N_{spt} = 21$ e 11 alla profondità, rispettivamente di - 15,0 e - 12,0 m dal p.c. locale)
4	16,0 - 18,0	Ghiaie poligeniche ed eterogranulari, da addensate o molto addensate, con matrice sabbiosa grossolana, talora abbondante (prova SPT a rifiuto alla profondità di - 13,5 m dal p.c. locale); i clasti sono arrotondati con $\varnothing_{medio} = 2 - 80 \text{ mm}$
5	18,0 - 24,2	Argille limose / limi argillosi di colore nocciola o ocra (caratterizzate da un valore di $N_{spt} = 13$ alla profondità di - 19,5 m dal p.c. locale)
6	24,2 - 30,0	Ghiaie poligeniche ed eterogranulari, da addensate o molto addensate (la prova SPT alla profondità di - 24,0 m dal p.c. locale va a rifiuto), con matrice sabbiosa grossolana, talora abbondante; i clasti sono arrotondati con $\varnothing_{medio} = 2 - 80 \text{ mm}$

Profilo litostratigrafico desunto dall'interpretazione delle prove penetrometriche, dell'indagine sismica e dei sondaggi a carotaggio continuo SCC1_2011, SCC1_2015 e SCC2_2015.

2.3) Soggiacenza della falda superficiale

Per quanto riguarda le proprietà idrogeologiche di dettaglio del sottosuolo indagato, il rilevamento geologico - tecnico ha permesso di accertare che i terreni oggetto dell'intervento di progetto sono afferenti all'Acquifero alluvionale intervallivo, dove è ospitata una falda idrica attiva di significativa profondità dal p.c. locale. Le fonti bibliografiche riportano che, presso l'abitato "Naronchi", la profondità della falda superficiale dell'Acquifero alluvionale intervallivo è variabile fra 10 ÷ 30 m da p.c.

L'esecuzione del sondaggio geognostico a carotaggio continuo denominato SCC2_2015 ha permesso di allestire un piezometro della profondità di 24 m dal p.c. locale del

diametro di 1" ¼, costituito fra - 0,0 ÷ 16,0 m di profondità da p.c. da tubi ciechi in PVC e da - 16,0 ÷ 24,0 da tubi in PVC microfessurati. Si ricorda che un precedente piezometro, ora insabbiato, era stato installato nel foro del sondaggio geognostico a carotaggio continuo denominato SCC1_2011.

A sintesi di tutti i monitoraggi eseguiti, nella seguente tabella sono riportati i valori di soggiacenza della falda.

Piezometro	Data rilievo	Soggiacenza (m da p.c. locale)
SCC1_2011	20 gennaio 2011	12,50*
SCC1_2011	11 marzo 2011	15,90
SCC1_2011	8 aprile 2011	15,75
SCC1_2015	25 maggio 2015	12,40*
SCC2_2015	25 maggio 2015	12,40*
SCC2_2015	8 giugno 2015	18,80

*Soggiacenza della falda idrica (*tale valore potrebbe essere anomalo essendo stato rilevato a fine trivellazione).*

L'inquadramento idrogeologico condotto su un ambito più vasto rispetto al sito oggetto dell'intervento porta a confermare le evidenze sperimentali relative all'assenza di una circolazione idrica permanente di una qualche rilevanza quantitativa all'interno del sottosuolo più superficiale (primi metri dal p.c. locale), pur non escludendo la presenza discontinua di falde effimere legate all'infiltrazione meteorica diretta in corrispondenza degli eventi piovosi più intensi.

2.4) Caratterizzazione geotecnica

Per quanto riguarda la determinazione delle proprietà geotecniche del sottosuolo con le prove SPT, esse sono determinate in base al numero dei colpi N_{spt} prodotti dal maglio. Si precisa che il valore dei colpi di riferimento è dato dalla somma dei colpi corrispondenti alla seconda e terza penetrazione di 15 cm del campionatore (la prima penetrazione del campionatore per 15 cm serve per superare la zona disturbata a fondo perforazione); quindi $N_{spt} = N_2 + N_3$. Durante l'esecuzione delle prove SPT, considerata la natura e lo stato di addensamento dei litotipi intercettati, si sono a volte riscontrati un numero di colpi superiore ai 50 per un'infissione di uno dei tratti di 15 cm, indicando uno stato di rifiuto e quindi la fine della prova. I risultati complessivi delle prove SPT eseguite consentono, comunque, la definizione dei parametri di resistenza medi caratteristici del sottosuolo indagato come di seguito illustrato, in via cautelativa.

Strato	Comportamento prevalente	Profondità (m da p.c.)	Nspt
1a	<i>coerente consistente e molto consistente</i>	1,5	14
1b	<i>incoerente addensato</i>	3,0	35
2	<i>incoerente molto addensato</i>	3,3	44
		3,8	rifiuto
		4,5	rifiuto
		6,6	79
		10,0	rifiuto
3	<i>coerente consistente</i>	12,0	11
		15,0	21
4	<i>incoerente molto addensato</i>	13,5	rifiuto
5	<i>coerente consistente</i>	19,5	13
6	<i>incoerente molto addensato</i>	24,0	rifiuto

Indice della resistenza alla penetrazione Nspt ottenuto dall'esame dei risultati delle prove SPT.

Escluso lo spessore dello strato di sottosuolo più superficiale, costituito dal terreno vegetale che dovrà comunque essere asportato, le proprietà geotecniche locali si confermano del tutto simili a quelle elaborate nel 2011 e sono illustrate nella tabella seguente, che rappresenta il modello geotecnico di sottosuolo² necessario alla progettazione. Si precisa che i valori caratteristici dei parametri geotecnici riportati rappresentano, in considerazione della possibile variabilità tessiturale dei litotipi, una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato, desunta dalle prove in sito e dalle analisi di laboratorio.

Strato	Litologia	ϕ_k (°)	Cu_k (kN/mq)	C_k (kN/mq)	$\gamma_{nat,k}$ (kN/mc)	$\gamma_{sat,k}$ (kN/mc)
-	<i>Terreno vegetale</i>	-	-	-	-	-
1	<i>(a) Argille inorganiche, talora sabbiose e/o limose</i>	-	85	-	17	19
	<i>(b) Intercalazioni decimetriche di sabbie limose e/o di sabbie</i>	28	-	-	19	21
	<i>(c) Limo con sabbia</i>	28	-	4	19	21
2	<i>Ghiaie poligeniche ed eterogranulari, con matrice sabbiosa grossolana, talora abbondante</i>	35	-	-	19	21
3	<i>Argille limose / limi argillosi e limi con sabbia di colore nocciola</i>	-	80	-	17	19

² Per modello geotecnico si intende, ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008, uno schema rappresentativo delle condizioni stratigrafiche, del regime delle pressioni interstiziali e della caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce comprese nel volume significativo.

**RELAZIONE GEOLOGICA CON INDICAZIONI DI CARATTERE GEOTECNICO
- SUPPLEMENTO DI PROVE IN SITO -**

a corredo del Progetto esecutivo per la costruzione della nuova Scuola Primaria - Via Naronchi, Colognola ai Colli

4	<i>Ghiaie poligeniche ed eterogranulari, con matrice sabbiosa grossolana, talora abbondante</i>	35	-	-	19	21
5	<i>Argille limose / limi argillosi di colore nocciola o ocra</i>	-	70	-	17	19
6	<i>Ghiaie poligeniche ed eterogranulari, con matrice sabbiosa grossolana, talora abbondante</i>	35	-	-	19	21

Modello geotecnico locale (parametri caratteristici: ϕ_k = angolo di attrito, Cu_k = coesione non drenata, γ_{natk} = peso di volume del terreno; γ_{satk} = peso di volume del terreno saturo).

CAPITOLO 3 - INDICAZIONE DI CARATTERE GEOTECNICO

3.1) Verifica preliminare della capacità portante

La verifica della capacità portante rappresenta uno degli stati limite ultimi di tipo geotecnico (GEO) per le fondazioni superficiali ed esprime il collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno. Si precisa che per la valutazione della capacità portante del terreno e per le conseguenti verifiche dei cedimenti sono state esaminate alcune ipotesi preliminari relative alla tipologia ed al dimensionamento delle strutture di fondazione, tenendo a ribadire che tali verifiche della stabilità dell'entità terreno - fondazione sono da considerarsi indicative e non costituiscono pertanto fase progettuale, ma rappresentano un'ipotesi di lavoro sui parametri geotecnici emersi dall'indagine geognostica in sito.

Le verifiche di sicurezza agli SLU di tipo geotecnico per il collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno (D.M. 14 gennaio 2008 - paragrafo 6.4.2 "Fondazioni superficiali" dell'Allegato Tecnico) devono essere effettuate impiegando almeno uno dei due approcci previsti dalla normativa, approcci che utilizzano diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3)³.

Considerato che nel caso in esame si sono stimati i parametri geotecnici del terreno in modo analitico con riferimento a correlazioni con i risultati di prove in sito, si propone la verifica di sicurezza agli SLU con l'Approccio 2 (A1+M1+R3), nella quale i coefficienti parziali sui parametri di resistenza del terreno (M1) sono unitari e la resistenza globale del sistema è ridotta tramite il coefficiente parziale γ_R riportato nella tabella 6.4.I, dove R3 è pari a 2,3 per la capacità portante delle fondazioni superficiali.

Circa le indicazioni applicative per l'ottenimento delle prestazioni prescritte dal D.M. 14 gennaio 2008, per quanto non espressamente ivi specificato, ci si può riferire a metodologie di comprovata validità.

Pertanto per il calcolo della capacità portante limite del terreno di fondazione si è fatto riferimento alla Formula di Brinch - Hansen (1970):

$$q_{lim} = c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q_0 N_q s_q d_q i_q b_q g_q + \frac{1}{2} \gamma B' N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

γ = peso di volume del terreno (kN/mc);

c = coesione (kN/mq);

q = γD (con D=profondità minima di posa della fondazione in m);

B' = $B - 2e$ e effetto dell'eccentricità;

N_c, N_q, N_γ = fattori adimensionali di capacità portante, dipendenti dall'angolo di attrito;

s_c, s_q, s_γ = fattori di forma della fondazione;

d_c, d_q, d_γ = fattori correttivi di inclinazione del carico;

i_c, i_q, i_γ = fattori di inclinazione della base della fondazione;

b_c, b_q, b_γ = fattori correttivi di inclinazione del piano campagna;

g_c, g_q, g_γ = fattori dipendenti dalla profondità del piano di posa.

Sulla base delle caratteristiche progettuali e di quelle geologico - tecniche del sottosuolo si assume, in considerazione della tipologia dell'opera, l'ipotesi di interazione con il sottosuolo di una fondazione a platea. Si ricorda che, ai sensi del

³ Nel complesso si verificano le seguenti opzioni:

- APPROCCIO 1 - Combinazione 1: (A1+M1+R1), generalmente non significativa ai fini della verifica geotecnica;
- APPROCCIO 1 - Combinazione 2: (A2+M2+R2);
- APPROCCIO 2: (A1+M1+R3).

D.M. 14 gennaio 2008 (paragrafo 6.4.2 "Fondazioni superficiali" dell'Allegato Tecnico), il piano di fondazione deve essere comunque situato sotto la coltre di terreno vegetale nonché sotto lo strato interessato dal gelo e da significative variazioni stagionale del contenuto d'acqua. Pertanto, sulla base delle indagini geotecniche eseguite, **si assume un piano di posa delle fondazioni ad almeno 1,2 m dal p.c. locale** e, in rapporto alla quota di imposta del fabbricato in progetto, dovrà essere eseguita una bonifica geotecnica per eliminare l'orizzonte pedologico e lo strato potenzialmente interessato dagli effetti degli agenti atmosferici. Solo in tali condizioni, le strutture di fondazione saranno posate sul sottosuolo naturale come caratterizzato nel modello geotecnico di cui alla presente relazione ed in particolare nei depositi prevalentemente argillosi dello Strato 1.

Relativamente alla realizzazione del nuovo fabbricato, in mancanza di dati precisi a riguardo dei carichi, per orientare il Progettista nel dimensionamento di queste strutture, si è eseguito il calcolo della capacità portante del terreno ipotizzando una fondazione a platea, con piano di posa a circa 1,2 m, carichi verticali baricentrici, piano campagna e piano di posa orizzontali; la profondità della falda è stata assunta a - 12 m dal piano campagna attuale.

Sulla base delle considerazioni suesposte e applicando l'Approccio progettuale 2 (A1+M1+R3), si ritiene giustificato assumere, con adeguato margine di sicurezza, un valore di **capacità portante della fondazione a platea pari a 160 kN/mq \approx 16 t/mq = 1,6 kg/cmq.**

In ogni caso, si ricorda che il valore di capacità portante dovrà essere ricalcolato sulla base delle effettive scelte progettuali: resta, infatti, di stretta competenza del progettista la scelta definitiva ed esecutiva della tipologia e del dimensionamento delle nuove fondazioni da adottare, che sarà subordinata all'individuazione dei parametri progettuali esecutivi.

3.2) Valutazione dei cedimenti

Per effetto delle azioni trasmesse in fondazione, i terreni subiscono deformazioni che provocano spostamenti del piano di posa; le componenti verticali di tali spostamenti assumono il ruolo di cedimenti. Secondo quanto stabilito dalla Circolare LL.PP. n. 617 del 2 febbraio 2009 (paragrafo C6.4.2.2) per la loro verifica agli stati limite di esercizio sono da adoperarsi i valori caratteristici delle proprietà meccaniche e i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri di resistenza sono sempre unitari.

L'approccio analitico per la valutazione dei cedimenti è differente a seconda del comportamento coesivo o granulare del sottosuolo entro il volume significativo dell'opera. Per il caso in esame, riscontrata la presenza di terreni a comportamento coesivo al di sotto del piano di fondazione (terreni prevalentemente argillosi dello Strato 1), è applicabile la formula analitica generale, derivata dalla teoria monodimensionale di Terzaghi:

$$\Delta s = \sum H_0 [C_c / (1 + e_0)] \log [(\sigma_0 + \Delta p) / \sigma_0]$$

dove:

H_0 = spessore iniziale dello strato compressibile considerato;

e_0 = indice dei vuoti;

C_c = indice di compressione;

Δp = incremento di pressione sul piano di fondazione;

σ_0 = pressione verticale efficace.

I parametri di compressibilità competenti ai terreni interessati dal calcolo sono stati indirettamente desunti dai risultati delle prove penetrometriche e da fonti bibliografiche derivate da prove di laboratorio (Schmertmann, 1978).

Nel caso specifico, in base ai calcoli risulta che i cedimenti totali compresi tra circa 1 e 2,5 cm. In assenza di indagini di laboratorio, tali valori sono da ritenersi puramente indicativi e, in ogni caso, dovranno essere ricalcolati sulla base degli effettivi carichi trasmessi al terreno dalla struttura e, quindi, della tipologia e della geometria delle fondazioni progettate. Resta quindi di stretta competenza del Progettista la scelta definitiva ed esecutiva della tipologia e del dimensionamento delle fondazioni da adottare, che sarà subordinata all'individuazione dei parametri progettuali definitivi. In rapporto alla natura del substrato di fondazione e alle dimensioni del fabbricato in progetto, occorre porre in essere le idonee misure per contrastare i potenziali cedimenti differenziali.

Per limitare i cedimenti immediati, dovrà essere preparato il piano di posa delle fondazioni a regola d'arte, avendo cura che il terreno di fondazione non subisca rimaneggiamenti e deterioramenti e dovrà essere regolarizzato e protetto con conglomerato magro, per avvantaggiare una diffusione del carico su di un'area più ampia di terreno.

In ultimo, per quanto qui non espressamente documentato, si rinvia alla precedente Relazione geologica con indicazioni di carattere geotecnico del progetto dei lavori di costruzione della nuova Scuola Primaria in Via Naronchi, elaborata dalla sottoscritta nell'aprile 2011.

Caldiero, 9 giugno 2015

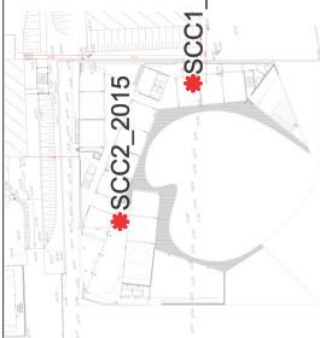





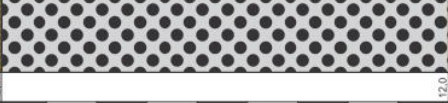


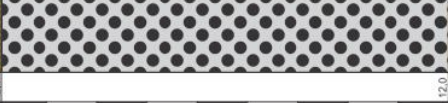


dr.ssa geol. NICOLETTA TOFFALETTI

via Guglielmo Marconi 21 - 37042 Caldiero (VR)
tel. 045 6152173 / 339 5773948



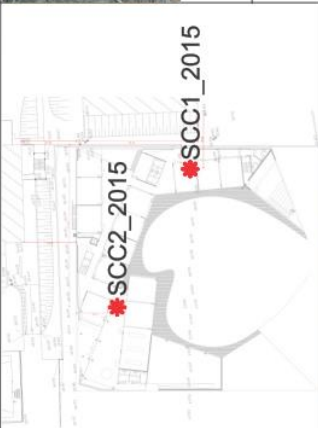




**RELAZIONE GEOLOGICA CON INDICAZIONI DI CARATTERE GEOTECNICO
- SUPPLEMENTO DI PROVE IN SITO -**

a corredo del Progetto esecutivo per la costruzione della nuova Scuola Primaria - Via Naronchi, Colognola ai Colli

SONDAGGIO N. S1a_2015		METODO DI PERFORAZIONE MECCANICO A ROTAZIONE A CAROTTAGGIO CONTINUO		UBICAZIONE, DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA, STRATIGRAFIA E DATI S.P.T.											
COMMITTENTE LAVORO LOCALITA' DATA		Comune di Colognola ai Colli Indagine geologica e geotecnica Via Naronchi, Comune di Colognola ai Colli (VR) 22/05/2015													
ubicazione e documentazione fotografica		cassette catalogatrici per la raccolta dei campioni di terreno		profondità (m)	sezione terreno	campioni	descrizione litologica	piezometro e quota liv. falda	prova S.P.T.			tipo di prova			
		 [intervallo 0,00 - 5,00 m]		1,0			Terreno agrario di natura argillo limosa con piccoli ciottoli sparsi di colore marrone		1,50	7/6/8	14	B			
				1,4			Argilla con piccoli ciottoli sparsi di colore brunoastro								
				2,1			Argilla limosa e/o limo argilloso di colore nocciola								
				2,9			Argilla con piccoli ciottoli sparsi di colore brunoastro		3,00				17/19/16	35	B
				3,1			Limo argilloso e sabbia brunoastro con piccoli ciottoli								
		 [intervallo 5,00 - 10,00 m]					Ghiaia poligenica ed eterogranulare, con matrice sabbiosa grossolana, talora abbondante; clasti arrotondati con diametro fra 2 - 80 mm		4,50	RIF		B			
		 [intervallo 10,00 - 15,00 m]		12,0			Sabbia e sabbia limosa con ciottoli, brunoastro e bagnata		12,00	3/5/6	11	B			
				12,5			Argilla limosa e/o limo argilloso di colore nocciola								
				13,5			Limo sabbioso e sabbia limosa di colore nocciola con piccoli ciottoli sparsi								
				15,0											



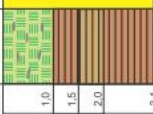





**RELAZIONE GEOLOGICA CON INDICAZIONI DI CARATTERE GEOTECNICO
- SUPPLEMENTO DI PROVE IN SITO -**

a corredo del Progetto esecutivo per la costruzione della nuova Scuola Primaria - Via Naronchi, Colognola ai Colli

SONDAGGIO N. S1b_2015		METODO DI PERFORAZIONE MECCANICO A ROTAZIONE A CAROTAGGIO CONTINUO																	
UBICAZIONE, DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA, STRATIGRAFIA E DATI S.P.T.																			
COMMITTENTE LAVORO LOCALITA' DATA		Comune di Colognola ai Colli Indagine geologica e geotecnica Via Naronchi, Comune di Colognola ai Colli (VR) 22/05/2015																	
ubicazione e documentazione fotografica				 Intervallo 15.00 -20.00		profondità (m)		sezione terreno		campioni		descrizione litologica		piezometro e quota liv. falda		prova S.P.T. colpi N1/N2/N3 N 2 + N 3		tipo di prova A: punta spinta B: punta chiodo	
						19.6 20.0						Ghiaia poligenica ed eterogranulare, con matrice sabbiosa grossolana, talora abbondante; ciassi arrotondati con diametro fra 2 - 80 mm							
												Argilla limosa e/o limo argilloso di colore nocciola							

**RELAZIONE GEOLOGICA CON INDICAZIONI DI CARATTERE GEOTECNICO
- SUPPLEMENTO DI PROVE IN SITO -**

a corredo del Progetto esecutivo per la costruzione della nuova Scuola Primaria - Via Naronchi, Colognola ai Colli

SONDAGGIO N. S2a_2015		METODO DI PERFORAZIONE MECCANICO A ROTAZIONE A CAROTAGGIO CONTINUO									
UBICAZIONE, DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA, STRATIGRAFIA E DATI S.P.T.											
COMMITTENTE LAVORO LOCALITA' DATA		Comune di Colognola ai Colli Indagine geologica e geotecnica Via Naronchi, Comune di Colognola ai Colli (VR) 25/05/2015									
ubicazione e documentazione fotografica		cassette catalogatrici per la raccolta dei campioni di terreno		profondità (m)	sezione terreno	campioni	descrizione litologica	piezometro e quota liv. falda	prova S.P.T. colpi N profondità N1/N2/N3 N2 + N3		tipo di prova A: solo sabbia B: sabbia e limo
		 [intervallo 0,00 - 5,00 m]		1,0			Terreno agrario di natura argillo limosa con piccoli ciottoli sparsi di colore marrone				
				1,5			Argilla limosa e/o limo argilloso di colore brunoastro				
				2,0			Argilla con piccoli ciottoli sparsi di colore nocciola				
				3,1			Argilla limosa e/o limo argilloso di colore brunoastro				
				 [intervallo 5,00 - 10,00 m]					Ghiaia poligenica ed eterogranulare, con matrice sabbiosa grossolana, talora abbondante; clasti arrotondati con diametro fra 2 - 80 mm		3.30
11,8	Sabbia e sabbia limosa con ciottoli brunoastri e bagnata										
12,1	Ghiaia poligenica ed eterogranulare, con matrice sabbiosa grossolana, talora abbondante; clasti arrotondati di 2 - 80 mm										
13,0	Limo sabb. e sabbia lim. nocciola con piccoli ciottoli sparsi										
 [intervallo 10,00 - 15,00 m]					Ghiaia poligenica ed eterogranulare, con matrice sabbiosa grossolana, talora abbondante; clasti arrotondati con diametro fra 2 - 80 mm	13,50			RIF		B
		13,4	Limo sabb. e sabbia lim. nocciola con piccoli ciottoli sparsi								

SONDAGGIO N. S2b_2015		METODO DI PERFORAZIONE MECCANICO A ROTAZIONE A CAROTAGGIO CONTINUO									
UBICAZIONE, DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA, STRATIGRAFIA E DATI S.P.T.											
COMMITTENTE LAVORO LOCALITA' DATA		Comune di Colognola ai Colli Indagine geologica e geotecnica Via Naronchi, Comune di Colognola ai Colli (VR) 25/05/2015									
ubicazione e documentazione fotografica											
