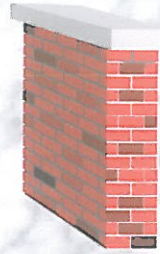




*Dott. Geol. Del Pero Gianbattista  
Via dei Mille, 4  
20821 MEDA (Mb)*

*Tel. 0362/343493 - 330/225140*



**G.A.M.M. s.r.l**  
**Intervento produttivo**  
**Via Valassina, 40 – Seregno**  
***Relazione geologico-tecnica***  
***ai sensi d.m. 14.01.2008***



**Marzo 2015**

## INDICE

<b>1 - SCOPO DELL'INDAGINE ed INQUADRAMENTO</b>	<b>pag.</b>	<b>1</b>
<b>2 - PROVE GEOGNOSTICHE</b>	<b>pag.</b>	<b>3</b>
<b>3 - CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI, CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE e DEI CEDIMENTI INDOTTI</b>	<b>pag.</b>	<b>5</b>
<b>4 – CONCLUSIONI</b>	<b>pag.</b>	<b>9</b>
<b>Allegati</b>		
<b>APPENDICE FOTOGRAFICA</b>	<b>pag.</b>	<b>10</b>
<b>Grafici delle prove effettuate</b>	<b>pag.</b>	<b>11</b>



## 1 - SCOPO DELL'INDAGINE ed INQUADRAMENTO

Su incarico della società G.A.M.M. srl, a supporto della progettazione esecutiva delle strutture ed a completamento della documentazione tecnica di progetto, è stata effettuata la caratterizzazione geologico-tecnica dell'areale oggetto della proposta di intervento commerciale, in progetto e da realizzare in Via Valassina, 40, Seregno (MB). L'indagine è stata condotta secondo le richieste del d.m. 14.01.2008 **"Norme Tecniche per le costruzioni"**, per ottenere dati che, correlati alla geologia della zona, fornissero elementi per la verifica della fattibilità geotecnica e del dimensionamento strutturale.

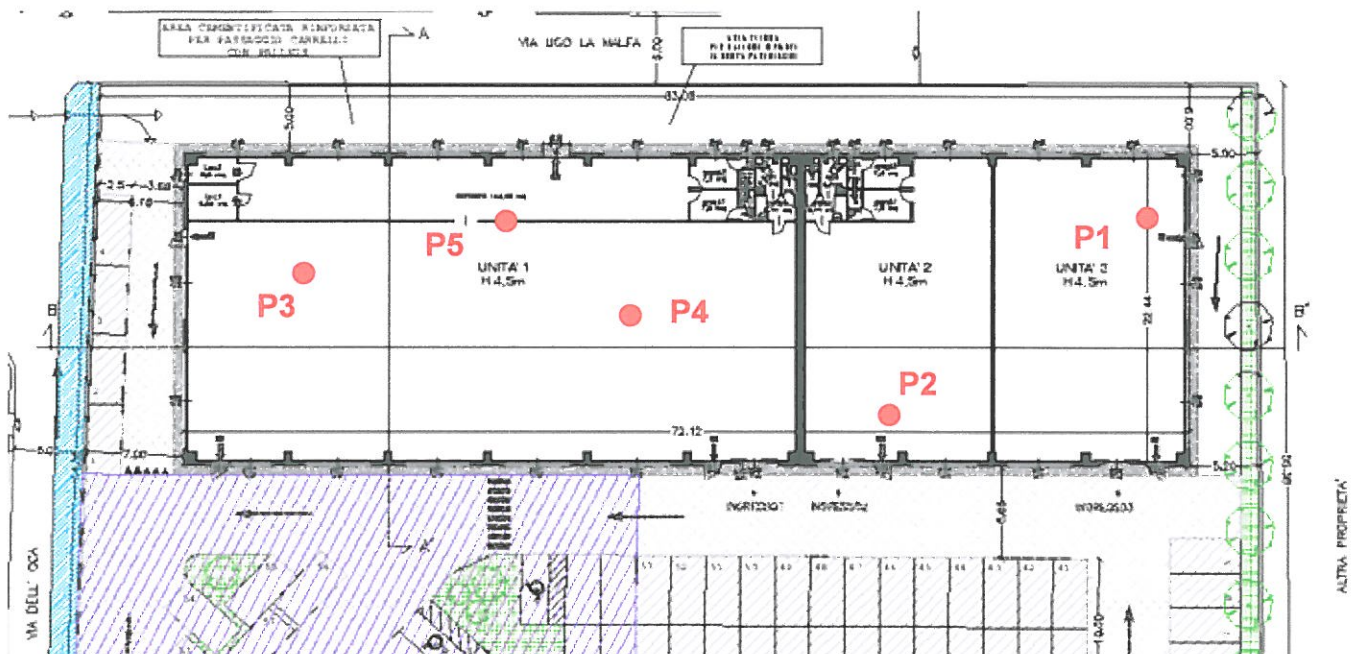


fig. 1 – Area di intervento e ubicazione speditiva prove ● effettuate

A tal fine, il 10 Marzo 2015, sono state effettuate 5 prove penetrometriche, la cui ubicazione è riportata su estratto progettuale (fig. 1).

I risultati dell'indagine forniscono la caratterizzazione del sottosuolo a partire dall'intorno dei punti nei quali sono state effettuate le prove penetrometriche, fornendo al progettista delle strutture le informazioni di natura geologica e geotecnica per la verifica degli elementi strutturali dell'intervento in progetto.

Il sottosuolo è caratterizzato da litologia omogenea, in particolar modo dai depositi Fluvio-glaciali Wurm (Diluvium recente), costituenti la media e l'alta pianura.

La natura litologica è rappresentata da ghiaia e sabbia con ciottoli a scarsa matrice argillosa e con elevata permeabilità rispetto alle acque di infiltrazione. I materiali risentono della natura dei clasti morenici da cui derivano e hanno subito solo leggere modifiche tessiturali, mentre la selezione granulometrica è scarsa.

Non sono presenti elementi idrografici nell'area ne in ambiti prossimi. La falda principale è situata a profondità notevole, tale da non interferire con l'intervento, e non sono segnalate falde sospese.

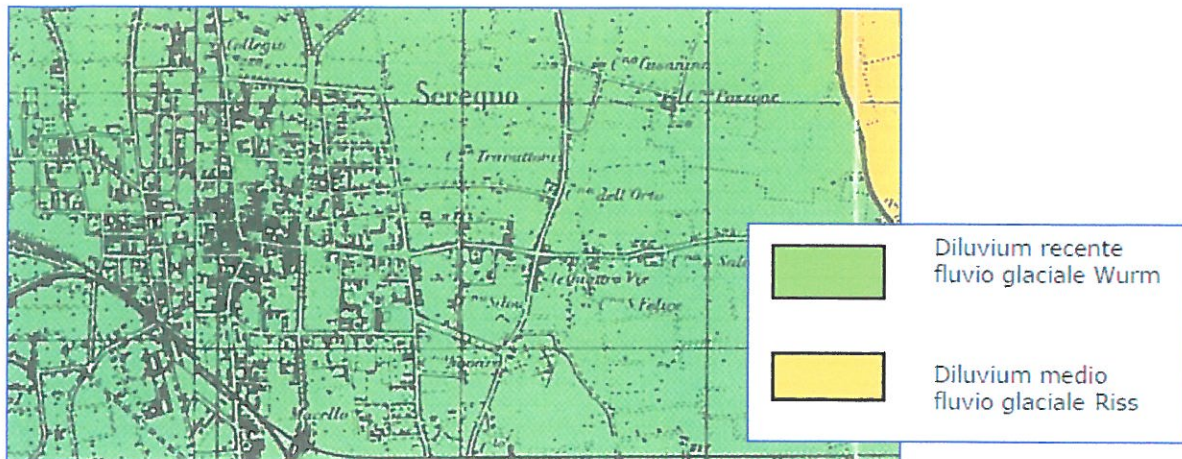


fig. 2 – Estratto cartografia geologica.

La falda principale è situata a profondità significativa rispetto alla base di fondazione e non sono segnalate falde sospese. L'area non è stata oggetto di attività per le quali siano richieste le attenzioni in materia di bonifica di cui al d. lgs. 152/06 e non sono presenti elementi del reticolo idrico per le implicazioni della d.g.r. 6/89803 e s.m.i.

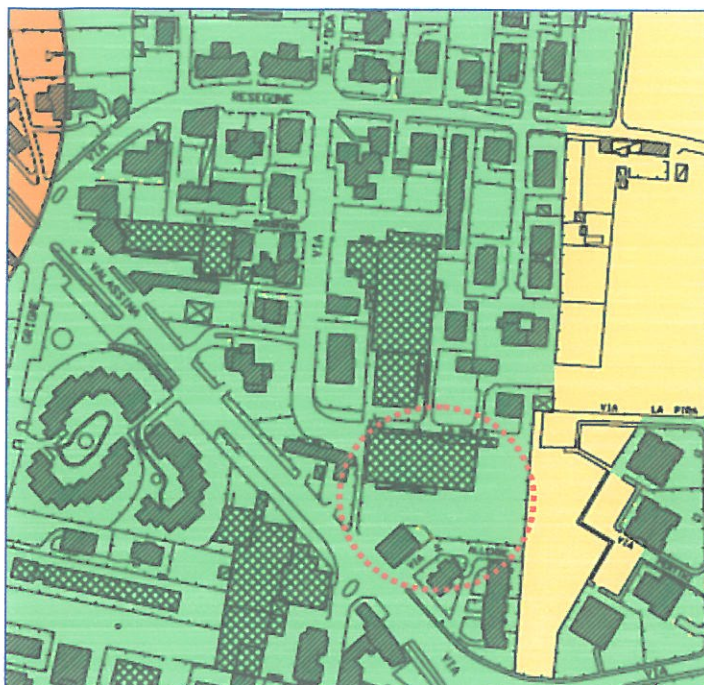
L'intervento in progetto prevede la realizzazione di un insediamento produttivo commerciale fuori sagoma rispetto al preesistente insediamento produttivo (vedi fig. 1) con fondazioni superficiali sfruttando la qualità geotecnica del sottosuolo ghiaioso-sabbioso propria della zona, che viene rilevata a partire da -1,50/1,80 m.

L'analisi viene sviluppata per diverse tipologie di fondazioni, in funzione della scelta progettuale che verrà adottata, tenuto conto di un primo livello del sottosuolo con qualità geotecnica non elevata che sarà comunque asportata per le esigenze progettuali.

I calcoli sono stati sviluppati alla profondità di circa - 1,8 m. dal p.c. per moduli di fondazione standard. Le caratteristiche del terreno e i carichi indotti dal fabbricato in progetto rendono possibile la realizzazione di fondazioni dirette.

I valori della resistenza di progetto del terreno e dei cedimenti prevedibili calcolati dovranno essere valutati dal progettista delle strutture.

Il Comune di Seregno è dotato di Piano Regolatore Generale che dispone dello Studio Geologico di supporto. Da tale documentazione è estratta la sottostante cartografia della fattibilità geologica delle azioni di piano.



La zona di indagine non mostra elementi di evoluzione geomorfologica in atto o predisposti alla riattivazione.

LEGENDA:

CLASSE 1	FATTIBILITA' SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI
CLASSE 2	FATTIBILITA' CON MODESTE LIMITAZIONI
CLASSE 3	FATTIBILITA' CON CONSISTENTI LIMITAZIONI
CLASSE 4	FATTIBILITA' CON GRAVI LIMITAZIONI

fig. 3 – Carta della fattibilità geologica – Estratto dalla cartografia PGT Seregno.

Nella cartografia della fattibilità delle azioni di piano l'area oggetto dell'intervento edilizio è inserita in classe 1 (fattibilità senza particolari limitazioni), indice di condizioni geologiche compatibili all'urbanizzazione del contesto (ed in effetti l'intorno territoriale non presenta criticità di natura geologica e, infatti, risulta inserito in classe 1).

Dovrà essere prestata, comunque, l'ordinaria ma massima attenzione al collettamento delle acque reflue del comparto secondo le modalità operative del regolamento d'igiene e le prescrizioni degli Enti di controllo.

L'intervento in progetto non andrà, comunque, ad interessare ambiti inseriti in classe 4 (fattibilità con gravi limitazioni) e pertanto risulterà compatibile con la valutazione geologica condotta nello studio redatto a supporto della pianificazione.

Dal punto di vista sismico, l'intero territorio comunale ricade nella classe sismica 4 ai sensi dell'OPCM n. 3274/2003, e non ci sono elementi per la riclassificazione per situazioni amplificanti l'azione sismica.

## 2 – PROVE GEOGNOSTICHE

La caratterizzazione geotecnica del sottosuolo dell'area di intervento, visto lo schema progettuale che prevede fondazioni dirette superficiali, è stata ottenuta con l'ausilio di cinque prove penetrometriche dinamiche, con ubicazione speditiva in fig.1.

La prova penetrometrica consiste nell'infissione nel terreno di una punta conica posta all'estremità di un'asta prolungabile mediante l'aggiunta di successivi spezzoni.

L'infissione avviene per battitura facendo cadere un maglio di peso standard da altezza costante. Durante la prova è misurato il numero di colpi per fare avanzare di 30 cm (piede) il sistema delle aste.

Per questo lavoro è stato utilizzato un penetrometro installato su un cingolato con queste caratteristiche:



Peso del maglio:	73 Kg
Altezza di caduta:	75 cm
Diametro punta:	51 mm
Angolo al vertice punta:	60°
Diametro aste:	32 mm

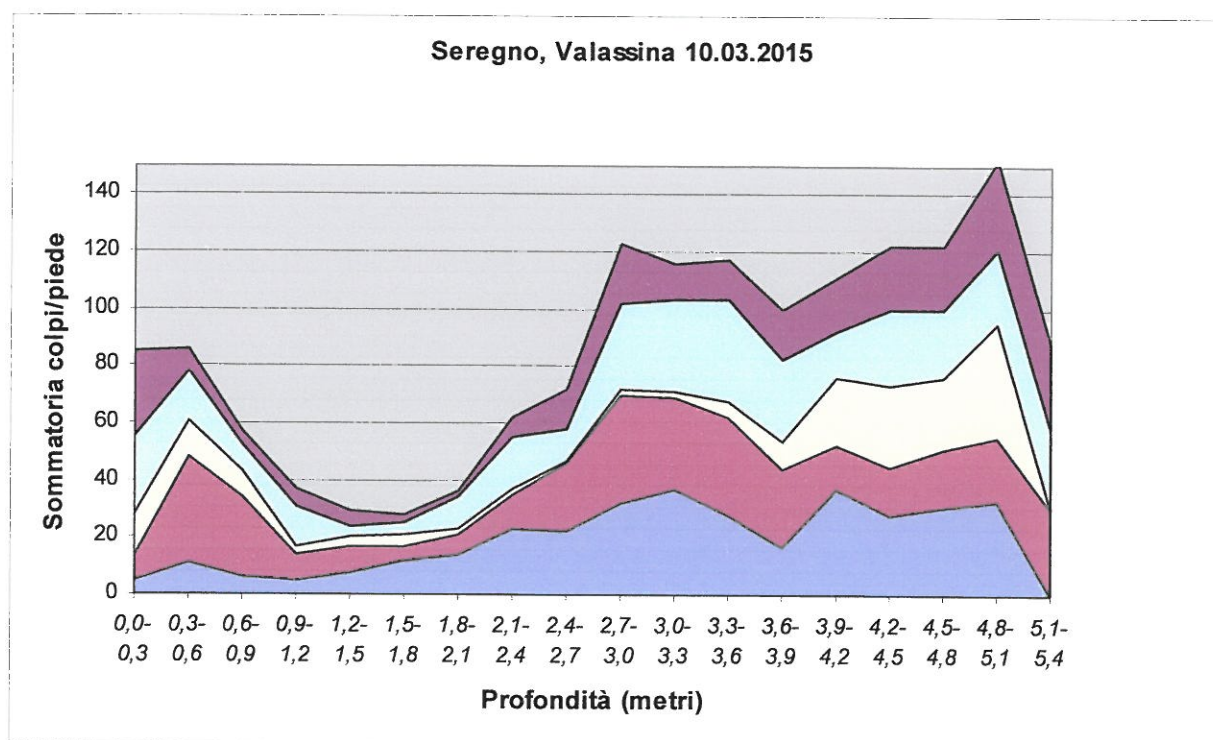
fig. 4– Il penetrometro in P1

E' stata rilevata una sostanziale omogeneità della serie litologica nelle prove effettuate, con relative variazioni di spessore degli orizzonti omogenei dove, subito oltre il livello superficiale anche antropico, fa seguito il sottofondo naturale con aumento progressivo di granulometria e addensamento dei materiali con la profondità, con un'anomalia nelle aree centrali del piastrone ovest, dove i livelli ghiaiosi compaiono più in profondità.

Di seguito viene riportata la tabella dei valori ottenuti dalle prove penetrometriche effettuate (numero di colpi di maglio per avanzamento unitario di 30 cm), con la visualizzazione della litologia significativa in termini geotecnici: dopo i livelli superficiali anche con elementi antropici (soletta e riporto) e quelli naturali limo-sabbiosi con scarsa qualità geotecnica, si ha aumento della resistenza per la comparsa di ghiaie miste.

Il successivo grafico riepilogativo della sommatoria dei numeri di colpi di maglio per ottenere l'avanzamento unitario (30 cm) del penetrometro, rappresentando la resistenza del terreno, descrive in forma speditiva la portanza del sottosuolo.

Prof.	SCPT1	SCPT2	SCPT3	SCPT4	SCPT5
0,0-0,3	3	8	15	27	30
0,3-0,6	5	37	13	17	8
0,6-0,9	11	28	9	9	5
0,9-1,2	6	9	3	14	6
1,2-1,5	5	9	3	4	5
1,5-1,8	8	5	4	4	3
1,8-2,1	12	7	2	11	2
2,1-2,4	14	12	2	18	7
2,4-2,7	23	24	1	11	14
2,7-3,0	22	38	2	30	21
3,0-3,3	32	32	2	32	13
3,3-3,6	37	34	6	35	14
3,6-3,9	28	27	10	28	18
3,9-4,2	17	15	24	16	19
4,2-4,5	37	17	28	27	22
4,5-4,8	28	20	25	24	22
4,8-5,1	31	22	40	26	31
5,1-5,4	33	30	48	28	30
Sabbie					
Ghiaie					



### 3 - CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI, PARAMETRI GEOTECNICI E SISMICI

I terreni investigati mostrano una sostanziale omogeneità laterale con relative variazioni di spessore degli orizzonti, con buona qualità geotecnica dalla profondità di valori di resistenza a partire da – 1,50/-1,80 m, per divenire ancora più resistenti in profondità.

Ai sensi della normativa sismica i terreni sono inseriti in classe B:

<b>B</b>	<b>Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti</b> , con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori della resistenza penetrometrica $N_{spt} > 50$ , o coesione non drenata $C_u > 250$ kPa.
----------	---

Per il calcolo dell'angolo d'attrito si è utilizzata la relazione Peck, Hanson e Thornburn mentre la densità relativa con la relazione di Gibbs-Holtz.

VALORI MEDI RAPPRESENTATIVI						
da (m)	A (m)	angolo d'attrito Phi (°)	Densità relativa DR (%)	Modulo E (Mpa)	Peso di Volume (kN/mc)	Ipotesi stratigrafica
0.3	0.90	26	40	22	16.0	Superficiale anche con riporto
0.90	1.80	30	60	29	18.0	Sabbie argilloso- limose
1.80	3.60	33	70	30	19.5	Ghiaie e sabbie addensate
3.9	6.3	34	80	28	20.5	Ghiaie anche molto addensate

Viste le esigenze progettuali, fondazione dalla quota di almeno - 1,50, sono disponibili risposte geotecniche di qualità con cedimenti di progetto contenuti e compatibili. Deve però essere verificata in fase esecutivo la qualità del sottofondo alla effettiva quota di fondazione (ottimale a – 1,80), eventuale da uniformare con splateamento in magrone.

Su tale ipotesi si simula il calcolo della portanza per moduli standard di fondazione con cedimenti di progetto imposti tra 10 e 20 mm, **nel livello ghiaioso-sabbioso**.

Si ottiene  $q_a = (N/F1)*K_d$  se  $B \leq F_4$  e  $q_a = (N/F2)*(B+F3/B)^2*K_d$  se  $B > F_4$

dove:  **$q_a$ : capacità portante ammissibile** N:  $N_{spt}$  medio degli strati da -0.5 B sopra a 2B sotto il piano di posa, nel nostro caso 20 (eccetto intorno di prova 3)

$K_d = 1+0.33 (D/B) \leq 1.33F =$  coefficienti standard di modello e infine  **$Q_{amm} =$**

capacità portante ammissibile con fattore di sicurezza (3), qui sotto in tabella

B metri	Cedimento immediato 1.0 cm	Cedimento immediato 1.5 cm	Cedimento immediato 2.0 cm	K Winkler kg/cm <sup>2</sup>
1.00	1.83			3.18
1.25	<b>1.74</b>	1.80		2.98
1.50	1.65	1.72	1.95	2.84
3.00*3.00		<b>1.76</b>	1.98	2.42



Nella tabella è fornito il coefficiente di sottofondo (Winkler) in funzione della natura dei terreni e del coefficiente sperimentale di Terzaghi, per il peso di volume del terreno indagato, nel nostro caso pari a 2 Kg/cmc.

I risultati ottenuti sono compatibili con le esigenze dell'intervento proposto e, sulla base delle informazioni acquisite con le prove penetrometriche, **per i criteri del d.m. 14.01.2008** si definisce **portata massima ammissibile**, compensata e con fattore di sicurezza (3), il valore di **1,72 kg/cmq**, per cedimenti di progetto compatibili per fondazioni dalla quota di – 1,80 m dal p.c. Condizione che, si ribadisce, deve essere verificata in fase esecutiva in particolare nell'intorno della prova P3, qualora la pilastratura e gli elementi di fondazione siano chiamati a lavorare su tale ambito. Nel caso si potrà procedere ad uniformare il sottofondo mediante splateamento in magrone.

La caratterizzazione geotecnica del sottosuolo richiede la definizione della risposta dei terreni in funzione dei **Parametri sismici sitospecifici**.

<b>latitudine: 45,660889</b>	<b>longitudine: 9,208897</b>
<b>Classe d'uso: III.</b>	
<b>Categoria sottosuolo: B</b>	<b>Categoria topografica: T1</b>
<b>Coefficiente cu: 1,5</b>	<b>Periodo di riferimento azione sismica: 75 a</b>

#### **Siti di riferimento per definizione parametri di pericolosità sismica (ag, Fo, Tc\*)**

<b>Sito 1</b>	<b>ID: 11373</b>	<b>Lat: 45,6591</b>	<b>Lon: 9,2028</b>	<b>Distanza: 512,937</b>
<b>Sito 2</b>	<b>ID: 11374</b>	<b>Lat: 45,6615</b>	<b>Lon: 9,2743</b>	<b>Distanza: 5079,598</b>
<b>Sito 3</b>	<b>ID: 11152</b>	<b>Lat: 45,7115</b>	<b>Lon: 9,2707</b>	<b>Distanza: 7395,166</b>
<b>Sito 4</b>	<b>ID: 11151</b>	<b>Lat: 45,7090</b>	<b>Lon: 9,1993</b>	<b>Distanza: 5397,641</b>

La normativa in materia introduce i parametri di pericolosità sismica (ag, Fo, Tc\*) e le modalità per ricavare gli stessi in base alle coordinate geografiche del sito e in base all'importanza della costruzione: **ag** è l'accelerazione orizzontale massima del terreno; **Fo** è il fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale e **Tc\*** è il periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale. I parametri sismici sitospecifici sono ottenuti sulla base di terreni di classe B:

<b>Operatività (SLO):</b>		<b>Probabilità di superamento:</b>	81	%
Tr:	45	[anni] ag:	0,022 g	
Fo:	2,545	Tc*:	0,180	[s]
<b>Danno (SLD):</b>		<b>Probabilità di superamento:</b>	63	%
Tr:	75	[anni] ag:	0,027 g	
Fo:	2,572	Tc*:	0,200	[s]
<b>Salvaguardia della vita (SLV):</b>		<b>Probabilità di superamento:</b>	10	%
Tr:	7125	[anni] ag:	0,055 g	
Fo:	2,655	Tc*:	0,289	[s]
<b>Prevenzione dal collasso (SLC):</b>		<b>Probabilità di superamento:</b>	5	%
Tr:	1462	[anni] ag:	0,066 g	
Fo:	2,701	Tc*:	0,304	[s]

I risultati forniti nelle tabelle che seguono si ottengono, funzione del tempo e dell'uso del bene, a partire dai valori estrapolati dalla griglia di riferimento nazionale, **ad es. per lo stato limite operativo**  $ag = 0,022g$ ;  $Fo = 2,545$   $Tc = 0,180$ ; si valuta  $a_{max}$  (accelerazione orizzontale massima attesa al sito) con  $a_{max} = ag * Ss * St = 1,2 * 1,0 * 0,018g = 0,259$ . Applicato il coefficiente di riduzione dell'accelerazione attesa al sito  $\beta_s 0,24$  si ottiene il **coefficiente sismico orizzontale**:  $K_h = \beta_s * a_{max} / g = 0,005$  mentre il **coefficiente sismico verticale** è calcolato come  $k_v = k_h/2$  e quindi  $K_v = 0,5 * K_h = 0,5 * 0,005 = 0,003$  ottenendo i **coefficienti sismici sitospecifici** per la verifica dello Stato Limite Operativo (SLO), di danno (SLD), di salvaguardia della vita (SLV) e di Prevenzione Collasso (SLC).

	Ss	Cc	St	Kh	Kv	Amax	Beta
	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[m/s <sup>2</sup> ]	[-]
SLO	1,200	1,550	1,000	0,005	0,003	0,259	0,200
SLD	1,200	1,520	1,000	0,007	0,003	0,322	0,200
SLV	1,200	1,410	1,000	0,013	0,007	0,642	0,200
SLC	1,200	1,400	1,000	0,016	0,008	0,777	0,200

#### LEGENDA

Cu	Coefficiente d'uso	Tr	Tempo di ritorno
ag	Accelerazione massima orizzontale del sito		
Fo	Valore massimo del coefficiente di amplificazione in accelerazione orizzontale		
Tc	Periodo di inizio del tratto a velocità costante in accelerazione orizzontale		
Ss	Coefficiente di amplificazione stratigrafica	Cc	Coefficiente categoria di sottosuolo
St	Coefficiente di amplificazione topografica		
Kh	Coefficiente sismico orizzontale	Kv	Coefficiente sismico verticale
A max	Accelerazione massima attesa al sito		
Beta	Coefficiente di riduzione acc. massima attesa al sito		

Le verifiche devono essere effettuate con il metodo agli STATI LIMITE, valutando gli effetti delle combinazioni delle azioni. Potrebbero essere escluse le aree in precedenza inserite in zona sismica 4, com'è il caso di Seregno le *costruzioni di tipo 1 e di tipo 2*, per le quali è ammessa la verifica alle Tensioni Ammissibili secondo il D.M. 11.03.1988, con grado di sismicità  $S = 5$ . Si evidenzia, però, che con la D.g.r. 11 luglio 2014 la Regione Lombardia ha riclassificato la zonazione sismica attribuendo a Seregno la zona sismica 3. La normativa è entrata in vigore il 14 Ottobre 2014, anche se la riclassificazione dell'azonamento a livello cartografico è stata differita, dalla stessa Regione Lombardia, di un anno, e richiederà allo strutturista una verifica ulteriore al mutato scenario di prevenzione del rischio sismico. Si procede, comunque, alla verifica secondo esigenze strutturali medie (1,5 kg/cmq).

**La verifica alle tensioni ammissibili** (con fattore di incremento delle azioni pari a 1) porta alla verifica della capacità portante ( $5,22 / 1.5 \text{ kg/cmq} = 3,48 > 3$  (Fs) dal d.m. 11.03.88).

La verifica agli Stati limite in funzione delle esigenze strutturali alle quali possiamo sommare il contributo dei carichi permanenti non strutturali e variabili per relativi parametri (rispettivamente 1,3 e 1,5) porta alla definizione di un valore di progetto dell'azione compatibile nella misura di 2,95 kg/cmq.

**La verifica alla combinazione fondamentale statica** con approccio 1 Combinazione 1 (STR) – A1+M1+R1) con un valore di progetto dell'azione  $E_d = 2,95 \text{ kg}$  è soddisfatta nel caso di fondazioni su terreni di classe B dove la Resistenza  $R_d$  del terreno non viene modificata rispetto al dimensionamento alle tensioni limiti ( $R_d/1$  parametro normativo) e, pertanto  $E_d < R_d$ .

Nella **verifica per stati limite di esercizio (SLE) nella combinazione sismica** entra nel calcolo il coefficiente sismico verticale  $K_v$ , come sopra definito e quantificato.

Ma in questo caso, vista la zona sismica e la situazione sismica sitespecifica il contributo di amplificazione risulta essere contenuto e quanto sopra ancor più per il coefficiente sismico orizzontale, anche in relazione al Taglio Sismico T1 definito dallo strutturista.

Per quanto sopra sono soddisfatte le verifiche agli Stati Limite e si conferma la resistenza dei terreni alle profondità analizzate, tenuto conto dell'amplificazione per i parametri di pericolosità sismica sitespecifici e per le componenti di accelerazione verticali ed orizzontali, nel valore di **1,72 kg/cmq** su sottofondo uniformato nel livello ghiaioso-sabbioso da almeno - 1,80 m. dall'attuale piano campagna, e pertanto compatibili con le esigenze progettuali.

#### 4 – CONCLUSIONI

L'indagine geologico-tecnica realizzata ai sensi del d.m. 14.01.2008, sul terreno sito in Seregno, con accesso da Via Valassina 40, interessata dalla proposta per un intervento a destinazione commerciale, ha rilevato una situazione sostanzialmente omogenea nel sottosuolo, con un livello superficiale costituito da sabbie limose sino a - 1.50/1.80 m, con successivo passaggio a terreni ghiaioso-sabbiosi dotati di buona qualità geotecnica, con una anomalia ubicata nel settore centro-occidentale dell'area di intervento dove le ghiaie si rinvergono a profondità maggiori.

L'analisi litostratigrafia classifica i terreni naturali in classe B sismica "Depositi di sabbie o ghiaie addensate, con graduale miglioramento con la profondità delle proprietà meccaniche e da valori della resistenza penetrometrica. La determinazione della situazione sitospecifica ha consentito di definire i **parametri di pericolosità sismica**, forniti nel testo, e tra questi i relativi allo **stato limite operativo, rispettivamente  $a_g = 0,022$  g;  $F_0 = 2,545$ ;  $T_c = 0,180$ ,  $a_{max} = 0,259$**  dai quali giungere al **coefficiente sismico orizzontale  $K_h = \beta_s * a_{max} / g = 0.005$  e verticale  $= 0,003$** .

Visto il progetto e tenuto conto delle condizioni geotecniche rilevate, si definisce la **portanza ammissibile** per fondazioni poggianti nell'orizzonte ghiaioso-sabbioso dalla profondità di -1,80 dal p.c., il valore di **1,72 kg/cmq**, con cedimento contenuto e compatibile alle esigenze di progetto, al netto di verificare l'intorno di P3 e, nel caso, uniformare la base di fondazione.

La **verifica agli Stati limite Ultimi**, è soddisfatta secondo i parametri incrementali delle azioni e riduttivi delle resistenze, per le esigenze strutturali dell'intervento, e dovranno essere prestate le normali *cautele in fase esecutiva* per la stabilità dei fronti di scavo, anche perché prossimi ad edifici esistenti.

Per quanto sopra si conferma la fattibilità geologico-tecnica ai sensi del **d. m. 14.01.2008** e nulla osta da un punto di vista geologico-tecnico, alla realizzazione degli interventi proposti a Seregno, Via Valassina 40, al netto di adottare i dimensionamenti funzionali individuati con la presente indagine.

Meda - Seregno, 16 Marzo 2015



Dr. Geol. Del Pero Gianbattista

Ordine dei Geologi della Lombardia

al n. 517

## APPENDICE FOTOGRAFICA



**Fig. 1A - Il penetrometro in P2.**



**Fig. 2A - Prova P3 (ambito con la comparsa di ghiaie a profondità maggiori).**



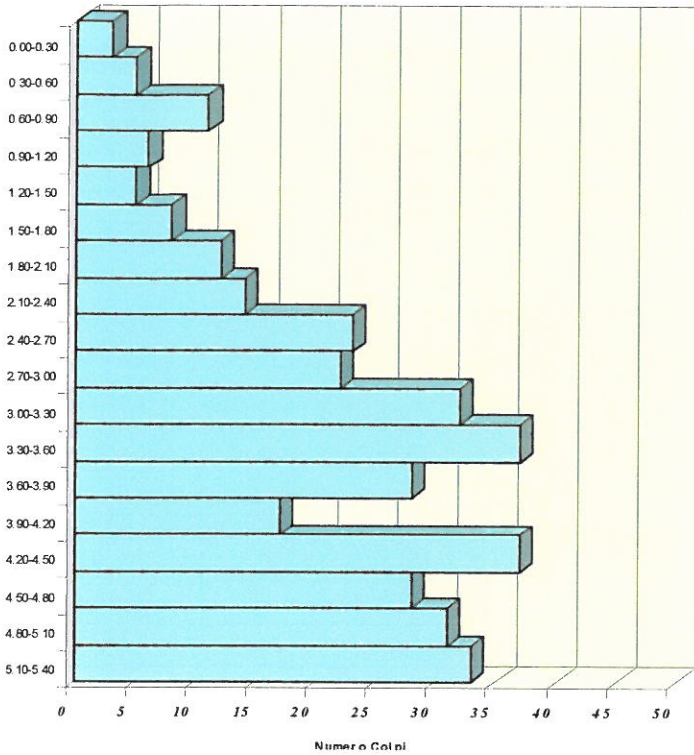
Fig. 3A – Prova P4.



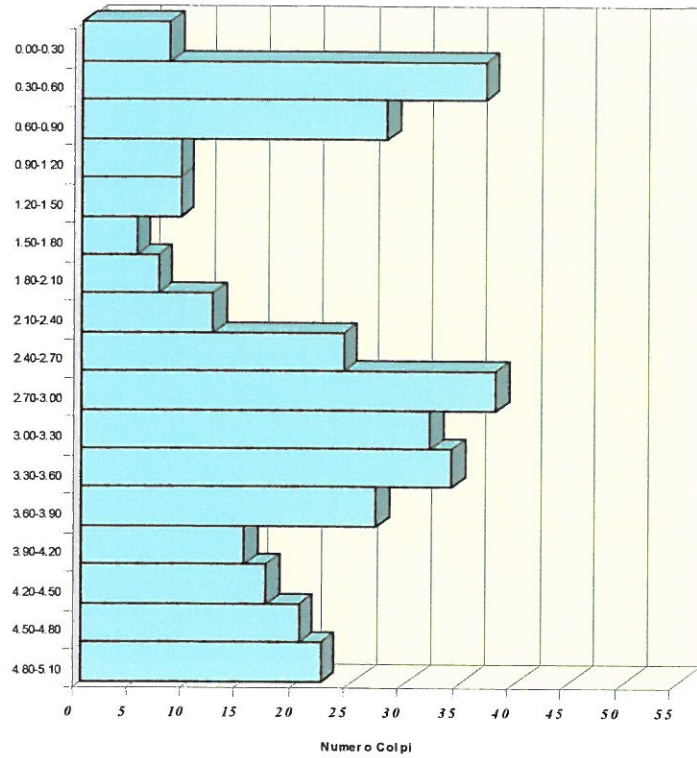
Fig. 4A - Il penetrometro in P5.

Grafici delle prove penetrometriche effettuate

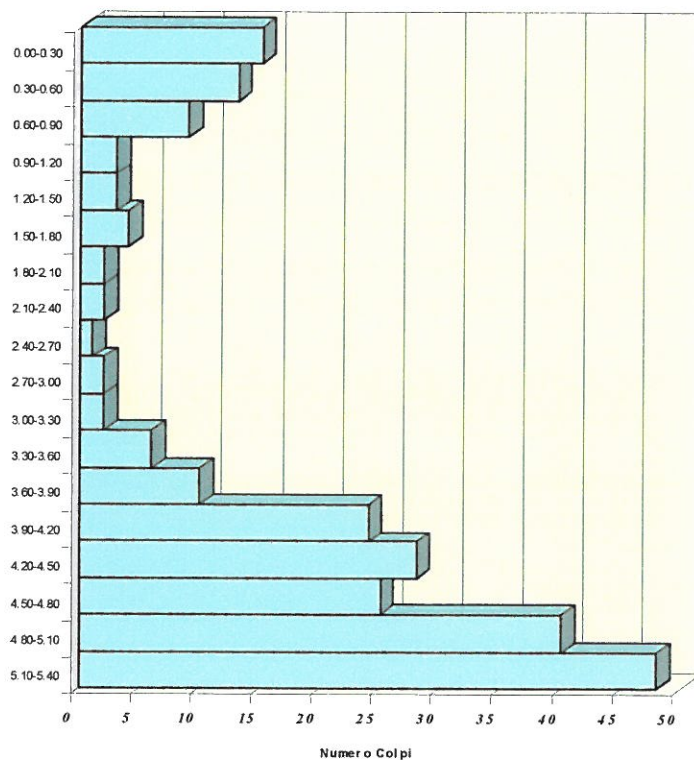
PROVA PENETROMETRICA p1



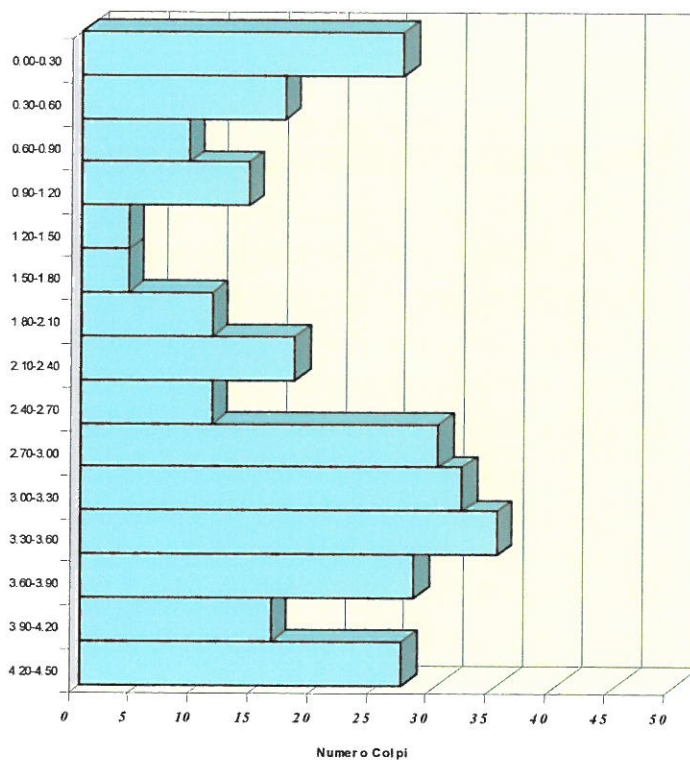
PROVA PENETROMETRICA p2



PROVA PENETROMETRICA p3



**PROVA PENETROMETRICA p4**



**PROVA PENETROMETRICA p5**

