

Rif. L2158

Comune di

Bresso

(Città Metropolitana di Milano)

Piano Attuativo CRR_E

Nuovi edifici residenziali in Via Bologna / Via Seveso

RELAZIONE GEOLOGICA

ai sensi del D.M. 17-01-2018 e della DGR IX 2616/2011

RELAZIONE GEOTECNICA e SISMICA

ai sensi del D.M. 17-01-2018 e della L.R. 33-2015

Committente: **G.D.E. S.r.l**

Vaprio D'Adda, 09/05/2019

Dott. Geol. Carlo Leoni



Vermeer, *Il Geografo* - 1668

**GEOARBOR STUDIO
PROFESSIONALE**

Dr. Geol. Carlo D. Leoni

Iscrizione N° 776 all'Albo
dell'Ordine dei Geologi
della Regione Lombardia
C.F. LNECLD59T23F205Z
Partita IVA 06708220964

- ↘ *Geologia*
- ↘ *Geotecnica*
- ↘ *Idrogeologia*
- ↘ *Indagini ambientali*
- ↘ *Pianificazione territoriale*
- ↘ *Cave, discariche*
- ↘ *Ripristini ambientali*
- ↘ *Indagini geognostiche*
- ↘ *Ingegneria naturalistica*
- ↘ *Pozzi*
- ↘ *Rilievi topografici*
- ↘ *Rilievi GPS*
- ↘ *Laboratorio geotecnico*
- ↘ *Studi Idroelettrici*

Sommario

1. Premessa	2
2. Inquadramento geologico ed idrogeologico dell'area di indagine	6
2.1 Piezometria dell'acquifero freatico nell'area di indagine.....	7
3. Indagini eseguite	9
3.1. Prove penetrometriche dinamiche continue (SCPT)	10
3.2. Sondaggio esplorativo a carotaggio continuo	11
3.3. Prove penetrometriche standard (SPT).....	12
3.4 Prove di permeabilità	13
4. Caratteri litologici e modello geotecnico del sottosuolo	17
5. Gli interventi in progetto e le ipotesi fondazionali	22
6. Analisi dell'azione sismica	23
7. Verifica alla liquefazione	30
8. Verifiche di sicurezza sulle fondazioni ai sensi delle NTC 2018	32
8.1 Verifiche nei confronti degli stati limite ultimi (SLU) - Determinazione delle resistenze (Rd)	32
8.2 Verifiche nei confronti degli stati limite di esercizio (SLE) – Analisi dei cedimenti.....	39
9. Verifica della compatibilità dell'intervento con la fattibilità geologica locale ai sensi della DGR 2616/2011	42

Allegati

- Inquadramento corografico CTR – scala 1:10.000
- Planimetria con ubicazione dei punti di indagine;
- Tabulati e grafici prove penetrometriche dinamiche;
- Stratigrafia sondaggio con documentazione fotografica;
- Prova masw di riferimento (M2);
- Modulistica sismica

Relazione geologica, geotecnica e sismica – realizzazione nuovi edifici residenziali in Via Bologna / Via Seveso a Bresso (MI)

Rif.Geo. L2158		Referente: D.P.
Data elaborato: marzo 2018	Rev1:	Rev2:
GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

1. Premessa

In seguito all'incarico conferito dalla società G.D.E. S.r.l. è stata eseguita una campagna di indagini geognostiche volta alla definizione delle caratteristiche geologiche, geotecniche, idrogeologiche e sismiche dell'area sita all'angolo tra Via Bologna e Via Seveso nel Comune di Bresso (MI), nell'ambito del "Piano Attuativo CRR_E", che prevede la realizzazione di nuovi edifici residenziali e di un nuovo parco pubblico. L'area oggetto dell'intervento si colloca nel settore sud-ovest dell'abitato di Bresso e si presenta come una superficie planare posta ad una quota media di circa 145 m s.l.m.



Fig. 1 - Inquadramento corografico dell'area di intervento (fonte: Google Earth)

L'indagine è stata programmata ed esperita sulla base della normativa ministeriale oggetto del **D.M. 17.01.2018** concernente aggiornamento delle "Norme tecniche

Relazione geologica, geotecnica e sismica – realizzazione nuovi edifici residenziali in Via Bologna / Via Seveso a Bresso (MI)

Rif.Geo. L2158		Referente: D.P.
Data elaborato: marzo 2018	Rev1:	Rev2:
GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

sulle costruzioni". Tale caratterizzazione è importante non solo per una corretta scelta e dimensionamento delle strutture di fondazione, ma anche perchè a seguito di detto D.M. è necessario verificare i parametri sismici della zona.

Considerata l'entità delle opere da realizzarsi e considerate le caratteristiche geomeccaniche dei terreni della zona, si è proceduto all'esecuzione di **n.1 sondaggio geognostico (S1)** a carotaggio continuo spinto fino alla profondità di -10 m dal p.c., di **n.3 prove penetrometriche SPT** in foro di sondaggio, **n.7 prove penetrometriche dinamiche SCPT**, con le quali si è potuto verificare il comportamento geomeccanico del sottosuolo di fondazione delle opere in progetto. All'interno del foro di sondaggio sono state inoltre eseguite **n. 2 prove di permeabilità**.

Considerate le caratteristiche litostratigrafiche e geomeccaniche dei terreni presenti nell'ambito della zona indagata e tenuto in considerazione l'estensione del lotto da indagare, si ritiene che le indagini eseguite siano sufficienti per poter caratterizzare i terreni in oggetto. Tale scelta è avvalorata dalla conoscenza delle aree circostanti a quella di intervento che in un intorno significativo presentano caratteristiche litostratigrafiche e geomeccaniche simili.

Sulla base del **D.g.r. 11 luglio 2014 - n. X/2129** "Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)", **il territorio comunale di Bresso è stato classificato come ZONA 3**. In riferimento a quest'ultima normativa, sulla base della litostratigrafia rilevata, è possibile attribuire ai terreni indagati il profilo stratigrafico del **suolo di fondazione di "tipo C"**. Tale profilo deriva dalle analisi sismiche condotte dal sottoscritto a livello di studio geologico comunale allegato al PGT, in cui emerge che tutto il territorio comunale è classificabile come suolo di tipo "C"; in particolare si è fatto riferimento alla prova sismica masw "M2" (vedi risultanze in allegato) eseguita a circa 150 m di distanza in direzione Sud. Inoltre dall'analisi di II livello eseguita

Relazione geologica, geotecnica e sismica – realizzazione nuovi edifici residenziali in Via Bologna / Via Seveso a Bresso (MI)

Rif. Geo. L2158		Referente: D.P.
Data elaborato: marzo 2018	Rev1:	Rev2:
GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

(vedi apposito paragrafo) il fattore di amplificazione sismica F_a locale risulta comunale $<$ del valore di F_a soglia previsto dalla Regione Lombardia.

Come superficie di riferimento (0 RIF.) a cui riportare tutte le quote di progetto è stato scelto il p.c. su cui sono state eseguite le indagini posto a una quota altimetrica di circa 145 m s.l.m.

Nello specifico la relazione viene così articolata:

- definizione delle condizioni geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche locali;
- definizione del modello geotecnico del sottosuolo e parametrizzazione dei terreni;
- Valutazione degli effetti sismici di sito e definizione della categoria sismica del suolo di fondazione;
- Valutazione della capacità portante dei terreni;
- Verifica dei cedimenti fondazionali.
- Valutazione della permeabilità dei terreni superficiali

Relazione geologica, geotecnica e sismica – realizzazione nuovi edifici residenziali in Via Bologna / Via Seveso a Bresso (MI)

<i>Rif. Geo. L2158</i>		<i>Referente: D.P.</i>
<i>Data elaborato: marzo 2018</i>	<i>Rev1:</i>	<i>Rev2:</i>
<i>GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda</i>	<i>Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964</i>	<i>www.geoarbor.it info@geoarbor.it</i>

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- ✓ D.M. 14 Gennaio 2008: Norme tecniche per le costruzioni
- ✓ CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n. 617: Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. (GU n. 47 del 26-2-2009 - Suppl. Ordinario n.27)
- ✓ Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20/03/2003
- ✓ Eurocodice 7: Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.
- ✓ Eurocodice 8: Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.
- ✓ D.G.R. n. 2616/2011 criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12 – testo integrale
- ✓ D.G.R. n. 2129/14 Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia. Disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche
- ✓ LR 33/15 Disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche. Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica
- ✓ D.G.R. n. 5001/16 Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica
- ✓ D.M. 17 Gennaio 2018: Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"

Relazione geologica, geotecnica e sismica – realizzazione nuovi edifici residenziali in Via Bologna / Via Seveso a Bresso (MI)

<i>Rif. Geo. L2158</i>		<i>Referente: D.P.</i>
<i>Data elaborato: marzo 2018</i>	<i>Rev1:</i>	<i>Rev2:</i>
<i>GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda</i>	<i>Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964</i>	<i>www.geoarbor.it info@geoarbor.it</i>

2. Inquadramento geologico ed idrogeologico dell'area di indagine

Dal punto di vista geologico, la zona in esame (come il resto del territorio comunale), è parte integrante di un vasto ripiano alluvionale di età pleistocenica impostato su depositi alluvionali noti nella letteratura geologica come "Fluvioglaciale Würm" o "Diluvium recente".

Tali depositi, che costituiscono il cosiddetto "Livello Fondamentale della Pianura" (L.F.P.), sono contraddistinti da terreni prevalentemente ghiaiosi e sabbioso-ghiaiosi, con progressiva diminuzione della granulometria procedendo verso i settori meridionali.

La litologia caratteristica del Diluvium Recente è rappresentata da ghiaia e sabbia debolmente limosa inglobante ciottoli di dimensioni variabili da 20 a 35 cm e rari trovanti. I caratteri sedimentologici specifici sono quelli dei depositi alluvionali: clasti con grado di arrotondamento variabile da subarrotondato ad arrotondato e alterazione limitata o assente.

Le risultanze delle indagini effettuate nell'area di intervento hanno evidenziato un'elevata uniformità dei terreni confermando la natura essenzialmente ghiaioso-sabbiosa di tali depositi, con percentuali di limo e di ciottoli variabili in funzione della profondità.

Il comportamento geotecnico dei terreni viene pertanto assunto prevalentemente di tipo incoerente, con resistenza al taglio in condizioni drenate e cedimenti di tipo immediato senza componenti secondarie differite nel tempo (consolidazione).

Relazione geologica, geotecnica e sismica – realizzazione nuovi edifici residenziali in Via Bologna / Via Seveso a Bresso (MI)

<i>Rif. Geo. L2158</i>		<i>Referente: D.P.</i>
<i>Data elaborato: marzo 2018</i>	<i>Rev1:</i>	<i>Rev2:</i>
<i>GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda</i>	<i>Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964</i>	<i>www.geoarbor.it info@geoarbor.it</i>

2.1 Piezometria dell'acquifero freatico nell'area di indagine

L'indagine geognostica, secondo le attese, non ha rilevato la presenza di una falda idrica superficiale che si trova, sulla base delle conoscenze idrogeologiche locali, ad una profondità >15 m rispetto al piano campagna, con oscillazioni stagionali poco significative.

In particolare l'area di interesse, come visibile dallo stralcio in fig. 2 derivante dalla Carta Idrogeologica allegata al PGT comunale, presenta un livello di soggiacenza dell'acquifero libero compreso tra i 19 e 20 m dal p.c. La vulnerabilità della risorsa idrica sotterranea viene identificata come "Moderata".

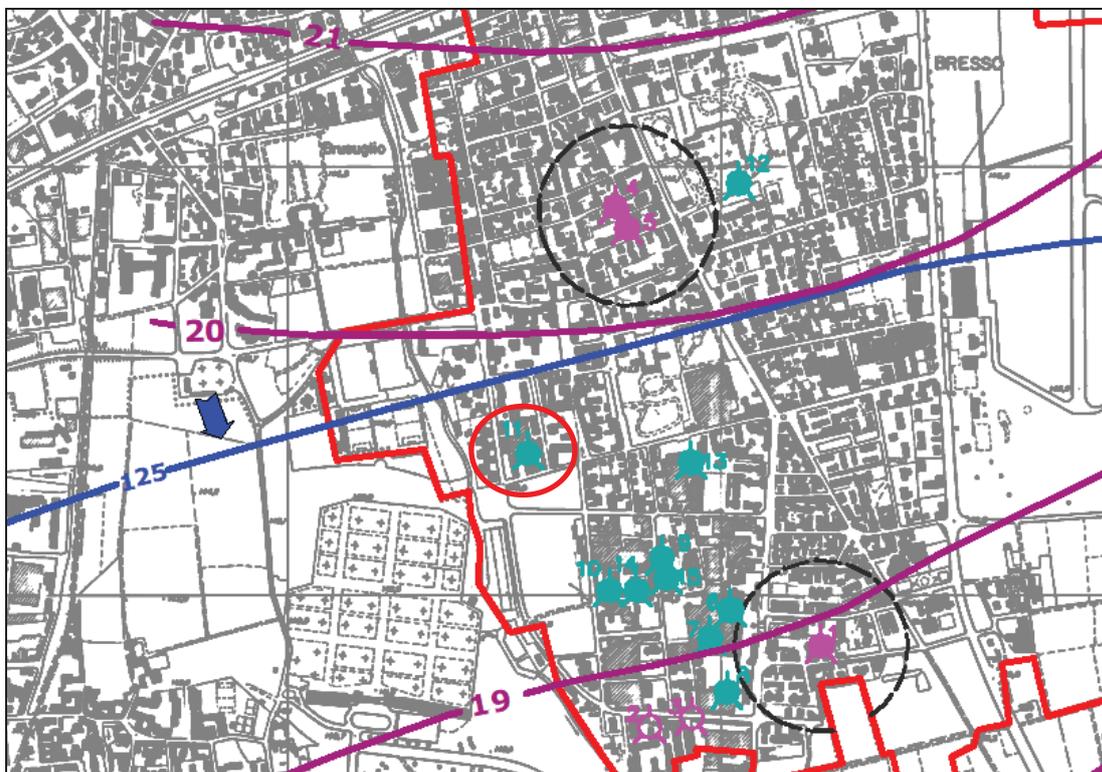


Fig. 2 - Estratto della Carta Idrogeologica

Fonte: Componente Geologica del PGT Comune di Bresso, in rosso l'area di studio.

Relazione geologica, geotecnica e sismica – realizzazione nuovi edifici residenziali in Via Bologna / Via Seveso a Bresso (MI)

Rif.Geo. L2158		Referente: D.P.
Data elaborato: marzo 2018	Rev1:	Rev2:
GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

Caratteristiche dell'acquifero freatico

Linee isopiezometriche e relativa quota in metri s.l.m. dati riferiti al mese di Settembre 2013

Direzione di deflusso della falda freatica

Linee di isosoggiacenza della falda freatica e relativa quota in metri dal p.c. dati riferiti al mese di Settembre 2013

Falda freatica, fonte: SIA Città Metropolitana di Milano, dati riferiti al mese di Settembre 2013

Pozzi pubblici e relative fasce di rispetto / pozzi privati

Pozzi pubblici attivi e relativo n° d'ordine

Pozzi pubblici dismessi e relativo n° d'ordine

Pozzi privati e relativo n° d'ordine

Fasce di rispetto delle captazioni idropotabili, individuata mediante criterio geometrico - raggio 200 metri

Considerando pertanto le caratteristiche strutturali in progetto e le condizioni idrogeologiche generali è da escludere un'interazione diretta della falda con le strutture in progetto.

Relazione geologica, geotecnica e sismica – realizzazione nuovi edifici residenziali in Via Bologna / Via Seveso a Bresso (MI)

Rif.Geo. L2158		Referente: D.P.
Data elaborato: marzo 2018	Rev1:	Rev2:
GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

3. Indagini eseguite

Per la caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni è stata eseguita una campagna di indagini geognostiche così articolata:

- n. **7** prove penetrometriche dinamiche continue (SCPT);
- n. **1** sondaggio geognostico a carotaggio continuo;
- n. **3** prove penetrometriche standard (SPT) in foro di sondaggio;
- n. **2** prove di permeabilità in foro di sondaggio.

L'ubicazione delle indagini effettuate viene riportata nella planimetria in allegato.

Per la valutazione delle caratteristiche sismiche dell'area oggetto di intervento si è fatto riferimento alla prova sismica masw "M2" (vedi risultati in allegato), eseguita dal sottoscritto nell'ambito del PGT comunale a circa di 150 metri di distanza in direzione Sud (vedi ubicazione in fig. 3).

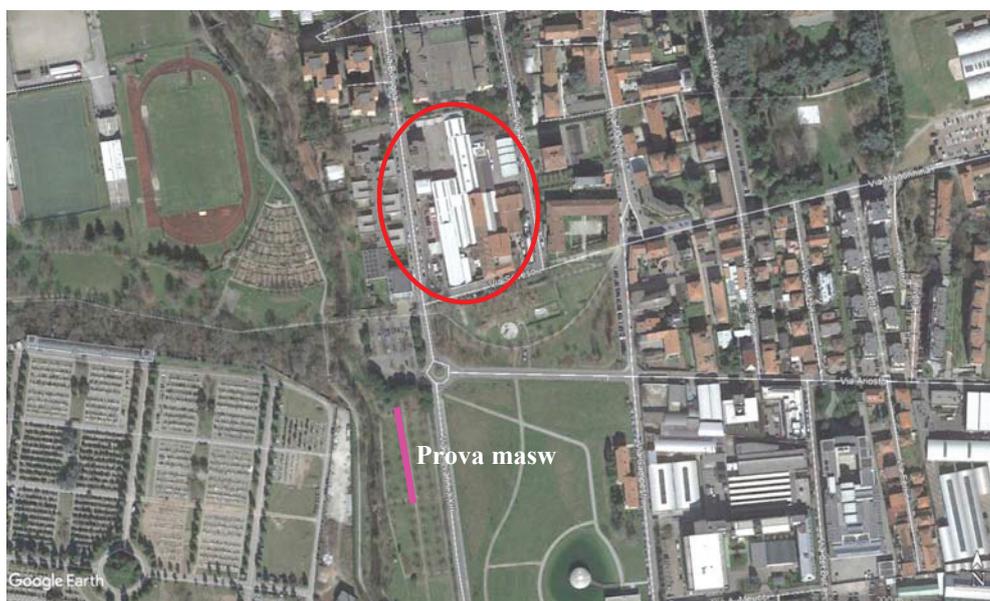


Fig. 3 – ubicazione prova masw "M2" di riferimento

Relazione geologica, geotecnica e sismica – realizzazione nuovi edifici residenziali in Via Bologna / Via Seveso a Bresso (MI)

Rif. Geo. L2158		Referente: D.P.
Data elaborato: marzo 2018	Rev1:	Rev2:
GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

Come superficie di riferimento (0 RIF.) a cui riportare tutte le quote riportate di seguito è stato scelto il PIANO CAMPAGNA sul quale sono state eseguite le indagini.

3.1. Prove penetrometriche dinamiche continue (SCPT)

Le prove sono state eseguite con penetrometro dinamico PAGANI tipo TG 63/100 KN che, secondo la normativa europea I.S.S.M.F.E. '88, è paragonabile ad un DPSH (Dynamic Probing Super Heavy). Le caratteristiche dello strumento utilizzato corrispondono alla nuova categoria di standard internazionale.

La prova consiste nell'infissione lungo la direzione del filo a piombo di una punta conica metallica, posta all'estremità di un'asta d'acciaio, in seguito alla discesa di un maglio di peso pari a 73 Kg direttamente sulla testa di battuta da un'altezza di caduta di 75cm.

Viene registrato il numero di colpi necessari per l'infissione di 30 cm delle aste nel terreno (N_{SCPT}) in modo continuo, fornendo delle indicazioni sui parametri geotecnici in funzione della resistenza che il terreno stesso offre alla penetrazione. Per quanto riguarda la conversione dei valori di resistenza alla penetrazione dinamica nei corrispondenti valori di Standard Penetration Test (SPT) la relazione tra i due valori è generalmente regolata da rapporti empirici basati sullo studio di esperienze pratiche (funzione della litologia e del rendimento dello strumento).

Le caratteristiche tecniche principali vengono riassunte di seguito:

- ✓ peso massa battente 73 Kg
- ✓ altezza di caduta 0.75 m
- ✓ lunghezza aste 0.90 m
- ✓ diametro aste 34 mm
- ✓ diametro punta conica 51 mm
- ✓ angolo del cono 60°

Relazione geologica, geotecnica e sismica – realizzazione nuovi edifici residenziali in Via Bologna / Via Seveso a Bresso (MI)

<i>Rif. Geo. L2158</i>		<i>Referente: D.P.</i>
<i>Data elaborato: marzo 2018</i>	<i>Rev1:</i>	<i>Rev2:</i>
<i>GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda</i>	<i>Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964</i>	<i>www.geoarbor.it info@geoarbor.it</i>

In tutte le prove è stata raggiunta la situazione di rifiuto meccanico all'avanzamento della punta, corrispondente al superamento di 100 colpi/piede, dovuto al raggiungimento di un livello molto addensato o di un grosso ciottolo o trovante. Le prove hanno comunque raggiunto una profondità più che sufficiente per la comprensione delle problematiche inerenti il sistema terreno-fondazione. Di seguito si riportano le profondità raggiunte in corrispondenza di ciascuna prova.

Prova	Profondità in metri da p.c. (0 RIF.)	Rifiuto
P1	-7,8 m	Si
P2	-8,4 m	Si
P3	-5,4 m	Si
P4	-6,0 m	Si
P5	-9,0 m	Si
P6	-5,7 m	Si
P7	-5,4 m	Si

3

3.2. Sondaggio esplorativo a carotaggio continuo

Il sondaggio geognostico (S1) è stato eseguito tramite impiego di una sonda idraulica, con tecnica a rotazione a carotaggio continuo e rivestimento delle pareti del foro, ed è stato spinto fino ad una profondità di -10 m dal p.c.

Le operazioni di carotaggio sono state eseguite con utilizzo di acqua e recupero integrale del terreno attraversato. E' stato utilizzato un carotiere semplice con diametro di 101 mm; per il rivestimento del foro sono stati utilizzati tubi con diametro di 127 mm.

Il materiale prelevato è stato alloggiato in apposite cassette catalogatrici, successivamente conservate nella zona di cantiere.

La stratigrafia dettagliata del sondaggio eseguito viene riportata in allegato corredata dalla documentazione fotografica delle carote di terreno.

Relazione geologica, geotecnica e sismica – realizzazione nuovi edifici residenziali in Via Bologna / Via Seveso a Bresso (MI)

<i>Rif. Geo. L2158</i>		<i>Referente: D.P.</i>
<i>Data elaborato: marzo 2018</i>	<i>Rev1:</i>	<i>Rev2:</i>
<i>GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda</i>	<i>Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964</i>	<i>www.geoarbor.it info@geoarbor.it</i>



Fig. 4 – Operazioni di carotaggio S1

3.3. Prove penetrometriche standard (SPT)

All'interno del foro di sondaggio S1 sono state eseguite n°3 prove penetrometriche standard SPT, i cui risultati sono riassunti nella tabella seguente.

Sondaggio	Profondità (m da 0 rif.)	Valori N (n°colpi x 15cm di	Valori N _{spt}
S1	3.00 ÷ 3.45	7-8-39	47
	6.00 ÷ 6.45	7-7-11	18
	9.00 ÷ 9.45	> 50 RIF	RIF

Relazione geologica, geotecnica e sismica – realizzazione nuovi edifici residenziali in Via Bologna / Via Seveso a Bresso (MI)

Rif. Geo. L2158		Referente: D.P.
Data elaborato: marzo 2018	Rev1:	Rev2:
GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

La prova SPT avviene a fondo foro di sondaggio, in fase di avanzamento, consentendo l'investigazione di specifici livelli posti a determinate profondità. Ciascuna prova si riferisce al valore della resistenza del terreno offerta per l'infissione di un tratto di 45cm (espresso con tre valori, riferiti a 15 cm ciascuno). La prova giunge a rifiuto (R) quando supera i 50 colpi per un avanzamento minore di 15 cm.

Per l'esecuzione delle prove è stata utilizzata un'attrezzatura avente le caratteristiche tecniche di seguito riportate:

- ✓ *maglio in acciaio del peso di 63.5kg*
- ✓ *caduta libera del maglio di 760mm*
- ✓ *dispositivo con sganciamento automatico del maglio*
- ✓ *punta conica con angolo di 60°*
- ✓ *aste \varnothing 50 mm / spessore 5.9 mm*

3.4 Prove di permeabilità

Le prove Lefranc, nella versione modificata dall'Associazione Geotecnica Italiana (AGI), permettono di determinare la permeabilità di terreni al di sopra o al di sotto del livello di falda.

Per la prova sono state rispettate le seguenti prescrizioni:

- le pareti della perforazione sono state rivestite con una tubazione per tutto il tratto del sondaggio non interessato dalla prova;
- il tratto di prova, tasca, è stato riempito con materiale filtrante di granulometria adatta.

Le prove si dividono in prove a carico costante o a carico variabile.

Nel nostro caso specifico entrambe le prove sono state eseguite a carico variabile.

Relazione geologica, geotecnica e sismica – realizzazione nuovi edifici residenziali in Via Bologna / Via Seveso a Bresso (MI)

<i>Rif.Geo. L2158</i>		<i>Referente: D.P.</i>
<i>Data elaborato: marzo 2018</i>	<i>Rev1:</i>	<i>Rev2:</i>
<i>GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda</i>	<i>Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964</i>	<i>www.geoarbor.it info@geoarbor.it</i>

Modalità di esecuzione e di calcolo

Le prove di abbassamento (K1 e K2) sono state svolte nel foro di sondaggio ad una profondità rispettivamente di -3,5 m e -6,0 m dal piano campagna; la stessa è stata eseguita riempiendo il foro d'acqua per un'altezza nota e misurando la velocità di abbassamento del livello (cfr. figura seguente).

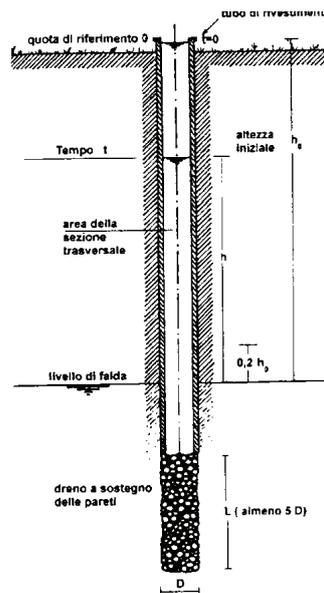


Fig. 5 – Schema operativo di una prova Lefranc a carico variabile

Per le prove a carico variabile il coefficiente di permeabilità è dato dalla:

$$k = \frac{A}{C_L(t_2 - t_1)} \ln \frac{h_1}{h_2}$$

dove:

A = area di base del foro di sondaggio;

h_1 e h_2 = altezza dei livelli d'acqua nel foro rispetto al livello della falda indisturbata o al fondo del foro stesso agli istanti t_1 e t_2 ;

t_1 e t_2 = tempi ai quali si misurano h_1 e h_2 ;

Relazione geologica, geotecnica e sismica – realizzazione nuovi edifici residenziali in Via Bologna / Via Seveso a Bresso (MI)

Rif. Geo. L2158		Referente: D.P.
Data elaborato: marzo 2018	Rev1:	Rev2:
GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

C_L = coefficiente di forma dipendente dell'area del foro di sondaggio e dalla lunghezza del tratto di foro scoperto.

Per il coefficiente C_L sono suggeriti i seguenti valori:

$$L \gg d \quad C_L = L$$

$$L \leq d \quad C_L = 2\pi d + L$$

dove L è la lunghezza del tratto di foro scoperto e d il diametro del foro.

Nella tabella seguente vengono riassunte le caratteristiche salienti delle prove realizzate.

Prova Lefranc	Profondità del foro da p.c.	Lunghezza tratto filtrante (tasca)	Diametro del foro	Sporgenza tubo rivestimento da p.c.
k1	-3,5 m	0,50 m	0,127 m	+1,00 m
K2	-6,0 m	0,50 m	0,127 m	+1,00 m

Risultati e considerazioni

Entrambe le prove non è stato possibile misurare i valori di abbassamento del livello idrico all'interno del foro, troppo rapidi per essere rilevati con lo strumento.

Il valore di permeabilità (k) è stato quindi stimato facendo il rapporto tra la portata assorbita durante la prova e l'area del foro, ottenendo il risultato mostrato in tabella.

Prova	Portata assorbita (l/s)	Litologia terreni	K (m/sec)	K (cm/sec)
k1	2,75	Ghiaie sabbiose (orizzonte B)	$2,5 \times 10^{-2}$	2,5
K2	2,52	Ghiaie sabbiose (orizzonte B)	$2,3 \times 10^{-2}$	2,3

Relazione geologica, geotecnica e sismica – realizzazione nuovi edifici residenziali in Via Bologna / Via Seveso a Bresso (MI)

Rif. Geo. L2158		Referente: D.P.
Data elaborato: marzo 2018	Rev1:	Rev2:
GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

Il valore di permeabilità rilevato e utilizzato per i calcoli seguenti, caratteristico dei terreni superficiali analizzati, risulta essere mediamente pari a $K = 2,4 \cdot 10^{-2}$ m/s (2,5 cm/s). Tale valore mediato tra le due prove permette quindi di collocare i terreni in esame tra le **formazioni contraddistinte da un grado di permeabilità buona** (vedi tabella seguente).

COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' "k" in cm/sec (scala logaritmica)

	10^2	10^1	1,0	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}
PERMEABILITA'	BUONA			SCARSA				PRATICAMENTE NULLA				
TIPO DI TERRENO	GHIAIA PULITA		SABBIE PULITE, MESCOLANZE DI SABBIA PULITA E GHIAIA		SABBIE MOLTO FINI, LIMI ORGANICI E INORGANICI, MESCOLANZE DI SABBIE LIMO E ARGILLA, TILL GLACIALE DEPOSITI STRATIFICATI DI ARGILLA, ECC				TERRENI IMPERMEABILI CIOE' ARGILLE OMOGENEE AL DI SOTTO DELLA ZONA INFLUENZATA DAGLI AGENTI ATMOSFERICI			
	TERRENI IMPERMEABILI MODIFICATI DALL'AZIONE DELLA VEGETAZIONE E DEGLI AGENTI ATMOSFERICI											

Classificazione dei terreni in funzione della permeabilità.

Relazione geologica, geotecnica e sismica – realizzazione nuovi edifici residenziali in Via Bologna / Via Seveso a Bresso (MI)

Rif.Geo. L2158		Referente: D.P.
Data elaborato: marzo 2018	Rev1:	Rev2:
GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

4. Caratteri litologici e modello geotecnico del sottosuolo

La ricostruzione delle caratteristiche del sottosuolo della zona indagata è basata sul censimento dei dati esistenti (stratigrafie dei pozzi comunali, indagini geotecniche, scavi, ecc.), oltre che ovviamente dall'esame delle prove penetrometriche dinamiche eseguite.

Lo schema litostratigrafico del sottosuolo può essere così riassunto:

- 0,0 – 3,0 m dal p.c. Sabbie e ghiaie con ciottoli poco o moderatamente addensate – ORIZZONTE A
- Oltre 3,0 m dal p.c. Ghiaie sabbiose con ciottoli ben addensate – ORIZZONTE B

Le risultanze delle prove, confrontate con i dati a disposizione dello scrivente per questo settore del territorio comunale, contribuiscono a definire un modello in cui i terreni di substrato si presentano geomeccanicamente e litostratigraficamente **MOLTO UNIFORMI** su tutta la superficie indagata.

Le indagini eseguite hanno consentito di individuare terreni alluvionali in cui la litozona superficiale (**orizzonte A**) è costituita da sabbie e ghiaie con ciottoli poco o moderatamente addensate fino ad una profondità di circa 3,0 m dal p.c.; tale orizzonte possiede limitate proprietà geotecniche come testimoniano le risultanze delle prove eseguite. Oltre tale profondità si riscontra un orizzonte costituito da ghiaie e sabbie ciottolose ben addensate (**orizzonte B**), aventi caratteristiche geotecniche buone, che si rinviene fino alle massime profondità investigate (8-9 m dal p.c.).

Per il modello geotecnico del sottosuolo utile per le elaborazioni analitiche contenute di seguito, i terreni investigati possono essere quindi suddivisi in 2 unità litotecniche (orizzonti) sovrapposte, sulla base dei valori di resistenza

Relazione geologica, geotecnica e sismica – realizzazione nuovi edifici residenziali in Via Bologna / Via Seveso a Bresso (MI)

Rif. Geo. L2158		Referente: D.P.
Data elaborato: marzo 2018	Rev1:	Rev2:
GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

penetrometrica e probabilmente delle caratteristiche litologiche prevalenti. Ciascuna unità risulta contraddistinta da caratteristiche omogenee dal punto di vista geologico-tecnico.

I parametri geotecnici vengono ricavati dalle correlazioni proposte in letteratura in funzione dei valori di N_{spt} , a loro volta ricavati dai valori della prova penetrometrica dinamica (N_{scpt}), tramite la seguente relazione: $N_{spt} = N_{scpt} \times 1.5$, considerata la presenza di terreno incoerente di natura prevalentemente sabbioso/ghiaiosa (fattore di conversione normalmente usato in terreni simili a quello in esame).

Ai tre livelli determinati si attribuiscono i seguenti parametri geotecnici. I valori di ϕ e di E sono in realtà i “**valori caratteristici**” (fk) ottenuti partendo dai valori medi. Per definizione il valore caratteristico rappresenta la soglia al di sotto della quale si colloca non più del 5% dei valori desumibili da una serie teoricamente illimitata di prove.

Orizzonte A

Si rinviene in superficie fino ad una profondità di circa -3,0 m dal p.c. in corrispondenza di valori di N_{scpt} oscillanti attorno a 4÷6 colpi/piede, indicativi di terreni sciolti o poco addensati con caratteristiche geologico-tecniche limitate. Litologicamente viene assunta a composizione prevalentemente sabbioso-ghiaiosa poco addensata. Di seguito si propone la relativa parametrizzazione.

Parametro	Valore	Unità di misura
N_{scpt} (colpi da prova Scpt)	4 ÷ 6	colpi/piede
N_{spt} (colpi da prova Spt)	6 ÷ 9	colpi/piede
γ (peso di volume)	17,5	KN/m ³
ϕ (angolo di attrito)	27	°
c (coesione)	-	Kg/cm ²
E (modulo di deformazione)	100	Kg/cm ²
Dr (densità relativa)	30	%

Relazione geologica, geotecnica e sismica – realizzazione nuovi edifici residenziali in Via Bologna / Via Seveso a Bresso (MI)

<i>Rif. Geo. L2158</i>		<i>Referente: D.P.</i>
<i>Data elaborato: marzo 2018</i>	<i>Rev1:</i>	<i>Rev2:</i>
<i>GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda</i>	<i>Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964</i>	<i>www.geoarbor.it info@geoarbor.it</i>

Orizzonte B

Viene individuata inferiormente alla precedente, in corrispondenza di valori di N_{spt} di circa >25 colpi/piede, esplicativi di terreni addensati con caratteristiche geologico tecniche buone. Litologicamente la litozona viene assunta a composizione ghiaioso-sabbiosa con ciottoli.

Di seguito si indicano i valori indicativi dei principali parametri geotecnici associati.

Parametro	Valore	Unità di misura
N_{dcpt} (colpi da prova Dcpt)	>25	colpi/piede
N_{spt} (colpi da prova Spt)	>37	colpi/piede
γ (peso di volume)	19,5	KN/m ³
ϕ (angolo di attrito)	35	°
c (coesione)	0	Kg/cm ²
E (modulo di deformazione)	350	Kg/cm ²
Dr (densità relativa)	>70	%

Il comportamento del terreno nei confronti delle sollecitazioni indotte dai carichi fondazionali viene considerato di tipo prevalentemente frizionale, per la predominanza delle componenti grossolane su quelle fini coesive, con resistenza al taglio in condizioni drenate e assenza di significative componenti secondarie per consolidazione.

Relazione geologica, geotecnica e sismica – realizzazione nuovi edifici residenziali in Via Bologna / Via Seveso a Bresso (MI)

<i>Rif.Geo. L2158</i>		<i>Referente: D.P.</i>
<i>Data elaborato: marzo 2018</i>	<i>Rev1:</i>	<i>Rev2:</i>
<i>GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda</i>	<i>Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964</i>	<i>www.geoarbor.it info@geoarbor.it</i>

Nella tabella seguente si fornisce la visualizzazione delle diverse litozone con relativi spessori rilevati in corrispondenza delle prove eseguite.

	Orizzonte A – terreno poco o moderatamente addensato
	Orizzonte B – terreno ben addensato

Profondità (m) dal p.c.		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
0,00	-0,30	54	58	48	-	-	-	-
-0,30	-0,60	7	6	5	7	5	5	-
-0,60	-0,90	5	5	3	11	13	5	-
-0,90	-1,20	4	3	8	4	10	5	-
-1,20	-1,50	4	3	7	6	6	6	-
-1,50	-1,80	4	5	4	6	5	9	-
-1,80	-2,10	4	4	5	6	7	9	-
-2,10	-2,40	3	4	4	5	7	4	-
-2,40	-2,70	3	3	2	5	4	9	-
-2,70	-3,00	7	2	9	18	7	18	2
-3,00	-3,30	26	4	25	15	11	41	3
-3,30	-3,60	33	21	24	12	20	57	6
-3,60	-3,90	40	28	16	62	61	51	8
-3,90	-4,20	33	44	19	48	39	55	52
-4,20	-4,50	30	50	15	53	33	42	52
-4,50	-4,80	28	33	11	43	43	20	47
-4,80	-5,10	31	33	8	26	52	26	33
-5,10	-5,40	41	31	100	31	27	30	100
-5,40	-5,70	52	48		41	28	100	
-5,70	-6,00	43	31		100	22		
-6,00	-6,30	42	21			31		
-6,30	-6,60	20	13			34		
-6,60	-6,90	13	18			25		
-6,90	-7,20	19	20			20		
-7,20	-7,50	35	29			24		
-7,50	-7,80	100	25			16		
-7,80	-8,10		29			24		
-8,10	-8,40		100			42		
-8,40	-8,70					43		
-8,70	-9,00					100		
-9,00	-9,30							
-9,30	-9,60							
-9,60	-9,90							

Relazione geologica, geotecnica e sismica – realizzazione nuovi edifici residenziali in Via Bologna / Via Seveso a Bresso (MI)

Rif. Geo. L2158		Referente: D.P.
Data elaborato: marzo 2018	Rev1:	Rev2:
GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

I parametri geotecnici sono stati calcolati mediante le correlazioni proposte in letteratura che vengono specificate di seguito.

Densità relativa

La densità relativa è stata ricavata con la seguente relazione di Gibbs & Holtz (1957), valida per terreni sabbiosi normal consolidati:

$$D_r = 21 [N_{spt} / (\sigma + 0.7)]$$

Peso di volume

Il peso di volume è stato scelto nell'ambito dei normali intervalli di variazione, in funzione della granulometria e del grado di addensamento del terreno stesso.

Angolo di attrito

L'angolo di attrito interno è stato ricavato dalla seguente correlazione proposta da Meyerhof che meglio si adatta alle connotazioni geotecniche in esame: $\phi = 23.7 + 0.57 N_{spt} - 0.006 (N_{spt})^2$

Modulo elastico

il modulo elastico è stato calcolato attraverso la media delle seguenti correlazioni di Webb-D'Apollonia che lo legano ai valori di resistenza penetrometrica e alla litologia predominante:

$$E = 320 (N+15) \quad [x \text{ sabbie argillose}]$$

$$E = 300 (N+6) \quad [x \text{ sabbie limose}]$$

$$E = 600 (N+6) \quad [x \text{ sabbie ghiaiose}]$$

(Dove $N = N_{spt} * 70 / 55$ (fattore correttivo))

Coazione non drenata

Considerata la natura incoerente dei terreni si è considerato un valore nullo di coazione.

Relazione geologica, geotecnica e sismica – realizzazione nuovi edifici residenziali in Via Bologna / Via Seveso a Bresso (MI)

Rif. Geo. L2158		Referente: D.P.
Data elaborato: marzo 2018	Rev1:	Rev2:
GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

5. Gli interventi in progetto e le ipotesi fondazionali

L'intervento in progetto prevede la realizzazione di n.3 nuovi edifici residenziali disposti su 7 livelli fuori terra, con unico livello interrato adibito a box e cantine.

L'indagine eseguita ha consentito di individuare terreni alluvionali in cui la litozona superficiale (**ORIZZONTE A**) è costituita da sabbie ghiaiose poco o moderatamente addensate fino ad una profondità di -3,0 m dal p.c. A partire da tale profondità si registra un netto aumento della resistenza alla penetrazione (Nspt medio >25 colpi), dovuto alla presenza di litologie ghiaiose-sabbiose-ciottolose ben addensate (**ORIZZONTE B**).

Dalle conoscenze idrogeologiche locali la falda superficiale è posta ad una profondità >15 m dal p.c. e si esclude quindi che essa possa interferire con le opere in progetto.

Tenuto conto che il piano di posa delle fondazioni è previsto ad una profondità $\geq 3,5$ m da 0 RIF. per la presenza del piano interrato, le fondazioni saranno impostate interamente sull'orizzonte B, costituito da sabbie e ghiaie con ciottoli e caratterizzato da valori di resistenza elevati con proprietà geotecniche buone.

Sulla base delle indicazioni progettuali e viste le risultanze delle indagini eseguite si ritiene pertanto possibile il ricorso a fondazioni di tipo diretto.

Le configurazioni fondazionali verificate sono le seguenti:

- **FONDAZIONI CONTINUE** con larghezza di 1,4/1,6/1,8m, confinate nel terreno per 0,5 m (altezza della fondazione) per un piano di imposta ipotizzato ad una profondità $\geq 3,5$ m dal 0.0 RIF., internamente all'orizzonte B (sabbie e ghiaie con ciottoli addensate).

Relazione geologica, geotecnica e sismica – realizzazione nuovi edifici residenziali in Via Bologna / Via Seveso a Bresso (MI)

Rif.Geo. L2158		Referente: D.P.
Data elaborato: marzo 2018	Rev1:	Rev2:
GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

6. Analisi dell'azione sismica

Il territorio comunale di **BRESSO** ricade, per quanto indicato in Allegato A della D.g.r. 11 luglio 2014 - n. X/2129 "elenco dei comuni con indicazione delle relative zone sismiche e dell'accelerazione massima (agmax) presente all'interno del territorio comunale" in **ZONA 3**.

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, secondo il D.M. 14-01-2008 si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} (come definite di seguito), nel periodo di riferimento V_R (come definito di seguito). In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito. Le forme spettrali di interesse sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- ✓ a_g accelerazione orizzontale massima al sito (m/s^2);
- ✓ F_o valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale (-).
- ✓ TC^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale (sec).

6.1 Definizione della vita nominale dell'opera

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere

Relazione geologica, geotecnica e sismica – realizzazione nuovi edifici residenziali in Via Bologna / Via Seveso a Bresso (MI)

Rif.Geo. L2158		Referente: D.P.
Data elaborato: marzo 2018	Rev1:	Rev2:
GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella Tab. seguente.

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Vita nominale V_N per diversi tipi di opere.

Per l'opera in oggetto la vita nominale si assume pari a **50 anni**.

6.2 Definizione delle classi d'uso per l'opera

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Per l'opera in oggetto la classe d'uso di riferimento è la **Classe II** (affollamenti normali).

Relazione geologica, geotecnica e sismica – realizzazione nuovi edifici residenziali in Via Bologna / Via Seveso a Bresso (MI)

Rif. Geo. L2158		Referente: D.P.
Data elaborato: marzo 2018	Rev1:	Rev2:
GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

6.3 Definizione del periodo di riferimento per l'opera

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nella tabella seguente.

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Valori del coefficiente d'uso C_U .

Se $V_R \leq 35$ anni si pone comunque $V_R = 35$ anni.

Per il caso in esame ne consegue che $V_R = V_N \cdot C_U = 50 \cdot 1,0 = \mathbf{50 \text{ anni}}$.

6.4 Stati limite e relative probabilità di superamento

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio sono:

- **Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di

Relazione geologica, geotecnica e sismica – realizzazione nuovi edifici residenziali in Via Bologna / Via Seveso a Bresso (MI)

Rif. Geo. L2158		Referente: D.P.
Data elaborato: marzo 2018	Rev1:	Rev2:
GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva tabella.

Stati Limite		P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Probabilità di superamento P_{VR} al variare dello stato limite considerato.

Relazione geologica, geotecnica e sismica – realizzazione nuovi edifici residenziali in Via Bologna / Via Seveso a Bresso (MI)

Rif. Geo. L2158		Referente: D.P.
Data elaborato: marzo 2018	Rev1:	Rev2:
GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

La scelta dello stato limite di riferimento per il caso in esame è lo SLO (con PVR 81%).

6.5 Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche

Categorie di sottosuolo

Le categorie di suolo di fondazione, secondo l'OPCM 3274 e s.m.i. e il D.M. 14.01.2008 risultano così identificate (le profondità si riferiscono al piano di posa delle fondazioni):

TIPO DI TERRENO	PROFILO STRATIGRAFICO	PARAMETRI		
		VS30 m/s	NSPT	cu kPa
A	<i>Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi</i>	> 800		
B	<i>Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità</i>	< 800 > 360	> 50	> 250
C	<i>Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza</i>	< 360 > 180	< 50 > 15	< 250 > 70
D	<i>Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti</i>	< 180	< 15	< 70
E	<i>Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di VS30 simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con VS30 > 800m/s</i>			

Categorie sismiche di suolo di fondazione

Per il terreno in esame la categoria di suolo è assimilabile alla **categoria di suolo di fondazione tipo C** "Depositi di sabbie o ghiaie mediamente addensate o argille

Relazione geologica, geotecnica e sismica – realizzazione nuovi edifici residenziali in Via Bologna / Via Seveso a Bresso (MI)

<i>Rif. Geo. L2158</i>		<i>Referente: D.P.</i>
<i>Data elaborato: marzo 2018</i>	<i>Rev1:</i>	<i>Rev2:</i>
<i>GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda</i>	<i>Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964</i>	<i>www.geoarbor.it info@geoarbor.it</i>

mediamente consistenti, caratterizzati da valori di Vs compresi tra 180 e 360m/s”.

Condizioni topografiche

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la classificazione nella tabella.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Categorie topografiche.

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

Amplificazione topografica

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati nella Tab precedente, in funzione delle categorie topografiche definite e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T .

Relazione geologica, geotecnica e sismica – realizzazione nuovi edifici residenziali in Via Bologna / Via Seveso a Bresso (MI)

Rif. Geo. L2158		Referente: D.P.
Data elaborato: marzo 2018	Rev1:	Rev2:
GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

Per il caso in esame la categoria di riferimento è la T1, da cui $ST = 1,0$.

6.6 Calcolo dei coefficienti sismici

Sulla base dei dati tipici del sito in esame citati nei precedenti paragrafi vengono calcolati i seguenti parametri sismici.

Sito in esame

- **latitudine: 45,534669 [°]**
- **longitudine: 9,185526 [°]**
- **Classe d'uso: II.** Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi.
- **Vita nominale: 50 [anni]**

Stati limite

Classe Edificio: II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Nominale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	Fo	Tc' [s]
Operatività (SLO)	30	0.019	2.556	0.160
Danno (SLD)	50	0.024	2.538	0.188
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.049	2.653	0.279
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.059	2.691	0.299
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m): 1 us (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: C

Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,50	1,50
CC Coeff. funz categoria	1,92	1,82	1,60	1,56
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]: 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.006	0.007	0.015	0.018
kv	0.003	0.004	0.007	0.009
Amax [m/s²]	0.272	0.346	0.718	0.864
Beta	0.200	0.200	0.200	0.200

Relazione geologica, geotecnica e sismica – realizzazione nuovi edifici residenziali in Via Bologna / Via Seveso a Bresso (MI)

Rif.Geo. L2158		Referente: D.P.
Data elaborato: marzo 2018	Rev1:	Rev2:
GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

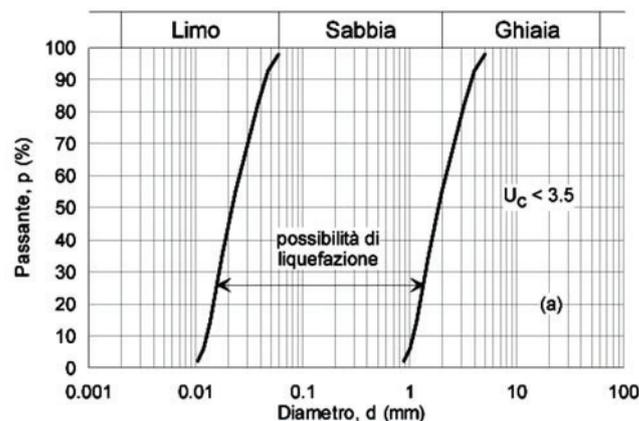
7. Verifica alla liquefazione

Ai sensi della Legge 64/74, del D.M. 19/6/1984 e dell'attuale D.M. 17/01/2018, in aree classificate sismiche deve essere valutata la possibilità che insorgano fenomeni di liquefazione del terreno di fondazione in seguito alle vibrazioni prodotte dalle scosse telluriche.

I fenomeni di liquefazione possono verificarsi in particolari condizioni, come quelle indotte da un sisma di Magnitudo superiore a 6, in terreni a granulometria fine (sabbioso-limosi), allo stato sciolto o poco addensato, in falda oppure interessati dalla oscillazione della falda stessa.

Al paragrafo 7.11.3.4 del DM 17.01.2018 è ribadito che tali analisi possono essere omesse quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$



a)

Relazione geologica, geotecnica e sismica - Realizzazione nuovi edifici residenziali in Via Belgio / Via Seveso a Bresso (MI)

Rif. Geo. L2158		Referente: D.P.
Data elaborato: marzo 2018	Rev1:	Rev2:
GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

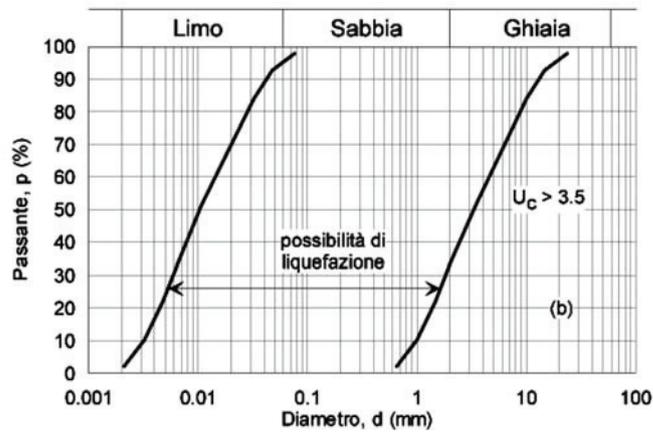


Fig. 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

Nel nostro caso sono verificate la n.2 e la n.3, quindi l’analisi della liquefazione può essere omessa. Il terreno di fondazione dell’area in oggetto, si presenta infatti, come dimostrano le risultanze dell’indagine eseguita, costituito da litologie ghiaioso-sabbiose-ciottolose grossolane ben addensate e sature a partire da oltre 15 m dal p.c.

Considerato che da progetto le fondazioni sono impostate nella litozona asciutta ben addensata, si può ritenere quindi che nelle profondità indagate non sono presenti orizzonti sciolti potenzialmente liquefacibili.

Relazione geologica, geotecnica e sismica – realizzazione nuovi edifici residenziali in Via Bologna / Via Seveso a Bresso (MI)

Rif.Geo. L2158		Referente: D.P.
Data elaborato: marzo 2018	Rev1:	Rev2:
GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

8. Verifiche di sicurezza sulle fondazioni ai sensi delle NTC 2018

8.1 Verifiche nei confronti degli stati limite ultimi (SLU) - Determinazione delle resistenze (Rd)

Per ogni stato limite per perdita di equilibrio (EQU) deve essere rispettata la condizione:

$$E_{inst,d} \leq E_{stb,d}$$

dove $E_{inst,d}$ è il valore di progetto dell'azione instabilizzante, $E_{stb,d}$ è il valore di progetto dell'azione stabilizzante.

La verifica della suddetta condizione deve essere eseguita impiegando come fattori parziali per le azioni i valori γ_F riportati nella colonna EQU della tabella 6.2.I.

Per ogni stato limite ultimo che preveda il raggiungimento della resistenza di un elemento strutturale (STR) o del terreno (GEO) deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d \quad [6.2.1]$$

essendo E_d il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione, definito dalle relazioni [6.2.2a] o [6.2.2b]

$$E_d = E \left[\gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right] \quad [6.2.2a]$$

$$E_d = \gamma_E \cdot E \left[F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right] \quad [6.2.2b]$$

e R_d è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico definito dalla relazione [6.2.3].

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R \left[\gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right] \quad [6.2.3]$$

Relazione geologica, geotecnica e sismica – realizzazione nuovi edifici residenziali in Via Bologna / Via Seveso a Bresso (MI)

Rif. Geo. L2158		Referente: D.P.
Data elaborato: marzo 2018	Rev1:	Rev2:
GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

Effetto delle azioni e resistenza di progetto sono espresse nelle [6.2.2a] e [6.2.3] rispettivamente in funzione delle azioni di progetto γF_k , dei parametri geotecnici di progetto $X_k/\gamma M$ e dei parametri geometrici di progetto ad . Il coefficiente parziale di sicurezza γR opera direttamente sulla resistenza del sistema. L'effetto delle azioni di progetto può anche essere valutato direttamente con i valori caratteristici delle azioni come indicato dalla [6.2.2b] con $\gamma E = \gamma F$.

la verifica della condizione [6.2.1] deve essere effettuata impiegando 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). I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti e alternativi.

Nel primo approccio progettuale (**Approccio 1**) le verifiche si eseguono con due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti ognuna delle quali può essere critica per differenti aspetti dello stesso progetto.

Nel secondo approccio progettuale (**Approccio 2**) le verifiche si eseguono con un'unica combinazione di gruppi di coefficienti.

I fattori parziali per il gruppo R1 sono sempre unitari; quelli del gruppo R2 possono essere maggiori o uguali all'unità e, in assenza di indicazioni specifiche per lo stato limite ultimo considerato, devono essere scelti dal progettista in relazione alle incertezze connesse con i procedimenti adottati.

Relazione geologica, geotecnica e sismica – realizzazione nuovi edifici residenziali in Via Bologna / Via Seveso a Bresso (MI)

<i>Rif. Geo. L2158</i>		<i>Referente: D.P.</i>
<i>Data elaborato: marzo 2018</i>	<i>Rev1:</i>	<i>Rev2:</i>
<i>GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda</i>	<i>Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964</i>	<i>www.geoarbor.it info@geoarbor.it</i>

Azioni

I coefficienti parziali γ_F relativi alle azioni sono indicati nella Tab. 6.2.I. Si deve comunque intendere che il terreno e l'acqua costituiscono carichi permanenti (strutturali) quando, nella modellazione utilizzata, contribuiscono al comportamento dell'opera con le loro caratteristiche di peso, resistenza e rigidità.

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G1}

Resistenze

Il valore di progetto della resistenza R_d può essere determinato:

- in modo analitico, con riferimento al valore caratteristico dei parametri geotecnici del terreno, diviso per il valore del coefficiente parziale γ_M specificato nella successiva Tab. 6.2.II e tenendo conto, ove necessario, dei coefficienti parziali γ_R specificati nei paragrafi relativi a ciascun tipo di opera;
- in modo analitico, con riferimento a correlazioni con i risultati di prove in sito, tenendo conto dei coefficienti parziali γ_R riportati nelle tabelle contenute nei paragrafi relativi a ciascun tipo di opera;
- sulla base di misure dirette su prototipi, tenendo conto dei coefficienti parziali γ_R riportati nelle tabelle contenute nei paragrafi relativi a ciascun tipo di opera.

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

ISSO (M1)

Nelle verifiche di sicurezza per le FONDAZIONI SUPERFICIALI devono essere presi in considerazione tutti i meccanismi di stato limite ultimo, sia a breve sia a lungo termine.

Gli stati limite ultimi delle fondazioni superficiali si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono la fondazione stessa.

Nel caso di fondazioni posizionate su o in prossimità di pendii naturali o artificiali deve essere effettuata la verifica anche con riferimento alle condizioni di stabilità globale del pendio includendo nelle verifiche le azioni trasmesse dalle fondazioni. Le verifiche devono essere effettuate almeno nei confronti dei seguenti stati limite, accertando che la condizione [6.2.1] sia soddisfatta per ogni stato limite considerato:

- SLU di tipo geotecnico (GEO)
- collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno;
- collasso per scorrimento sul piano di posa;
- stabilità globale.
- SLU di tipo strutturale (STR)
- raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

La verifica di stabilità globale deve essere effettuata secondo la Combinazione 2 (A2+M2+R2) dell'Approccio 1, tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II per le azioni e i parametri geotecnici e nella Tab. 6.8.I per le resistenze globali.

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate applicando la **combinazione (A1+M1+R3) di coefficienti parziali prevista dall'Approccio 2**, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.4.I. Nelle verifiche nei confronti di SLU di tipo strutturale (STR), il coefficiente γ_R non deve essere portato in conto.

Relazione geologica, geotecnica e sismica – realizzazione nuovi edifici residenziali in Via Bologna / Via Seveso a Bresso (MI)

<i>Rif. Geo. L2158</i>		<i>Referente: D.P.</i>
<i>Data elaborato: marzo 2018</i>	<i>Rev1:</i>	<i>Rev2:</i>
<i>GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda</i>	<i>Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964</i>	<i>www.geoarbor.it info@geoarbor.it</i>

Tab. 6.4.I – Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali

Verifica	Coefficiente parziale
	(R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

L'analisi della capacità portante del terreno, ossia la verifica ai SLU di collasso per carico limite dell'insieme fondazione – terreno, è stata effettuata con l'ausilio di specifico programma di calcolo "Loadcap" (con licenza concessa da "Geostru S.r.l.").

Il calcolo è stato effettuato con il metodo di **Brinch-Hansen**, ritenuto il più idoneo per il caso in esame:

$$Q_{SLU} = 1/2 * B * \gamma * N_{\gamma} * s_{\gamma} * i_{\gamma} * b_{\gamma} * g_{\gamma} * z_{\gamma} + c * N_c * s_c * i_c * b_c * g_c * d_c * z_c + q * N_q * s_q * i_q * b_q * g_q * d_q * z_q$$

dove :

- $N_c N_q$ = Fattori di capacità portante dipendenti dall'angolo di resistenza al taglio;
- $s_c s_q$ = Fattori di forma della fondazione;
- s_{γ}
- $i_c i_q i_{\gamma}$ = Fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione del carico;
- $b_c b_q$ = Fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione della base;
- b_{γ}
- $g_c g_q$ = Fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione del p. c.;
- g_{γ}
- $z_c z_q$ = Fattori correttivi che tengono dell'inerzia dovuta al sisma (solo per condizioni dinamiche)
- z_{γ}
- $D_c d_q$ = Fattori dipendenti dalla profondità del piano di posa;
- γ = Peso specifico del terreno sotto il piano di fondazione;
- q = Carico litostatico presente sopra il piano di fondazione (proporzionale all'altezza del confinamento laterale);
- Q_{SLU} = Capacità portante determinata allo stato limite ultimo

Relazione geologica, geotecnica e sismica – realizzazione nuovi edifici residenziali in Via Bologna / Via Seveso a Bresso (MI)

Rif. Geo. L2158		Referente: D.P.
Data elaborato: marzo 2018	Rev1:	Rev2:
GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

Di seguito vengono riassunti i risultati ottenuti in riferimento alle diverse configurazioni fondazionali considerate ed **utilizzando l'Approccio 2**, come indicato dalla normativa, allo scopo di dare utili indicazioni al calcolatore delle strutture.

In *Tab. seguente* si riportano i valori calcolati delle Resistenze (R_d), depurate del fattore di sicurezza a partire dai valori di Q_{ult} .

FONDAZIONI CONTINUE, piano imposta $\geq 3,5$ m da 0 RIF.

Parametri	R_d			u.m.
Larghezza fondazioni	1,4	1,6	1,8	m
Approccio 2 (sisma)	3,6	3,8	4,0	(kg/cm ²)

Valori di R_d calcolati con la formula di Brich-Hansen

Relazione geologica, geotecnica e sismica – realizzazione nuovi edifici residenziali in Via Bologna / Via Seveso a Bresso (MI)

<i>Rif. Geo. L2158</i>		<i>Referente: D.P.</i>
<i>Data elaborato: marzo 2018</i>	<i>Rev1:</i>	<i>Rev2:</i>
<i>GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda</i>	<i>Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964</i>	<i>www.geoarbor.it info@geoarbor.it</i>

Coefficiente di Winkler

Il coefficiente di Winkler è stato calcolato con il metodo di **Bowles**:

$$k = 40 \text{ (SF) } q_a$$

dove SF è il Safety Factor, ovvero il coefficiente di sicurezza adottato, e q_a è la pressione ammissibile sul terreno.

$q_a = q_{lim} / \text{SF}$ dove q_{lim} è la pressione ultima sul terreno, corrispondente ad un cedimento DH di 1 pollice, ovvero 2,5 cm.

Riferendoci dunque alla relazione del modulo di reazione del terreno, uno dei modi di procedere è il seguente: $k = q_{lim} / 2,5$

K_s è stato quindi calcolato quindi come $Q_{lim} / 2,5$ dove $Q_{lim} = R_d \times \gamma_r$ (dove $\gamma_r = 2,3$). Il Q_{lim} considerato è quello derivante dall'approccio 2

FONDAZIONI CONTINUE, piano imposta $\geq 3,5$ m da 0.0 RIF.

$$L = 1,4 \text{ m}$$

Coefficiente k Winkler	1,6 kg/cm³
-------------------------------	------------------------------

FONDAZIONI CONTINUE, piano imposta $\geq 3,5$ m da 0.0 RIF.

$$L = 1,6 \text{ m}$$

Coefficiente k Winkler	1,7 kg/cm³
-------------------------------	------------------------------

FONDAZIONI CONTINUE, piano imposta $\geq 3,5$ m da 0.0 RIF.

$$L = 1,8 \text{ m}$$

Coefficiente k Winkler	1,8 kg/cm³
-------------------------------	------------------------------

Relazione geologica, geotecnica e sismica – realizzazione nuovi edifici residenziali in Via Bologna / Via Seveso a Bresso (MI)

Rif. Geo. L2158		Referente: D.P.
Data elaborato: marzo 2018	Rev1:	Rev2:
GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

8.2 Verifiche nei confronti degli stati limite di esercizio (SLE) – Analisi dei cedimenti

Le opere e i sistemi geotecnici devono essere verificati nei confronti degli stati limite di esercizio. A tale scopo, il progetto deve esplicitare le prescrizioni relative agli spostamenti compatibili e le prestazioni attese.

La verifica agli stati limite di esercizio implica l'analisi del problema di interazione terreno-struttura (analisi dei cedimenti) al termine della costruzione e nel tempo. Il grado di approfondimento dell'analisi di interazione terreno-struttura è funzione dell'importanza dell'opera.

Per ciascun stato limite di esercizio deve essere rispettata la condizione:

$$Ed \leq Cd \quad [6.2.7]$$

dove Ed è il valore di progetto dell'effetto delle azioni nelle combinazioni di carico per gli SLE e Cd è il prescritto valore limite dell'effetto delle azioni. Quest'ultimo deve essere stabilito in funzione del comportamento della struttura in elevazione e di tutte le costruzioni che interagiscono con le opere geotecniche in progetto, tenendo conto della durata dei carichi applicati.

Al fine di assicurare che le fondazioni risultino compatibili con i requisiti prestazionali della struttura in elevazione, si deve verificare il rispetto della condizione [6.2.7], calcolando i valori degli spostamenti e delle distorsioni nelle combinazioni di carico per gli SLE, tenendo conto anche dell'effetto della durata delle azioni.

Forma, dimensioni e rigidità della struttura di fondazione devono essere stabilite nel rispetto dei summenzionati requisiti prestazionali, tenendo presente che le verifiche agli stati limite di esercizio possono risultare più restrittive di quelle agli stati limite ultimi.

Al fine di fornire delle indicazioni progettuali è stato ipotizzato nel calcolo dei cedimenti un carico di esercizio Q_{sle} pari $1,8 \text{ kg/cm}^2$.

Per il calcolo dei cedimenti è stato fatto riferimento alla teoria dell'elasticità

Relazione geologica, geotecnica e sismica – realizzazione nuovi edifici residenziali in Via Bologna / Via Seveso a Bresso (MI)

Rif. Geo. L2158		Referente: D.P.
Data elaborato: marzo 2018	Rev1:	Rev2:
GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

adottando la metodologia proposta dal Bowles, 1974:

$$S_d = Q B (1 - \mu^2 / E) I_s I_f$$

dove:

S _d	=	cedimento
Q	=	carico sul terreno alla base della fondazione
B	=	minima dimensione laterale dell'area caricata
μ	=	rapporto Poisson terreno
E	=	modulo elastico del terreno cedevole (media ponderata)
I _s	=	$I_1 + [(1-2m)/(1-m)] \times I_2$
I ₁ , I ₂	=	coefficienti di influenza
I _f	=	fattore di profondità

Nel dimensionamento delle fondazioni è necessario tener conto non solo della resistenza al taglio dei terreni, ma anche dei cedimenti indotti dal carico applicato. Tali cedimenti dovranno essere ovviamente inferiori ad un valore critico che, se superato, potrebbe generare inconvenienti nella struttura.

E' stata pertanto eseguita una verifica dei cedimenti indotti nel terreno di fondazione dal carico di esercizio determinato nelle ipotesi di fondazione indicate.

Il cedimento calcolato tiene ovviamente conto dell'effetto generato dal sisma. Con tale valore di carico di esercizio i cedimenti primari si sviluppano immediatamente con l'incremento progressivo del carico strutturale, mentre non dovrebbero verificarsi cedimenti differenziali.

La dimensione B viene posta pari a 4B per le travi e 2B per i plinti e B per la platea, dove B è il lato minimo della fondazione (ipotesi di Schmertmann); come modulo elastico (E) è stato preso un valore pari alla media pesata sullo spessore di terreno interessato dal cedimento, e cioè considerando un spessore pari a 4B per le travi, 2B per i plinti e B per la platea; come stratigrafia è stata considerata una situazione media tra quelle riscontrate con le prove eseguite. I valori di seguito definiti sono riferiti a carichi verticali e centrati con momenti pari a zero, in

Relazione geologica, geotecnica e sismica – realizzazione nuovi edifici residenziali in Via Bologna / Via Seveso a Bresso (MI)

Rif. Geo. L2158		Referente: D.P.
Data elaborato: marzo 2018	Rev1:	Rev2:
GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

quanto sconosciuti in questa fase di progetto.

FONDAZIONI CONTINUE, piano imposta $\geq 3,5$ m da 0.0 RIF.

Larghezza (B) fondazione in metri			
1,4	1,6	1,8	
1,8			Carico Qsle (kg/cm ²)
0,5	0,6	0,7	Cedimento (cm)

L'accettabilità o meno di un dato cedimento differenziale dovrà tenere conto delle caratteristiche strutturali della nuova costruzione, in quanto strettamente legata all'entità delle distorsioni angolari che il cedimento stesso induce tra due elementi strutturali contigui.

Per distorsione angolare si intende il rapporto $\Delta H / L$ (con ΔH = cedimento differenziale tra due elementi strutturali e L = distanza tra gli elementi). Nella pratica geotecnica per strutture analoghe a quelle in esame si considera un valore limite di distorsione angolare pari a 1/750 (Bjerrum – 1963).

Relazione geologica, geotecnica e sismica – realizzazione nuovi edifici residenziali in Via Bologna / Via Seveso a Bresso (MI)

Rif. Geo. L2158		Referente: D.P.
Data elaborato: marzo 2018	Rev1:	Rev2:
GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

9. Verifica della compatibilità dell'intervento con la fattibilità geologica locale ai sensi della DGR 2616/2011

A – Geologiche e geomorfologiche ed idrogeologiche

I terreni dell'area in esame ricadono nell'ambito dei depositi fluvioglaciali würmiani che costituiscono il "Livello Fondamentale della Pianura Padana". Sono generalmente associabili a sedimenti incoerenti di tipo sabbioso e sabbioso - ghiaioso con frazioni limose e ciottoli in percentuale variabile in relazione alla profondità.

L'indagine geognostica non ha rilevato la presenza di una falda idrica superficiale, che dovrebbe invece attestarsi, sulla base delle conoscenze idrogeologiche locali, ad profondità >15 m rispetto al piano campagna.

B – Caratteristiche geotecniche

Per la caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni è stata eseguita una campagna di indagini geognostiche così articolata:

- n. **7** prove penetrometriche dinamiche continue (SCPT);
- n. **1** sondaggio geognostico a carotaggio continuo;
- n. **3** prove penetrometriche standard (SPT) in foro di sondaggio;
- n. **2** prove di permeabilità in foro di sondaggio.

L'indagine eseguita ha consentito di individuare terreni alluvionali in cui la litozona superficiale (**ORIZZONTE A**) è costituita da sabbie ghiaiose poco o moderatamente addensate fino ad una profondità di -3,0 m dal p.c. A partire da tale profondità si registra un netto aumento della resistenza alla penetrazione (Nspt medio >25 colpi), dovuto alla presenza di litologie ghiaiose-sabbiose-ciottolose ben addensate (**ORIZZONTE B**).

Relazione geologica, geotecnica e sismica – realizzazione nuovi edifici residenziali in Via Bologna / Via Seveso a Bresso (MI)

Rif.Geo. L2158		Referente: D.P.
Data elaborato: marzo 2018	Rev1:	Rev2:
GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

C – Analisi sismica

Ai sensi della **D.g.r. 11 luglio 2014 - n. X/2129**, il comune di Bresso viene collocato all'interno della **zona sismica 3**. Sulla base della litostratigrafia rilevata e delle conoscenze sismiche della zona , è possibile attribuire ai terreni indagati il profilo stratigrafico del **suolo di fondazione di "tipo C"**.

D – Soluzioni fondazioni verificate

Tenuto conto che il piano di posa delle fondazioni è previsto ad una profondità $\geq 3,5$ m da 0 RIF. per la presenza del piano interrato, le fondazioni saranno impostate interamente sull'orizzonte B, costituito da sabbie e ghiaie con ciottoli e caratterizzato da valori di resistenza elevati con proprietà geotecniche buone.

Sulla base delle indicazioni progettuali e viste le risultanze delle indagini eseguite si ritiene pertanto possibile il ricorso a fondazioni di tipo diretto.

Le configurazioni fondazionali verificate sono le seguenti:

- **FONDAZIONI CONTINUE** con larghezza di 1,4/1,6/1,8m, confinate nel terreno per 0,5 m (altezza della fondazione) per un piano di imposta ipotizzato ad una profondità $\geq 3,5$ m dal 0.0 RIF., internamente all'orizzonte B (sabbie e ghiaie con ciottoli addensate).

Verificando tale ipotesi di fondazione sono stati individuati i valori di capacità portante allo stato limite ultimo e i cedimenti riportati a pag. 33-35-37.

Si rimane a disposizione per la verifica di altre configurazioni fondazionali. Sarà cura della D.L. avvisare lo scrivente se si dovessero rinvenire anomalie in merito alla granulometria, alla resistenza dei terreni, alle condizioni della falda freatica riscontrabili durante le operazioni di scavo.

Vaprio d'Adda, 09/05/2019

Dott. Geol. Carlo Leoni



Carlo Leoni

Relazione geologica, geotecnica e sismica – realizzazione r

Rif. Geo. L2158		Referente: D.P.
Data elaborato: marzo 2018	Rev1:	Rev2:
GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it



P7 ● prova penetrometrica dinamica
S1 ● sondaggi a carotaggio continuo

LEGENDA PLANIMETRIA GENERALE:
 — PERIMETRO LOTTO
 - - - Dc - DISTANZA DAI CONFINI 5 m
 - - - Ds - DISTANZA DALLE STRADE 5 m
 - - - Df - DISTANZA DAI FABBRICATI 10 m

ANIMAZIONE E PROGETTO/PIANI TERRA - scala 1:200

Prova penetrometrica dinamica P1

Località: Bresso (MI) - Via Bologna/Via Seveso

Data: 26/02/2018

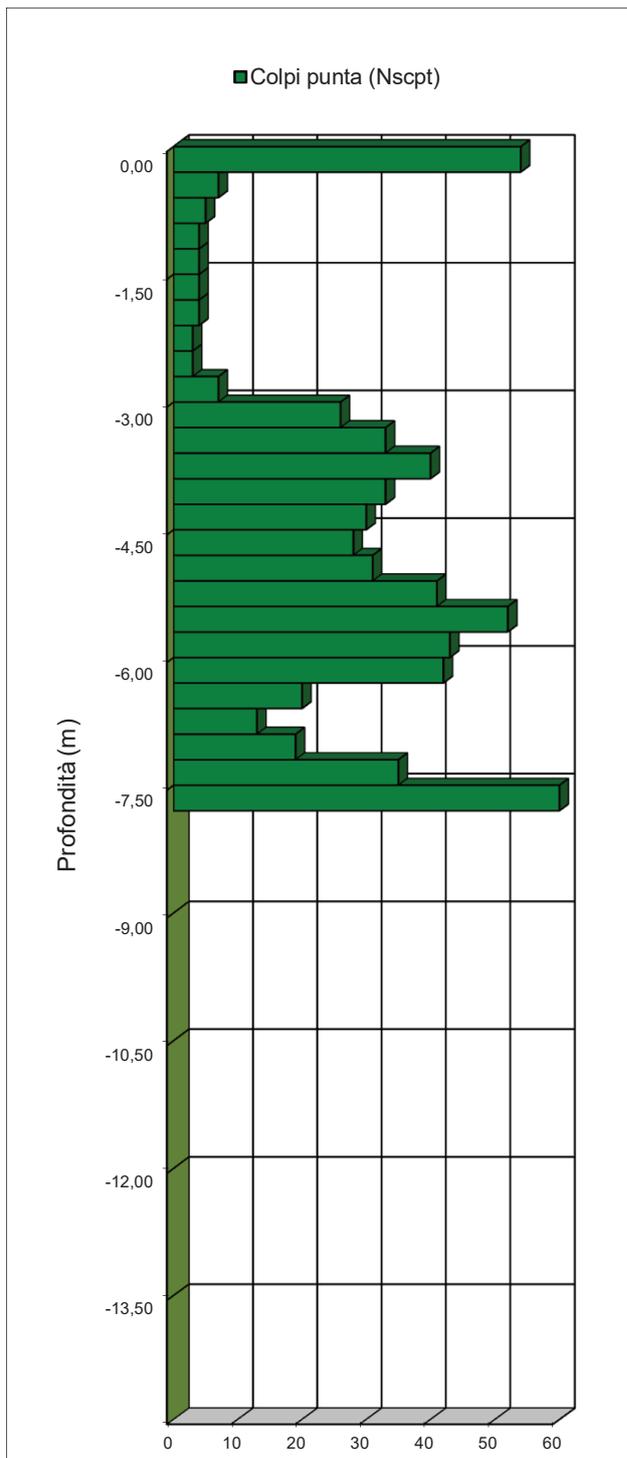
Ditta esecutrice: GeoArborStudio

Attrezzatura: Pagani TG 63/100

Committente: GDE S.r.l

Sigla cantiere: L2158

Falda: n.r.



Profondità (m)		Colpi Punta (Ns)
0,00	-0,30	54
-0,30	-0,60	7
-0,60	-0,90	5
-0,90	-1,20	4
-1,20	-1,50	4
-1,50	-1,80	4
-1,80	-2,10	4
-2,10	-2,40	3
-2,40	-2,70	3
-2,70	-3,00	7
-3,00	-3,30	26
-3,30	-3,60	33
-3,60	-3,90	40
-3,90	-4,20	33
-4,20	-4,50	30
-4,50	-4,80	28
-4,80	-5,10	31
-5,10	-5,40	41
-5,40	-5,70	52
-5,70	-6,00	43
-6,00	-6,30	42
-6,30	-6,60	20
-6,60	-6,90	13
-6,90	-7,20	19
-7,20	-7,50	35
-7,50	-7,80	100
-7,80	-8,10	
-8,10	-8,40	
-8,40	-8,70	
-8,70	-9,00	
-9,00	-9,30	
-9,30	-9,60	
-9,60	-9,90	
-9,90	-10,20	
-10,20	-10,50	
-10,50	-10,80	
-10,80	-11,10	
-11,10	-11,40	
-11,40	-11,70	
-11,70	-12,00	
-12,00	-12,30	
-12,30	-12,60	
-12,60	-12,90	
-12,90	-13,20	
-13,20	-13,50	
-13,50	-13,80	
-13,80	-14,10	
-14,10	-14,40	
-14,40	-14,70	
-14,70	-15,00	

Prova penetrometrica dinamica P2

Località: Bresso (MI) - Via Bologna/Via Seveso

Data: 26/02/2018

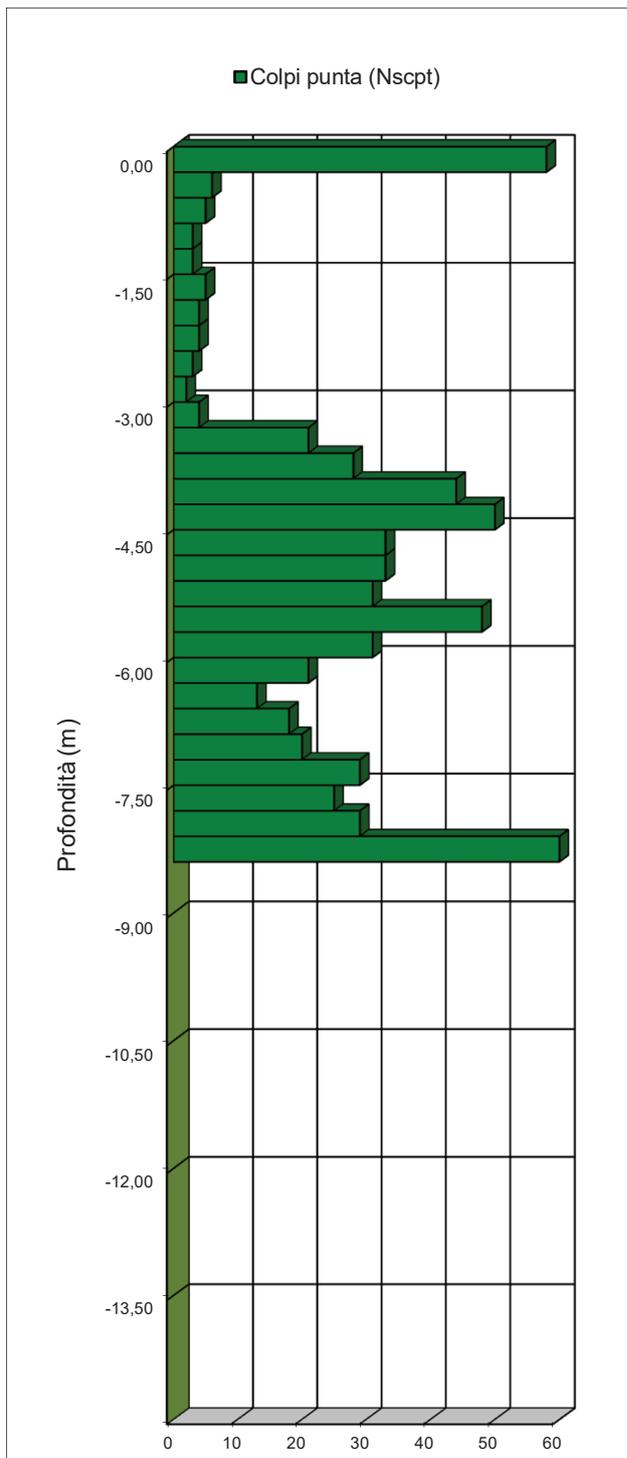
Ditta esecutrice: GeoArborStudio

Attrezzatura: Pagani TG 63/100

Committente: GDE S.r.l

Sigla cantiere: L2158

Falda: n.r.



Profondità (m)		Colpi Punta (Ns)
0,00	-0,30	58
-0,30	-0,60	6
-0,60	-0,90	5
-0,90	-1,20	3
-1,20	-1,50	3
-1,50	-1,80	5
-1,80	-2,10	4
-2,10	-2,40	4
-2,40	-2,70	3
-2,70	-3,00	2
-3,00	-3,30	4
-3,30	-3,60	21
-3,60	-3,90	28
-3,90	-4,20	44
-4,20	-4,50	50
-4,50	-4,80	33
-4,80	-5,10	33
-5,10	-5,40	31
-5,40	-5,70	48
-5,70	-6,00	31
-6,00	-6,30	21
-6,30	-6,60	13
-6,60	-6,90	18
-6,90	-7,20	20
-7,20	-7,50	29
-7,50	-7,80	25
-7,80	-8,10	29
-8,10	-8,40	100
-8,40	-8,70	
-8,70	-9,00	
-9,00	-9,30	
-9,30	-9,60	
-9,60	-9,90	
-9,90	-10,20	
-10,20	-10,50	
-10,50	-10,80	
-10,80	-11,10	
-11,10	-11,40	
-11,40	-11,70	
-11,70	-12,00	
-12,00	-12,30	
-12,30	-12,60	
-12,60	-12,90	
-12,90	-13,20	
-13,20	-13,50	
-13,50	-13,80	
-13,80	-14,10	
-14,10	-14,40	
-14,40	-14,70	
-14,70	-15,00	

Prova penetrometrica dinamica P3

Località: Bresso (MI) - Via Bologna/Via Seveso

Data: 26/02/2018

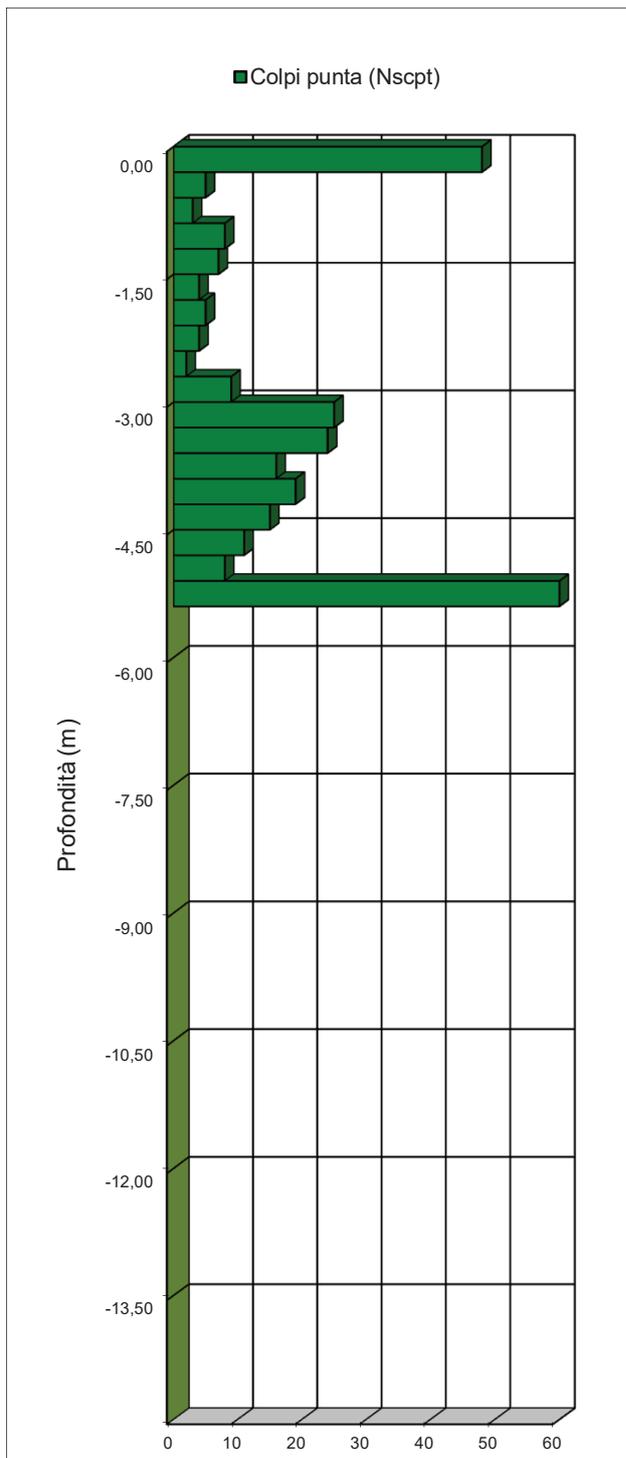
Ditta esecutrice: GeoArborStudio

Attrezzatura: Pagani TG 63/100

Committente: GDE S.r.l

Sigla cantiere: L2158

Falda: n.r.



Profondità (m)		Colpi Punta (Nscpt)
0,00	-0,30	48
-0,30	-0,60	5
-0,60	-0,90	3
-0,90	-1,20	8
-1,20	-1,50	7
-1,50	-1,80	4
-1,80	-2,10	5
-2,10	-2,40	4
-2,40	-2,70	2
-2,70	-3,00	9
-3,00	-3,30	25
-3,30	-3,60	24
-3,60	-3,90	16
-3,90	-4,20	19
-4,20	-4,50	15
-4,50	-4,80	11
-4,80	-5,10	8
-5,10	-5,40	100
-5,40	-5,70	
-5,70	-6,00	
-6,00	-6,30	
-6,30	-6,60	
-6,60	-6,90	
-6,90	-7,20	
-7,20	-7,50	
-7,50	-7,80	
-7,80	-8,10	
-8,10	-8,40	
-8,40	-8,70	
-8,70	-9,00	
-9,00	-9,30	
-9,30	-9,60	
-9,60	-9,90	
-9,90	-10,20	
-10,20	-10,50	
-10,50	-10,80	
-10,80	-11,10	
-11,10	-11,40	
-11,40	-11,70	
-11,70	-12,00	
-12,00	-12,30	
-12,30	-12,60	
-12,60	-12,90	
-12,90	-13,20	
-13,20	-13,50	
-13,50	-13,80	
-13,80	-14,10	
-14,10	-14,40	
-14,40	-14,70	
-14,70	-15,00	

Prova penetrometrica dinamica P4

Località: Bresso (MI) - Via Bologna/Via Seveso

Data: 26/02/2018

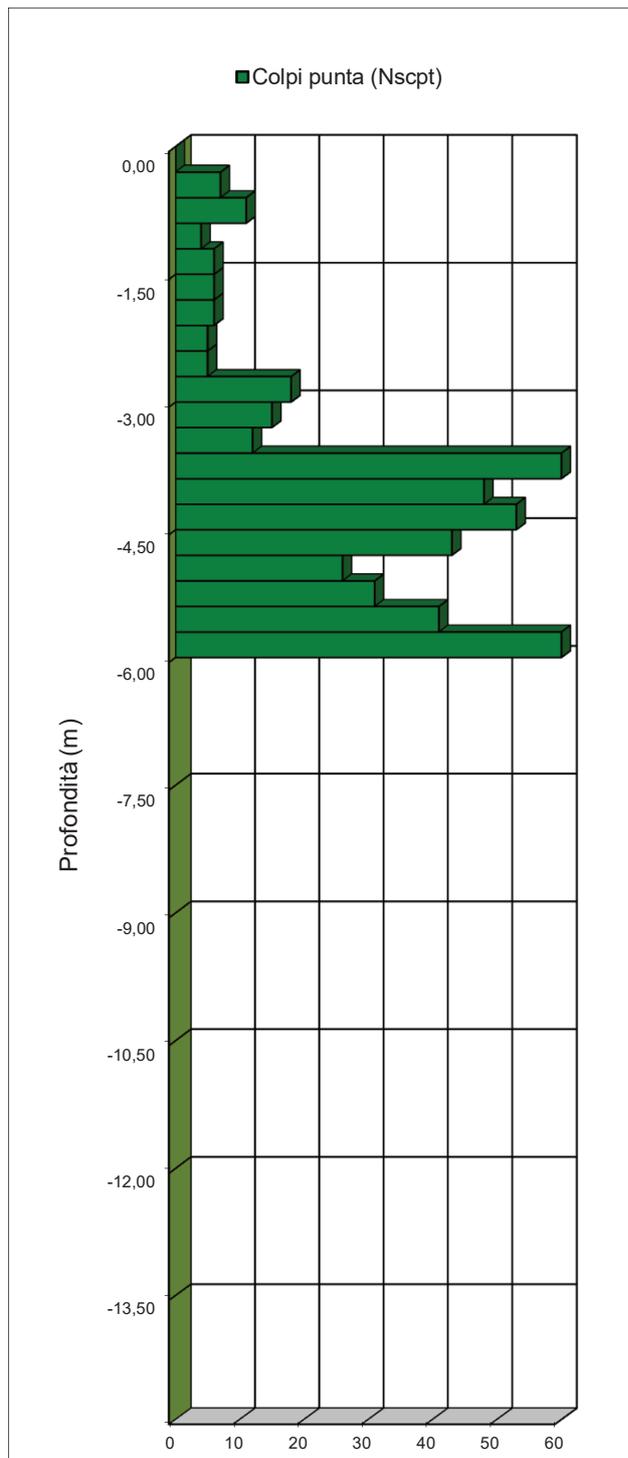
Ditta esecutrice: GeoArborStudio

Attrezzatura: Pagani TG 63/100

Committente: GDE S.r.l

Sigla cantiere: L2158

Falda: n.r.



Profondità (m)	Profondità (m)	Colpi Punta (Nscpt)
0,00	-0,30	-
-0,30	-0,60	7
-0,60	-0,90	11
-0,90	-1,20	4
-1,20	-1,50	6
-1,50	-1,80	6
-1,80	-2,10	6
-2,10	-2,40	5
-2,40	-2,70	5
-2,70	-3,00	18
-3,00	-3,30	15
-3,30	-3,60	12
-3,60	-3,90	62
-3,90	-4,20	48
-4,20	-4,50	53
-4,50	-4,80	43
-4,80	-5,10	26
-5,10	-5,40	31
-5,40	-5,70	41
-5,70	-6,00	100
-6,00	-6,30	
-6,30	-6,60	
-6,60	-6,90	
-6,90	-7,20	
-7,20	-7,50	
-7,50	-7,80	
-7,80	-8,10	
-8,10	-8,40	
-8,40	-8,70	
-8,70	-9,00	
-9,00	-9,30	
-9,30	-9,60	
-9,60	-9,90	
-9,90	-10,20	
-10,20	-10,50	
-10,50	-10,80	
-10,80	-11,10	
-11,10	-11,40	
-11,40	-11,70	
-11,70	-12,00	
-12,00	-12,30	
-12,30	-12,60	
-12,60	-12,90	
-12,90	-13,20	
-13,20	-13,50	
-13,50	-13,80	
-13,80	-14,10	
-14,10	-14,40	
-14,40	-14,70	
-14,70	-15,00	

Prova penetrometrica dinamica P5

Località: Bresso (MI) - Via Bologna/Via Seveso

Data: 26/02/2018

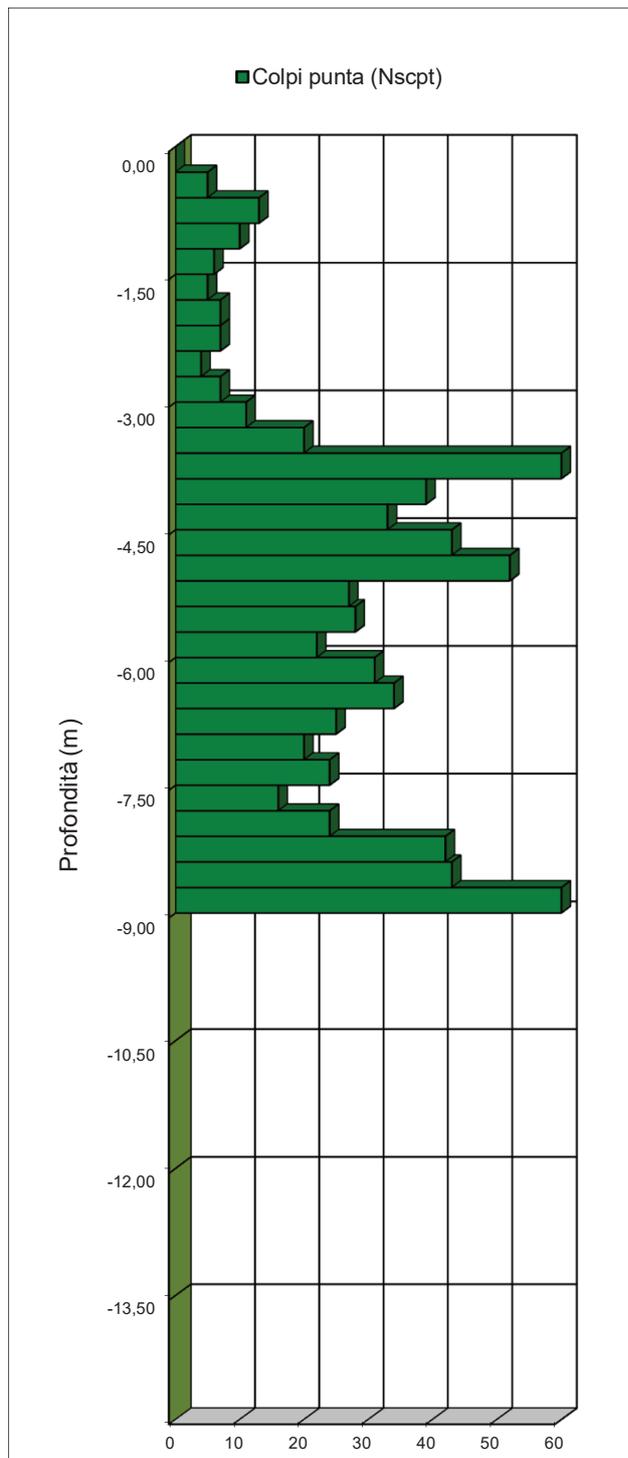
Ditta esecutrice: GeoArborStudio

Attrezzatura: Pagani TG 63/100

Committente: GDE S.r.l

Sigla cantiere: L2158

Falda: n.r.



Profondità (m)		Colpi Punta (Nscpt)
0,00	-0,30	-
-0,30	-0,60	5
-0,60	-0,90	13
-0,90	-1,20	10
-1,20	-1,50	6
-1,50	-1,80	5
-1,80	-2,10	7
-2,10	-2,40	7
-2,40	-2,70	4
-2,70	-3,00	7
-3,00	-3,30	11
-3,30	-3,60	20
-3,60	-3,90	61
-3,90	-4,20	39
-4,20	-4,50	33
-4,50	-4,80	43
-4,80	-5,10	52
-5,10	-5,40	27
-5,40	-5,70	28
-5,70	-6,00	22
-6,00	-6,30	31
-6,30	-6,60	34
-6,60	-6,90	25
-6,90	-7,20	20
-7,20	-7,50	24
-7,50	-7,80	16
-7,80	-8,10	24
-8,10	-8,40	42
-8,40	-8,70	43
-8,70	-9,00	100
-9,00	-9,30	
-9,30	-9,60	
-9,60	-9,90	
-9,90	-10,20	
-10,20	-10,50	
-10,50	-10,80	
-10,80	-11,10	
-11,10	-11,40	
-11,40	-11,70	
-11,70	-12,00	
-12,00	-12,30	
-12,30	-12,60	
-12,60	-12,90	
-12,90	-13,20	
-13,20	-13,50	
-13,50	-13,80	
-13,80	-14,10	
-14,10	-14,40	
-14,40	-14,70	
-14,70	-15,00	

Prova penetrometrica dinamica P6

Località: Bresso (MI) - Via Bologna/Via Seveso

Data: 26/02/2018

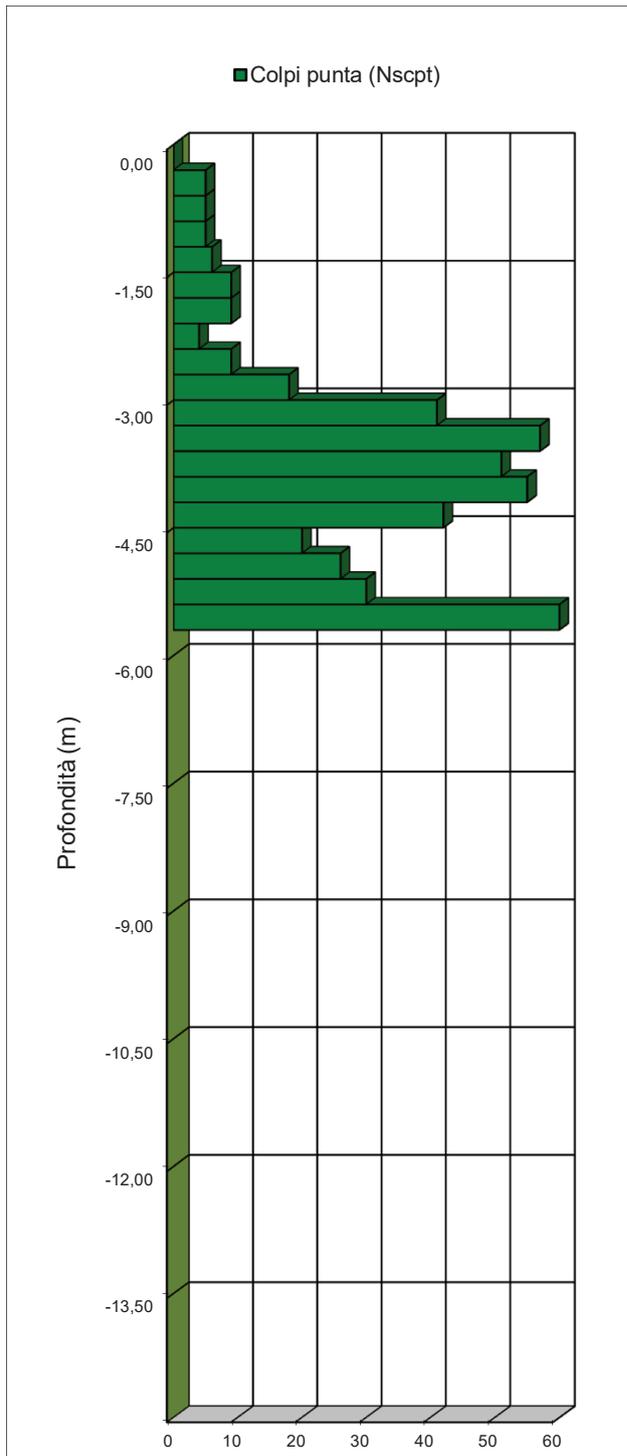
Ditta esecutrice: GeoArborStudio

Attrezzatura: Pagani TG 63/100

Committente: GDE S.r.l

Sigla cantiere: L2158

Falda: n.r.



Profondità (m)		Colpi Punta (Ns)
0,00	-0,30	-
-0,30	-0,60	5
-0,60	-0,90	5
-0,90	-1,20	5
-1,20	-1,50	6
-1,50	-1,80	9
-1,80	-2,10	9
-2,10	-2,40	4
-2,40	-2,70	9
-2,70	-3,00	18
-3,00	-3,30	41
-3,30	-3,60	57
-3,60	-3,90	51
-3,90	-4,20	55
-4,20	-4,50	42
-4,50	-4,80	20
-4,80	-5,10	26
-5,10	-5,40	30
-5,40	-5,70	100
-5,70	-6,00	
-6,00	-6,30	
-6,30	-6,60	
-6,60	-6,90	
-6,90	-7,20	
-7,20	-7,50	
-7,50	-7,80	
-7,80	-8,10	
-8,10	-8,40	
-8,40	-8,70	
-8,70	-9,00	
-9,00	-9,30	
-9,30	-9,60	
-9,60	-9,90	
-9,90	-10,20	
-10,20	-10,50	
-10,50	-10,80	
-10,80	-11,10	
-11,10	-11,40	
-11,40	-11,70	
-11,70	-12,00	
-12,00	-12,30	
-12,30	-12,60	
-12,60	-12,90	
-12,90	-13,20	
-13,20	-13,50	
-13,50	-13,80	
-13,80	-14,10	
-14,10	-14,40	
-14,40	-14,70	
-14,70	-15,00	

Prova penetrometrica dinamica P7

Località: Bresso (MI) - Via Bologna/Via Seveso

Data: 26/02/2018

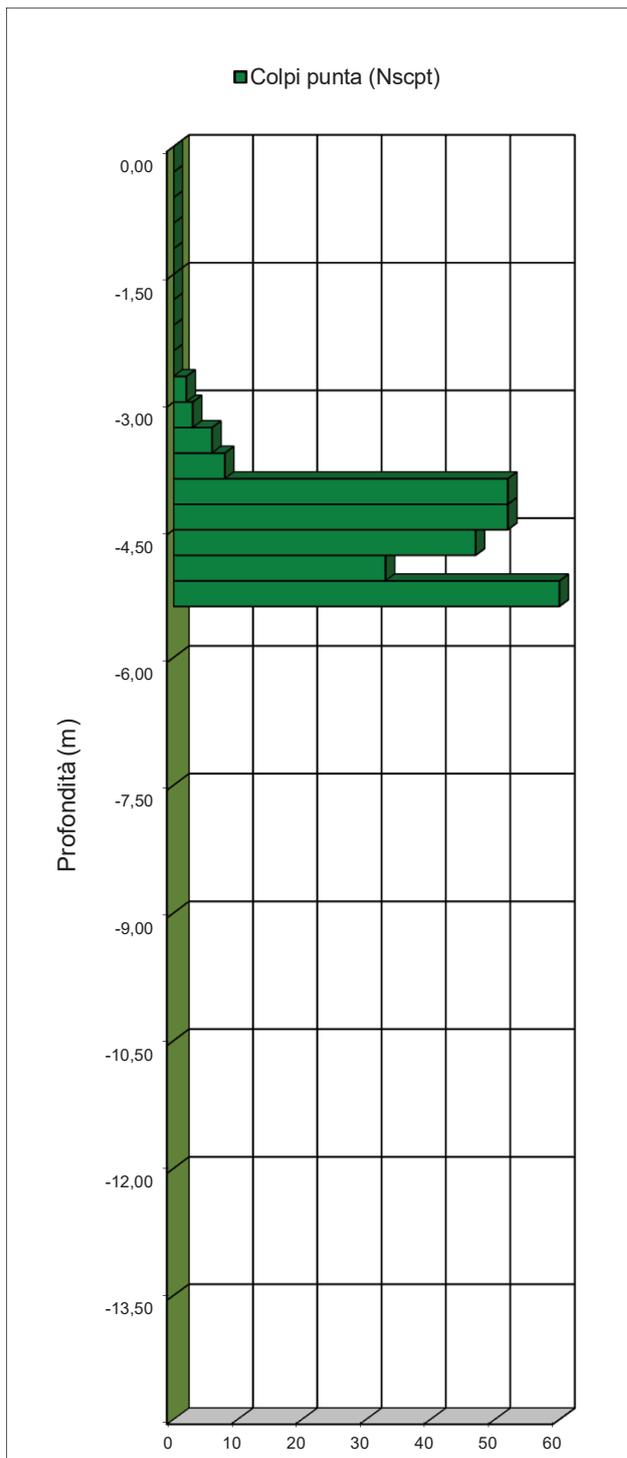
Ditta esecutrice: GeoArborStudio

Attrezzatura: Pagani TG 63/100

Committente: GDE S.r.l

Sigla cantiere: L2158

Falda: n.r.



Profondità (m)		Colpi Punta (Nscpt)
0,00	-0,30	-
-0,30	-0,60	-
-0,60	-0,90	-
-0,90	-1,20	-
-1,20	-1,50	-
-1,50	-1,80	-
-1,80	-2,10	-
-2,10	-2,40	-
-2,40	-2,70	-
-2,70	-3,00	2
-3,00	-3,30	3
-3,30	-3,60	6
-3,60	-3,90	8
-3,90	-4,20	52
-4,20	-4,50	52
-4,50	-4,80	47
-4,80	-5,10	33
-5,10	-5,40	100
-5,40	-5,70	
-5,70	-6,00	
-6,00	-6,30	
-6,30	-6,60	
-6,60	-6,90	
-6,90	-7,20	
-7,20	-7,50	
-7,50	-7,80	
-7,80	-8,10	
-8,10	-8,40	
-8,40	-8,70	
-8,70	-9,00	
-9,00	-9,30	
-9,30	-9,60	
-9,60	-9,90	
-9,90	-10,20	
-10,20	-10,50	
-10,50	-10,80	
-10,80	-11,10	
-11,10	-11,40	
-11,40	-11,70	
-11,70	-12,00	
-12,00	-12,30	
-12,30	-12,60	
-12,60	-12,90	
-12,90	-13,20	
-13,20	-13,50	
-13,50	-13,80	
-13,80	-14,10	
-14,10	-14,40	
-14,40	-14,70	
-14,70	-15,00	

STRATIGRAFIA SONDAGGIO GEOGNOSTICO



GeoArborStudio
Via Concesa, 3
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel/fax: 0295761942
e-mail: info@geoarbor.it

Committente: G.D.E S.r.l.	Comune: Bresso (MI)
Cantiere: Via Bologna / Via Seveso	Ditta esecutrice: Geoprove - Treviolo (BG)
Data: 26/02/2018	Metodo di perforazione: carotaggio continuo
Sondaggio: S1	Profondità sondaggio: 10 m
	Falda freatica: n.r.

Scala 1:100	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Prove SPT	Prove Lefranc	
	0.00		Riporto: limo sabbioso marrone-arancio con ghiaia			
1	0.50		Sabbia e ghiaia grigio marrone con ciottoli (diametro max = 7-9 cm)	3.0	7-8-39	
2						k1 3.5
3						
4						
5						
6					6.0	7-7-11
	6.40		Sabbia limosa con ciottoli			
7	7.00		Sabbia e ghiaia grigio marrone con ciottoli (diametro max = 7-9 cm)			
8						k2 6.0
9						
10					9.0	
	10.00					
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

**DOCUMENTAZIONE
FOTOGRAFICA
SONDAGGIO
GEOGNOSTICO**



*GeoArborStudio
Via Concesa, 3
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel/fax: 0295761942
e-mail: info@geoarbor.it*

Committente: G.D.E S.r.l.	Comune: Bresso (MI)
Cantiere: Via Bologna / Via Seveso	Ditta esecutrice: Geoprove - Treviolo (BG)
Data: 26/02/2018	Metodo di perforazione: carotaggio continuo
Sondaggio: S1 (0.0 - 10.0)	Profondità sondaggio: 10 m
	Falda freatica: n.r.



0.0 m - 5.0 m



5.0 m - 10.0 m

