

CITTA' di MESERO

(città metropolitana di Milano)



Allegato:

B

Elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA

Data:

MAGGIO 2024

Aggiornamento:



PIANO CIMITERIALE

Regolamento Regionale n. 4 del 14/06/2022

PIANIFICATORE:

Dott. Arch. Marco MUTTI
Via G. Ferreri, 34
20153 Milano (MI)
Telefono: (+39) 348855737
marcomutti64@gmail.com
Ordine Architetti P.P.C. Milano n. 7570

COMMITTENTE:

CITTA' di MESERO
Città metropolitana di Milano
Via San Bernardo, 41
20010 Mesero (MI)
Telefono: (+39) 02.97285013
serviziapersona@comune.mesero.mi.it

Adozione:

Approvazione:

Consulente geologo Dr. Cristiano Nericcio
Via Roma 92/6 - 21020 Mercallo VA

Tel. 338 3763998 – e mail cristiano.nericcio@virgilio.it

REGIONE LOMBARDIA – PROVINCIA DI MILANO

Comune di Mesero

STUDI CONCERNENTI IL PROGETTO DI AMPLIAMENTO DELLE STRUTTURE
CIMITERIALI

Coordinate geografiche: 45°30'16.8"N 8°51'14.6"E

| | |
|-------------|---|
| ELABORATO | <i>Relazione Geologica e di fattibilità R1-R3 (ai sensi del D.M. 17/01/2018 e del D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011)</i> |
| COMMITTENTE | SPETT.LE <i>ARCHITETTO MARCO MUTTI</i> |
| DATA | 14/03/24 – 07/05/24 |

Il tecnico: Dr. Geol. Cristiano Nericcio



INDICE

| | |
|---|----|
| 1. PREMESSA..... | 3 |
| 1.1 Principali normative osservate..... | 4 |
| 1.2 Vincoli..... | 5 |
| 2. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEL SITO..... | 6 |
| 2.1. Geomorfologia..... | 6 |
| 2.2 Geologia..... | 7 |
| 3. CARATTERIZZAZIONE IDROGRAFICA E IDROGEOLOGICA DEL SITO..... | 8 |
| 3.1 Idrografia..... | 8 |
| 3.2 Idrogeologia..... | 9 |
| 4. SISMICA..... | 13 |
| 5. CARATTERIZZAZIONE LITOTECNICA PRELIMINARE DEL SITO..... | 23 |
| 5.1 Indagini in sito pregresse..... | 24 |
| 6. MODELLO LITOTECNICO DEL SITO E PRESTAZIONI GEO-MECCANICHE..... | 27 |
| 7. CONCLUSIONI..... | 28 |
| ALLEGATO RIPORTI TERRENO..... | 30 |
| ai fini delle mineralizzazione dei cadaveri..... | 30 |
| ALLEGATO RIPORTI TERRENO..... | 31 |
| ai fini strutturali..... | 31 |

1. PREMESSA

In seguito al colloquio avuto con l'egr.o Arch. Mutti, mi è stato affidato l'incarico per eseguire un'indagine geologica di fattibilità inerente l'ampliamento del cimitero comunale di Mesero, sito in viale Rimembranze.

In relazione alla classe d'uso in presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le opere in progetto appartengono alla classe II vale a dire opere interessate da normali affollamenti con una vita nominale di 50 anni.

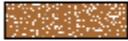
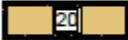
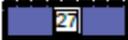
Pertanto la presente relazione valuta la compatibilità delle opere in progetto con le caratteristiche geomorfologiche, geologiche, idrografiche ed idrogeologiche locali suggerendo eventuali procedure correttive e/o adeguamenti alle intenzioni progettuali.



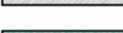
Corografia aerea, in primo piano l'area destinata ad accogliere l'ampliamento



.Planimetria ampliamento

- | | |
|---|--|
|  | Edificio Servizi Cimiteriali esistente |
|  | Edificio Servizi Cimiteriali in previsione |
|  | Campi inumativi/tumulativi esistenti |
|  | Inumazioni/tumulazioni ipogee esistenti |
|  | Campi tumulazione singola (12 posti) in previsione |
|  | Campi tumulazione doppia ipogea con vestibolo (24 posti) in previsione |
|  | Campi inumazione singola (12 posti) in previsione |
|  | Campi inumazione altre fedi (12 posti) in previsione |

Legenda

| | |
|---|--|
|  | Cappella della Santa Gianna Beretta Molla |
|  | Cappella dei sacerdoti della chiesa di Mesero |
|  | Cappelle Gentilizie esistenti |
|  | Area per nuove cappelle Gentilizie da realizzare esistenti |
|  | Area per nuove cappelle Gentilizie da realizzare in progetto |
|  | Ossario comune |
|  | Blocco loculi per tumulazioni esistente |
|  | Blocco loculi per tumulazioni in previsione |

| | |
|---|---|
|  | Pavimentazione in cubetti di porfido esistente |
|  | Pavimentazione in masselli autobloccanti |
|  | Pavimentazione in beola posata ad opus incertum |
|  | Aree verdi interne all'area per servizi cimiteriali individuata dal Piano dei Servizi del PGT vigente |
|  | Nuova viabilità stradale locale prevista dal Piano dei Servizi del PGT vigente |
|  | Area di servizio esterna pavimentata per operazioni di carico e scarico e manutenzione cimiteriale |
|  | Fascia di rispetto cimiteriale |
|  | Linea di delimitazione del tessuto della città pubblica - area per servizi cimiteriali |

Legenda

1.1 Principali normative osservate

Il presente documento è stato redatto seguendo gli estremi del:

Aggiornamento NTC 2018;

Circolare 617 del 2/02/09 Istruzioni per l'applicazione delle NTC di cui al D.M. 14/01/08;

D.M 14/01/08 Norme tecniche per le costruzioni;

D.Lgs. 3/4/2006 n. 152 Norme in materia ambientale;

D.P.R 328/01 Competenze in materia di indagini geognostiche dei geologi;

D.M. 16/01/96 Norme tecniche per le costruzioni in aree sismiche;

D.M. 11/3/1988: *“Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”*;

L.R. 27/05/1985 Disciplina degli scarichi degli insediamenti civili e delle Pubbliche fognature – Tutela delle acque sotterranee dall'inquinamento, successivi e similari;

Delibera 4/02/1977 Criteri, metodologie e norme tecniche generali della legge 10/05/1976 n. 319 recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento, successivi e similari;

Di seguito si elencano per chiarezza d'esposizione gli acronimi citati in relazione:

L. Legge, D.Lgs. Decreto Legislativo, D.M. Decreto Ministeriale, D.P.R. Decreto del Presidente della Repubblica, p.c. piano campagna, SPT standard penetration test, SCPT standard cone penetration test, A.G.I. Associazione Geotecnica Italiana, DPHS Dinamic Penetrometer Super Heavy, PRGC Piano regolatore generale comunale, q_{lim} portata limite, q_{amm} portata ammissibile.

1.2 Vincoli

Secondo la documentazione geologica consultata, allegata al PGT, redatta dal Dott. Geol. Alessandro Uggeri e dal Dott. Geol. P. Davide Fantoni nel dicembre 2010 (e successive modifiche ed integrazioni), l'area oggetto d'indagine rientra in una classe di fattibilità geologica 3, vale a dire che nel territorio sono state rilevate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.

Nello specifico si tratta di una sottoclasse “C” che comprende le aree ad elevata vulnerabilità dell'acquifero sfruttato ad uso idropotabile e/o del primo acquifero.

I fattori limitanti sono determinati dalla presenza di depositi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi; dall'acquifero superficiale libero captato ad uso idropotabile ad elevata vulnerabilità ed infine dalla possibile presenza di locali aree con presenza di terreni granulari sciolti.

Esecuzione di indagini geognostiche e/o geotecniche (IGT) previste dalla normativa vigente (D.M. 11/03/1988 e D.M. 14/01/2008) finalizzate alla verifica di compatibilità geologica, geomorfologica, geotecnica e idrogeologica del progetto.

Le indagini geotecniche/geognostiche dovranno essere commisurate al tipo di intervento da realizzare ed alle problematiche progettuali proprie di ciascuna opera (secondo quanto indicato nell'art. 2 delle Norme geologiche di Piano).

In particolare dovrà essere valutata la possibile interferenza tra le opere fondazionali e la falda idrica sotterranea.

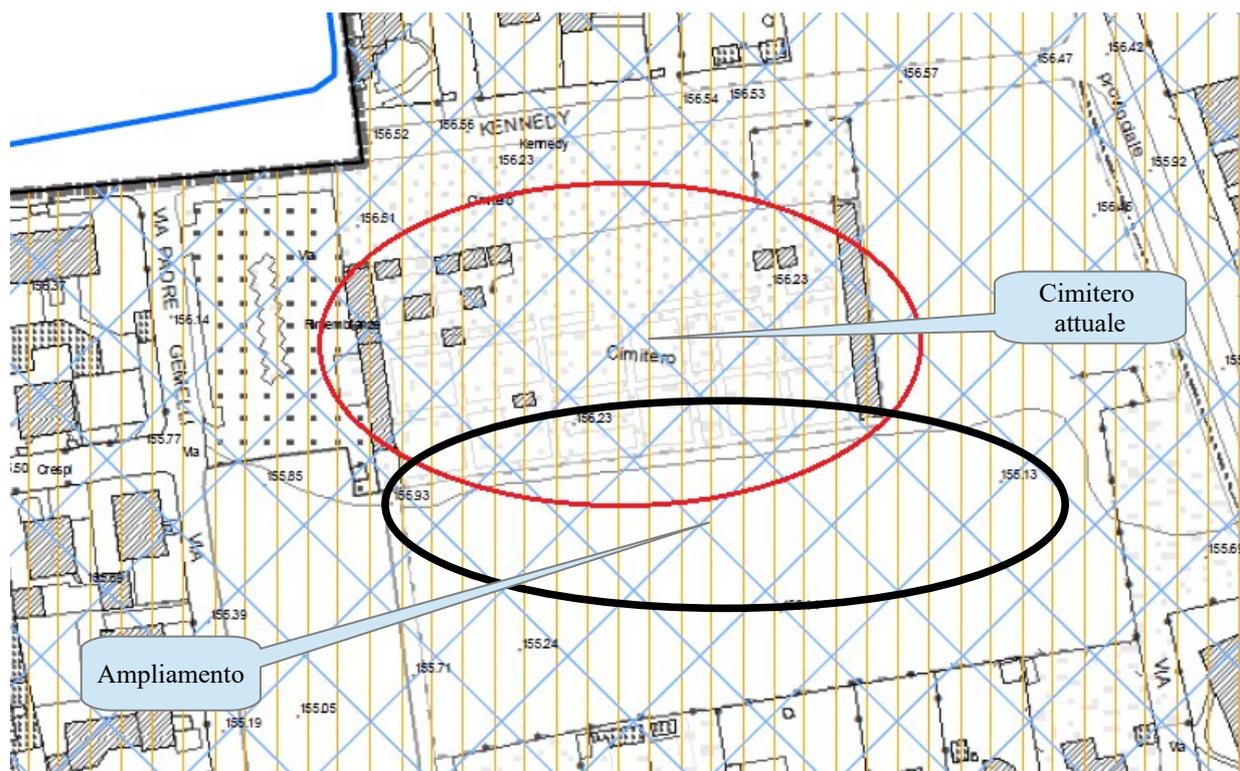
Dovrà essere eseguita una Verifica di Compatibilità Idrogeologica (CI) ovvero una Valutazione tecnica (a firma di un geologo) per la verifica della compatibilità dell'opera in progetto con la presenza di acque sotterranee captate ad uso idropotabile.

È richiesta una valutazione di stabilità dei fronti di scavo (SV).

L'intervento dovrà necessariamente prevedere una corretta progettazione, previo dimensionamento, dei sistemi di impermeabilizzazione, allontanamento e smaltimento delle acque bianche (RE).

Dovrà essere assolutamente evitato l'instaurarsi di fenomeni di ruscellamento incontrollato (concentrato o diffuso) delle acque meteoriche.

Dovranno essere inoltre previsti interventi di recupero morfologico e di funzione paesistico ambientale (IRM).



CLASSE 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni



3C - Aree ad elevata vulnerabilità dell'acquifero sfruttato ad uso idropotabile e/o del primo acquifero

Stralcio carta di fattibilità, fonte PGT

2. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

2.1. Geomorfologia

Il territorio di Parabiago si estende nella vasta area della Pianura Padana a nord-ovest di Milano; è caratterizzato da una morfologia sub-pianeggiante vergente a sud: le quote topografiche variano da circa 190 m (settore nord) a poco più di 166 m (limite sud).

Lungo la valle dell'Olona le quote topografiche decrescono da nord-ovest (183 m) verso sud-est (176 m). Dislivelli artificiali, con abbassamento della quota topografica, sono riscontrabili nella zona delle attività estrattive situata al limite nord del comune, dove si evidenzia la minima quota assoluta del territorio comunale attualmente a 163 m s.l.m., con abbassamento rispetto alla superficie circostante di circa 25 m.

In sintesi, la morfologia del territorio è stata modellata dall'azione alluvionale dei corsi d'acqua e da quella antropica. La vasta urbanizzazione occupa il settore centrale del territorio, mentre lungo la valle dell'Olona e nella porzione sud vi sono ampi spazi occupati da prati e campi coltivati.

Nell'analisi effettuata non sono state riscontrate problematiche di carattere geomorfologico, data l'assenza di versanti, ad eccezione di quelli determinati dall'attività estrattiva, interamente ricompresi negli ambiti di cava.

Nel dettaglio le opere in progetto s'intesteranno all'incirca alla quota di 156 m s.l.m con una blanda pendenza in direzione S.

Il contesto generale nell'intorno si contraddistingue, in genere, per una modesta urbanizzazione residenziale; l'area confina in tutte le direzioni con aree prative.

2.2 Geologia

Dalla documentazione geologica di PGT si deduce che l'area indagata rientra nell'unità geologica denominata "Allogruppo di Besnate".

L'Allogruppo di Besnate è l'espressione geologica di una complessa serie di pulsazioni glaciali che ha preceduto l'ultimo massimo glaciale. Corrisponde, pertanto al Würm pro parte e al Riss p.p. degli autori precedenti (tardo Pleistocene Medio-Pleistocene Superiore).

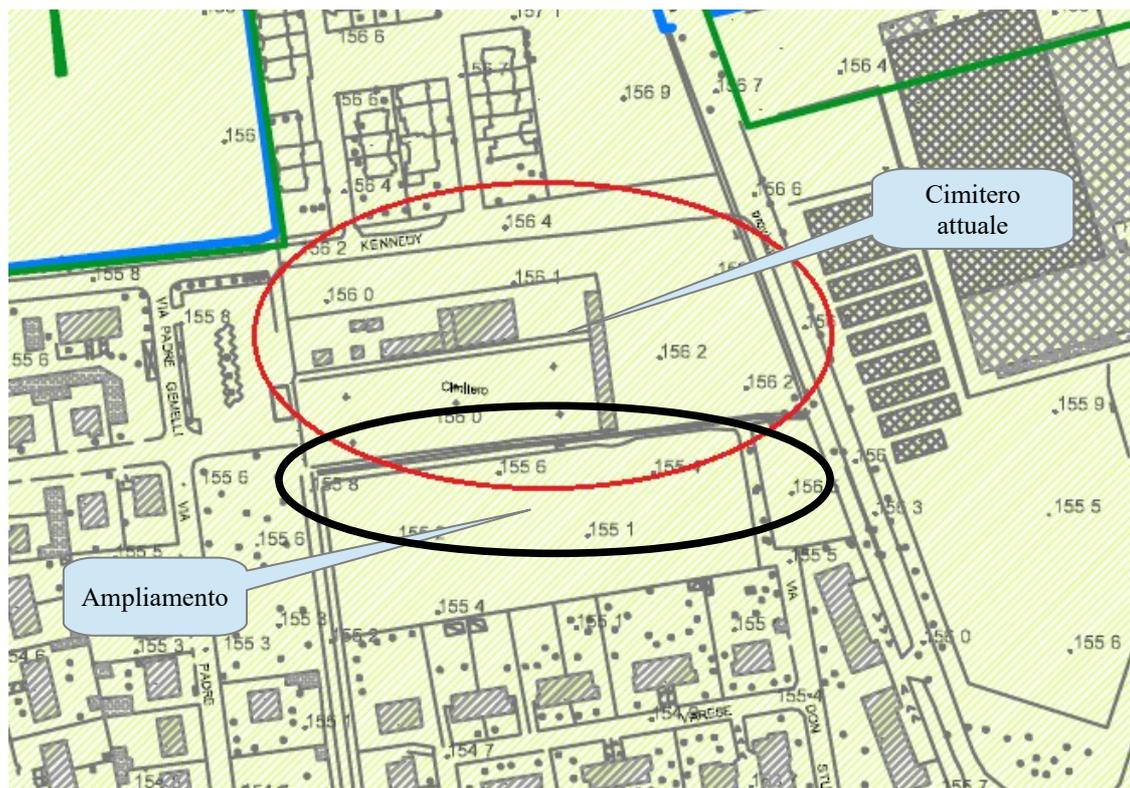
Nell'area in esame, esso è costituito esclusivamente da depositi fluvioglaciali:

I depositi rappresentano una sequenza di edificazione (litofacies 1) e abbandono (litofacies 2) di una piana fluvioglaciale alimentata da flussi detritici provenienti da aree glacializzate poste a NNW (Ticino e Varesotto).

La sequenza di edificazione (litofacies 1) è costituita da ghiaie a supporto di matrice da sabbiosa a limoso sabbiosa. Ghiaie a supporto clastico o al limite tra supporto clastico e di matrice sabbiosa.

Clasti centimetrici prevalenti, arrotondati/sub-arrotondati, da sciolti a molto debolmente cementati. Lenti di sabbia da fine a grossolana. Stratificazione mal definita, legata a variazioni nelle dimensioni dei clasti e della quantità di matrice.

La sequenza di abbandono (litofacies 2) è costituita da limi sabbiosi debolmente ghiaiosi; limi debolmente argillosi e ghiaiosi. Clasti centimetrici arrotondati. Questi sedimenti si trovano usualmente in posizione sommitale.



| | | <i>Caratteri geologici</i> | <i>Caratteri litologici</i> |
|---|----------------------------------|---|--|
| Allogruppo di Besnate (Pleistocene medio - Pleistocene superiore) | Depositi fluvio-glaciali: | Depositi fluvio-glaciali ad alta e bassa energia. Profilo di alterazione poco evoluto con suolo di spessore metrico | Ghiaie a supporto di matrice da sabbiosa a limoso sabbiosa. Ghiaie a supporto clastico o al limite tra supporto clastico e di matrice sabbiosa. Clasti centimetrici prevalenti, arrotondati/subarrotondati, da sciolti a molto debolmente cementati. Lenti di sabbia da fine a grossolana. Stratificazione maldefinita, legata a variazioni nelle dimensioni dei clasti e della quantità di matrice. |
| | | | Limi sabbiosi debolmente ghiaiosi; limi debolmente argillosi e ghiaiosi. Clasti centimetrici arrotondati. Questi sedimenti si trovano usualmente in posizione sommitale. |

Stralcio della carta geologica, fonte PGT

3. CARATTERIZZAZIONE IDROGRAFICA E IDROGEOLOGICA DEL SITO

3.1 Idrografia

Non sono presenti un intorno significativo dell'area indagata corpi idrici superficiali tali da coinvolgerla con le relative dinamiche idrauliche quali esondazioni e/o erosioni di sponda.

3.2 Idrogeologia

Dalla documentazione consultata si evince che l'area oggetto di indagine s'intesta alla quota media di 156 m slm e risulta compresa tra la curva isopiezometrica 144 m slm a NE e 143 m slm a SW, ciò dà luogo ad una soggiacenza delle acque sotterranee compresa tra i 12 e i 13 metri dal p.c. con una direzione di scorrimento rivolta verso SW.

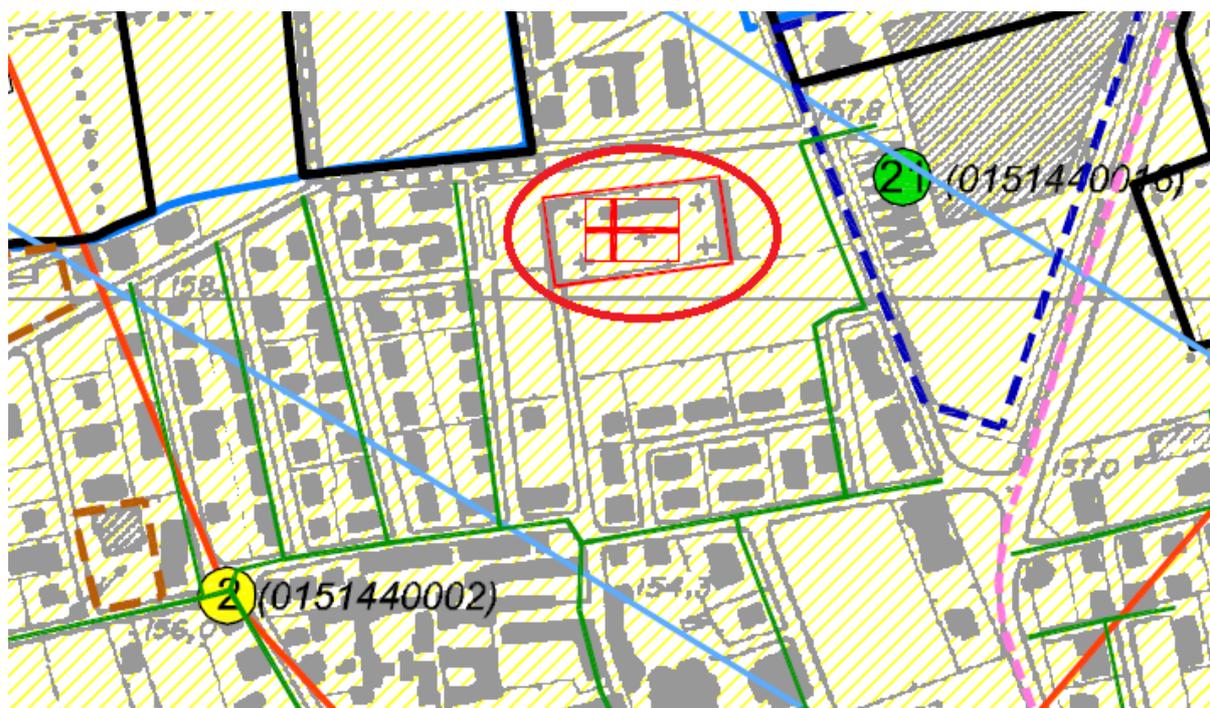
Il sito indagato è compreso nell'unità idrogeologica "A - delle sabbie e delle ghiaie".

Si tratta di sedimenti alluvionali di età Pleistocenica, depositi prevalentemente in ambiente fluvio-glaciali.

Litologicamente prevalgono le ghiaie a supporto clastico o di matrice sabbiosa, ma sono anche frequenti livelli plurimetri di sabbie grossolane, sabbie con ghiaie, sabbie medie.

Non mancano inoltre livelli più fini prevalentemente limosi, a con scarsa continuità laterale.

Lo spessore è di qualche decina di metri. L'unità è fortemente produttiva ed è tradizionalmente sede di pozzi per approvvigionamenti idrici.



PRINCIPALI SOGGETTI AD INQUINAMENTO

● Pozzo privato e relativo numero d'ordine

POTENZIALI INGESTORI

● Pozzo dismesso e relativo numero d'ordine

| CARATTERI IDROGEOLOGICI | PERMEABILITA' | | | |
|--|---|---|---|----|
| | A | M | B | BB |
| Unità delle ghiaie e delle sabbie: Ghiaie a supporto clastico o in matrice sabbiosa |  | | | |

Grado di permeabilità: **A**: Alto **M**: Medio **B**: Basso **BB**: Bassissimo

| CARATTERISTICHE ACQUIFERO | VULNERABILITA' | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|----|
| | EE | E | A | M | B | BB |
| Acquifero libero in materiale alluvionale in corrispondenza dei depositi fluvioglaciali (Allogruppo di Besnate) Sogglacenza < 35 m |  | | | | | |

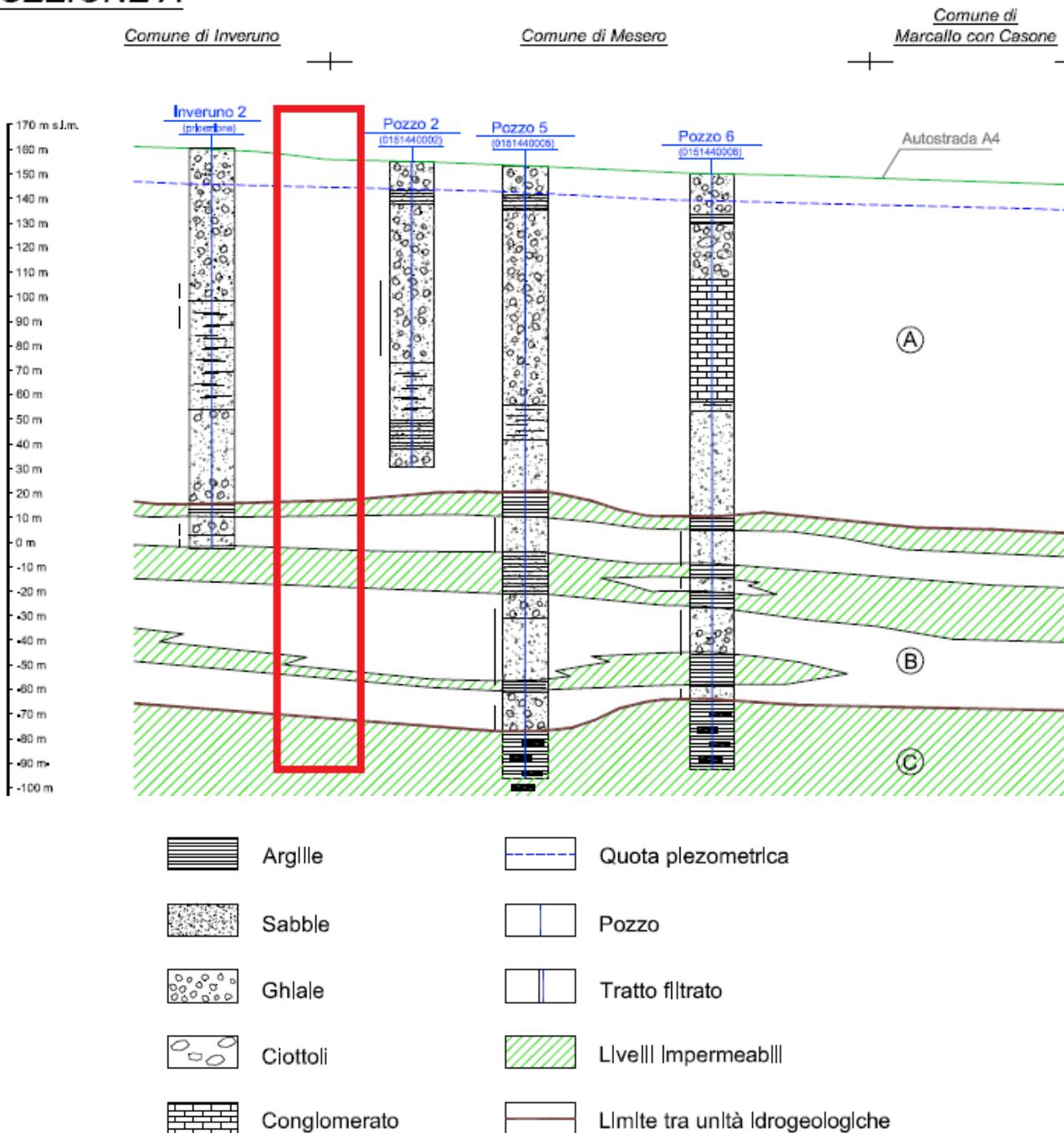
Grado di permeabilità: **EE**: Estremamente Elevata **E**: Elevata **A**: Alta **M**: Media **B**: bassa **BB**: Bassissima

Stralcio della carta idrogeologica, fonte PGT

| k (m/s) | 1 | 10^{-1} | 10^{-2} | 10^{-3} | 10^{-4} | 10^{-5} | 10^{-6} | 10^{-7} | 10^{-8} | 10^{-9} | 10^{-10} | 10^{-11} |
|-----------------------|---------------|-----------|---|-----------|--|-----------|-------------|-----------|---|-----------|------------|------------|
| GRADO DI PERMEABILITÀ | alto | | medio | | basso | | molto basso | | impermeabile | | | |
| DRENAGGIO | buono | | | | povero | | | | praticamente impermeabile | | | |
| TIPO DI TERRENO | ghiaia pulita | | sabbia pulita e miscele di sabbia e ghiaia pulita | | sabbia fine, limi organici e inorganici, miscele di sabbia, limo e argilla, depositi di argilla stratificati | | | | terreni impermeabili argille omogenee sotto la zona alterata dagli agenti atmosferici | | | |
| | | | | | terreni impermeabili modificati dagli effetti della vegetazione e del tempo | | | | | | | |

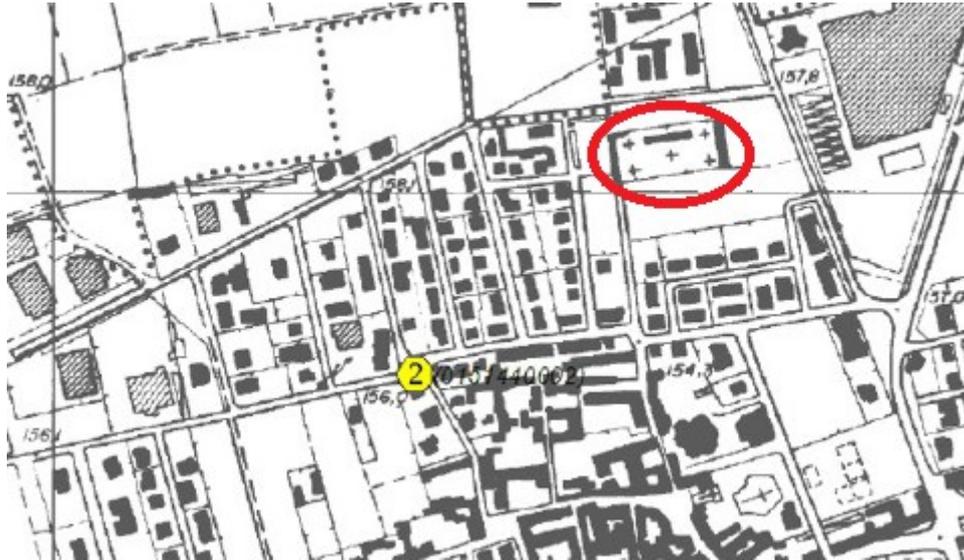
Ai terreni presenti in sito (ghiaie a supporto di matrice da sabbiosa a limoso sabbiosa, Ghiaie a supporto clastico, lenti di sabbia da fine a grossolana, copertura di limi sabbiosi debolmente ghiaiosi; limi debolmente argillosi e ghiaiosi), grazie alla documentazione consultata, è attribuibile una permeabilità da alta a media, k da 10^{-2} a 10^{-4} m/s rispettivamente in profondità ed in superficie.

SEZIONE A



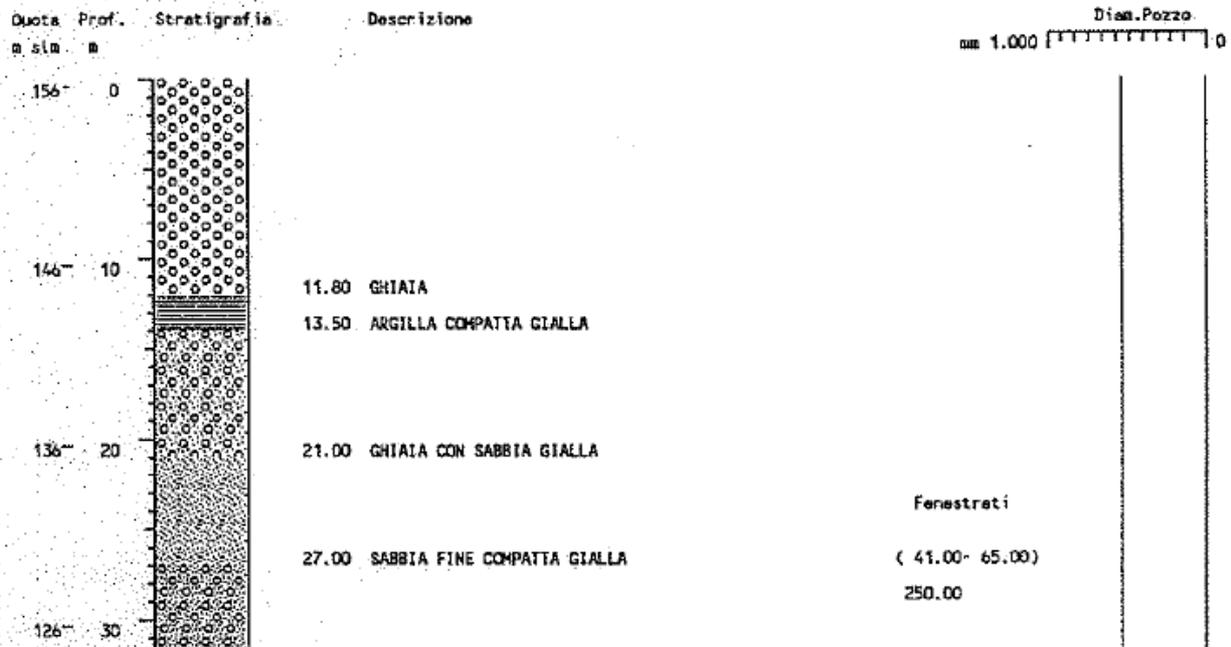
| Unità idrogeologica | Sigla |
|-----------------------------------|-------|
| Unità delle ghiale e delle sabbie | A |
| Unità delle alternanze | B |
| Unità delle argille prevalenti | C |

Sezione idrogeologica A, fonte PGT



0151440002 2/6

C.N.R. - Centro di Studio per la Stratigrafia e Petrografia delle Alpi Centrali - Dipartimento di Scienze della Terra - Milano
 Provincia : MILANO Comune : MESERO Pozzo : 0002 Codice : 015-144-0002
 Via / Localita' : VIA NOVARA Long. : 1488372.00 Lat. : 5038610.00
 Pozzo Pubblico Proprietario : COMUNE Utente : ACQUEDOTTO Anno : 1968
 Perforatore : RONCHI (Pagina 1 di 2)

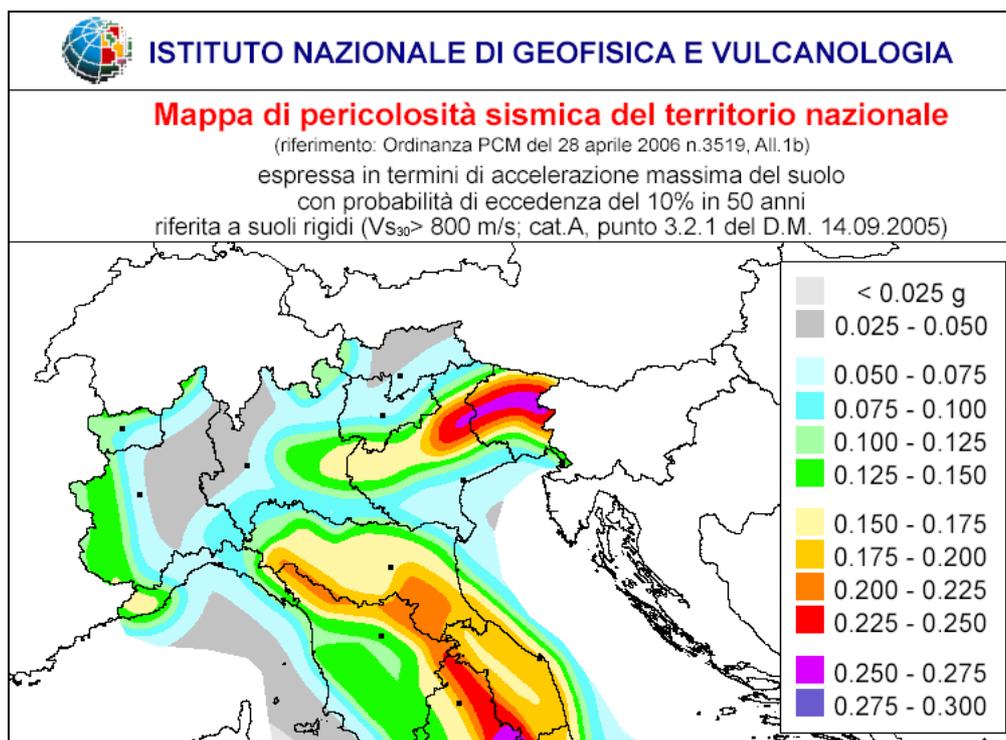


.Ubicazione e stratigrafia pozzo n°2, fonte PGT

4. SISMICA

Macrozonazione e segnali sismici

Con l'emanazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 28 aprile 2006 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone" sono stati approvati i criteri generali e la mappa di pericolosità sismica di riferimento a scala nazionale (macro-zonazione) riportata in figura.

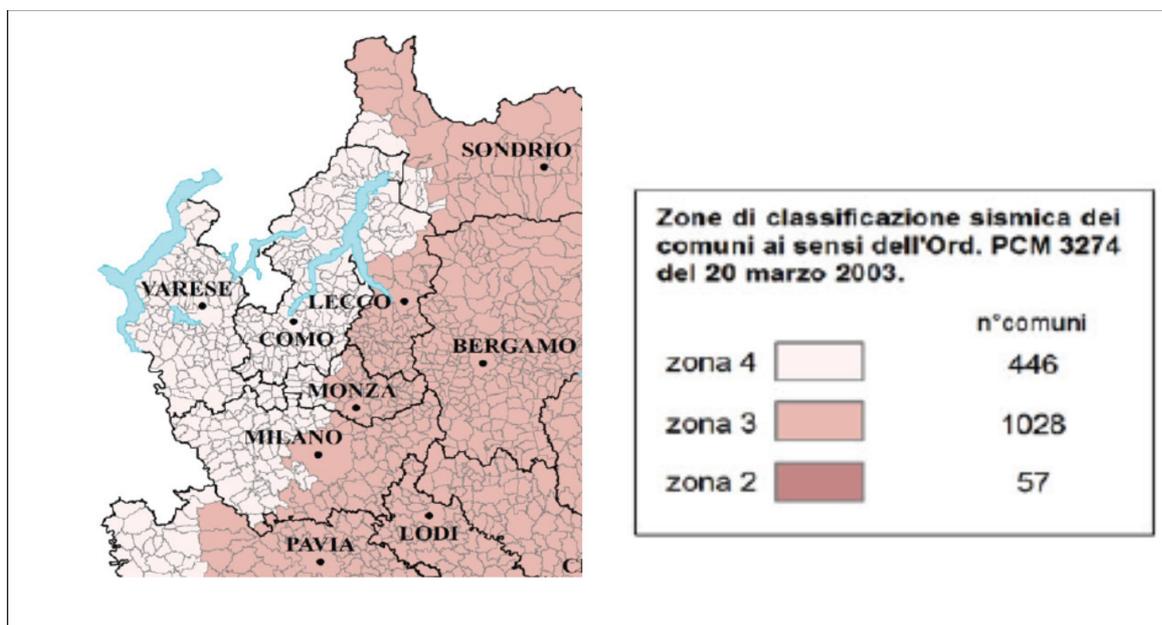


La mappa riportata rappresenta graficamente la pericolosità sismica del territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo a_g , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferita ai suoli rigidi (*Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi* categoria A di cui al punto 3.2.1 del D.M. 14/09/05) caratterizzati da una velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio $V_{s30} > 800$ m/s.

Tale mappatura e i rispettivi valori di accelerazione massima si traducono in zone sismiche così suddivise dalla più gravosa:

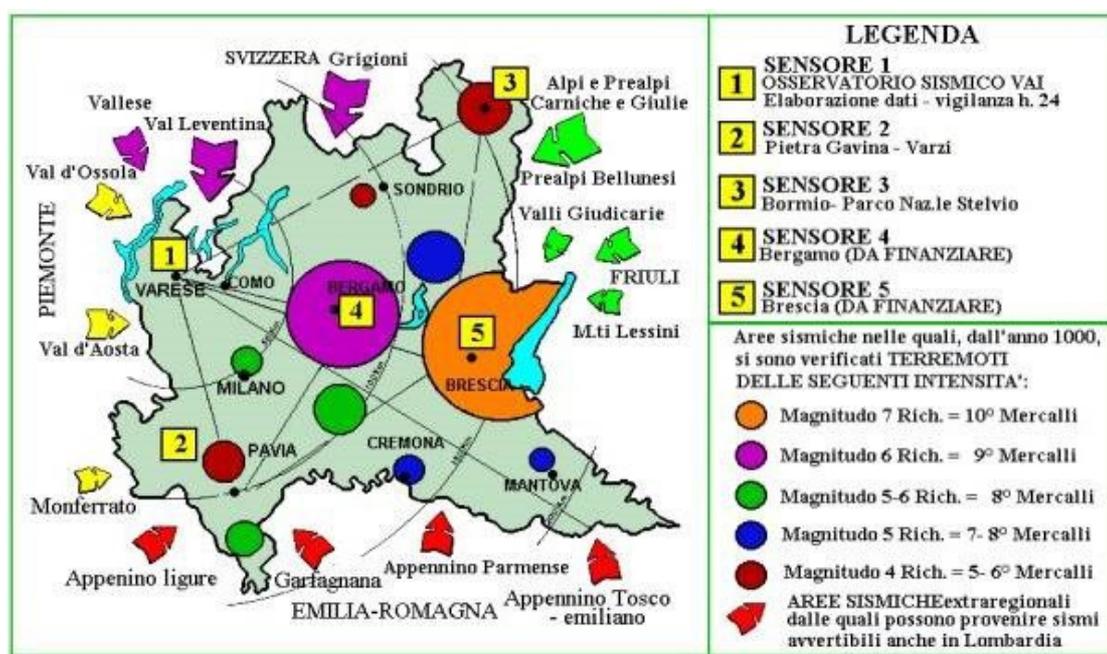
| ZONA | ACCELERAZIONE CON PROBABILITA' DI SUPERAMENTO PARI A 10% IN 50 ANNI (m/s) |
|------|---|
| 1 | $0,25 < a_g < 0,35g$ |
| 2 | $0,15 < a_g < 0,25g$ |
| 3 | $0,05 < a_g \leq 0,15g$ |
| 4 | $\leq 0,05g$ |

La regione Lombardia con la D.G.R. del 11 Luglio 2014 n. X/2129 "Aggiornamento delle zone sismiche in Lombardia" ha identificato quanto segue:



Considerato quanto sopra esposto si rileva che il territorio comunale di Mesero rientra completamente in classe sismica quarta (4).

Archivio segnali sismici



La carta soprastante illustra i principali terremoti storici dall'anno mille ad oggi in Lombardia e le zone sismogenetiche adiacenti da cui possono giungere terremoti risentiti dalla popolazione.

Liquefazione

Il sito presso il quale è ubicato il manufatto deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate.

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti cinque circostanze: 1). eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5; 2). accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g; 3). profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali; 4). 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; 5). distribuzione granulometrica specifica esterna al campo principale delle sabbie sia per terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ sia nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione.

Secondo la classificazione di Youd e Perkins (1978) che fornisce una indicazione qualitativa della vulnerabilità alla liquefazione dei terreni in funzione dell'età e della loro origine, **la propensione alla liquefazione locale è bassa.**

| Tipo deposito | Età del deposito | | | |
|--|------------------|----------|-------------|-----------------|
| | <500 anni | Olocene | Pleistocene | Pre-Pleistocene |
| Depositi continentali | | | | |
| Canali fluviali | Molto alta | Alta | Bassa | Molto bassa |
| Pianure di esondazione | Alta | Moderata | Bassa | Molto bassa |
| Pianure e conoidi alluvionali | Moderata | Bassa | Bassa | Molto bassa |
| Spianate e terrazzi marini | ---- | Bassa | Molto bassa | Molto bassa |
| Deltaici | Alta | Moderata | Bassa | Molto bassa |
| Lacustri | Alta | Moderata | Bassa | Molto bassa |
| Colluvioni | Alta | Moderata | Bassa | Molto bassa |
| Scarpate | Bassa | Bassa | Molto bassa | Molto bassa |
| Dune | Alta | Moderata | Bassa | Molto bassa |
| Loess | Alta | Alta | Alta | Molto bassa |
| Glaciali | Bassa | Bassa | Molto bassa | Molto bassa |
| Tuff | Bassa | Bassa | Molto bassa | Molto bassa |
| Tephra | Alta | Alta | ? | ? |
| Terreni residuali | Bassa | Bassa | Molto bassa | Molto bassa |
| Sebkha | Alta | Moderata | Bassa | Molto bassa |
| Zone costiere | | | | |
| Deltaici | Molto alta | Alta | Bassa | Molto bassa |
| Di estuario | Alta | Moderata | Bassa | Molto bassa |
| Di spiaggia con elevata energia delle onde | Moderata | Bassa | Molto bassa | Molto bassa |
| Di spiaggia con bassa energia delle onde | Alta | Moderata | Bassa | Molto bassa |
| Lagunari | Alta | Moderata | Bassa | Molto bassa |
| Litorali | Alta | Moderata | Bassa | Molto bassa |
| Riempimenti artificiali | | | | |
| Non compattati | Molto alta | ---- | ---- | ---- |
| Compattati | Bassa | ---- | ---- | ---- |

Microzonazione sismica

La **microzonazione sismica** è una tecnica di analisi sismica di un territorio che ha lo scopo di riconoscere ad una scala sufficientemente piccola (scala comunale o sub comunale) le condizioni geologiche locali (zone di versante, terreni non consolidati, aree in frana, sedimenti liquefacibili, ecc) che possono alterare più o meno sensibilmente le caratteristiche del movimento sismico atteso e/o produrre deformazioni permanenti e critiche per le costruzioni e le infrastrutture in loco.

I passi per identificare la pericolosità sismica locale partono dall'individuazione di alcuni scenari di pericolosità sismica locale individuati alla scala di porzioni di territorio comunale per poi concentrarsi sulle peculiarità topografiche e litologiche del sito.

Nell'ambito dell'identificazione della pericolosità sismica locale l'area studiata rientra in uno scenario Z4a.

| Sigla | SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE | EFFETTI |
|-------|---|--|
| Z1a | Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi | Instabilità |
| Z1b | Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti | |
| Z1c | Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana | |
| Z2a | Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.) | Cedimenti |
| Z2b | Zone con depositi granulari fini saturi | Liquefazioni |
| Z3a | Zona di ciglio H > 10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc.) | Amplificazioni topografiche |
| Z3b | Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate | |
| Z4a | Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi | Amplificazioni litologiche e geometriche |
| Z4b | Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide delizio-lacustre | |
| Z4c | Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche) | |
| Z4d | Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale | |
| Z5 | Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse | Comportamenti differenziali |



| Simbolo | Sigla | Scenario di pericolosità sismica | Effetti |
|---|-------|--|--|
|  | Z4a | Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi | Amplificazioni litologiche e geometriche |

Stralcio della carta delle pericolosità sismica locale, fonte PGT

Le norme tecniche per le costruzioni espone nel D.M. 14/01/2008 e successive modifiche 2018, al fine di valutare la microzonazione sismica elencano in ambito topografico alcune condizioni in grado di amplificare in maniera crescente gli effetti di un sisma (valide per rilievi superiori ai 30 m): a) T1 Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $I \leq 15^\circ$; b) T2 Pendii con inclinazione media $>15^\circ$; c) T3 Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base ed inclinazione media compresa tra 15 e 30° ; d) T4 Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media maggiore di 30° .

Per l'area in corso di studio si tratta a livello generale di una classe T1.

Altresì identificano in ambito stratigrafico alcune categorie di suolo in base alla misurazione della velocità media delle onde Vs nei primi 30 m di suolo al di sotto del piano di posa delle fondazioni; a tal proposito si sono consultate alcune stratigrafie di pozzi e sezioni geo-idrologiche locali, confrontando la litologia in esse presente con i dati forniti dalle tabelle sottostanti (correlazione litologia – Vs).

| Categoria | Litologia |
|-----------|--|
| A | Calcere, Gesso, Marne, Rocce generiche |
| B | Ghiaia fine, media, grossolana, blocchi, massi |
| C | Sabbia fine, media, grossolana |
| D | Limo, Argilla |

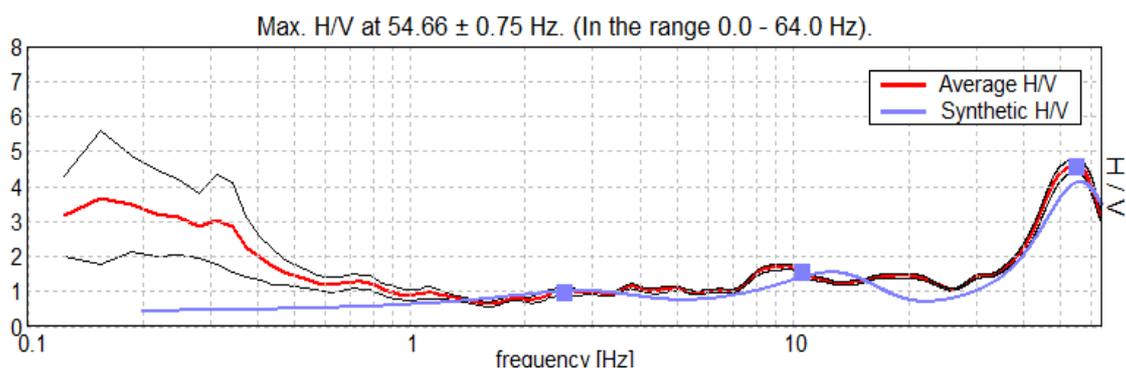
Correlazione litologie prevalenti/Vs (fonte protezione civile)

Velocità caratteristiche delle onde S nei vari tipi di suolo (Borchedt, 1994)

| TIPO DI SUOLO | Vs min (m/s) | Vs media (m/s) | Vs max (m/s) |
|--|--------------|----------------|--------------|
| ROCCE MOLTO DURE (es. rocce metamorfiche molto-poco fratturate) | 1400 | 1620 | |
| ROCCE DURE (es. graniti, rocce ignee, conglomerati, arenarie e argilliti, | 700 | 1050 | 1400 |
| SUOLI GHIAIOSI e ROCCE DA TENERE A DURE (es. rocce sedimentarie ignee, tenere, arenarie, argilliti, ghiaie | 376 | 540 | 700 |
| ARGILLE COMPATTE e SUOLI SABBIOSI (es. sabbie da sciolte a molto compatte, limi e argille sabbiose, argille da medie a compatte | 200 | 290 | 375 |
| TERRENI TENERI (es. terreni di riempimento sotto falda, argille tenere | 100 | 150 | 200 |

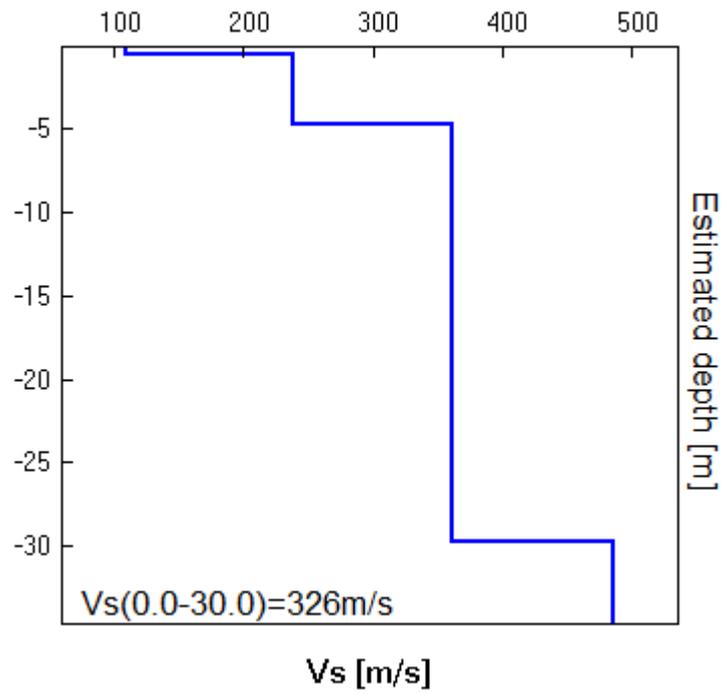
. In sito si è svolto inoltre un sondaggio sismico verticale tramite un tromometro digitale il cui risultato interpretato con la tecnica HVSR ha consentito di iscrivere i terreni presenti in sito alla categoria sismica C.

EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



| Depth at the bottom of the layer [m] | Thickness [m] | Vs [m/s] | Poisson ratio |
|--------------------------------------|---------------|----------|---------------|
| 0.50 | 0.50 | 109 | 0.45 |
| 4.70 | 4.20 | 239 | 0.45 |
| 29.70 | 25.00 | 361 | 0.45 |
| inf. | inf. | 486 | 0.45 |

$$V_s(0.0-30.0)=326\text{m/s}$$



Report indagine sismica verticale

| Categoria | Descrizione del profilo stratigrafico | V_{s30} (m/s) | N_{SPT} | C_u (kPa) |
|------------------|---|---------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| A | <u>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</u> , caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m | > 800 | - | - |
| B | <u>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</u> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità | 360 - 800 | > 50 | > 250 |
| C | <u>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</u> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità | 180 - 360 | 15 - 50 | 70 - 250 |
| D | <u>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</u> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità | < 180 | < 15 | < 70 |
| E | <u>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</u> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s). | | | |
| S1 | Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille organiche. | | | |
| S2 | Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti | | | |

Fig. 10.1 - *Categorie di suolo di fondazione (D.M. 14-01-2008).*

Categoria del sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Stato limite considerato: SLV

Vita nominale (V_N): 50

Classe d'uso (cu): II

Amplificazione stratigrafica:

$S_s = 1,50$

$C_c = 1,59$

$S_T = 1,00$

$\beta_s = 0,20$

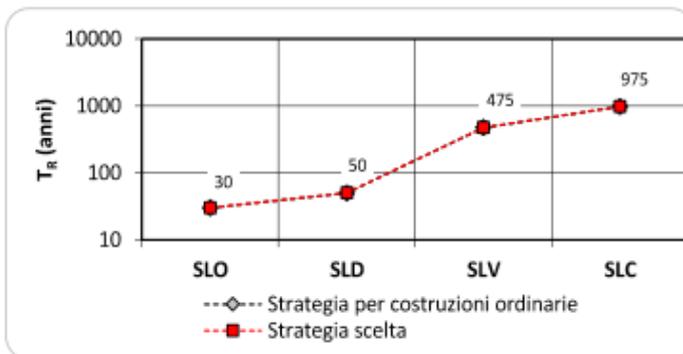
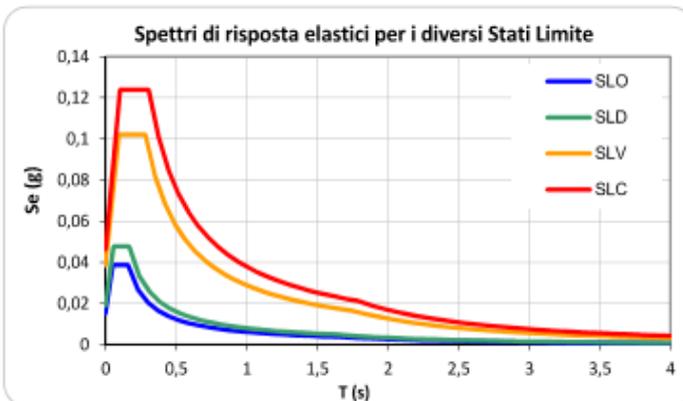
$a_{max} = 0,0556$

Coefficienti sismici:

$k_h = 0,0111$ (orizzontale)

$k_v = 0,0056$ (verticale)

| Stato Limite | | T_R [anni] | a_g [g] | F_o [-] | T_c [s] |
|--------------|-----|--------------|-----------|-----------|-----------|
| SLE | SLO | 30 | 0,0151 | 2,5573 | 0,1589 |
| | SLD | 50 | 0,0188 | 2,5337 | 0,1676 |
| SLU | SLV | 475 | 0,0386 | 2,6415 | 0,2823 |
| | SLC | 975 | 0,0463 | 2,6735 | 0,3058 |



Parametri pericolosità sismica sito

5. CARATTERIZZAZIONE LITOTECNICA PRELIMINARE DEL SITO

Nel territorio comunale di Mesero si rileva la presenza di una sola unità geotecnica descritta di seguito.

Litologia: ghiaie medio grossolane e ciottoli a supporto di matrice sabbiosa e sabbioso-limosa e a supporto di clasti con matrice sabbioso grossolana. Locali livelli superficiali di limo argilloso o di sabbia fine con scarsa ghiaia;

Assetto morfologico: aree pianeggianti o sub-pianeggianti a debole pendenza; superficie modale di piana alluvionale. Rete idrografica naturale assenti. Sviluppato reticolo artificiale ad uso irriguo;

Drenaggio delle acque: in considerazione della granulometria dei sedimenti costituiti l'unità il drenaggio delle acque buono sia in superficie che in profondità;

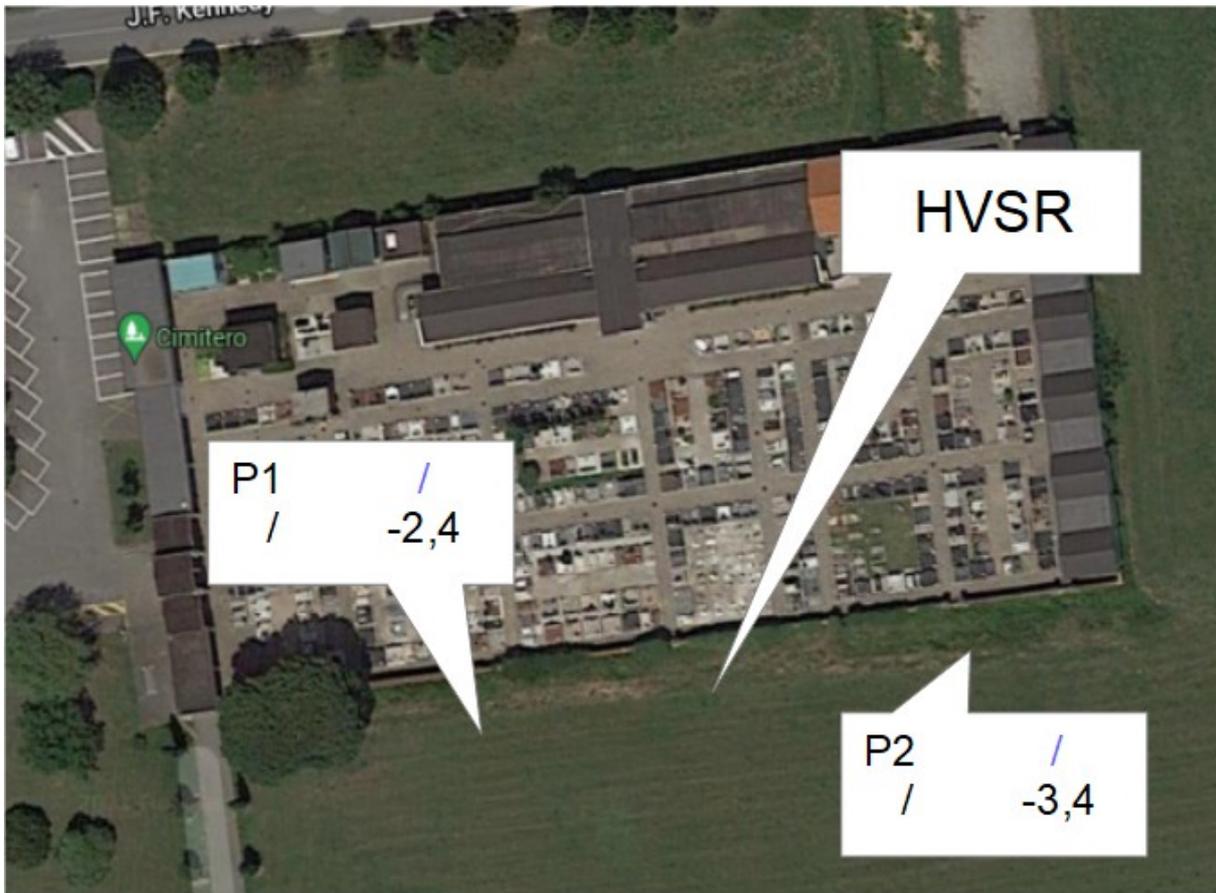
Geologia tecnica: terreni granulari sciolti con caratteristiche geotecniche discrete (localmente scadenti). In profondità terreni granulari da mediamente a ben addensati, con buone caratteristiche geotecniche.

Di seguito si riassumono i caratteri geotecnici dei terreni costituenti l'unità analizzata.

| Strato | Profondità (m) | Dr | N _{spt} | γ | $\varphi(^{\circ})$ |
|--------|----------------------|------|------------------|----------------------|---------------------|
| 1 | da p.c. a 3,0m / 3,6 | 20 % | 6 | 17 kN/m ³ | 26°/28° |
| 2 | > 3,0m | 65 % | 13/40 | 20 kN/m ³ | 33°/36° |

Caratterizzazione geotecnica dei terreni, fonte PGT

5.1 Indagini in sito pregresse



Identificativo prova

P1 / /

Spessore coltre
Superficiale compressibile
N < 6

Profondità falda

Profondità tetto orizzonte
resistente
N > 19

Ubicazione indagini in sito pregresse

| ESPOSIZIONE RISULTATI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE | | | | | | | | |
|---|-------|---|------|-------|------------|----------|----------|----------|
| Cantiere: | | Comune di MESERO, ampliamento cimitero | | | | | | |
| Committente: | | Spett.le Impresa Edile Cimiteriale Faccendini srl | | | | | | |
| Data: | | 06-ott-21 | | | | | | |
| P1 | METRI | N10 | NSPT | Media | Ang. Attri | E | M | Cu |
| | | | | | | MPa | kg/cmq | kg/cmq |
| | | | | | | Mod Elas | Mod Edom | Coesione |
| 0,1 | | 10 | 8 | 8 | 26 | 19,4 | 54,6 | 0,5 |
| 0,2 | | 10 | 8 | | 26 | 19,4 | 54,6 | 0,5 |
| 0,3 | | 10 | 8 | | 26 | 19,4 | 54,6 | 0,5 |
| 0,4 | | 10 | 8 | | 26 | 19,4 | 54,6 | 0,5 |
| 0,5 | | 10 | 8 | | 26 | 19,4 | 54,6 | 0,5 |
| 0,6 | | 10 | 8 | | 26 | 19,4 | 54,6 | 0,5 |
| 0,7 | | 10 | 8 | | 26 | 19,4 | 54,6 | 0,5 |
| 0,8 | | 10 | 8 | | 26 | 19,4 | 54,6 | 0,5 |
| 0,9 | | 10 | 8 | | 26 | 19,4 | 54,6 | 0,5 |
| 1 | | 10 | 8 | | 26 | 19,4 | 54,6 | 0,5 |
| 1,1 | | 7 | 5 | 5 | 24 | 16,2 | 38,2 | 0,4 |
| 1,2 | | 7 | 5 | | 24 | 16,2 | 38,2 | 0,4 |
| 1,3 | | 7 | 5 | | 24 | 16,2 | 38,2 | 0,4 |
| 1,4 | | 7 | 5 | | 24 | 16,2 | 38,2 | 0,4 |
| 1,5 | | 7 | 5 | | 24 | 16,2 | 38,2 | 0,4 |
| 1,6 | | 7 | 5 | | 24 | 16,2 | 38,2 | 0,4 |
| 1,7 | | 7 | 5 | | 24 | 16,2 | 38,2 | 0,4 |
| 1,8 | | 7 | 5 | | 24 | 16,2 | 38,2 | 0,4 |
| 1,9 | | 7 | 5 | | 24 | 16,2 | 38,2 | 0,4 |
| 2 | | 7 | 5 | | 24 | 16,2 | 38,2 | 0,4 |
| 2,1 | | 7 | 5 | 24 | 16,2 | 38,2 | 0,4 | |
| 2,2 | | 7 | 5 | 24 | 16,2 | 38,2 | 0,4 | |
| 2,3 | | 7 | 5 | 24 | 16,2 | 38,2 | 0,4 | |
| 2,4 | | 26 | 20 | 20 | 32 | 31,3 | 142,0 | 0,0 |
| 2,5 | | 25 | 19 | | 32 | 30,7 | 136,5 | 0,0 |
| 2,6 | | 26 | 20 | | 32 | 31,3 | 142,0 | 0,0 |
| 2,7 | | 25 | 19 | | 32 | 30,7 | 136,5 | 0,0 |
| 2,8 | | 28 | 22 | | 33 | 32,5 | 152,9 | 0,0 |
| 2,9 | | 23 | 18 | | 31 | 29,4 | 125,6 | 0,0 |
| 3 | | 23 | 18 | | 31 | 29,4 | 125,6 | 0,0 |
| 3,1 | | 27 | 21 | | 33 | 31,9 | 147,5 | 0,0 |
| 3,2 | | 26 | 20 | | 32 | 31,3 | 142,0 | 0,0 |
| 3,3 | | 27 | 21 | | 33 | 31,9 | 147,5 | 0,0 |
| 3,4 | | 26 | 20 | | 32 | 31,3 | 142,0 | 0,0 |
| 3,5 | | 29 | 22 | | 33 | 33,1 | 158,4 | 0,0 |
| 3,6 | | 24 | 18 | | 32 | 30,1 | 131,1 | 0,0 |
| 3,7 | | 27 | 21 | | 33 | 31,9 | 147,5 | 0,0 |
| 3,8 | | 26 | 20 | | 32 | 31,3 | 142,0 | 0,0 |
| 3,9 | | 27 | 21 | 33 | 31,9 | 147,5 | 0,0 | |
| 4 | | 26 | 20 | 32 | 31,3 | 142,0 | 0,0 | |

| | | | |
|-------------------------------|--|----------------|-----|
| acqua | | Angolo attrito | |
| terreno ben addensato | | da | a |
| | | 33° | |
| | | 28° | 33° |
| terreno scarsamente addensato | | 24° | 28° |
| | | | 24° |

Report indagine geognostica in sito

| ESPOSIZIONE RISULTATI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE | | | | | | | | |
|---|-----|---|--------|-------|------------|----------|----------|----------|
| Cantiere: | | Comune di MESERO, ampliamento cimitero | | | | | | |
| Committente: | | Spett.le Impresa Edile Cimiteriale Faccendini srl | | | | | | |
| Data: | | 06-ott-21 | | | | | | |
| P2 | E | M | Cu | | | | | |
| METRI | MPa | kg/cmq | kg/cmq | Media | Ang. Attri | Mod Elas | Mod Edom | Coesione |
| 0,1 | 9 | 7 | | | 25 | 18,4 | 49,2 | 0,5 |
| 0,2 | 9 | 7 | | | 25 | 18,4 | 49,2 | 0,5 |
| 0,3 | 9 | 7 | | | 25 | 18,4 | 49,2 | 0,5 |
| 0,4 | 9 | 7 | | | 25 | 18,4 | 49,2 | 0,5 |
| 0,5 | 9 | 7 | | | 25 | 18,4 | 49,2 | 0,5 |
| 0,6 | 9 | 7 | | | 25 | 18,4 | 49,2 | 0,5 |
| 0,7 | 9 | 7 | | | 25 | 18,4 | 49,2 | 0,5 |
| 0,8 | 9 | 7 | | | 25 | 18,4 | 49,2 | 0,5 |
| 0,9 | 9 | 7 | | | 25 | 18,4 | 49,2 | 0,5 |
| 1 | 9 | 7 | | | 25 | 18,4 | 49,2 | 0,5 |
| 1,1 | 10 | 8 | | | 26 | 19,4 | 54,6 | 0,5 |
| 1,2 | 10 | 8 | | | 26 | 19,4 | 54,6 | 0,5 |
| 1,3 | 10 | 8 | | | 26 | 19,4 | 54,6 | 0,5 |
| 1,4 | 10 | 8 | | | 26 | 19,4 | 54,6 | 0,5 |
| 1,5 | 10 | 8 | | | 26 | 19,4 | 54,6 | 0,5 |
| 1,6 | 10 | 8 | | | 26 | 19,4 | 54,6 | 0,5 |
| 1,7 | 10 | 8 | | 8 | 26 | 19,4 | 54,6 | 0,5 |
| 1,8 | 10 | 8 | | | 26 | 19,4 | 54,6 | 0,5 |
| 1,9 | 10 | 8 | | | 26 | 19,4 | 54,6 | 0,5 |
| 2 | 12 | 9 | | | 27 | 21,3 | 65,5 | 0,6 |
| 2,1 | 12 | 9 | | | 27 | 21,3 | 65,5 | 0,6 |
| 2,2 | 12 | 9 | | | 27 | 21,3 | 65,5 | 0,6 |
| 2,3 | 12 | 9 | | | 27 | 21,3 | 65,5 | 0,6 |
| 2,4 | 12 | 9 | | | 27 | 21,3 | 65,5 | 0,6 |
| 2,5 | 12 | 9 | | | 27 | 21,3 | 65,5 | 0,6 |
| 2,6 | 12 | 9 | | | 27 | 21,3 | 65,5 | 0,6 |
| 2,7 | 12 | 9 | | | 27 | 21,3 | 65,5 | 0,6 |
| 2,8 | 14 | 11 | | | 28 | 23,0 | 76,5 | 0,7 |
| 2,9 | 14 | 11 | | | 28 | 23,0 | 76,5 | 0,7 |
| 3 | 14 | 11 | | | 28 | 23,0 | 76,5 | 0,7 |
| 3,1 | 14 | 11 | | | 28 | 23,0 | 76,5 | 0,7 |
| 3,2 | 14 | 11 | | | 28 | 23,0 | 76,5 | 0,7 |
| 3,3 | 14 | 11 | | | 28 | 23,0 | 76,5 | 0,7 |
| 3,4 | 26 | 20 | | | 32 | 31,3 | 142,0 | 0,0 |
| 3,5 | 29 | 22 | | | 33 | 33,1 | 158,4 | 0,0 |
| 3,6 | 24 | 18 | | | 32 | 30,1 | 131,1 | 0,0 |
| 3,7 | 27 | 21 | | 20 | 33 | 31,9 | 147,5 | 0,0 |
| 3,8 | 26 | 20 | | | 32 | 31,3 | 142,0 | 0,0 |
| 3,9 | 27 | 21 | | | 33 | 31,9 | 147,5 | 0,0 |
| 4 | 26 | 20 | | | 32 | 31,3 | 142,0 | 0,0 |

| | | |
|-------------------------------|----------------|-----|
| acqua | Angolo attrito | |
| | da | a |
| terreno ben addensato | 33° | 33° |
| | 28° | 28° |
| | 24° | 24° |
| terreno scarsamente addensato | 24° | 24° |

Report indagine geognostica in sito

6. MODELLO LITOTECNICO DEL SITO E PRESTAZIONI GEO-MECCANICHE

Indagini geognostiche: in sito, prove penetrometriche dinamiche, profondità max 4 m, piano di esecuzione pari al piano campagna esistente;

Strumentazione utilizzata: penetrometro dinamico medio, maglio 30 kg, altezza caduta 20 cm, passo lettura 10 cm, peso incudine porta maglio 12 kg, lunghezza aste 1 m, diametro aste 0,22 cm, diametro max punta conica 0,35 cm;

Modello litotecnico locale:

Unità litotecnica 1: da 0 a 2,3 / 3,3 m dal p.c, terreni prevalentemente sabbiosi, range NSPT da 7 a 11, angolo di attrito interno 25-28°, peso di volume 1,7-1,8 t/mc, coesione nulla, modulo elastico E 200 Kg/cmq, modulo edometrico M 61 kg/cmq, addensamento medio, comportamento frizionale, non saturi, USCS SM, SW, SW.

Unità litotecnica 2: da 2,3 / 3,3 m dal p.c, terreni prevalentemente ghiaioso ciottolosi, NSPT 19 o >, angolo di attrito interno >=32°, peso di volume 1,9-2 t/mc, coesione nulla, modulo elastico E 310 kg/cmq, modulo edometrico M 136 kg/cmq, comportamento frizionale, non saturi, ben addensati, USCS GP, GW, GP.

Tabella X: Proprietà fisico-meccaniche e indicazioni a scopo ingegneristico dei terreni (da: Washington Division of Geology and Earth Resources Bulletin 78-1989, modificato)

| classificazione | | Peso di volume secco | angolo di resistenza al taglio | coesione | erodibilità relativa | capacità portante | difficoltà di scavo | inclinazione scarpata |
|--------------------|--------------------|----------------------|--------------------------------|--------------------|----------------------|--------------------|---------------------|-----------------------|
| origine | USCS | g/cm ³ | ° | kg/cm ² | | kg/cm ² | | % |
| alluvionali | | | | | | | | |
| alta energia | GW, GP, GM | 1.85 – 2.10 | 30 - 35 | 0 | bassa | 0,75 – 1,00 | bassa | 50±65 |
| bassa energia | ML, SM, SP, SW | 1.45 – 1.85 | 15 - 30 | 0 – 0.25 | medio-alta | 0.25 – 0.75 | bassa | 25±50 |
| glaciali | | | | | | | | |
| till | SM, ML | 1.90 – 2.25 | 35 - 45 | 0.50 – 2.00 | medio-bassa | 0.75 – 2.50 | medio-alta | 50±100 |
| fluvioglaciali | GW, GP, SW, SP, SM | 1.85 – 2.10 | 30 - 40 | 0 – 0,50 | medio-bassa | 0.75 – 1.50 | medio-bassa | 50±70 |
| glaciolacustri | ML, SP, SM | 1.60 – 1.90 | 30 - 40 | 0 – 1.50 | medio-alta | 0.50 – 1.00 | media | 25±50 |
| lacustri | | | | | | | | |
| inorganici | ML, SM, MH | 1.10 – 1.60 | 5.0 - 20 | 0 – 0.10 | alta | 0 – 0.25 | bassa | 0±25 |
| organici | OL, PT | 0.5 – 1.10 | 0 - 10 | 0 – 0.10 | alta | 0 – 0.25 | bassa | 0±25 |
| eolici | | | | | | | | |
| loess | ML, SM | 1.25 – 1.60 | 20 - 30 | 0.25 – 0.50 | molto alta | 0.25 – 0.50 | bassa | 25±50 |

| DESCRIZIONE LITOLOGICA | INTERVALLO DEI VALORI [kg/cm ³] |
|---|--|
| Sabbia sciolta | 0,48 - 1,60 |
| Sabbia mediamente compatta | 0,96 - 8,00 |
| Sabbia compatta | 6,40 - 12,80 |
| Sabbia argillosa mediamente compatta | 2,40 - 4,80 |
| Sabbia limosa mediamente compatta | 2,40 - 4,80 |
| Sabbia e ghiaia compatta | 10,00 - 30,00 |
| Terreno argilloso con $qu < 2kg/cm^2$ | 1,20 - 2,40 |
| Terreno argilloso con $(2 < qu < 4)kg/cm^2$ | 2,20 - 4,80 |
| Terreno argilloso con $qu > 4kg/cm^2$ | > 4,80 |

—— **TERRENI SUPERFICIALI**
—— **TERRENI PROFONDI**

Relativamente all'attribuzione dei valori dei *parametri geotecnici fondamentali* ai terreni si è fatto riferimento anche ad esperienze personali condotte in contesti confrontabili ed in zone limitrofe (esecuzione di back-analysis), nonché a dati dedotti dalla bibliografia tecnica (cf. P. COLOMBO, 1975; R. LANCELLOTTA, 1987; TERZAGHI PECK 1967; TANZINI 2009; CASADIO-ELMI 2006; CESTARO 2009) espressi in medie ponderate.

7. CONCLUSIONI

Ubicazione: Mesero, cimitero comunale, viale delle Rimembranze; coordinate geografiche: 45°30'16.8"N 8°51'14.6"E

Fattibilità geologica: fattibilità III con consistenti limitazioni all'urbanizzazione

Limitazioni alla Fattibilità: presenza di depositi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi; acquifero superficiale libero captato ad uso idropotabile ad elevata vulnerabilità e possibile presenza di locali aree con presenza di terreni granulari sciolti.

Attività geomorfologiche in atto: assenti

Dissesti idrogeologici pregressi e/o prevedibili: assenti

Scenario pericolosità sismica locale: Z4a

Categoria sismica topografica: T1

Categoria sismica suoli: C

Propensione alla liquefazione dei sedimenti: da nessuna a bassa

Profondità falda acquifera principale: compresa tra i 12 e i 13 metri dal p.c.

Acquifero: acquifero libero in materiale alluvionale

Vincoli legati a opere captazione idropotabili: assenti

Falde acquifere sub superficiali discontinue e temporanee: non riscontrate

Permeabilità sub superficiale: permeabilità da alta a media, k da 10^{-2} a 10^{-4} m/s

Vincoli di natura idraulica idrologica legati a corpi idrici superficiali: assenti

Spessore terreni compressibili: assenti in superficie, lente tra 1 e 2 m di profondità circa, limi e sabbie prevalenti con $N_{spt} < 6$

Profondità tetto orizzonte terreni resistenti: in media a - 3 m dal p.c., ghiaie e ciottoli in matrice sabbiosa ben addensate

ALLEGATO RIPORTI TERRENO

ai fini delle mineralizzazione dei cadaveri

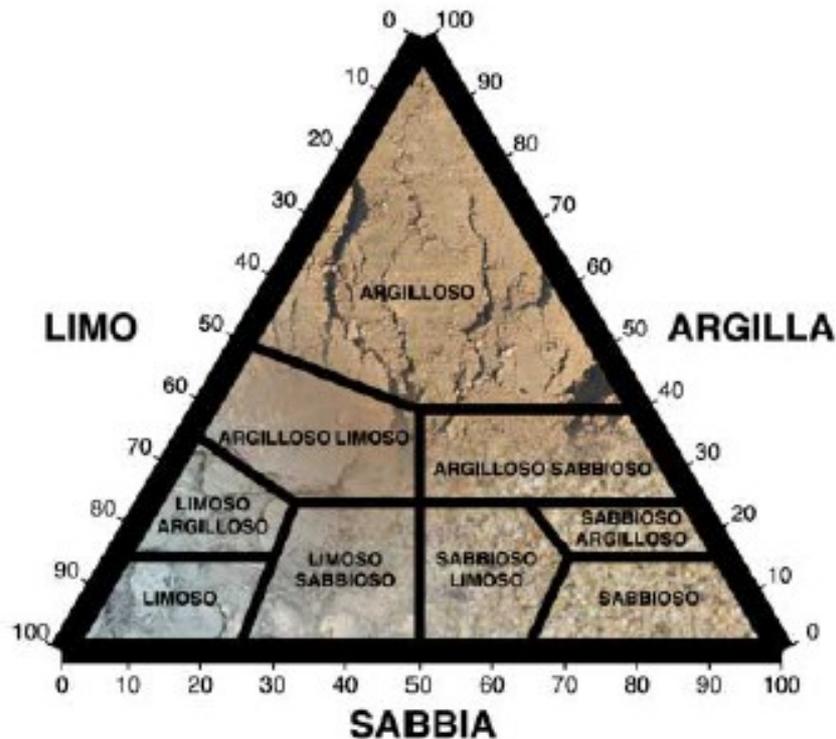
Fattori che incidono sullo sviluppo della mineralizzazione sono: pH (la mineralizzazione è più rapida in suoli neutri, piuttosto che in suoli acidi), e sostanze nutritive inorganiche (aumenta con la disponibilità o l'aggiunta di azoto). Il terreno vegetale con PH neutro, per esempio, va benissimo; è lo strato superficiale, diciamo a profondità aratro, che si può trovare in molti campi coltivati. Se il terreno è troppo sabbioso le salme si mummificano, se troppo argilloso le salme si saponificano, in entrambi i casi non si decompongono. Un terreno solo di sassi, ad esempio, fa percolare benissimo le acque meteoriche, anche troppo, in quanto equivale ad un deserto come base per lo sviluppo dei batteri. Un terreno argilloso va relativamente bene per la coltivazione di batteri ma fa ristagnare l'acqua. Un terreno con granulometria mista è il migliore.

Se si deve rinnovare un terreno, a parte la prassi casalinga di mescolare il terreno originario "grasso" con sabbia, si possono tenere presenti, quando si ordina una partita di terra, le indicazioni contenute nel volume di G.Fagnani - Rocce e minerali per l'edilizia - Editrice Succ. Fusi -Pavia 1970 pg. 190-193 Terreni per usi speciali(cimiteri).

Dipendenza della percentuale di salme indecomposte dopo 10 anni di sepoltura dalla composizione granulometrica del terreno:

B) con 65 % di passante a 0,125 mm il terreno non è idoneo in quanto le salme indecomposte dopo 10 anni sono il 60%. C) con 45% di passante a 0,125 mm il terreno è mediocre in quanto le salme indecomposte sono il 12% D) con 35% di passante a 0,125 mm il terreno è idoneo in quanto le salme indecomposte sono il 5% E) con 25% di passante a 0,125 mm il terreno è ancora più idoneo in quanto le salme indecomposte sono il 4%. A cui aggiungere le considerazioni che il PH (acidità/basicità) è preferibile sia neutro e che contenga possibilmente materiale organico.

I terreni con tessitura più equilibrata sono quelli cosiddetti *franchi* o *di medio impasto*, contenenti cioè una percentuale di sabbia (dal 35 al 55%) tale da permettere una buona circolazione idrica e una sufficiente ossigenazione; una percentuale di argilla (dal 10 al 25%) tale da mantenere un sufficiente grado di umidità nei periodi asciutti, di permettere la strutturazione e di trattenere i nutrienti; una frazione trascurabile di scheletro. Nei terreni di medio impasto il limo risulta presente in percentuali che vanno dal 25 al 45%, meno ce n'è e più il terreno risulta di qualità.



ALLEGATO RIPORTI TERRENO

ai fini strutturali

Materiali costituenti: il materiale costituente il riporto dovrà possedere elementi preferibilmente frantumati, ed avere un'ampia distribuzione granulometrica, nella quale più del 50% dei costituenti avrà dimensioni maggiori di 8 mm con la misura massima dei clasti variabile da 40 a 100 mm. Tra alcuni degli aggregati di cava in commercio si possono citare a titolo esemplificativo lo stabilizzato 0-40 mm o il riciclato 0-63 mm.

Secondo la classificazione USCS si tratterebbe di Terre a grana grossolana (più del 50% del materiale trattenuto al setaccio n. 200, 0.08 mm e più del 50% trattenuto dal setaccio da 8 mm).

Messa in opera: Il riporto dovrà essere steso sui terreni naturali preventivamente consolidati (rullati) e ricoperti da un geo-tessuto (400 gr/mq) al fine di prevenire il rimescolamento dei sedimenti. Di regola si dovrà disporre a strati di 30 cm di spessore rivestiti di geotessuto

(“saccone”), prima inumiditi e cosparsi di cemento e poi consolidati; dovrà sbordare di almeno 50 cm rispetto alla fondazione.

Consolidamento del terreno: per la compattazione superficiale di un terreno il risultato migliore si ottiene tramite rulli compressori che appartengono principalmente ai seguenti tipi: rulli vibranti (da escludere in presenza di strutture nelle vicinanze i vibranti e quelli di tonnellaggio superiore), rulli statici, rulli gommati, rulli “a piede di montone”, sconsigliato il ripetuto passaggio di mezzi cingolati.

Ai fini di verificare la realizzazione a regola d'arte del riporto si consiglia l'esecuzione di prove di carico su piastra secondo le modalità di seguito esposte:

Modulo di deformazione (o di compressibilità). Messo a punto dalla Association Suisse de Normalization e normalizzato in Italia dal CNR, fornisce un indice di portanza del sottofondo o di strati della pavimentazione. Si determina con una prova di carico a ciclo unico con piastra D da 30 cm di diametro ed è dato da $M_d = (\Delta p / \Delta s) D$ in daN/cm^2 . Si assume la variazione di carico pari a 1 daN/cm^2 nei limiti da 1,5 a 2,5 per sottofondi; da 2,5 a 3,5 per le fondazioni e da 3,5 a 4,5 per le basi. Generalmente sono richiesti i seguenti valori in daN/cm^2 : per sottofondi $M_d = 150 - 300$; per fondazioni $M_d = 400 - 800$; per basi $M_d \geq 1000$.

Ad un riporto siffatto sono attribuibili i seguenti parametri geotecnici: angolo attrito 32° , peso di volume $1,9 \text{ t/mc}$, coesione nulla.

Su di un riporto eseguito come sopra esposto si dovranno stendere delle fondazioni continue larghe 80 cm, meglio se a graticcio che presenteranno le seguenti prestazioni:

SLU - SLE

| Tipo di fondazione | Spessore riporto m | Capacità portante (resistenze verticali) kPa | Cedimento totale mm | Carico di esercizio max kPa | K Winkler Kg/cmc |
|--------------------|--------------------|--|---------------------|-----------------------------|------------------|
| A | B | C (SLU) | D | E (SLE) | F |
| (0,8 x 10) m | 0,5 | 90 | 25 | 90 | 3,6 |
| (0,8 x 10) m | 1 | 131 | 17 | 190 | 10 |

Parametri geomeccanici di progetto:

- con riporto spesso 0,5 m: coesione nulla, angolo attrito 26° , peso volume $1,8 \text{ t/mc}$
- con riporto spesso 1 m: coesione nulla, angolo attrito 29° , peso volume $1,9 \text{ t/mc}$