

COMUNE DI CISLAGO
provincia di Varese

Oggetto:

Relazione geologica

PIANO DI RECUPERO AMBITO B/SU1 4A
Via Cesare Battisti n°1357

Committente:

Girola s.r.l.
Via Zara n° 137,
Cislago (VA)
P.Iva: 01975300128

Data:

Settembre 2017

Aggiornamenti:

Aprile 2018

Allegato:

FUSINA S.R.L.

INDAGINI NEL SOTTOSUOLO

COMMITTENTE:

GIROLA S.R.L. – CISLAGO (VA)

2772_18

**RELAZIONE A SUPPORTO DEL PIANO ATTUATIVO AMBITO B/SU1 4A DI
VIA C. BATTISTI A CISLAGO (VA)**

- RELAZIONE GEOLOGICA (R1) AI SENSI

DEL D.M. 14/01/2008/NTC 2008 E D.M. 17/01/2018/NTC 2018 -

- RELAZIONE GEOLOGICA (R3) AI SENSI DELLA DGR 2616/2011 -

MONZA, 10 APRILE 2018

Via Boccioni, 6 - 20900 Monza (MB)

Tel. 039/2600919 – Fax 039/2600919 – Cell. 339/2600919 – E-mail info@fusina.it
C.F. e P.IVA 03014210961 - R.E.A. 2009000000000000000

1	PREMESSA.....	2
2	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	2
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	3
4	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	4
5	INQUADRAMENTO IDROGRAFICO	6
6	POZZI IDROPOTABILI	7
7	FATTIBILITA' GEOLOGICA	7
8	INDAGINE GEOGNOSTICA.....	8
9	PIEZOMETRIA	9
10	CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO – TECNICA DEI TERRENI	9
11	APPROFONDIMENTO SISMICO DI PRIMO LIVELLO.....	11
11.1	PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	11
11.2	PARAMETRI SISMICI.....	13
11.3	VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE	15
12	ALLEGATI	17

ALLEGATI

Tavola 1:	Stralcio della carta geologica
Tavola 2:	Stralcio della carta idrogeologica
Tavola 3:	Stralcio della carta dei vincoli
Tavola 4:	Stralcio della carta di pericolosità sismica locale
Tavola 5:	Stralcio della carta di fattibilità geologica
Tavola 6:	Ubicazione delle indagini
Grafici delle prove penetrometriche	

1 PREMESSA

La società *Girola s.r.l.* di Cislago (VA) ci ha affidato l'incarico per l'esecuzione di un'indagine geognostica a supporto del piano attuativo B/SU1 4A di via C. Battisti a Cislago (VA).

La presente relazione geologica (R1+R3), redatta ai sensi del D.M. 14/01/2008, del D.M. 17/01/2018 e della D.G.R. 2616/2011, costituisce uno studio geologico, idrogeologico, idraulico e sismico finalizzato alla verifica della fattibilità dell'intervento in progetto e fornisce ai progettisti tutte le indicazioni necessarie alla redazione del progetto esecutivo.

A tale scopo abbiamo eseguito due prove penetrometriche dinamiche continue SCPT in data 9 aprile 2018.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

- D.G.R. 2129/2014;
- L.R. 33/2015;
- DGR 5001/2016;
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 – D.M. 14 gennaio 2008;
- Circolare LL.PP. 617 – 2009;
- Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 – D.M. 17 gennaio 2018;
- D.G.R. 2616/2011;
- Direttiva Alluvioni 2007/60/CE.

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Il territorio di Cislago presenta andamento sostanzialmente sub-pianeggiante con quote altimetriche decrescenti verso Sud.

Di seguito riportiamo la descrizione dell'Unità geologica presente nell'area oggetto di intervento (vedi tavola 1).

Alloformazione di Albizzate - (Pleistocene medio)

L'Unità è costituita nella sua parte superiore da depositi fini, limoso sabbiosi e limoso argillosi, pedogenizzati con un consistente profilo di alterazione (copertura loessica), di colore bruno e bruno-rossiccio e con stato di consistenza localmente tenero. Lo spessore di tale strato raggiunge massimi di 250 cm dal piano campagna; in termini pedologici l'unità si caratterizza da suoli profondi (Alfisuoli).

La parte inferiore dell'unità, per profondità oltre 130-250 cm da p.c., è costituita da ghiaie medie a supporto clastico in matrice sabbiosa e sabbioso limosa, localmente al limite tra supporto clastico e supporto di matrice. I ciottoli sono poligenici prevalentemente arrotondati con diametro massimo di 40 cm e medio di 5 cm.

La struttura è massiva o a ciottoli embricati con alternanze di strati anche ben selezionati.

Il profilo di alterazione è mediamente evoluto (spessore massimo di 2-3 m); l'alterazione si sviluppa prevalentemente ai danni dei clasti carbonatici, granitici e metamorfici che si presentano arenizzati o con patine di ossidazione e cortex.

Le litologie dei ciottoli cristallini sono tuttavia ancora ben riconoscibili.

L'unità costituisce gran parte del territorio comunale e corrisponde alla piana fluvioglaciale individuata dal terrazzo morfologico con orientazione NW-SE che attraversa il territorio comunale. Il contatto con l'Allogruppo di Besnate, più recente, è individuato dal piede di tale terrazzo.

4 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Sulla base delle caratteristiche litologiche dedotte dalle stratigrafie di pozzi esistenti, si riconoscono nel sottosuolo varie unità idrogeologiche, distinguibili per la loro omogeneità di costituzione e di continuità orizzontale e verticale.

Le unità idrogeologiche si succedono, dalla più superficiale alla più profonda, secondo il seguente schema:

UNITÀ GHIAIOSO-SABBIOSA

È costituita da depositi in facies fluvioglaciale e fluviale caratterizzati in prevalenza da ghiaie eterometriche, sabbie e ciottoli, con subordinate intercalazioni di conglomerati e di argille e limi sabbiosi privi di continuità laterale.

Negli strati più superficiali del sottosuolo si riscontrano localmente livelli di argille bruno-rossastre e ghiaie limoso-argillose da poco a molto alterate con spessori estremamente variabili (0-20 m) in funzione del grado di erosione complessivo dell'area. Ciò condiziona il grado di protezione degli acquiferi dalle infiltrazioni provenienti dalla superficie.

L'unità è presente con continuità in senso orizzontale e verticale raggiungendo uno spessore complessivo da 70 a oltre i 100 m.

È sede dell'acquifero superiore di tipo libero e localmente semiconfinato con soggiacenza media di circa 30-35 m dal p.c., tradizionalmente utilizzato dai pozzi di captazione a scopo idropotabile.

L'acquifero superiore contenuto in tale unità è caratterizzato da elevato grado di vulnerabilità ad eventuali inquinamenti provenienti dalla superficie in quanto sono assenti o poco sviluppati livelli superficiali a bassa permeabilità eventualmente limitanti la diffusione di inquinanti idroveicolati.

UNITÀ ARGILLOSO-GHIAIOSA

È costituita da depositi in facies marina e transizionale ad argille e limi argillosi grigi arealmente continui, a cui si intercalano livelli ghiaiosi, sabbiosi e conglomeratici, sede di falde idriche intermedie e profonde di tipo confinato e semiconfinato.

Gli acquiferi dell'unità presentano un basso grado di vulnerabilità intrinseca essendo delimitati a tetto da livelli a bassa permeabilità arealmente continui con funzione di

protezione dalle contaminazioni superficiali. L'isolamento degli acquiferi profondi rispetto all'acquifero superficiale viene generalmente confermato dalle buone caratteristiche qualitative delle acque captate.

La produttività degli acquiferi profondi nel territorio è da considerarsi buona, con valori compresi fra 25 l/s e oltre 50 l/s ed abbassamenti inferiori ai 15 m.

La caratterizzazione idrogeologica sopracitata è stata posta a confronto con la suddivisione delle unità idrostratigrafiche introdotta da Avanzini M., Beretta G.P., Francani V. e Nespoli M, 1994 di seguito descritta dall'alto verso il basso:

- UNITÀ GHIAIOSO-SABBIOSA (facies fluviali dell'Olocene-Pleistocene Sup.);
- UNITÀ SABBIOSO-GHIAIOSA (facies fluviali del Pleistocene Medio);
- UNITÀ A CONGLOMERATI E ARENARIE (facies fluviali del Pleistocene Inf.);
- UNITÀ SABBIOSO-ARGILLOSA (facies continentale e transizionale, Pleistocene Inf.-Villafranchiano Sup. e Medio Auct.);
- UNITÀ ARGILLOSA (facies marina, Pleistocene Inf.-Calabrian Auct.).

Queste unità sono state più di recente riclassificate nello studio "Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia" condotto tra il 1999 e il 2002 dalla Regione Lombardia in collaborazione con Eni – Divisione Agip nelle nuove seguenti unità idrostratigrafiche, derivanti dalla ricostruzione di un modello geologico della pianura a scala regionale attraverso l'interpretazione di dati sismici e stratigrafici:

- Gruppo Acquifero A (Olocene-Pleistocene Medio); all'incirca corrispondente all'unità ghiaioso-sabbiosa;
- Gruppo Acquifero B (Pleistocene Medio); all'incirca corrispondente all'insieme delle unità sabbioso-ghiaiosa e a conglomerati e arenarie;
- Gruppo Acquifero C (Pleistocene Medio); corrispondente alla parte superiore dell'unità sabbioso-argillosa;
- Gruppo Acquifero D (Pleistocene Inf.); corrispondente alla restante parte dell'unità sabbioso-argillosa.

5 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO

Per il territorio comunale di Cislago l'idrografia è rappresentata principalmente dal Torrente Bozzente, che scorre a circa 1,7 km dall'area in esame.

Essa risulta quindi esterna a tutte le fasce di rispetto dei corsi d'acqua presenti sul territorio comunale e pertanto non è vincolata dal punto di vista idraulico.

Inoltre, la figura sottostante, estratta dal GeoPortale della Lombardia e riguardante la mappatura del rischio idraulico della Direttiva Alluvioni 2007/60/CE – DLgs 49/2010 – “Adozione del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto Idrografico Padano (PGRA) e del Progetto di Variante al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del fiume Po (PAI)”, mostra che l'area di intervento ricade nell'ambito delle aree non allagabili.



6 POZZI IDROPOTABILI

Sul territorio comunale sono presenti pozzi pubblici ad uso idropotabile e l'area oggetto di intervento non risulta compresa all'interno delle relative zone di rispetto, individuate con criteri geometrici e temporali.

Pertanto l'area di intervento, anche da questo punto di vista, non risulta vincolata.

7 FATTIBILITA' GEOLOGICA

Come descritto nelle Norme geologiche del PGT comunale, l'intervento edilizio è collocato in Classe di Fattibilità 2A – "fattibilità con modeste limitazioni".

Principali caratteristiche e problematiche: Aree pianeggianti, costituenti il terrazzo superiore, prive di fenomeni geomorfici in atto, litologicamente costituite da ghiaie a prevalente supporto clastico mediamente alterate in matrice sabbiosa, ricoperte da limi sabbiosi e argillosi. Area con presenza di terreni superficiali con scadenti/discrete caratteristiche geotecniche fino a 2-2.5 m. Miglioramento delle caratteristiche portanti a maggiore profondità. Drenaggio delle acque difficoltoso in superficie buono in profondità.

Parere sull'edificabilità: Favorevole con modeste limitazioni legate alla verifica delle caratteristiche portanti ed idrogeologiche dei terreni superficiali.

Opere ammissibili: Sono ammesse tutte le categorie di opere edificatorie ed infrastrutturali previa verifica come di seguito descritto.

Indagini di approfondimento necessarie: Si rendono necessarie indagini geognostiche (IGT) che comprendano il rilevamento geologico di dettaglio mediante assaggi con escavatore e contemplino l'esecuzione di prove geotecniche in sito e/o in laboratorio, da effettuare preventivamente alla progettazione esecutiva per tutte le opere edificatorie.

Nel caso di opere che prevedano la realizzazione di vani interrati e l'effettuazione di scavi e sbancamenti, dovrà essere valutata la stabilità dei fronti di scavo (SV).

Interventi da prevedere in fase progettuale: quale norma generale a salvaguardia della falda idrica sotterranea è necessario che per ogni nuovo insediamento sia civile che industriale, già in fase progettuale, sia previsto ed effettivamente realizzabile il collettamento degli scarichi fognari in fognatura e delle acque non smaltibili in loco (CO). È da prevedere la predisposizione di accorgimenti/sistemi per la regimazione e lo smaltimento delle acque meteoriche e di quelle di primo sottosuolo con individuazione del

recapito finale, nel rispetto della normativa vigente e sulla base delle condizioni idrogeologiche del sito (RE).

8 INDAGINE GEOGNOSTICA

Metodologia di esecuzione delle prove penetrometriche dinamiche continue (SCPT)

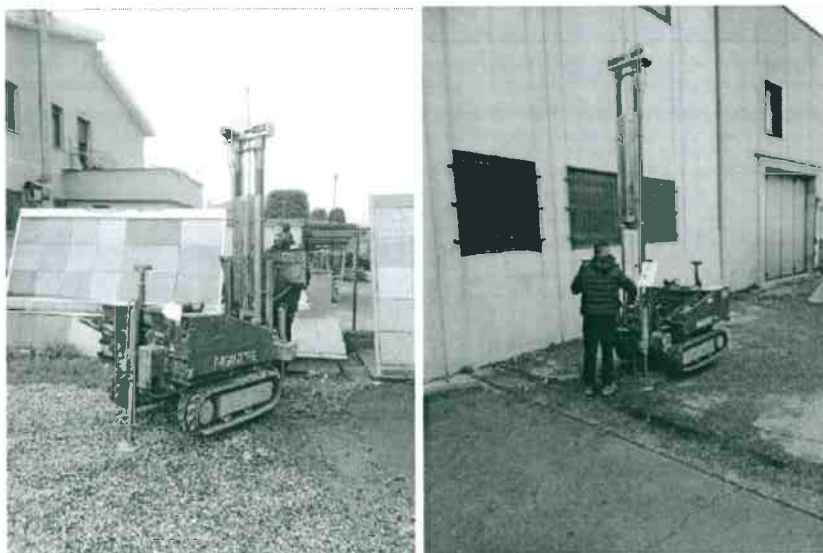
La prova penetrometrica standard (Standard Cone Penetration Test) consiste nel misurare il numero di colpi necessario ad infiggere per 30 cm nel terreno una punta conica collegata alla superficie da una batteria di aste.

Le misure vengono fatte senza soluzione di continuità a partire da piano campagna: ogni 30 cm di profondità si rileva perciò un valore del numero di colpi necessario all'infissione.

Caratteristiche tecniche:

- altezza di caduta della mazza: 75 cm;
- peso della mazza: 73 kg;
- punta conica: conicità 60°, $\phi = 51$ mm;
- aste: $\phi = 34$ mm.

Il risultato viene dato in forma di grafico, con una linea rappresentante la resistenza che il terreno ha opposto alla penetrazione alla punta (RP).



Esecuzione delle prove penetrometriche.

9 PIEZOMETRIA

Durante l'esecuzione delle indagini non è stato possibile rilevare la presenza del livello di falda freatica, che in questa zona si attesta ad una profondità superiore a 30 metri dal piano strada.

10 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO – TECNICA DEI TERRENI

Le prove penetrometriche effettuate hanno rilevato il seguente andamento geomeccanico:

UNITA' A → dal piano campagna a circa – 0,9 metri, il terreno è costituito prevalentemente da materiale di riporto con un grado di addensamento buono;

UNITA' B → al di sotto dello strato di riporto e fino a circa – 3,0 metri, il terreno è costituito da sabbia limosa avente un grado di consistenza scarso;

UNITA' C → da circa – 3 metri a circa – 5,0 metri, il terreno è caratterizzato da un grado di addensamento medio;

UNITA' D → da circa – 5 metri a circa – 7,5/8 metri, la resistenza alla punta diminuisce nuovamente e il terreno presenta un grado di addensamento scarso;

UNITA' E → l'unità più profonda rilevata si estende da – 7,5/8 metri a fine prove (– 9 metri); in essa si riconosce un aumento della frazione ghiaiosa e con essa il grado di addensamento, che risulta essere medio.

I parametri geotecnici indicati nel seguito sono stati ottenuti indirettamente, mediante correlazioni empiriche, a partire dai risultati delle prove penetrometriche.

I valori adottati come rappresentativi delle caratteristiche geotecniche dei terreni investigati sono quelli consigliati da diversi Autori (Peck, Hanson e Thornburn, 1953; K. Terzaghi e R.B. Peck, 1976; G. Sanglerat, 1979; J.E. Bowles, 1982) e sono stati definiti in modo moderatamente cautelativo.

I valori delle resistenze all'avanzamento delle prove penetrometriche dinamiche sono stati correlati ai valori di N_{SPT} , utilizzati per la valutazione dei parametri di resistenza e deformabilità, mediante la seguente relazione:

$$N_{spt} = 1,5 \times N_{scpt}$$

I valori di resistenza alla penetrazione dinamica ricavati dalle prove in sito sono stati normalizzati in funzione della profondità, del tipo di attrezzatura utilizzata e delle caratteristiche granulometriche generali dei terreni, secondo la seguente equazione:

$$N'(60) = N_{SPT} \times 1.08 \times Cr \times Cd \times Cn$$

dove: **N'(60)** = valore di resistenza normalizzato

Cr = fattore di correzione funzione della profondità

Cd = fattore di correzione funzione del diametro del foro

Cn = fattore di correzione funzione della granulometria del terreno

1.08 = valore di correzione funzione dell'energia sviluppata dall'attrezzatura

La stima del valore della densità relativa (D_r) è stata eseguita secondo le equazioni proposte da Skempton (1986):

$$D_r \cong \sqrt{N_{60}/60}$$

La valutazione del valore dell'angolo d'attrito mobilizzabile, in termini di sforzi efficaci, è stata effettuata sulla base delle correlazioni proposte da Shmertmann, 1977.

Sono state quindi riconosciute cinque unità geotecniche, suddivise per spessore e aventi le seguenti caratteristiche meccaniche:

- **UNITA' A**

$$N_{SPT} = 30$$

$$\Phi = 34^\circ$$

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$D_r = 65 \%$$

- **UNITA' B**

$$N_{SPT} = 4$$

$$\Phi = 26^\circ/27^\circ$$

$$\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$$

$$D_r = 18 \%$$

- **UNITA' C**

$$N_{SPT} = 13$$

$$\Phi = 30^\circ$$

$$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$$

$$D_r = 40 \%$$

- **UNITA' D**

$$N_{SPT} = 7$$

$$\Phi = 28^\circ$$

$$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$$

$$D_r = 30 \%$$

- **UNITA' E**

$$N_{SPT} = 15$$

$$\Phi = 31^\circ$$

$$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$$

$$D_r = 45 \%$$

N.B.: N_{SPT} = numero colpi/30 cm;
 Φ = angolo di attrito del materiale;
 γ = peso di volume
 D_r = densità relativa

11 APPROFONDIMENTO SISMICO DI PRIMO LIVELLO

11.1 PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

In adempimento a quanto previsto dal D.M. 17 Gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni" e in accordo con la D.G.R. 30 marzo 2016 n. X/5001 "Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica", viene richiesta l'analisi della sismicità secondo le modalità indicate in All. 5 della D.G.R. IX/2616/2011.

Secondo la classificazione sismica vigente (Delibera Giunta regionale 11 luglio 2014 - n. X/2129), il comune di Cislago risulta inserito in zona sismica 4.

Come riportato nella "Carta della Pericolosità Sismica (1° livello)" allegata al P.G.T. comunale, per l'area di studio, così come per grandissima parte di Cislago, non viene individuato alcuno scenario di pericolosità sismica locale.

Secondo la classificazione riportata nella Tabella 1 dell'Allegato 5 alla D.G.R. IX/2616/2011, qui sotto allegata, gli scenari potrebbero essere:

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 (scarpato, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale e di natura antropica, ecc.)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o calcareo: 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, conoidi alluvionali e conoidi detritico-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi detriti loessici)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine alluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Per la valutazione numerica degli effetti di amplificazione sismica sitospecifica la procedura di cui al punto 1.4.4 dell'Allegato B alla d.g.r. 30 novembre 2011 n. IX/2616 "Sintesi delle procedure", prevede l'applicazione di tre livelli di approfondimento sismico con grado di dettaglio crescente in funzione della zona sismica di appartenenza, come illustrato nella tabella seguente:

	Livelli di approfondimento e fasi di applicazione		
	1° livello fase pianificatoria	2° livello fase pianificatoria	3° livello fase progettuale
Zona sismica 2-3	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con urbanizzato e urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili	<ul style="list-style-type: none"> - Nelle aree indagate con il 2° livello quando F_a calcolato $>$ valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1 e Z2.
Zona sismica 4	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti di nuova previsione (elenco tipologia di cui al d.d.u.o. n. 19904/03)	<ul style="list-style-type: none"> - Nelle aree indagate con il 2° livello quando F_a calcolato $>$ valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1 e Z2 per edifici strategici e rilevanti.

PSL = Pericolosità Sismica Locale

Nel caso specifico, considerando che l'opera in progetto non riguarda un edificio strategico e rilevante di cui al d.d.u.o. n. 19904/03 e che non è stato individuato alcuno scenario di PSL, è richiesto esclusivamente l'approfondimento sismico di 1° livello.

11.2 PARAMETRI SISMICI

Per quanto concerne la determinazione dei parametri di scuotimento sismico dell'area di progetto, facendo riferimento al D.M. 14/01/08 "Norme tecniche per le costruzioni" ed al successivo D.M. 17/01/18 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni", la sismicità di base del sito è definibile in funzione del valore assunto dall'accelerazione massima attesa su suolo rigido per eventi con tempo di ritorno di 475 anni e probabilità di superamento del 10% in 50 anni, definita nella tabella 1 allegata al D.M. 14/01/08 in corrispondenza dei nodi di un reticolo di riferimento nazionale, le cui coordinate sono le seguenti:

Sito in esame.

latitudine: 45,658934
longitudine: 8,980589
Classe: 2
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 11369	Lat: 45,6486	Lon: 8,9176	Distanza: 5025,292
Sito 2 ID: 11370	Lat: 45,6513	Lon: 8,9889	Distanza: 1069,220
Sito 3 ID: 11148	Lat: 45,7012	Lon: 8,9852	Distanza: 4714,482
Sito 4 ID: 11147	Lat: 45,6985	Lon: 8,9139	Distanza: 6801,599

Come prima fase si determinano i parametri delle azioni sismiche di progetto proprie del sito oggetto di intervento; i parametri sismici per periodi di ritorno di riferimento T_r sono quelli riportati nella seguente tabella:

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	a_g [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,15	2,57	0,16
S.L.D.	50,0	0,19	2,55	0,17
S.L.V.	475,0	0,39	2,65	0,29
S.L.C.	975,0	0,47	2,68	0,31

Dove a_g = accelerazione orizzontale massima al sito,

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,

T_c = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Inoltre, le NTC 2008 calcolano i coefficienti sismici k_h e k_v in dipendenza di vari fattori:

$$k_h = \beta \times (a_{\max}/g)$$

$$k_v = \pm 0,5 \times K_h$$

β = Coefficiente di riduzione accelerazione massima attesa al sito;

a_{\max} = Accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = Accelerazione di gravità;

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:

Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	a_{\max} [m/s ²]	beta [-]	k_h [-]	k_v [sec]
S.L.O.	0,225	0,2	0,0046	0,0023
S.L.D.	0,285	0,2	0,0058	0,0029
S.L.V.	0,585	0,2	0,0119	0,006
S.L.C.	0,705	0,2	0,0144	0,0072

Per la scelta dei parametri progettuali, vista l'importanza dell'opera, abbiamo assegnato ai manufatti una vita nominale V_n (2.4.1 - NTC2018) maggiore di 50 anni e una classe d'uso "II" (2.4.2 – NTC2018). Ne consegue che il periodo di riferimento V_r per le azioni sismiche è pari a $V_n \times C_u$ (coefficiente d'uso = 1 per classe d'uso II) = 50 anni.

L'azione sismica di progetto tiene inoltre conto della categoria di sottosuolo di riferimento (3.2.2 – NTC2018); sono previste cinque classi di terreni, identificabili sulla base delle caratteristiche stratigrafiche e delle proprietà geotecniche rilevate nei primi 30 metri, e definite dalla velocità delle onde S (tab. 3.2.II del D.M. 17.01.2018).

Le NTC2018 raccomandano fortemente la misura diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio V_s ; a tale scopo si recepiscono i risultati dell'analisi sismica presentati nel capitolo "9.3 Pericolosità sismica di base del territorio comunale" della relazione geologica del P.G.T. comunale.

I risultati presentati in tale relazione sono **$V_{s30} = 338 \text{ m/s}$ e 228 m/s** . Pertanto, il territorio in cui è ubicata l'area di intervento presenta terreni rientranti nella **categoria C**.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Come condizione topografica al contorno, dovrà essere considerata la categoria T1, propria dei terreni pianeggianti.

11.3 VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

Il fenomeno della liquefazione interessa depositi sabbiosi e sabbioso-limosi saturi che durante e immediatamente dopo una sollecitazione di tipo ciclico subiscono una drastica riduzione della resistenza al taglio, a seguito della quale le condizioni di stabilità non sono più garantite e la massa di terreno interessata dal fenomeno comincia ad assestarsi fino a che la nuova configurazione del terreno non è compatibile con la diminuita resistenza al taglio.

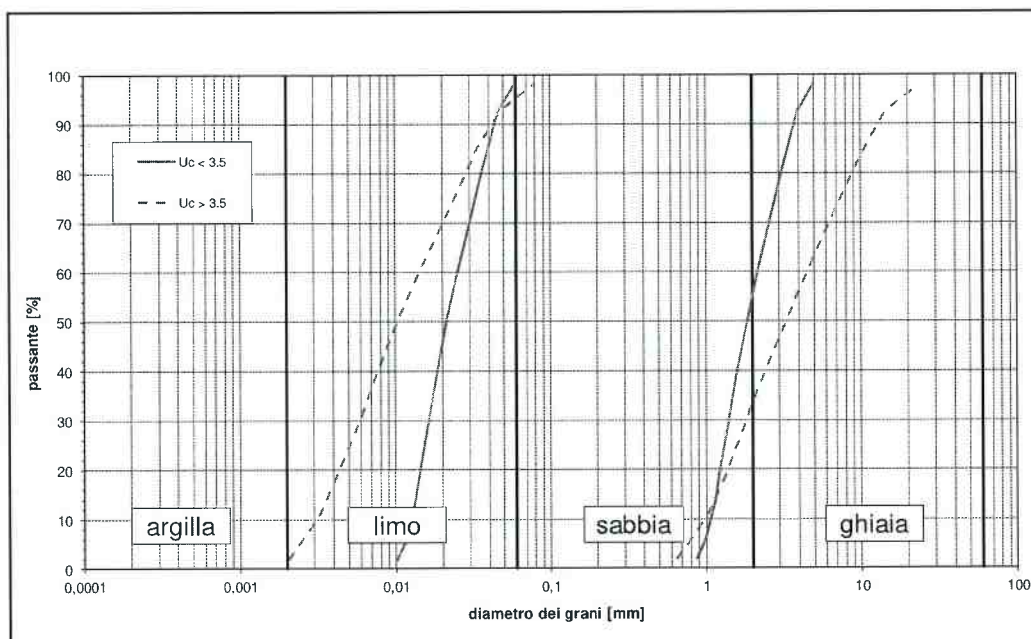
I parametri che governano il fenomeno sono rappresentati in generale da:

- condizioni di drenaggio e grado di saturazione del deposito;
- granulometria del deposito;
- stato di addensamento;
- intensità, forma spettrale e durata delle sollecitazioni cicliche;
- stato tensionale iniziale;
- storia tensionale e deformativa del deposito;
- fenomeni di aging.

In caso di accertata liquefacibilità del terreno di fondazione occorrerà valutare le deformazioni indotte e le conseguenze delle stesse sulla funzionalità delle opere previste in progetto.

Ai sensi del D.M. 17/01/18, i terreni di fondazione sono da non ritenersi suscettibili a fenomeni di liquefazione in occasione dell'evento sismico e la verifica a liquefazione può essere omessa quando si verifichi almeno una delle seguenti condizioni:

- 1) l'accelerazione massima attesa a piano campagna in condizioni di free-field è inferiore a 0.1 g;
- 2) la profondità media stagionale della falda è superiore a 15 m da p.c.;
- 3) sono presenti depositi sabbiosi puliti con resistenza penetrometrica dinamica normalizzata (N1)60 superiore a 30 o con resistenza penetrometrica statica normalizzata $qc_{1N} > 180$;
- 4) sono presenti terreni con distribuzione granulometrica esterna ai limiti indicati nel grafico seguente



Nel caso in esame, i terreni sono da non ritenersi suscettibili a fenomeni di liquefazione in quanto è verificata la condizione 2, ossia "profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna".

Dott. Geol. Fabio Fusina



12 ALLEGATI

LEGENDA



AREA DI
INDAGINE

<p>AI</p> <p>ALLOFORMAZIONE DI ALBIZZATE (Pleistocene medio) Depositi fluvio-glaciali con profilo di alterazione mediamente evoluto (spessore massimo 2,5 m). Presenza di copertura loessica. (Riss A.A.)</p>	<p>Piana fluvio-glaciale più rilevata, priva di reticolo idrografico attivo; morfologia pianeggiante con presenza di blande ondulazioni riferibili ad antiche linee di drenaggio (paleovallei), prive di sedimentazione recente</p>	<p>Ghiaie poligeniche a supporto clastico in matrice sabbiosa e sabbioso limosa, localmente al limite tra supporto clastico e supporto di matrice. Superiormente limi sabbiosi e argillosi.</p>
---	---	---

Limiti comunali

Alveo naturale del Torrente Bozzente

Alveo attuale del T. Bozzente
(rettificato nel 1758-1762)

Alveo naturale del Torrente
Bozzente. Vocielo abbandonato dal 1604

Terrazzo principale:



ciglio
piède

Terrazzo secondario

Paleovallei
(fonti dati: SIT
Regione Lombardia)

NORD



<p>FUSINA S.R.L. Via Boccioni 6 - 20030 Monza Tel. [redacted] - Fax [redacted] E-mail [redacted]@fusa.it</p>	
<p>COMMITTENTE: GIROLA S.R.L. - CISLAGO (VA)</p>	<p>CANTIERE: CISLAGO (VA) - VIA C.BATTISTI</p>
<p>TITOLO: TAV. 1 - STRALCIO DELLA CARTA GEOLOGICA</p>	<p>DATA: APRILE 2018</p>

LEGENDA



GRADO DI VULNERABILITA'						CARATTERISTICHE DELL'ACQUEDOTTO
EE	E	A	M	B	BB	
						Acquedotto di tipo libero in materiale alluvionale con copertura superficiale di spessore ridotto/moderato in corrispondenza dei depositi fluvio-glaciali dell'Allogruppo di Besenate, con piezometria media profonda > 30/35 m dal p.c.

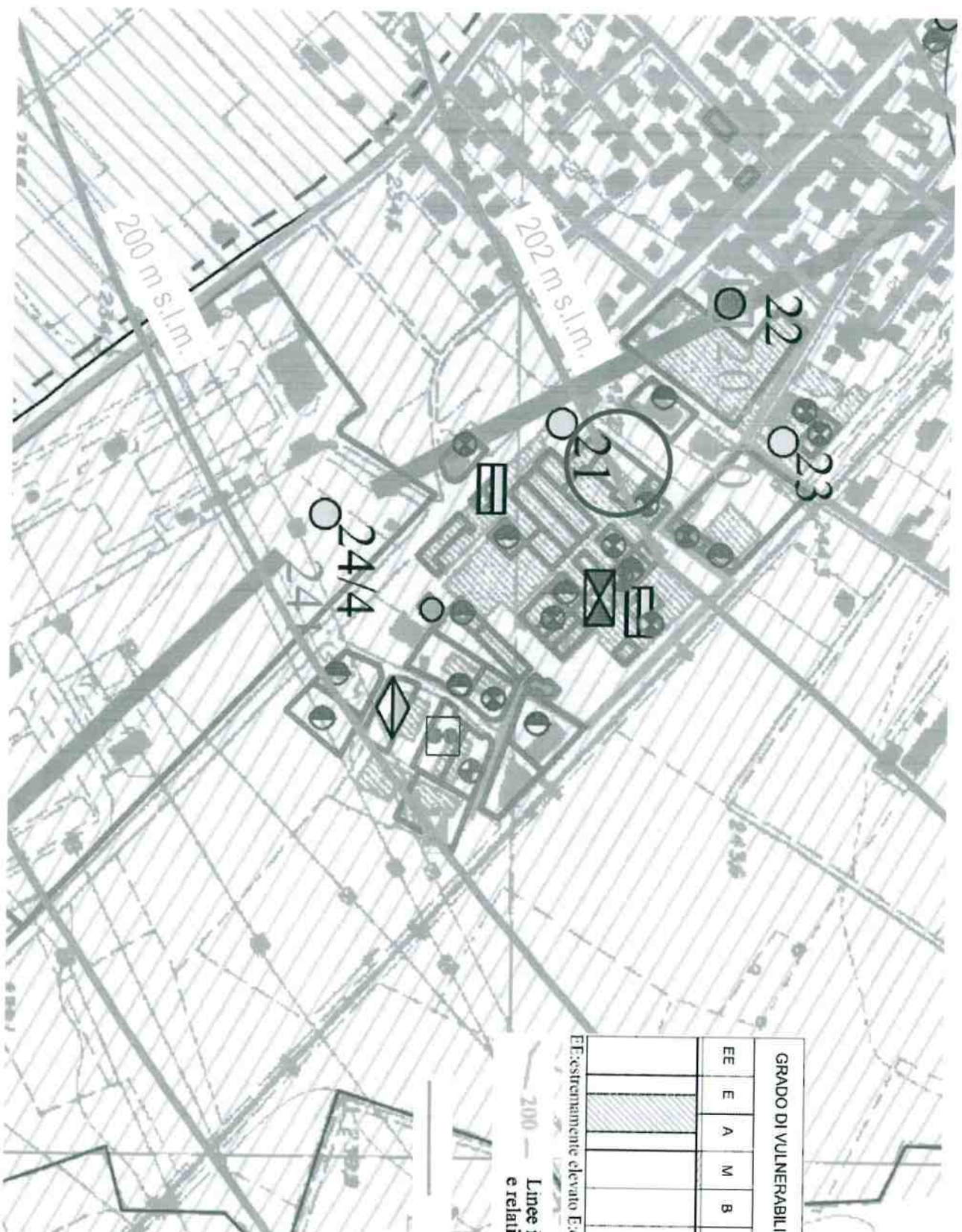
El: estremamente elevato E: elevato A: alto M: medio B: basso BB: molto basso

Linee isopiezometriche dell'acquifero superiore e relative quote (m. s.l.m.)

Fognatura

Tracce delle sezioni idrogeologiche

- 3+4 Pozzi chiusi in disuso
- 4 Pozzi pubblici
- 23 Pozzi privati



FUSINA S.R.L.
Via Bedonati, 6 - 20500 Monza
Tel. [redacted] - Fax [redacted]
E-mail [redacted]

COMMITTENTE:
GIROLA S.R.L. - CISLAGO (VA)

CANTIERE:
CISLAGO (VA) - VIA C. BATTISTI

TITOLO:
TAV. 2 - STRALCIO DELLA CARTA IDROGEOLOGICA

DATA:
APRILE 2016

LEGENDA



AREA DI INDAGINE

AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE
D. Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 - D.G.R. 10 aprile 2003 n° 712693

Zona di tutela assoluta

Zona di rispetto (delimitazione con criterio geometrico - raggio 200m)

Zona di rispetto (delimitata con criterio cronologico (t = 60 giorni)
 ex D.G.R. 6/15137/96

NORD



PIRELLA G. & L.
 Via Bocca 6 - 20090 Monza
 Tel. [redacted] - Fax [redacted] - Cell. [redacted]
 E-mail [redacted]

COMITENTE:
 CIROLA S.R.L. - CISLAGO (VA)

CANTIERE:
 CISLAGO (VA) - VIA C. BATTISTI

TITOLO:
 TAV. 3 - STRALCIO DELLA CARTA DEI
 VINCOLI

DATA:
 APRILE 2016

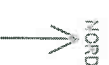
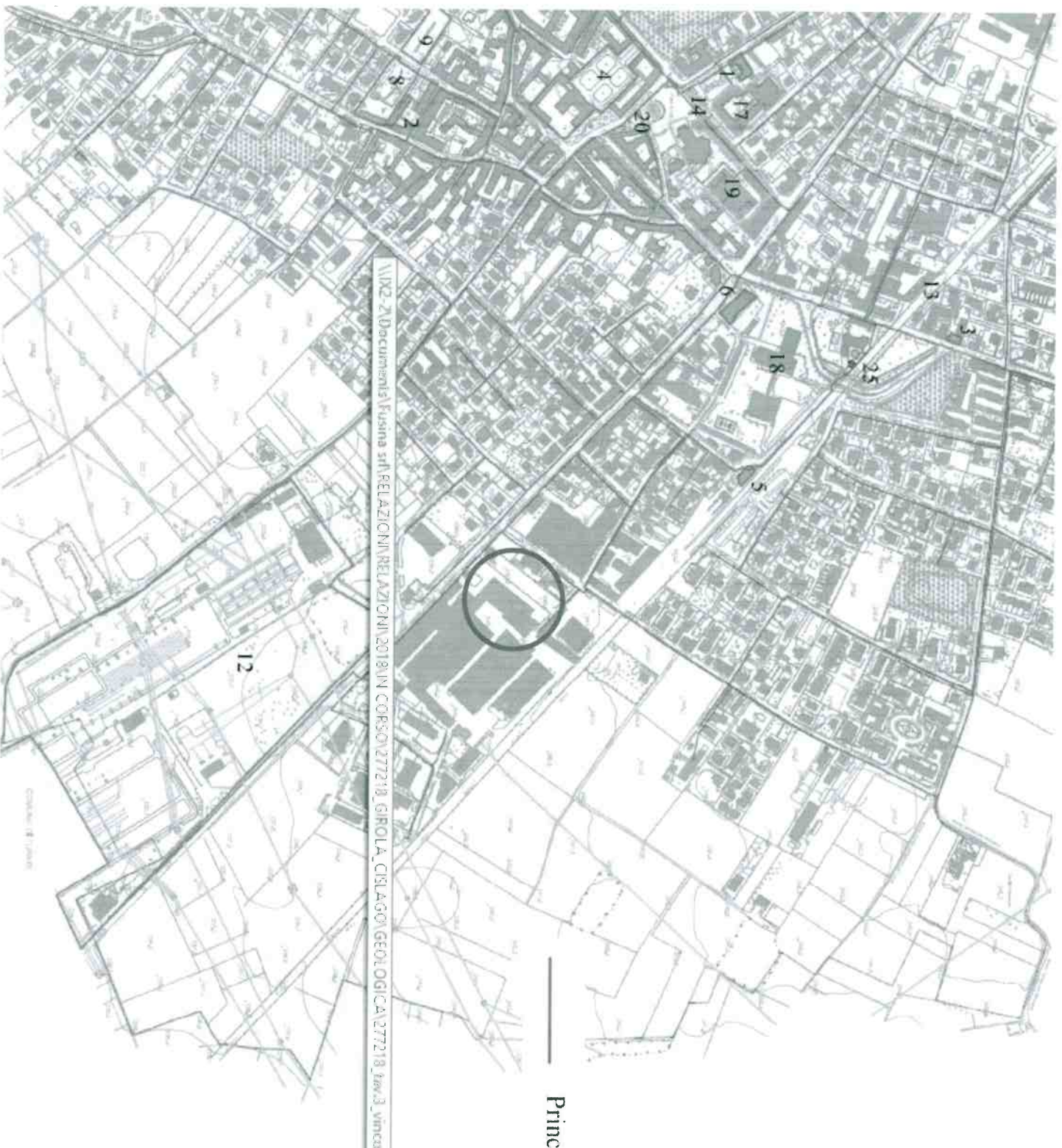
LEGENDA

○ AREA DI INDAGINE

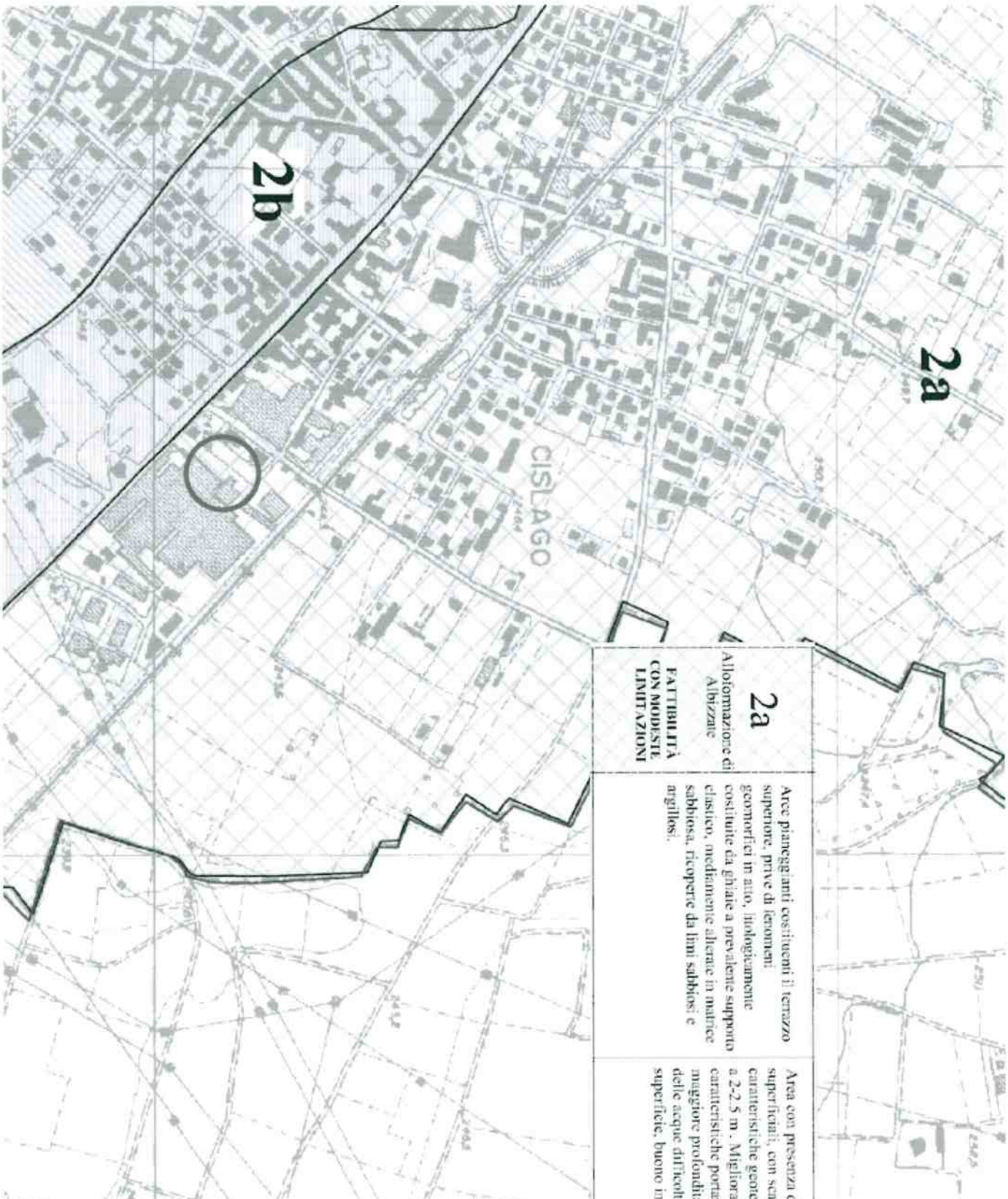
□ NESSUNO SCENARIO DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE



Principali dorsali della rete acquedottistica



FUSINA S.R.L. Via Bocconi 6 - 20090 Monza Tel. [REDACTED] - Fax [REDACTED] E-mail [REDACTED]	
COMITENTE:	GIROLA S.R.L. - CISLAGO (VA)
CANTIERE:	CISLAGO (VA) - VIA C. BATTISTI
TITOLO:	TAV. 4 - STRALCIO DELLA CARTA DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE
DATA:	APRILE 2018



2a

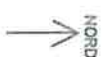
2b

LEGENDA



AREA DI INDAGINE

<p>2a</p> <p>Alloformazione di Albizzate</p> <p>FATTIBILITÀ CON MODISTE LIMITAZIONI</p>	<p>Arce pianeggianti costituenti il terrazzo superiore, prive di fenomeni geomorfici in atto, litologicamente costituite da ghiaie a prevalente supporto clastico, mediamente alterate in matrice sabbiosa, ricoperte da limi sabbiosi e argillosi.</p>	<p>Area con presenza di terreni superficiali, con scendenti discrete caratteristiche geotecniche fino a 2-2,5 m. Miglioramento delle caratteristiche portanti e maggiore profondità. Drenaggio delle acque difficoltoso in superficie, buono in profondità.</p>	<p>Favorevole con modeste limitazioni. La verifica delle caratteristiche portanti ed idrogeologiche del terreno</p>
---	---	---	---



NORD

FUSINA S.R.L.

Via Bocconi, 6 - 20090 Monza

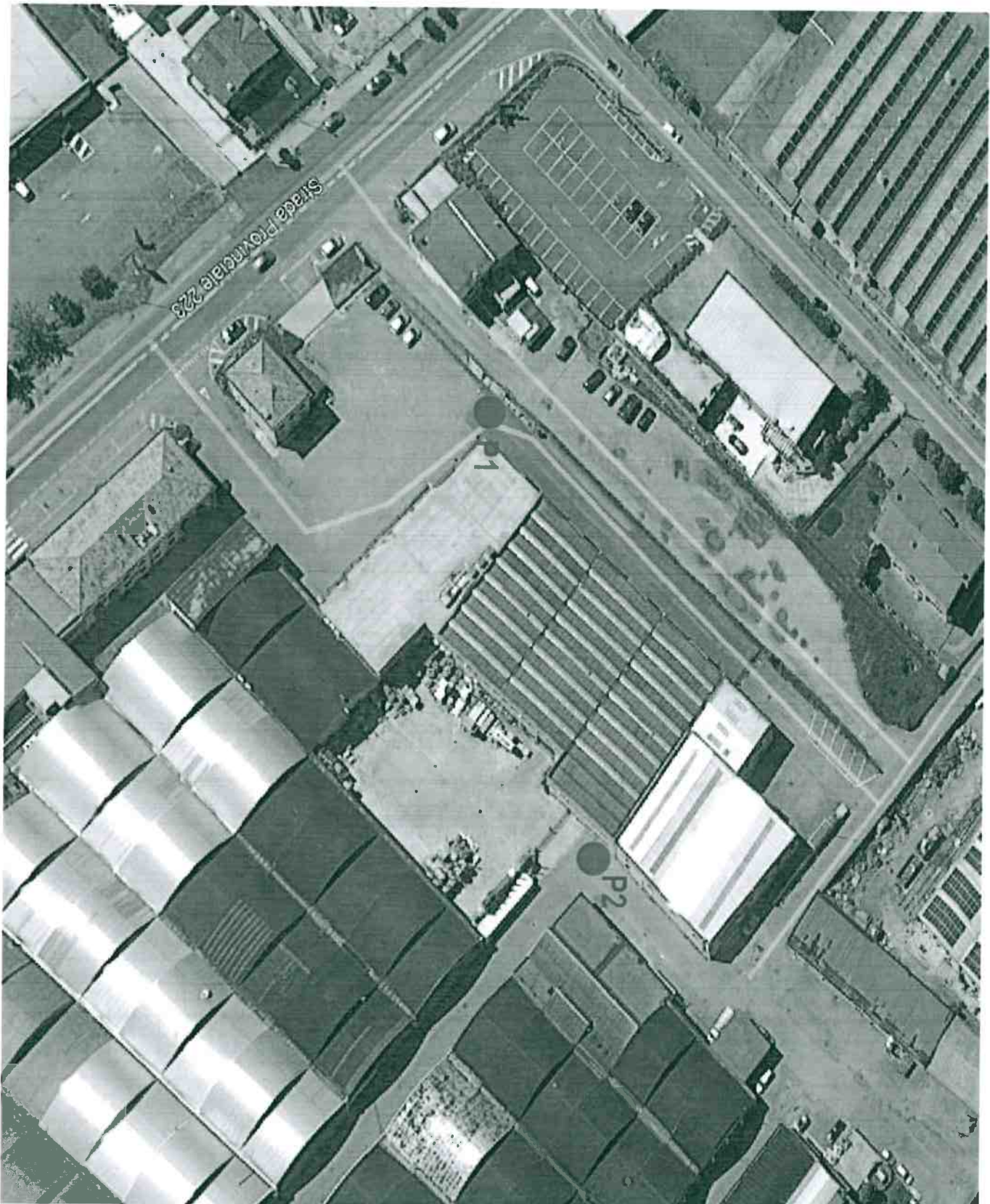
Tel. 0362 575111 - Fax 0362 575112 - Cell. 339 900000 - E-mail fusina@fusina.it

COMMITTENTE:
CIRCLA S.R.L. - CISLAGO (VA)

CANTIERE:
CISLAGO (VA) - VIA C.BATTISTI

TITOLO:
TAV. 5 - STRALCIO DELLA CARTA DI
FATTIBILITÀ GEOLOGICA

DATA:
APRILE 2018



LEGENDA

● PROVE
PENETROMETRICHE

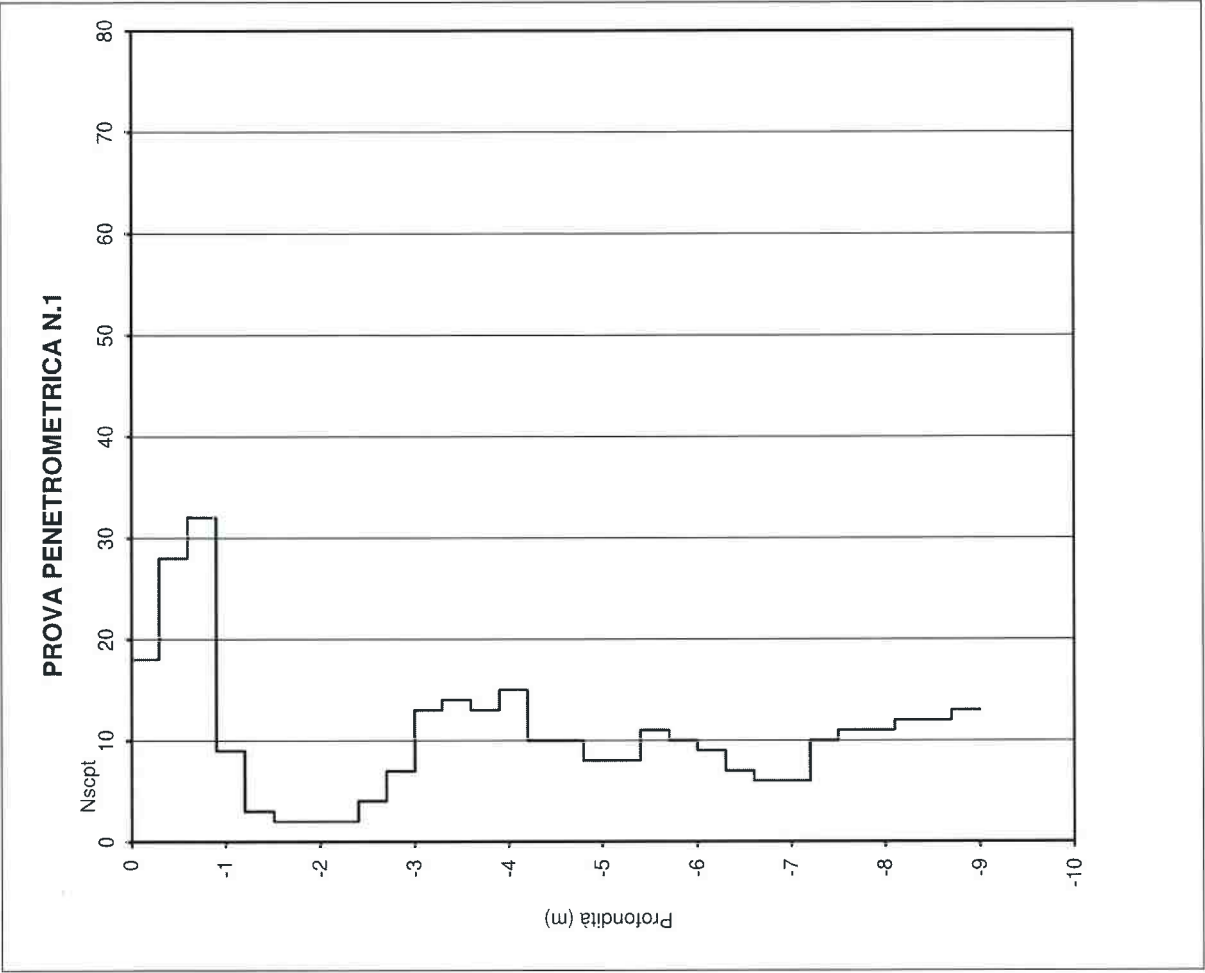


FUSIMA S.R.L. Via Bocchini 8 - 20090 Inverigo Tel. [REDACTED] - Fax [REDACTED] - Cell. [REDACTED] E-mail [REDACTED]	
COMITANTE: GIROLA S.R.L. - CISLAGO (VA)	
CANTIERE: CISLAGO (VA) - VIA C.BATTISTI	
TITOLO: TAV. 6 - UBICAZIONE DELLE INDAGINI	
DATA: APRILE 2018	

COMMITTENTE: GIROLA S.R.L.
CANTIERE DI CISLAGO (VA) - VIA C. BATTISTI
DATA ESECUZIONE PROVE: 9/04/2018
PROFONDITA' DELLA FALDA: NON RILEVATA

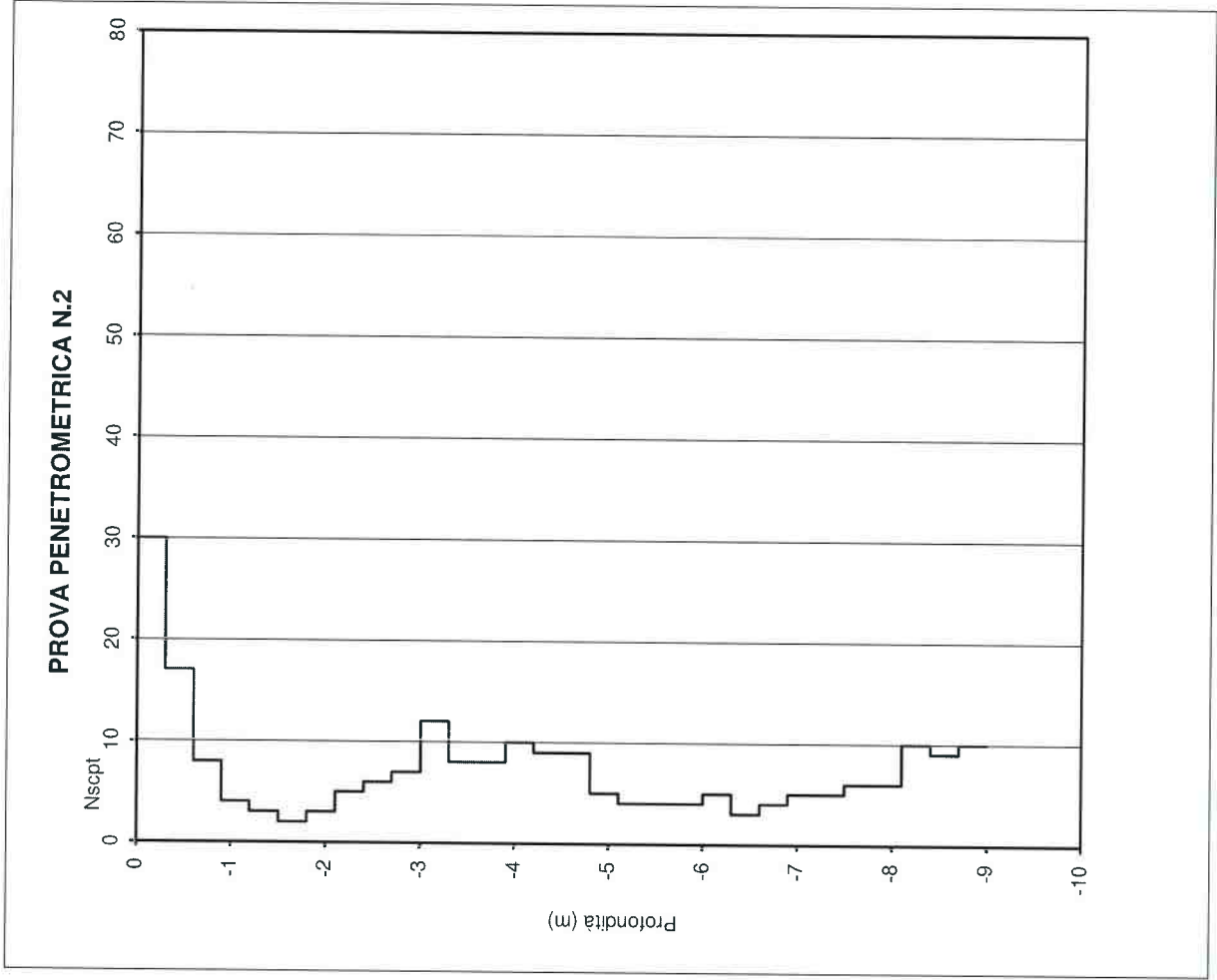
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA S.C.P.T.

Profondità	RP	RL	Profondità	RP	RL
0	18			11	
	28			11	
	32			12	
	9			12	
-1,5	3		-9	13	
	2				
	2				
	2				
	4				
-3	7		-10,5		
	13				
	14				
	13				
	15				
-4,5	10		-12		
	10				
	8				
	8				
	11				
-6	10		-13,5		
	9				
	7				
	6				
-7,5	6		-15		
	10				



COMMITTENTE: GIROLA S.R.L.
 CANTIERE DI CISLAGO (VA) - VIA C. BATTISTI
 DATA ESECUZIONE PROVE: 9/04/2018
 PROFONDITA' DELLA FALDA: NON RILEVATA
 PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA S.C.P.T.

Profondità	RP	RL	Profondità	RP	RL
0	30			6	
	17			6	
	8			10	
	4			9	
-1,5	3		-9	10	
	2				
	3				
	5				
	6				
-3	7				
	12				
	8				
	8				
	10				
-4,5	9				
	9				
	5				
	4				
	4				
-6	4				
	5				
	3				
	4				
	5				
-7,5	5				





DICHIARAZIONE / ASSEVERAZIONE DEL GEOLOGO
DI CONGRUITA' DEI CONTENUTI DELLA RELAZIONE GEOLOGICA AI REQUISITI RICHIESTI DAL PUNTO
6.2.1 DELLE N.T.C. DM 14/01/08 e/o DALLA D.G.R. IX 2616/2011

consapevole che in caso di dichiarazione mendace sarà punito ai sensi del Codice Penale secondo quanto prescritto dall'art. 76 del succitato D.P.R. 445/2000 e che, inoltre, qualora dal controllo effettuato emerga la non veridicità del contenuto di taluna delle dichiarazioni rese, decadranno i benefici conseguenti al provvedimento eventualmente emanato sulla base della dichiarazione non veritiera (art. 75 D.P.R. 445/2000).

A. che la relazione geologica in oggetto è stata redatta ai sensi di:

- B. che, ai sensi dello studio geologico comunale redatto in attuazione dell'art. 57 comma 1 della L.R. 12/2005, le caratteristiche geologiche del sito di intervento sono:

☐ Z1 Instabilità dei versanti ☐ Z2a Cedimenti ☐ Z2b Liquefazione
☐ Z3 Amplificazione topografica ☐ Z4 Amplificazione Stratigrafica
☐ Z5 Comportamenti differenziali ☒ Nessuno scenario

1.1 VERIFICA SISMICA DI SECONDO LIVELLO-PSL 2 LIV – DGR IX 2616/2011 all. 5 p.to 2.2

- ☐ Fattore di amplificazione sismica calcolato (FAC) > Soglia comunale (FAS)*
- ☐ Fattore di amplificazione sismica calcolato (FAC) <= Soglia comunale (FAS)*
- ☒ Analisi di secondo livello non effettuata

* tenuto conto delle tolleranze ammesse nell'Allegato 5 della D.G.R. IX/2616/2011

2. CLASSE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA – DGR IX 2616/2011 p.to 3.1

- ☐ 1 senza particolari limitazioni
- ☒ 2 con modeste limitazioni
- ☐ 3 con consistenti limitazioni
- ☐ 4 con gravi limitazioni

2.1 TIPO DI LIMITAZIONE ALLA FATTIBILITA' GEOLOGICA – DGR IX 2616/2011 p.to 3.2

- ☐ a) Instabilità dei versanti dal punto di vista statico
- ☐ b) Vulnerabilità idrogeologica
- ☐ c) Vulnerabilità idraulica
- ☒ d) Scadenti caratteristiche geotecniche
- ☐ nessuna particolare limitazione

DICHIARA INOLTRE

- C. di aver seguito tutte le prescrizioni previsti dalle norme geologiche di piano vigenti riportate nel piano delle regole del PGT del Comune di ...CISLAGO (VA).....
- D. di aver eseguito ai sensi degli allegati alla DGR IX/2616 del 30 novembre 2011:
- ☐ Approfondimento relativo all'instabilità dei versanti dal punto di vista statico (App1)
 - ☐ Approfondimento relativo alla vulnerabilità idrogeologica (App2)
 - ☐ Approfondimento relativo alla vulnerabilità idraulica (App3)
 - ☒ Approfondimento relativo alle scadenti caratteristiche geotecniche (App4)
 - ☐ Approfondimento relativo agli aspetti sismici (App5), la cui tipologia e grado sono dettagliatamente descritte nelle successive schede
 - ☐ Nessun particolare approfondimento
- E. di aver redatto il modello geologico del sito sulla base di:
- ☒ indagini appositamente eseguite nel sito d'interesse o nel suo immediato intorno, del tipoDUE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE SCPT.....
 - ☐ indagini pregresse, la cui estendibilità al sito d'interesse è stata adeguatamente motivata in relazione, del tipo

- F. di aver valutato i fenomeni di amplificazione sismica di tipo stratigrafico attraverso:
- ☐ analisi di risposta sismica locale
 - ☒ procedura semplificata basata sulla definizione della seguente categoria di sottosuolo, di cui al punto 3.2.2 delle NTC, la cui applicabilità è stata adeguatamente motivata in relazione :
 ⊙ A ⊙ B ⊙ C ⊙ D ⊙ E
mediante la seguente tipologia d'indagine ANALISI SISMICA NELLA RELAZIONE GEOLOGICA DEL P.G.T.
la cui idoneità al caso specifico è stata adeguatamente motivata in relazione
- G. di aver valutato i fenomeni di amplificazione sismica di tipo topografico attraverso:
- ☐ analisi di risposta sismica locale
 - ☒ procedura semplificata basata sulla definizione della seguente categoria topografica, di cui al punto 3.2.2 delle NTC, la cui applicabilità è stata adeguatamente motivata in relazione:
 ⊙ T1 ⊙ T2 ⊙ T3 ⊙ T4 1:10000
mediante analisi morfologica condotta su base topografica a scala
la cui idoneità al caso specifico è stata adeguatamente motivata in relazione
- H. di aver adeguatamente considerato la sicurezza nei confronti del fenomeno della liquefazione, mediante:
- ☒ esclusione della verifica (punto 7.11.3.4.2 NTC), opportunamente motivata in relazione
 - ☐ verifica di stabilità (punto 7.11.3.4.3 NTC) mediante la seguente metodologia
- I. che l'intervento previsto risulta fattibile e compatibile con l'assetto geologico del sito:
- ☒ senza esecuzione di opere e/o interventi specifici per la mitigazione del rischio
 - ☐ previa esecuzione di opere e/o accorgimenti costruttivi da eseguirsi durante i lavori relativi all'intervento in oggetto
 - ☐ previa esecuzione di specifiche opere e/o interventi per la mitigazione del rischio da eseguirsi prima dei lavori relativi all'intervento in oggetto; in relazione a questo si specifica che tali lavori:
 - ☐ non sono stati eseguiti o sono stati eseguiti solo parzialmente
 - ☐ sono stati eseguiti nel rispetto delle prescrizioni contenute nello studio specifico e con il quale risultano compatibili

ASSEVERA

ai sensi dell'art. 481 del Codice Penale la conformità di quanto eseguito ai fini della relazione in oggetto alla normativa nazionale e regionale vigente e la piena osservanza della relazione alle norme sismiche vigenti.

Dichiara infine di essere informato, ai sensi e per gli effetti di cui all'art. 10 della legge 675/96 che i dati personali raccolti saranno trattati, anche con strumenti informatici, esclusivamente nell'ambito del procedimento per il quale la presente dichiarazione viene resa.

Data 16/04/2018

IL GEOLOGO

Giulio Fusina
(timbro e firma)

