PROGETTISTA

Arch. PAOLO TERRAMOCCIA

Via Garibaldi n. 46 - 25014 Castenedolo (BS)
T +39 030.2731650
M +39 340 2314426
E.MAIL: paolo.terramoccia@gmail.com
PEC: paolo.terramoccia@archiworldpec.it

CONSULENTE URBANISTICO

Arch. SILVANO BUZZI
di
SILVANO BUZZI & PARTNERS SRL
25077 Roè Volciano (BS) Via A. Bellini, 9
Tel. 0365.59581 - Fax 0365.5958600
E-MAIL: info@buzziepartners.it
PEC: buzziepartnerssrl@pec.it
C.F. - P.I. 04036720987

PELIZZARI S.R.L.

VARIANTE AL PIANO DI RECUPERO Attuativo "Cascina Baitone" approvato con Deliberazione di Giunta Comunale n. 100 del 11/10/2021, in VARIANTE al P.G.T. VIGENTE per la DELOCALIZZAZIONE di VOLUME PROVENIENTE dalla PARZIALE DEMOLIZIONE di FABBRICATO ESISTENTE e finalizzata alla REALIZZAZIONE di SEI NUOVE UNITA' ABITATIVE.

Località Molinetto di Mazzano, Via Donatori di Sangue.

Mappali 4, 521, 524, 526 e 527 del foglio 17 NCT.

RELAZIONE GEOLOGICA e GEOTECNICA

REGIONE LOMBARDIA

COMUNE DI MAZZANO

PROVINCIA DI BRESCIA



Oggetto:

PIANO DI RECUPERO DI EDIFICIO ESISTENTE CON REALIZZAZIONE DI UNITA' IMMOBILIARI BIFAMILIARI AD USO RESIDENZIALE IN LOCALITÀ MOLINETTO DI MAZZANO – VIA DONATORI DI SANGUE

RELAZIONE GEOLOGICA
ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e del D.M. 17/01/2018

-

RELAZIONE GEOTECNICA
ai sensi del D.M. 17/01/2018

STUDIO GEOLOGIA AMBIENTE

25123 BRESCIA – Via T. Olivelli, 5

Tel. 030-3771189 cell. 3398337904

e-mail: info@studiogeologiambiente.it

ORDINE DEI GEOLOGI della LOMBARDIA – GASPARETTI DAVIDE nº 901

Data:

giugno 2020

REGIONE LOMBARDIA PROVINCIA DI BRESCIA

COMUNE DI MAZZANO

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA ALLEGATA AL PIANO DI RECUPERO DI EDIFICIO ESISTENTE CON REALIZZAZIONE DI UNITA' IMMOBILIARI BIFAMILIARI AD USO RESIDENZIALE IN LOCALITÀ MOLINETTO DI MAZZANO – VIA DONATORI DI SANGUE

RELAZIONE GEOLOGICA
ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e del D.M. 17/01/2018
-
RELAZIONE GEOTECNICA
ai sensi del D.M. 17/01/2018

INDICE

1. PREMESSA 2
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO .. 4
2.1. Inquadramento geologico e geomorfologico 4
2.2. Inquadramento idrogeologico 4
3. INDAGINI IN SITO 8
3.1. Scavi e trincee esplorative 9
3.2. Prove penetrometriche dinamiche continue – SCPT (giugno 1995) 11
3.3. Sondaggio geognostico a carotaggio continuo (marzo 2003) 12
3.4. Indagine sismica mediante metodologia MASW (febbraio 2020) 12
4. INQUADRAMENTO SISMICO E COEFFICIENTI SISMICI [N.T.C.] DI SITO 14
4.3. Verifica a liquefazione dei depositi presenti 19
5. MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO 21
6. STIMA PRELIMINARE DELLA CAPACITA' PORTANTE 23
7. STIMA DEI CEDIMENTI 26
7.1. Stima del coefficiente di sottofondazione k_{vm} 27
8. CONCLUSIONI 29

1. PREMESSA

La presente relazione è stata eseguita a supporto del piano di recupero di edificio esistente con realizzazione di dieci unità immobiliari bifamiliari ad uso residenziale in via Donatori di Sangue, Mazzano (BS).

Lo studio si basa su un'indagine geognostica sito specifica che ha comportato l'esecuzione di:

- n° 2 scavi esplorativi mediante escavatore meccanico
- n° 1 indagine sismica MASW con acquisizione della componente verticale delle onde di Rayleigh

La relazione si basa inoltre sui dati stratigrafici e geotecnici desunti da sondaggi geognostici, scavi esplorativi e prove penetrometriche eseguite nell'immediato intorno dell'area e tratti dai seguenti lavori:

- *Prove di permeabilità dei terreni in corrispondenza del Centro Commerciale il Triangolo* (Dott. Geol. L. Ziliani, dicembre 1992)
- *Indagine Geotecnica sui terreni di fondazione di un complesso abitativo sito in Molinetto di Mazzano* (Dott. Geol. L. Ziliani, Dott. Geol. M. Scovoli, maggio 1995).
- *Relazione Geologica – Geotecnica allegata al progetto di costruzione del centro civico – Lotto TR2* (Dott. Geol. L. Ziliani, Dott. Geol. G. Quassoli, novembre 2000).
- *Indagine geognostica e relazione geologica, geotecnica e idrogeologica a supporto della realizzazione di un nuovo comparto produttivo* (Dott. Geol. L. Ziliani, Dott. Geol. D. Gasparetti, aprile 2003)

Il presente lavoro è stato così articolato:

- inquadramento geologico generale sulla litostratigrafia e idrogeologia dell'ambito territoriale in cui ricade la zona in esame al fine di inquadrare la situazione locale nel contesto geologico generale del territorio comunale di Mazzano (vedi cap. 2);
- Inquadramento litostratigrafico e idrogeologico di dettaglio sulla base dell'elaborazione dei dati ottenuti dalle indagini reperite in bibliografia e dall'esecuzione dell'indagine sito-specifica (cap. 3).

- Inquadramento sismico e coefficienti sismici sito specifici (cap. 4);
- Modello geotecnico del sottosuolo (cap. 5);
- Stima della capacità portante del terreno per fondazioni dirette (cap. 6);
- Stima dei cedimenti per fondazioni dirette (cap. 7);
- Conclusioni (cap. 8).

Ulteriori informazioni sono state tratte da:

- Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio di Mazzano– fase di analisi e aggiornamento dicembre 2007 (Dott. Geol. L. Ziliani e Dott. Geol. G. Quassoli).
- Aggiornamento della Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio di Mazzano (Novembre 2013 - Dott. Geol. L. Ziliani e Dott. Geol. G. Quassoli).
- Studio di Microzonazione Sismica del Comune di Mazzano (aprile 2015 – Dott. Geol. D. Chiarini).
- Correzione di errore materiale a rettifica degli atti di PGT non costituente variante agli stessi (Giugno 2018 - Dott. Geol. L. Ziliani e Dott. Geol. G. Quassoli).

Il quadro normativo che in linea generale è stato tenuto presente è il seguente:

- D.M. 17 gennaio 2018 Aggiornamento Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni
- D.M. 14 gennaio 2008 “Nuove Norme tecniche per le Costruzioni”.
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 17 gennaio 2018
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008
- D.G.R. IX/2616 del 30 novembre 2011
- D.G.R. X/2129 del 11 luglio 2014.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

2.1. Inquadramento geologico e geomorfologico

L'area esaminata è situata, ad una quota di circa 151 m s.l.m., nella porzione pianeggiante del territorio di Mazzano che appartiene ad una ampia conoide prodotta nel Pleistocene medio e superiore dagli scaricatori fluvioglaciali nord-occidentali del sistema morenico gardesano. Tale conoide è debolmente bombata e si sviluppa da Gavardo fino a Brescia. La morfologia di quest'area è quella di un'alta pianura con deboli ondulazioni e moderate pendenze, dell'ordine di poche unità per mille, nella direzione prevalente da Nord Est verso Sud Ovest.

L'area oggetto di intervento è caratterizzata dalla presenza di depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi di origine fluvioglaciale di età würmiana (Pleistocene superiore), indicati con la sigla Fg2 in Tavola 1.

Si tratta di depositi costituiti prevalentemente da ghiaie e ciottoli in una matrice sabbioso-limosa che presentano generalmente uno strato di alterazione superficiale argilloso da brunastro a giallo-rossiccio di ridotto spessore e risultano localmente ricoperti da una più o meno esigua coltre limosa.

Per quanto riguarda l'assetto geometrico prevalente e i caratteri deposizionali di tali unità, essi si presentano con giacitura orizzontale o sub-orizzontale, localmente inclinata in relazione ad episodi deposizionali specifici delle facies sedimentarie di piana alluvionale (foresets laterali, fronte di barre longitudinali o trasversali in zona braided) o per appoggio su superfici inclinate di erosione; i rapporti laterali avvengono prevalentemente con superfici erosive, mentre quelli verticali, ove non erosivi, vedono la sovrapposizione di sequenze deposizionali più continue sia positive che negative, rispettivamente a granulometria decrescente o crescente.

2.2. Inquadramento idrogeologico

I depositi alluvionali che caratterizzano l'area oggetto di studio sono costituiti prevalentemente da ghiaie con ciottoli e trovanti di diversa natura immersi in una matrice sabbiosa e sabbioso-limosa, caratterizzate da alta permeabilità, Lo spessore complessivo di questa unità idrogeologica, denominata "ghiaioso-sabbiosa" (Denti, Lauzi, Sala, Scesi, 1988), è dell'ordine dei 40 m e risulta satura solo nella porzione inferiore.

Più in profondità è presente l'"unità conglomeratica", costituita da materiali conglomeratici, sabbiosi ed arenacei con intercalazioni argillose e ghiaiose, compresa nell'intervallo di profondità 40-80 m circa. I conglomerati, spesso vacuolari, possono ospitare falde di produttività molto interessante.

Inferiormente si rinviene l'"unità Villafranchiana", rappresentata da argille e argille limose grigio-azzurre con intercalazioni ghiaiose o ghiaioso-sabbiose e rare lenti torbose.

Si osserva che nei pozzi più prossimi alla collina di Ciliverghe, già a 60 m di profondità sono state incontrate le argille fossilifere marine ("unità Villafranchiana"), che non compaiono invece nelle stratigrafie dei pozzi disposti più a Nord o più a Ovest.

L'assetto dei depositi è legato al sollevamento del substrato che ha determinato il sollevamento dei sedimenti più antichi argillosi e argilloso-limosi e che ha generato la collina di Ciliverghe.

La campagna di misure del livello statico effettuata nel febbraio 2004 nei pozzi presenti nell'area oggetto di studio ha consentito di ricostruire l'andamento della superficie piezometrica (Vedi Tavola 2).

In corrispondenza dell'area oggetto di intervento la falda immerge verso SSW. La cadente piezometrica è pari allo 0.3%. La soggiacenza della falda è pari a circa 22 m: la falda acquifera non risulta quindi interferire con le opere di fondazione degli edifici in progetto.

2.3. Inquadramento idrografico e Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione a dissesti PAI

In corrispondenza del confine settentrionale e orientale dell'area di nuova edificazione è presente uno dei rami della Roggia Lana che scorre in direzione E-W.

Questa è una derivata dalla Roggia Mazzanesca, che innerva la parte occidentale del territorio comunale (a Ovest del centro commerciale "Il Triangolo") e in particolare l'abitato di Ciliverghe e le aree a sud di quest'ultimo.

Per quanto riguarda il quadro del dissesto PAI e le aree ricomprese nell'ambito del PGRA è possibile osservare come l'area di intervento non ricada all'interno di nessuna perimetrazione inserita nel Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione e non sia soggetta a

vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino relativi a Fasce Fluviali del PAI e Aree a rischio idrogeologico molto elevato.

2.4. Fattibilità geologica dell'area

Il sito di indagine ricade nella seguente classe di fattibilità geologica (vedi Figura 1), come descritta nello studio: *"ZILIANI L., QUASSOLI G. (novembre 2013) – Aggiornamento della componente geologica idrogeologica e sismica del PGT"*:

- Classe di fattibilità 2b: Fattibilità con modeste limitazioni.

Aree pianeggianti a forte vocazione agricola per la presenza di suoli di buona qualità; le caratteristiche geotecniche dei terreni sono da buone a mediocri; la falda idrica non interferisce con il suolo ed il primo sottosuolo. In questa sottoclasse sono state inserite le aree caratterizzate da suoli pregiati dal punto di vista agronomico.

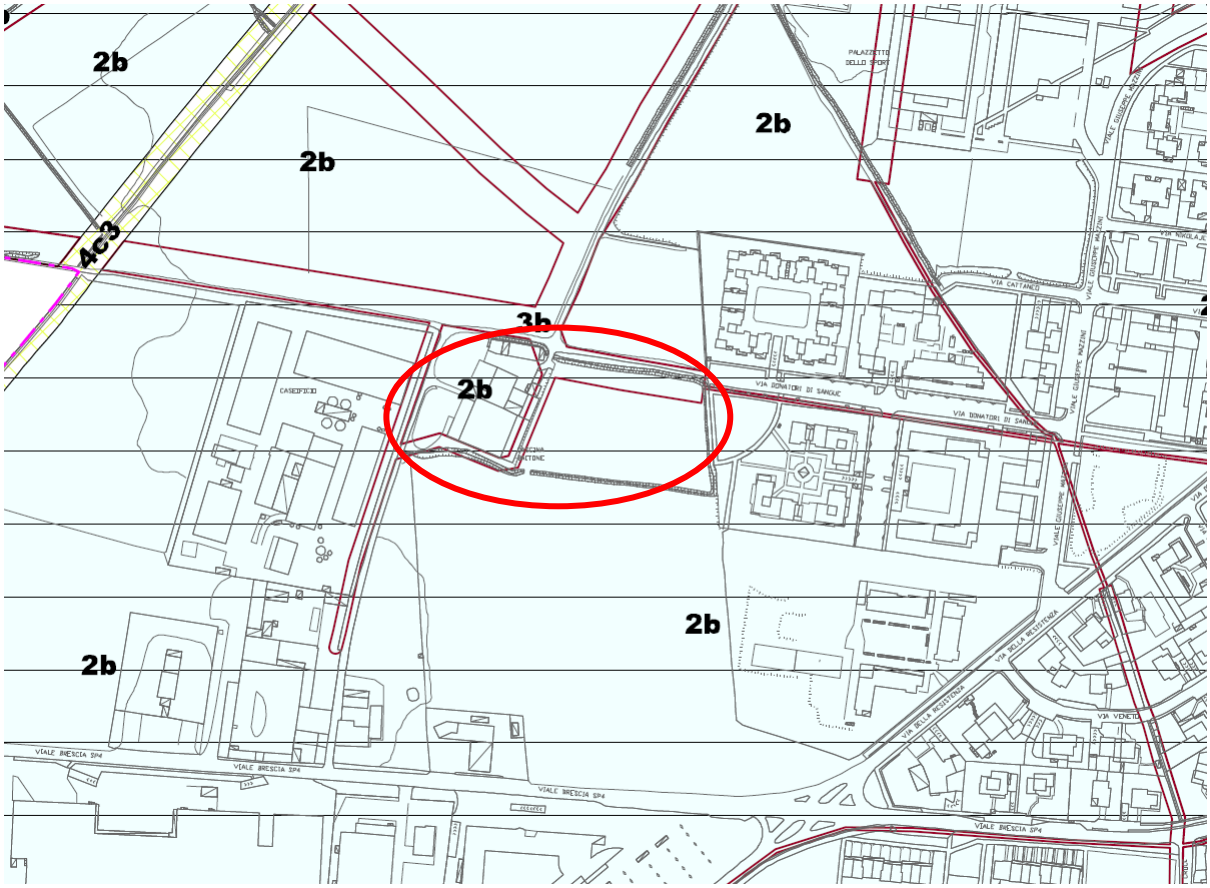


Figura 1 – Estratto Carta di fattibilità geologica allegata alla "Correzione di errore materiale a rettifica agli atti di PGT non costituente variante agli stessi" (giugno 2018)

Lungo il confine settentrionale e occidentale dell'area di nuova edificazione e intorno alla Cascina Baitone è presente la fascia di rispetto del reticolo idrico classificata come:

- Classe di fattibilità 3b: Fattibilità con consistenti limitazioni. *Reticolo idrico minore gestito dal Consorzio di Bonifica Medio Chiese (fascia a medio grado di tutela).*

All'interno delle fasce di rispetto e lungo i corsi d'acqua valgono le norme contenute nel "Regolamento dell'attività di polizia idraulica" contenuto nel lavoro "Individuazione del reticolo idrografico ai sensi della D.G.R. 25 gennaio 2002 N.7/7868 e successiva D.G.R. 1 agosto 2003 N. 7/13950" (parere favorevole espresso dalla Sede territoriale di Brescia della Regione Lombardia n.49 del 19.05.2004).

L'analisi territoriale effettuata nell'ambito del PGT ha inoltre individuato per l'area di indagine uno scenario di pericolosità sismica locale *Z4a - Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi*: l'effetto atteso nei confronti delle onde sismiche è quindi quello di una possibile amplificazione litologica (vedi capitolo 4).

3. INDAGINI IN SITO

Lo studio si basa su un'indagine geognostica sito specifica che ha comportato l'esecuzione di:

- n° 2 scavi esplorativi mediante escavatore meccanico
- n° 1 indagine sismica MASW con acquisizione della componente verticale delle onde di Rayleigh

Il posizionamento delle indagini (vedi Figura 2) è stato individuato in modo da risultare significativo in relazione all'intervento in oggetto.

L'indagine è stata realizzata in conformità alle "Raccomandazioni per le indagini geotecniche" (1977) dell'Associazione Geotecnica Italiana (AGI).

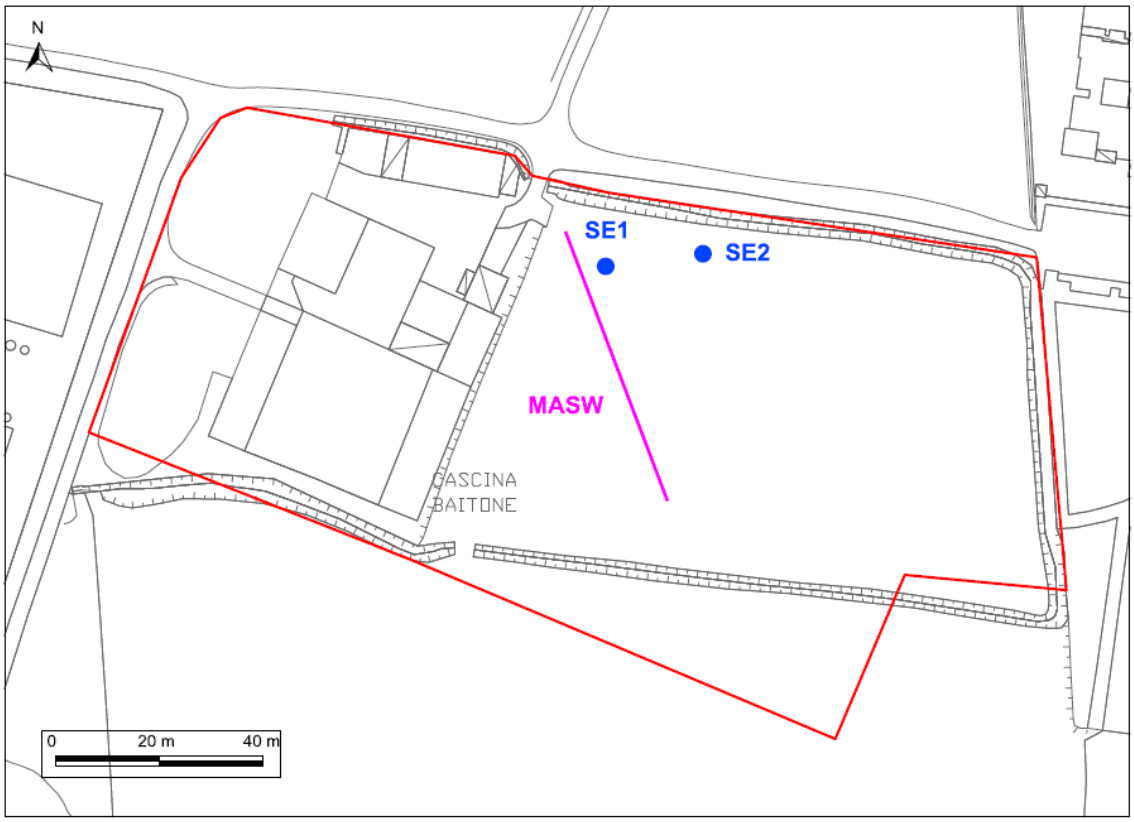


Figura 2 – Ubicazione indicativa indagini geognostiche febbraio 2020

La relazione si basa inoltre sui dati stratigrafici e geotecnici desunti da sondaggi geognostici, scavi esplorativi e prove penetrometriche eseguite nell'immediato intorno dell'area, la cui ubicazione è riportata in Figura 3.

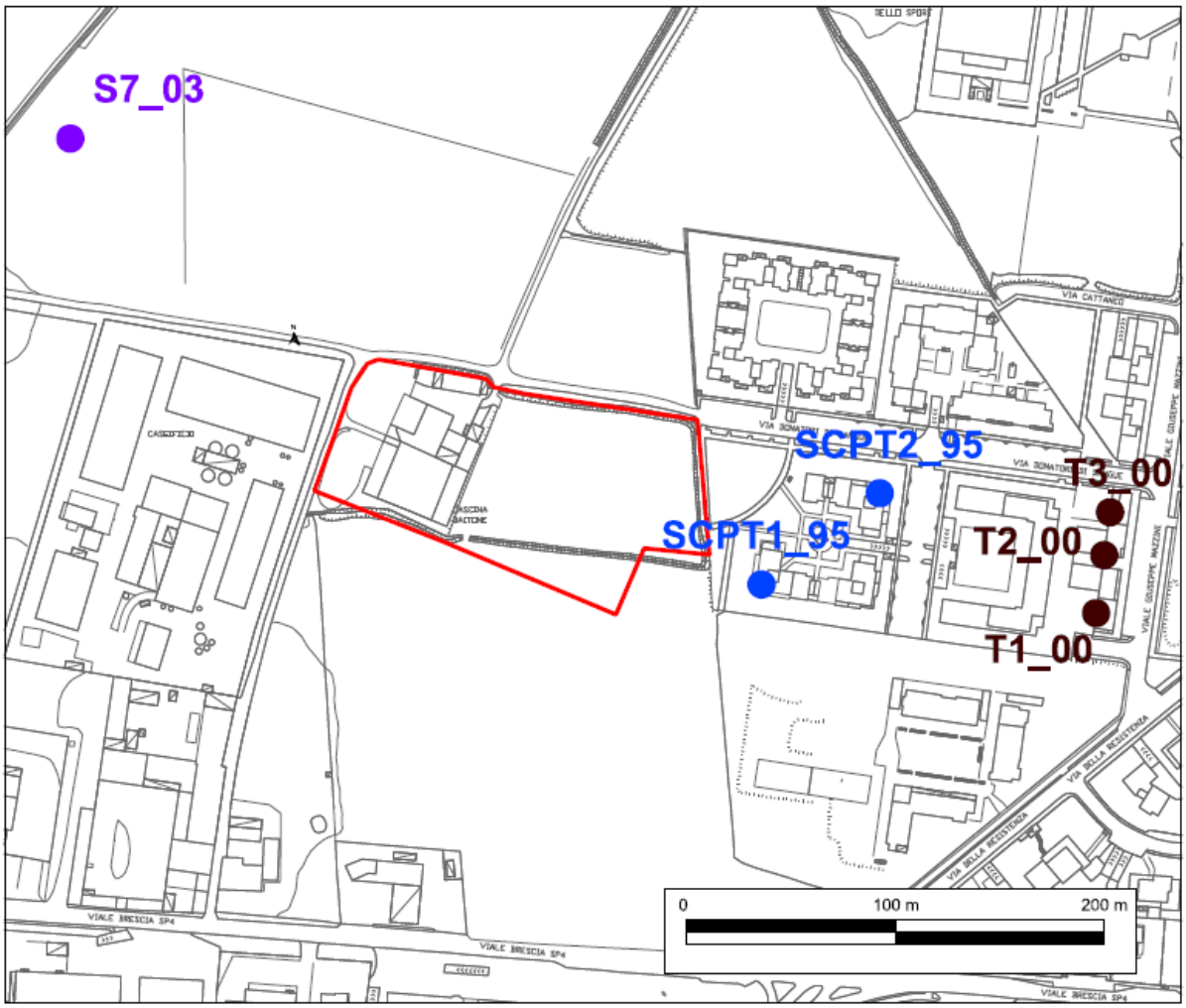


Figura 3 – Ubicazione indicativa indagini geognostiche eseguite nei dintorni dell'area di intervento

3.1. Scavi e trincee esplorative

In corrispondenza dell'area sono stati effettuati degli scavi esplorativi mediante escavatore meccanico a benna rovescia allo scopo di verificare le caratteristiche litologiche del terreno di fondazione dei nuovi edifici.

Gli scavi (vedi schede stratigrafiche) hanno evidenziato la presenza di un orizzonte pedologico limoso sabbioso debolmente ghiaioso (0.5-0.6 m) seguito da un deposito costituito da ghiaia con sabbia limoso ciottolosa - grigio rossastra fino alle massime profondità raggiunte (1.0 m da p.c.).

L'assetto stratigrafico superficiale concorda con quello emerso nel corso di alcune trincee esplorative eseguite nel novembre del 2000 a circa 190 m ad E dell'area (vedi Figure 3 e 4).

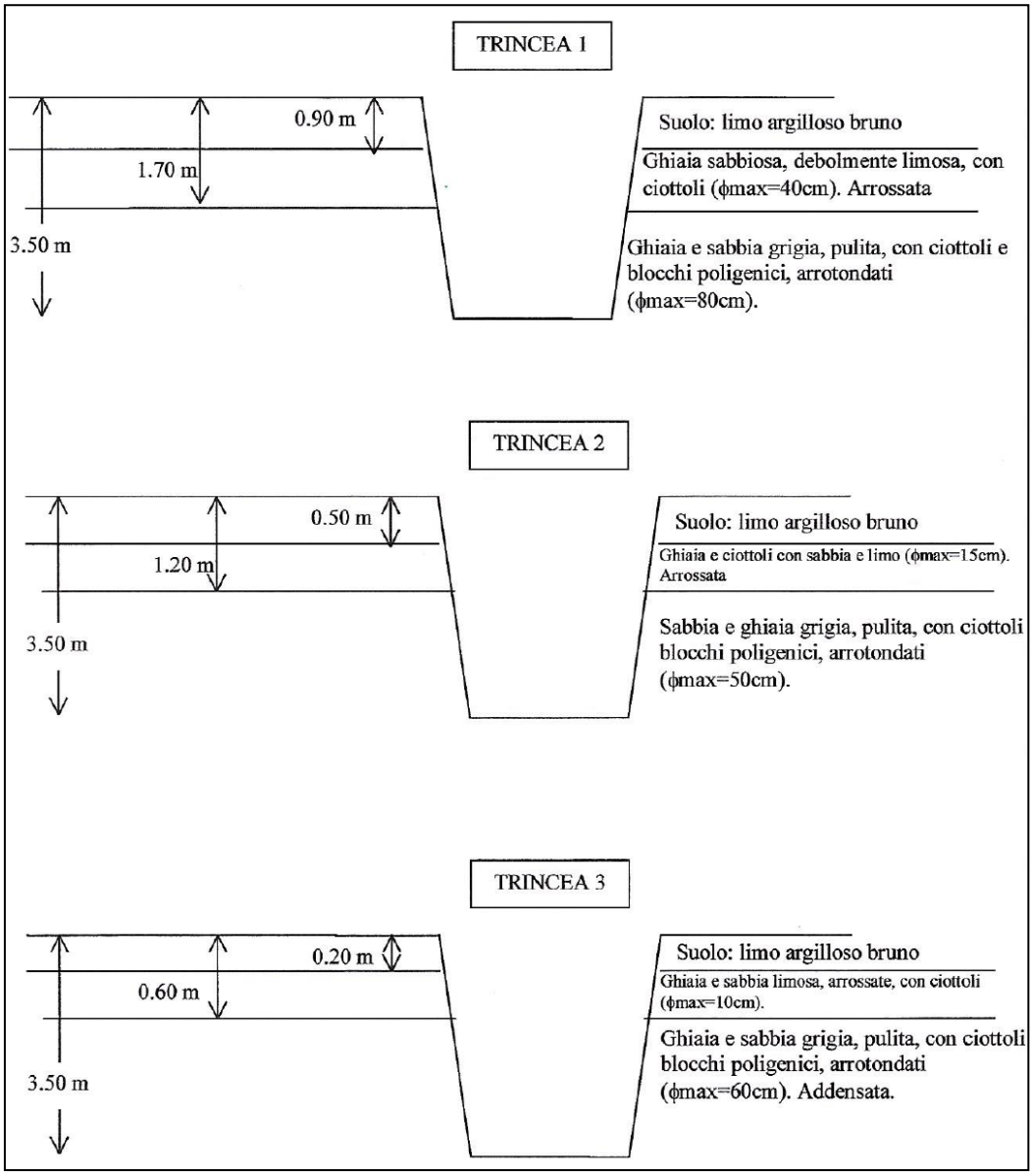


Figura 4 – Trincee esplorative eseguite presso il centro civico via Donatori di Sangue (nov. 2000)

Dalle trincee emerge come inferiormente all'orizzonte pedologico, variabile da 0.2 m a 0.9 m, sia presente il medesimo deposito ghiaioso sabbioso da limoso a debolmente limoso di colore rossastro che costituisce l'orizzonte di alterazione delle ghiaie sottostanti.

Tale orizzonte di transizione si spinge fino a profondità variabili tra 0.6 m, in corrispondenza della trincea più settentrionale (T3), e 1.7 m da p.c. in quella più meridionale (T1).

Inferiormente sono presenti ghiaie e sabbie con ciottoli e blocchi addensate.

3.2. Prove penetrometriche dinamiche continue – SCPT (giugno 1995)

Ad una distanza di circa 30 m (SCPT1) e 80 m (SCPT2) dall'area di intervento sono state inoltre realizzate nel '95 due prove penetrometriche dinamiche continue nell'ambito della realizzazione di un nuovo complesso abitativo (vedi Figura 3 per l'ubicazione).

La prova penetrometrica dinamica continua consiste nell'infiggere verticalmente nel terreno una punta conica metallica, posta all'estremità di un'asta di acciaio, e un rivestimento in sequenza alternata, misurandone il numero di colpi per affondamenti successivi di 30 cm.

I risultati sono rappresentati per mezzo di un diagramma continuo e interpretati utilizzando delle correlazioni empiriche tra il valore di N_{SCPT} e N_{SPT} che permettono di ottenere dei valori di riferimento standard (vedi diagrammi prove penetrometriche in allegato).

Le prove hanno raggiunto le seguenti profondità.

Prova	Profondità in m da p.c.
SCPT1	4.8
SCPT2	4.5

I risultati delle prove sono correlabili tra loro e mostrano, inferiormente ad un orizzonte superficiale costituito dall'originaria copertura pedologica con spessori di circa 0.6 m, un deposito ghiaioso sabbioso variabilmente limoso mediamente addensato fino a a profondità variabili tra 1.2 e 1.5 m da p.c..

Oltre tali profondità è emerso un deposito ghiaioso sabbioso con ciottoli caratterizzato da un elevato grado di addensamento fino alle massime profondità raggiunte.

Entrambe le prove hanno evidenziato il raggiungimento del rifiuto (R) all'avanzamento dell'utensile di prova presumibilmente per la presenza di ciottoli.

3.3. Sondaggio geognostico a carotaggio continuo (marzo 2003)

Nei pressi dell'area di intervento (circa 180m a NW) è stato inoltre realizzato anche un sondaggio geognostico a carotaggio continuo a supporto della realizzazione di un nuovo comparto produttivo (vedi premessa).

Osservando la stratigrafia del sondaggio (vedi S7 in allegato) è possibile trovare conferma dell'assetto stratigrafico già emerso dalle prove descritte.

- da p.c. a 0.5 m - orizzonte pedologico limoso argilloso debolmente ghiaioso
- da 0.5 m a 2.0 m da p.c. – ghiaia mista a limo argilloso con ciottoli
- da 2.0 m a 6.5 m da p.c. – ghiaia sabbiosa con un buon grado di addensamento
- da 6.5 m a 10 m da p.c. – ghiaia con sabbia limosa

3.4. Indagine sismica mediante metodologia MASW (febbraio 2020)

È stato inoltre effettuato uno stendimento di sismica multicanale con acquisizione delle onde superficiali, comprese quelle a bassa frequenza, ed elaborazione dei dati secondo la procedura tipo MASW.

Mediante questa metodologia di analisi è stato possibile ricostruire l'andamento medio delle onde di taglio S in profondità ed eseguire la valutazione del parametro Vs_{eq} (D.M. 17/01/18) al fine di classificare dal punto di vista sismico il terreno di fondazione del sito d'indagine.

L'indagine è stata ubicata (vedi Figura 3) in corrispondenza del sito oggetto di intervento.

Si rimanda al report allegato per la descrizione dettagliata della metodologia di analisi; di seguito si riportato i risultati dell'indagine condotta.

Nella pagina seguente si riassume la sezione sismostratigrafica schematica ottenuta dall'indagine.

In base ai risultati ottenuti dall'indagine sismica si rileva un primo spessore pari a circa 1.7 m con velocità di propagazione delle onde s pari a 175 m/s costituito nella porzione superiore dall'originaria copertura pedologica e inferiormente da ghiaia con limo.

Inferiormente si rinviene un orizzonte con Vs pari a 351 m/s costituito da depositi ghiaioso sabbiosi debolmente limosi mediamente addensati fino a profondità di circa 6.3 m.

Tra 6.3 m e circa 10.3 m è stata rilevata (Vs = 379 m/s) la presenza di un orizzonte ghiaioso con ciottoli con un buon grado di addensamento.

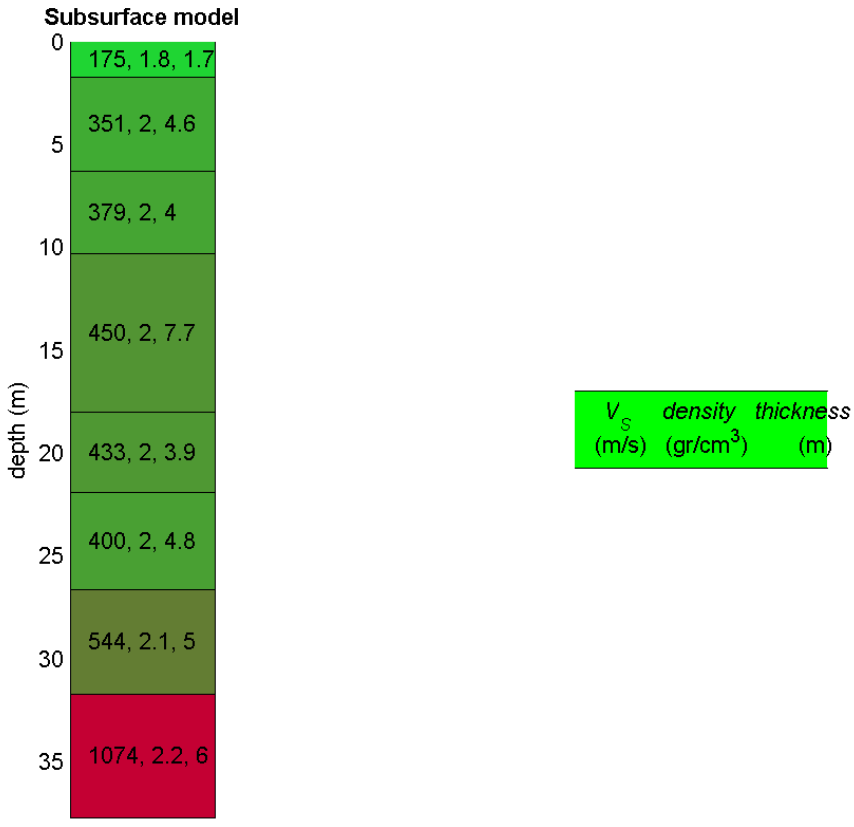
Tra 10.3 m e circa 18 m è presente (Vs = 450 m/s) un incremento nei valori delle Vs in corrispondenza di un deposito ghiaioso sabbioso con ciottoli e trovanti addensato.

Inferiormente a tale orizzonte e fino alla profondità di circa 21.9 m da p.c. è presente un orizzonte (Vs = 433 m/s) di ghiaia con sabbia con un buon grado di addensamento.

Tra 21.9 m e circa 26.7 m è stata rilevata una modesta inversione di velocità (Vs = 400 m/s) in corrispondenza di un orizzonte argilloso limoso con ghiaia.

Tra 26.7 m e circa 31.7 m è presente un orizzonte addensato costituito da ghiaia con sabbia ciottolosa (Vs = 544 m/s).

Oltre i 31.7 m, in accordo con le stratigrafie dei pozzi esaminati, l'indagine ha evidenziato la presenza di netto incremento di valori di Vs (1074 m/s) correlabile con la presenza di conglomerati da compatti a variabilmente fessurati.



4. INQUADRAMENTO SISMICO E COEFFICIENTI SISMICI [N.T.C.] DI SITO

Con la D.G.R. 11 luglio 2014 n. X/2129 "Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. D)" Regione Lombardia propone la revisione delle zone sismiche con lo scopo di armonizzare le stesse mediante l'utilizzo dei parametri fisici di riferimento derivanti dalle NTC 2008 per la progettazione antisismica. Tale aggiornamento, sulla base di valori di a_g desumibili dalla carta della pericolosità sismica di cui alla OPCM 3519 del 27/04/06, modifica la classificazione del comune di Mazzano che viene classificato in Zona 2.

Il D.M. 14 gennaio 2008 e il successivo D.M. 17 gennaio 2018, contenenti le nuove Norme tecniche per le costruzioni e il loro Aggiornamento, sono strutturati in maniera tale da non assegnare più alle zone sismiche un valore univoco di a_g, ma questo viene calcolato sulla base di una griglia di punti derivante dalla carta della pericolosità sismica redatta dall'INGV nel 2006.

In base a tale griglia è possibile ricostruire la "pericolosità sismica di base" del sito in oggetto, dalla quale verrà successivamente determinata l'"azione sismica di progetto" necessaria per effettuare le verifiche secondo i diversi stati limite presi in considerazione nella progettazione.

Coordinate Sito in esame (ED50 / *WGS84*):

latitudine: 45.505111/ *45.504188*

longitudine: 10.353922/ *10.352889*

Coordinate Siti di riferimento (ED50):

Sito 1 ID: 12276 Lat: 45,4923 Lon: 10,2842 Distanza: 5615,910

Sito 2 ID: 12277 Lat: 45,4942 Lon: 10,3554 Distanza: 1222,099

Sito 3 ID: 12055 Lat: 45,5441 Lon: 10,3527 Distanza: 4340,888

Sito 4 ID: 12054 Lat: 45,5423 Lon: 10,2815 Distanza: 6997,003

Per il sito in esame, attribuendo agli edifici in progetto una Classe II e una vita nominale di 50 anni, si ottengono i seguenti valori per i parametri a_g, F_0 e TC*

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	a_g [m/s²]	F_0 [-]	TC* [s]
S.L.O.	30.0	0.4	2.53	0.21
S.L.D.	50.0	0.53	2.54	0.24
S.L.V.	475.0	1.53	2.44	0.27
S.L.C.	975.0	2.0	2.44	0.28

Dove:

- a_g = accelerazione orizzontale massima al sito in condizioni di campo libero, su suolo rigido di categoria A e con superficie topografica orizzontale;
- F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante

A questo punto, per ottenere effettivamente i valori delle accelerazioni massime attese al sito e i coefficienti sismici necessari per effettuare le verifiche risulta necessario considerare le possibili amplificazioni del moto sismico legate alle litologie presenti e alla topografia sito-specifica.

Da un punto di vista topografico l'area esaminata è posta in una porzione di territorio pianeggiante e rientra quindi nella categoria topografica T1 – Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i<15° (vedi § 3.2.2 D.M. 17/01/2018).

L'analisi territoriale effettuata nell'ambito del PGT ha individuato per l'area di indagine uno scenario di pericolosità sismica locale Z4a - Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi.

Per valutare il valore delle Vs_{eq} sito-specifico si sono utilizzati i risultati dello stendimento di sismica MASW effettuato all'interno del sito oggetto di indagine (vedi § 3.4 e Allegato 1).

Il calcolo delle V_{seq} effettuato a partire da p.c. ha dato come risultato un valore di V_{s30} = 387 m/s. In accordo al D.M. 17 gennaio 2018 il terreno dell'area in esame ricade preliminarmente nella categoria di sottosuolo B.

L'applicazione della procedura semiquantitativa di 2° livello (Allegato 5 della D.G.R. n° 9/2616 del 30/11/2011) applicata all'interno dell'Aggiornamento della componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT (novembre 2013) ha permesso di evidenziare come per l'area di indagine la possibile amplificazione sismica, per periodi compresi tra 0.1 e 0.5 s, risulti inferiore ai valori di soglia forniti dalla Regione Lombardia per la categoria di sottosuolo B.

Lo Studio di Microzonazione Sismica del territorio comunale pone l'area in esame nei pressi di una zona caratterizzata da fattori di amplificazione superiori ai valori di soglia forniti dalla Regione Lombardia per la categoria di sottosuolo B (vedi Figura 5).

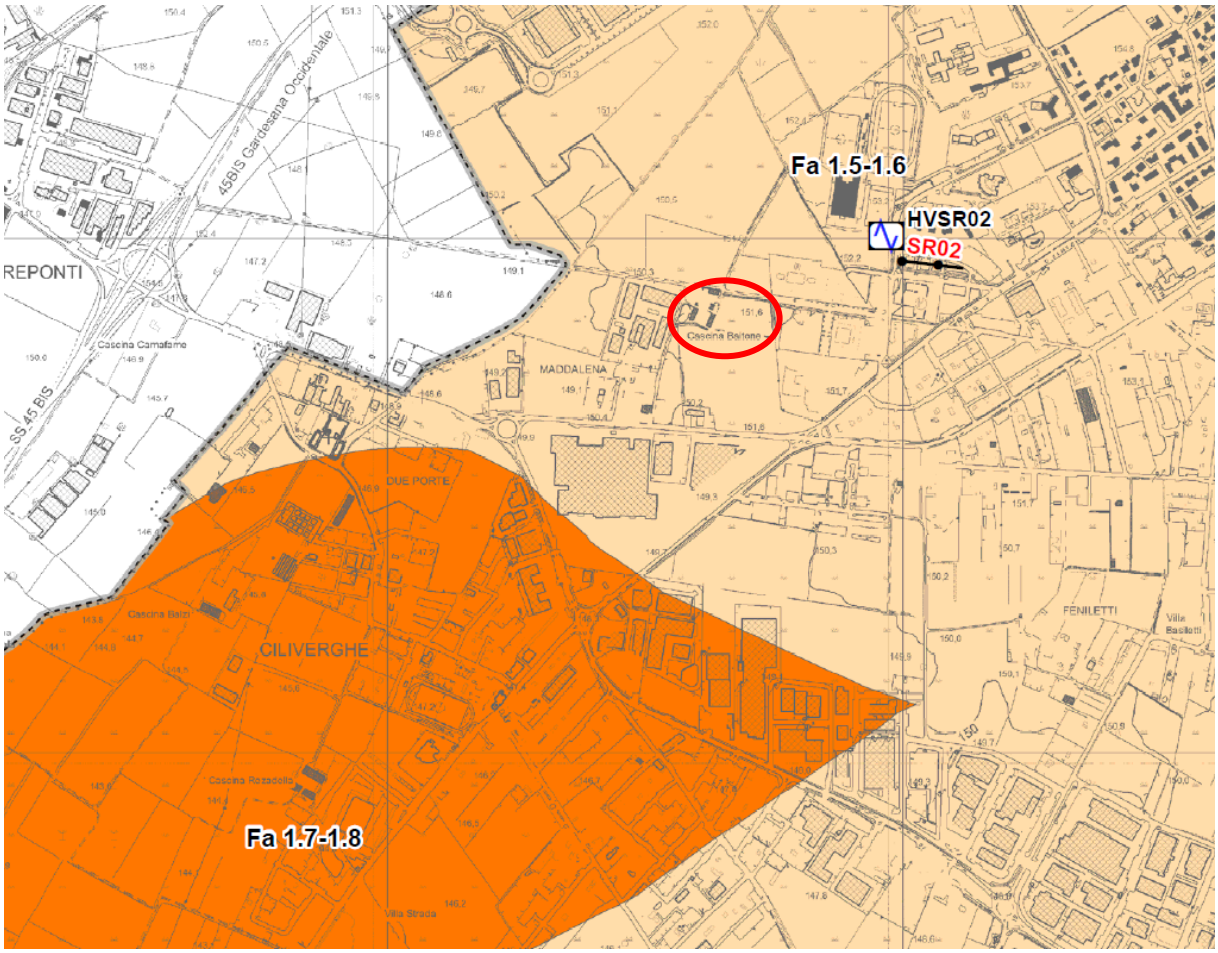


Figura 5 – Stralcio "Carta dei fattori di amplificazione derivante dall'applicazione del livello 2 per l'intervallo di periodo 0.1-0.5 s" allegata allo Studio di Microzonazione Sismica Comunale (Dott. Geol. D. Chiarini, aprile 2015)

Con lo scopo di verificare l'effettiva possibile amplificazione sismica in corrispondenza del sito in esame si è ritenuto opportuno riapplicare la procedura di 2° livello sulla base dei risultati dello stendimento di sismica MASW effettuato all'interno del sito oggetto di indagine.

4.1. Valutazione dell'amplificazione sismica locale - Applicazione della procedura di 2° livello (Allegato 5 della D.G.R. n° 9/2616 del 30/11/2011)

Questa procedura di verifica consente una caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi in quanto fornisce una stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione (Fa).

Il modello geofisico del sottosuolo ottenuto (variazione delle onde di taglio Vs con la profondità) ha permesso, applicando l'Allegato 5 della D.G.R. n.9/2616 del 30/11/2011, di ottenere dei valori di Fa (fattore di amplificazione) pari a Fa = 1.8 nell'intervallo 0.1 - 0.5 s e Fa = 1.3 nell'intervallo 0.5-1.5 s (vedi descrizione procedura nella pagina seguente).

I valori di Fa ottenuti attraverso la scelta della scheda litologica maggiormente in linea con l'andamento delle Vs e con la litologia dei depositi presenti (scheda litologia limoso sabbiosa tipo 2) devono essere poi confrontati con il valore soglia (Soglia norma) fornito dalla Regione Lombardia per il Comune di Mazzano per la categoria di sottosuolo B.

Il confronto mostra che, all'interno dell'intervallo di periodo 0.1 s - 0.5 s l'amplificazione risulta superiore al valore soglia previsto per la categoria di sottosuolo B (D.M. 17 gennaio 2018) e quindi l'applicazione dello spettro previsto dalla normativa non risulta sufficiente a tenere in considerazione gli effetti di amplificazione litologica.

Nel caso gli edifici in oggetto abbiano un periodo compreso nell'intervallo 0.1 s - 0.5 s risulterà quindi necessario o effettuare analisi più approfondite (3° livello) o utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo superiore, ovvero quello della categoria di sottosuolo C.

Sulla base dei dati emersi dall'indagine si ritiene sufficientemente cautelativo adottare per l'intervento in oggetto la categoria di sottosuolo C.

All'interno dell'intervallo di periodo 0.5 s - 1.5 s l'amplificazione risulta invece inferiore al valore soglia previsto per la categoria di sottosuolo B (D.M. 17 gennaio 2018) e quindi l'applicazione dello spettro previsto dalla normativa risulta sufficiente a tenere in considerazione gli effetti di amplificazione litologica.

Nel caso quindi il periodo degli edifici sia compreso nell'intervallo 0.5 s - 1.5 s risulterà possibile utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo B.

STIMA DEGLI EFFETTI LITOLOGICI - ANALISI DI 2° LIVELLO

All. 5 - D.g.r. 9/2616 del 30/11/2011 - § 2.2.2 - Effetti litologici

LAVORO: Nuovi edifici — INDAGINE: MASW1

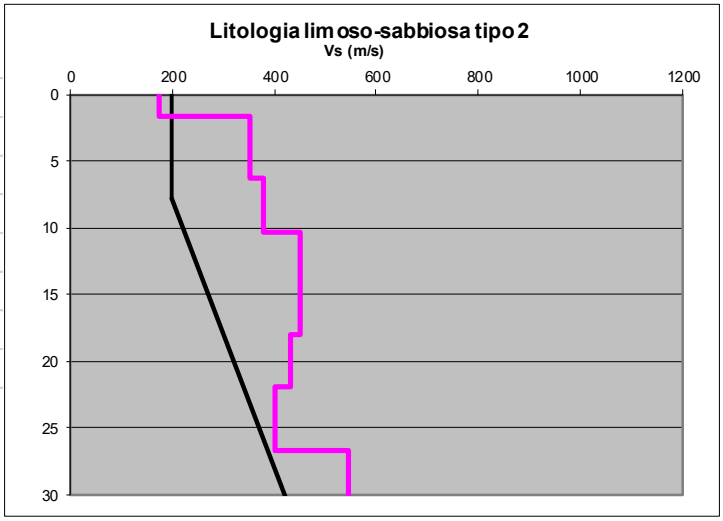
COMUNE DI: Mazzano — LOCALITA': Via Donatori di Sangue

SCHEDA LITOLOGIA LIMOSO-SABBIOSA TIPO 2

Profilo sismico

Profondità	Vs	Spessore
1.7	175	1.7
6.3	351	4.6
10.3	379	4.0
18.0	450	7.7
21.9	433	3.9
26.7	400	4.8
31.7	544	5.0
37.7	1074	6.0

Vs 30	387	Cat. B



PERIODO DEL SITO	
T	0.304

PRIMO STRATO	
Prof. base	6.3
Vs	304

Curva caratteristica	
n°	3

Profondità primo strato

velocità primo strato	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	20	25	30	35	40	50	60
200				1	1	1	1	1	1	1												
250				2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1							
300				3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2						
350				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3					
400				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3				
450				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
500				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
600				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
700				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Valori Fa di sito

0,1 s < T < 0,5 s	1.8
0,5 s < T < 1,5 s	1.3

COMUNE DI MAZZANO

Valori Fa di soglia

Terreni di tipo:

B	C	D	E
1.5	1.8	2.3	2.0
1.7	2.4	4.3	3.0

4.2. Coefficienti sismici [N.T.C.] di sito

Una volta stabilite le possibili amplificazioni locali e la loro natura è possibile ottenere i valori delle massime accelerazioni e dei coefficienti sismici sito-specifici riportati nella seguente tabella (categoria di sottosuolo C):

S.L. Stato limite	a_{max} [m/s²]	beta [-]	k_h [-]	k_v [-]
S.L.O.	0.6	0.2	0.0122	0.0061
S.L.D.	0.795	0.2	0.0162	0.0081
S.L.V.	2.2515	0.24	0.0551	0.0276
S.L.C.	2.8028	0.28	0.08	0.04

Dove :

- a_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;
- beta = coefficiente di riduzione dell'accelerazione orizzontale massima attesa al sito;
- k_h e k_v = coefficienti sismici orizzontale e verticale.

4.3. Verifica a liquefazione dei depositi presenti

In base a quanto indicato nel D.M. 17/01/2018 (§ 7.11.3.4.2) sono state prese in considerazione le circostanze per le quali è possibile omettere la verifica a liquefazione:

1) accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0.1g;

2) profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;

3) depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata (N1)60 > 30 oppure qc1N > 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 qc1N è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

4) distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nei grafici di riferimento sia nel caso di terreni con coefficiente di uniformità Uc < 3.5 sia nel caso di terreni con coefficiente di uniformità Uc > 3.5.La condizione 2) precedentemente citata risulta non soddisfatta in quanto le accelerazioni massime attese al piano campagna (0.19 g per lo stato limite SLV) sono > 0.1 g.

La condizione 1) precedentemente citata risulta non soddisfatta in quanto le accelerazioni massime attese al piano campagna (0.23 g per lo stato limite SLV) sono > 0.1 g.

Per quanto riguarda la condizione 2) la falda principale in corrispondenza dell'area di indagine, sulla base delle considerazioni esposte nel § 2.2, è posta mediamente a profondità tali (> 20 m da p.c.) da non essere in grado di indurre una possibile liquefazione dei terreni nella zona influenzata dalle nuove strutture di fondazione.

I depositi presenti in sito sono inoltre caratterizzati da una consistente frazione ghiaiosa, con ciottoli e blocchi tale da non renderli tendenzialmente soggetti a fenomeni di liquefazione.

Per tali ragioni si ritiene quindi improbabile che i terreni presenti in corrispondenza dell'area di indagine possano risultare potenzialmente liquefacibili in coincidenza con una sollecitazione sismica caratteristica dello stato limite SLV.

5. MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO

L'elaborazione dei valori di N_{SCPT} e N_{SPT} desunti dalle indagini limitrofe nonché il confronto con le evidenze emerse nell'indagine di campagna hanno permesso di individuare e parametrizzare nel sottosuolo dell'area esaminata due unità geotecniche che sono state ritenute sufficientemente omogenee per quanto riguarda il comportamento geotecnico e alle quali sono stati attribuiti sia i parametri geotecnici medi (f_m) che caratteristici (f_k).

I valori caratteristici, utilizzati sono stati ricavati mediante la seguente espressione:

$$f_k = f_m (1 – 1.645 V_f)$$

dove f_k è il valore caratteristico del parametro, f_m è il valore medio del parametro e V_f il coefficiente di variazione del parametro definito come il rapporto fra lo scarto quadratico medio e la media dei valori del parametro considerato.

Le indagini effettuate hanno rilevato la presenza di un orizzonte superficiale, di spessore pari a circa 0.6 m costituito dall'originaria copertura.

Tale orizzonte non risulta significativo dal punto di vista geotecnico e non dovrà interferire con le nuove strutture di fondazione.

Unità geotecnica 1: si tratta di un deposito costituito da ghiaie e sabbie variabilmente limose con ciottoli – grigio rossastre. Lo spessore di questo orizzonte di alterazione in corrispondenza dell'area di indagine, sulla base dei risultati dell'indagine geofisica (vedi § 3.4) e delle indagini limitrofe (vedi allegato) è stimato mediamente pari a circa 1.4 m da p.c..

UNITA' 1	Valore medio	Valore caratteristico	Descrizione
γ (kN/m^3)	19.4	19.0	Peso di volume del deposito
φ' (°)	32	30	Angolo d'attrito in termini di tensioni efficaci
E_Y (MPa)	28.7	20.3	Modulo di Young

Unità geotecnica 2: si tratta di un deposito costituito da ghiaie e sabbie con ciottoli – grigie. Lo spessore di questa unità in corrispondenza dell'area di indagine, sulla base delle stratigrafie dei sondaggi e pozzi eseguiti nella frazione di Molinetto di Mazzano è > 30 m da p.c..

UNITA' 2	Valore medio	Valore caratteristico	Descrizione
γ (kN/m^3)	21.3	20.7	Peso di volume del deposito
φ' (°)	36	33	Angolo d'attrito in termini di tensioni efficaci
E_Y (MPa)	74.6	52.5	Modulo di Young

6. STIMA PRELIMINARE DELLA CAPACITA' PORTANTE

La stima preliminare della capacità portante è stata eseguita mediante l'applicazione dell'espressione generale proposta da Brinch – Hansen (EC8) che riguarda tutti i tipi di terreni e le diverse geometrie di fondazioni superficiali.

La verifica, considerando le caratteristiche geotecniche dei terreni in corrispondenza del piano di fondazione e condizioni a lungo termine, è stata condotta in condizioni drenate (C_u = 0; $\phi' \neq 0$), secondo l'equazione:

$$q_{lim} = c\, N_c * s_c * d_c * + q * N_q * s_q * d_q + 0.5 * \gamma * B N_\gamma * s_\gamma * d_\gamma$$

dove:

ϕ'	Angolo d'attrito
q	Carico geostatico agente all'imposta della fondazione
B	Larghezza della fondazione
Nc, Nq, Nγ	Coefficienti adimensionali di capacità portante
sc, sq, sγ	Coefficienti di forma
dc, dq, dγ	Coefficienti di profondità

Condizioni per il calcolo:

- Non avendo indicazioni progettuali sono state considerate fondazioni a plinto con dimensioni comprese tra 1.5 m e 1.8 m considerate perfettamente rigide e ipotizzando i carichi centrati.
- Non avendo indicazioni progettuali sono state effettuate due ipotesi preliminari relativamente al piano di appoggio delle fondazioni:
    - piano di appoggio ipotizzato in corrispondenza dell'unità geotecnica 1, alla profondità di 0.6 m da p.c. attuale.
    - piano di appoggio ipotizzato in corrispondenza dell'interfaccia con l'unità geotecnica 2 alla profondità di 1.4 m da p.c. attuale

- È stata ipotizzata un'altezza di incastro della fondazione (D_f) pari a 0.6 m. Tale condizione dovrà essere minimamente rispettata in quanto l'immorsamento interviene direttamente come elemento stabilizzante della fondazione.

- I parametri geotecnici utilizzati sono i parametri caratteristici cap. 5.

- Categoria di sottosuolo C (vedi § 4.1).

- Non avendo a disposizione il fattore di struttura q e il periodo di vibrazione fondamentale T legati agli edifici in progetto, nelle combinazioni con sisma non è stato portato in conto l'eventuale effetto inerziale generato dal sisma in fondazione, ma esclusivamente l'effetto cinematico.

Nelle tabelle proposte di seguito si riporta il riassunto dei calcoli effettuati secondo gli stati limite ultimi S.L.U.

Fondazione (0.6 m - Unità geotecnica 1)	**Appr. 2**	**Appr. 2 sisma**
	R_d	**R_d**
	(kPa)	(kPa)
Plinto 1.5x1.5 m	**291**	**215**
Plinto 1.8x1.8 m	**325**	**229**

Fondazione (1.4 m - Unità geotecnica 2)	**Appr. 2**	**Appr. 2 sisma**
	R_d	**R_d**
	(kPa)	(kPa)
Plinto 1.5x1.5 m	**414**	**306**
Plinto 1.8x1.8 m	**437**	**308**

Dove:

- Appr. 2 = approccio 2; Rd = $1/\gamma_{R3}$* $Q_{lim}(\phi, c)$
- Appr .2 – sisma = come sopra con fattore correttivo sismico*
- γ_{R3} = coefficiente parziale pari a 2.3 (tabella 6.4.1 – D.M. 17/01/2018)
- $Q_{lim}(\phi, c)$ portata limite calcolata utilizzando i coefficienti parziali γ_{M1} - tabella 6.2.II del D.M. 17.01.2018

* l'effetto del sisma è stato portato in conto considerando separatamente l'effetto cinematico e quello inerziale introducendo due coefficienti correttivi che operano sul solo valore di $N\gamma$ (Circolare esplicativa 02.02.2009 - § C7.11.5.3.1).

Il fattore di carico limite in condizioni sismiche è stato espresso utilizzando la seguente relazione (Cascone&Maugeri, gennaio 2006):

$$N_{\gamma E} = N_{\gamma} \cdot e_{\gamma k} \cdot e_{\gamma i}$$

con:

$$e_{\gamma\, k} = (1\text{-}kh_k/\tan\phi)^{0,45} \qquad e_{\gamma\, i} = (1\text{-}0,7*kh_i)^5$$

Nc e Nq vengono trattati con i coefficienti i_c e i_q, tenuto conto del solo effetto inerziale.

7. STIMA DEI CEDIMENTI

I cedimenti immediati di una fondazione diretta su terreni granulari si possono calcolare utilizzando un'equazione basata sulla teoria dell'elasticità (Timoshenko e Goodier - 1951).

L'equazione di calcolo è la seguente:

$$\Delta h = q_0 \, I_s \, I_F \, (1-\mu^2) / E_y$$

dove:

Δh = cedimento in mm

q_0 = intensità della pressione di contatto in kPa

E_y = Modulo di Young in kPa

μ = coefficiente di Poisson (pari a 0.3)

$I_s \, I_F$ = coefficienti d'influenza

La fondazione è stata assunta come perfettamente rigida con associato un unico valore di cedimento ed il carico uniformemente distribuito.

Non avendo a disposizione i carichi effettivi trasmessi in fondazione il calcolo è stato condotto ipotizzando alcune pressioni di esercizio.

I cedimenti indicati sono da considerare relativi a fondazioni non interagenti.

In letteratura è considerato accettabile un cedimento immediato $\Delta h < 25$ mm in terreni a comportamento prevalentemente granulare.

Fondazione (0.6 m - Unità geotecnica 1)	**Q_{es} (kPa)**	**Δh (mm)**
Plinto 1.5x1.5 m	200	10
	150	7

Fondazione (0.6 m - Unità geotecnica 1)	**Q_{es} (kPa)**	**Δh (mm)**
Plinto 1.8x1.8 m	200	11
	150	8

Fondazione (1.4 m - Unità geotecnica 2)	**Q_{es} (kPa)**	**Δh (mm)**
Plinto 1.5x1.5 m	200	3
	150	2

Fondazione (1.4 m - Unità geotecnica 2)	**Q_{es} (kPa)**	**Δh (mm)**
Plinto 1.8x1.8 m	200	4
	150	3

Come prescritto nelle NTC occorrerà verificare che le deformazioni derivanti dai cedimenti delle fondazioni siano ammissibili con la funzionalità degli interventi in progetto (verifiche SLE).

I cedimenti indicati sono comunque da considerare relativi a fondazioni non interagenti. Qualora quindi il progetto prevedesse fondazione poste ad interassi inferiori a:

$$i_f = \alpha \ (B1 + B2) / 2$$

dove α è il coefficiente di influenza pari a 1.75 e 2 per fondazioni a plinto e a trave contigue con lati pari a B1 e B2, i cedimenti delle fondazioni potranno risultare superiori a quelli indicati.

7.1. Stima del coefficiente di sottofondazione k_{vm}

Vengono di seguito indicati i valori del coefficiente di sottofondazione verticale medio ("terreno alla Winkler") per le tipologie di fondazione a trave esaminate in precedenza:

$$k_{vm} = q_a / w_{el}$$

dove:

q_a = pressione applicata in fondazione

w_{el} = cedimento elastico medio corrispondente.

Fondazione (0.6 m - Unità geotecnica 1)	**Q_{es} (kN/m²)**	**k_v (kN/m³)**	**k_{vm} (kN/m³)**
Plinto 1.5x1.5 m	**200**	**20000**	**20700**
	150	**21400**	

Fondazione (0.6 m - Unità geotecnica 1)	**Q_{es} (kN/m^2)**	**k_v (kN/m^3)**	**k_{vm} (kN/m^3)**
Plinto 1.8x1.8 m	**200**	**18200**	**18500**
	150	**18800**	

Fondazione (1.4 m - Unità geotecnica 2)	**Q_{es} (kN/m^2)**	**k_v (kN/m^3)**	**k_{vm} (kN/m^3)**
Plinto 1.5x1.5 m	**200**	**66700**	**70850**
	150	**75000**	

Fondazione (1.4 m - Unità geotecnica 2)	**Q_{es} (kN/m^2)**	**k_v (kN/m^3)**	**k_{vm} (kN/m^3)**
Plinto 1.8x1.8 m	**200**	**50000**	**50000**
	150	**50000**	

Si ricorda comunque che i valori di tale coefficiente dovrebbero essere, a rigore, ottenuti mediante l'esecuzione di prove su piastra e come quindi il risultato riportato, ottenuto attraverso un'equazione empirica, debba essere inteso come una stima approssimativa utile al progettista per un confronto con i valori riportati nelle tabelle pubblicate dalla letteratura tecnica e scientifica.

8. CONCLUSIONI

La presente relazione è stata eseguita a supporto del piano di recupero di edificio esistente con realizzazione di dieci unità immobiliari bifamiliari ad uso residenziale in via Donatori di Sangue, Mazzano (BS).

Lo studio si basa su un'indagine geognostica sito specifica che ha comportato l'esecuzione di:

- n° 2 scavi esplorativi mediante escavatore meccanico
- n° 1 indagine sismica MASW con acquisizione della componente verticale delle onde di Rayleigh

La relazione si basa inoltre sui dati stratigrafici e geotecnici desunti da sondaggi geognostici, scavi esplorativi e prove penetrometriche eseguite nell'immediato intorno dell'area.

Nel capitolo 2 si è affrontato l'inquadramento geologico ed idrogeologico dell'area in oggetto.

L'area di studio ricade in classe di fattibilità 2b - Fattibilità con modeste limitazioni legate alla forte vocazione agricola per la presenza di suoli di buona qualità e alle caratteristiche geotecniche dei terreni da buone a mediocri.

L'indagine geognostica ha permesso di caratterizzare il terreno naturale presente in corrispondenza dell'area, si ritiene che non sussistano limitazioni o cautele particolari da adottare per garantire la fattibilità geologica delle opere in progetto.

Lungo il confine settentrionale ed occidentale dell'area di nuova edificazione è presente la fascia di rispetto del reticolo idrico classificata come Classe di fattibilità 3b - Fattibilità con consistenti limitazioni. Reticolo idrico minore gestito dal Consorzio di Bonifica Medio Chiese (fascia a medio grado di tutela).

All'interno delle fasce di rispetto e lungo i corsi d'acqua valgono le norme contenute nel "Regolamento dell'attività di polizia idraulica".

Nel capitolo 3 sono state descritte le indagini geognostiche effettuate in corrispondenza dell'area e nel suo immediato intorno e la ricostruzione stratigrafica sito-specifica che ne è derivata.

Nel capitolo 4 è stato effettuato l'inquadramento sismico con il calcolo dei coefficienti sismici sito-specifici. L'analisi territoriale effettuata nell'ambito del PGT ha individuato per l'area di indagine uno scenario di pericolosità sismica locale *Z4a - Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi.*

Per valutare il valore delle Vs_{eq} sito-specifico si sono utilizzati i risultati dello stendimento di sismica MASW effettuato all'interno del sito oggetto di indagine (vedi § 3.4 e Allegato 1).

Il calcolo delle V_{seq} effettuato a partire da p.c. ha dato come risultato un valore di V_{s30} = 387 m/s. In accordo al D.M. 17 gennaio 2018 il terreno dell'area in esame ricade preliminarmente nella categoria di sottosuolo B.

Con lo scopo di verificare l'effettiva possibile amplificazione sismica in corrispondenza del sito in esame si è ritenuto opportuno riapplicare la procedura di 2° livello sulla base dei risultati dello stendimento di sismica MASW effettuato all'interno del sito oggetto di indagine.

All'interno dell'intervallo di periodo 0.1 s - 0.5 s l'amplificazione risulta superiore al valore soglia previsto per la categoria di sottosuolo B (D.M. 17 gennaio 2018) e quindi l'applicazione dello spettro previsto dalla normativa non risulta sufficiente a tenere in considerazione gli effetti di amplificazione litologica.

Nel caso gli edifici in oggetto abbiano un periodo compreso nell'intervallo 0.1 s - 0.5 s risulterà quindi necessario o effettuare analisi più approfondite (3° livello) o utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo superiore, ovvero quello della categoria di sottosuolo C.

Sulla base dei dati emersi dall'indagine si ritiene sufficientemente cautelativo adottare per l'intervento in oggetto la categoria di sottosuolo C.

All'interno dell'intervallo di periodo 0.5 s - 1.5 s l'amplificazione risulta invece inferiore al valore soglia previsto per la categoria di sottosuolo B (D.M. 17 gennaio 2018) e quindi l'applicazione dello spettro previsto dalla normativa risulta sufficiente a tenere in considerazione gli effetti di amplificazione litologica.

Nel caso quindi il periodo degli edifici sia compreso nell'intervallo 0.5 s - 1.5 s risulterà possibile utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo B.

Nel medesimo capitolo è stata anche considerata la possibilità di liquefazione dei depositi presenti: in base alle considerazioni esposte si ritiene improbabile che i terreni presenti in

corrispondenza dell'area di indagine fino alle profondità indicate possano risultare potenzialmente liquefacibili in coincidenza con una sollecitazione sismica caratteristica dello stato limite SLV.

Nel capitolo 5 si è definito il modello geologico e geotecnico del sottosuolo che è stato utilizzato per le successive verifiche.

Nel capitolo 6 è stato effettuato un calcolo preliminare della capacità portante considerando ipotetiche tipologie di fondazione a plinto.

Nel capitolo 7 si è stimato l'ordine di grandezza dei cedimenti in funzione di ipotetiche pressioni di esercizio.

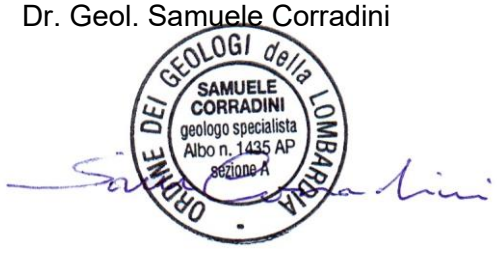
In base ai risultati del presente studio e alle caratteristiche litotecniche dei terreni di fondazione si ritiene che la realizzazione delle opere in oggetto sia compatibile con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche dell'area.

Si raccomanda, in corso d'opera di verificare che le ipotesi formulate nella presente relazione siano confermate dalla visione diretta dei terreni di fondazione.

Si rinnova in ogni caso la disponibilità ad effettuare ulteriori sopralluoghi in corso d'opera qualora emergessero situazioni geologiche non previste nel presente studio.

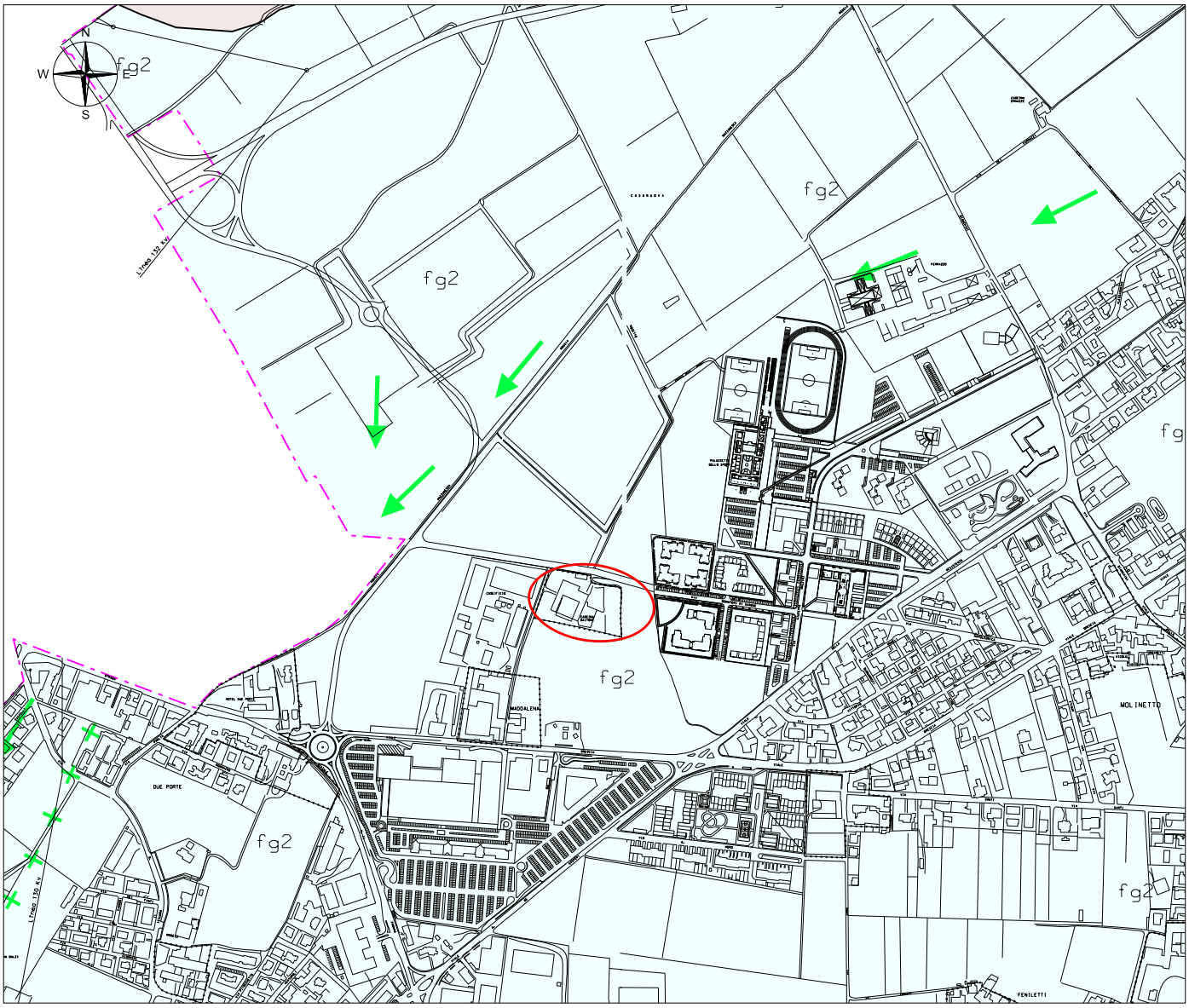
Brescia, giugno 2020

Dr. Geol. Samuele Corradini



Dott. Geol. Davide Gasparetti





OGGETTO:

COMUNE DI MAZZANO

PIANO DI RECUPERO DI EDIFICIO ESISTENTE CON REALIZZAZIONE DI 10 UNITA' IMMOBILIARI BIFAMILIARI AD USO RESIDENZIALE IN LOCALITA' MOLINETTO DI MAZZANO - VIA DONATORI DI SANGUE

Tavola 1 - Inquadramento geologico geomorfologico

SCALA: 1 : 10000

TAV. 1

DATA: giugno 2020

Elaborazione:

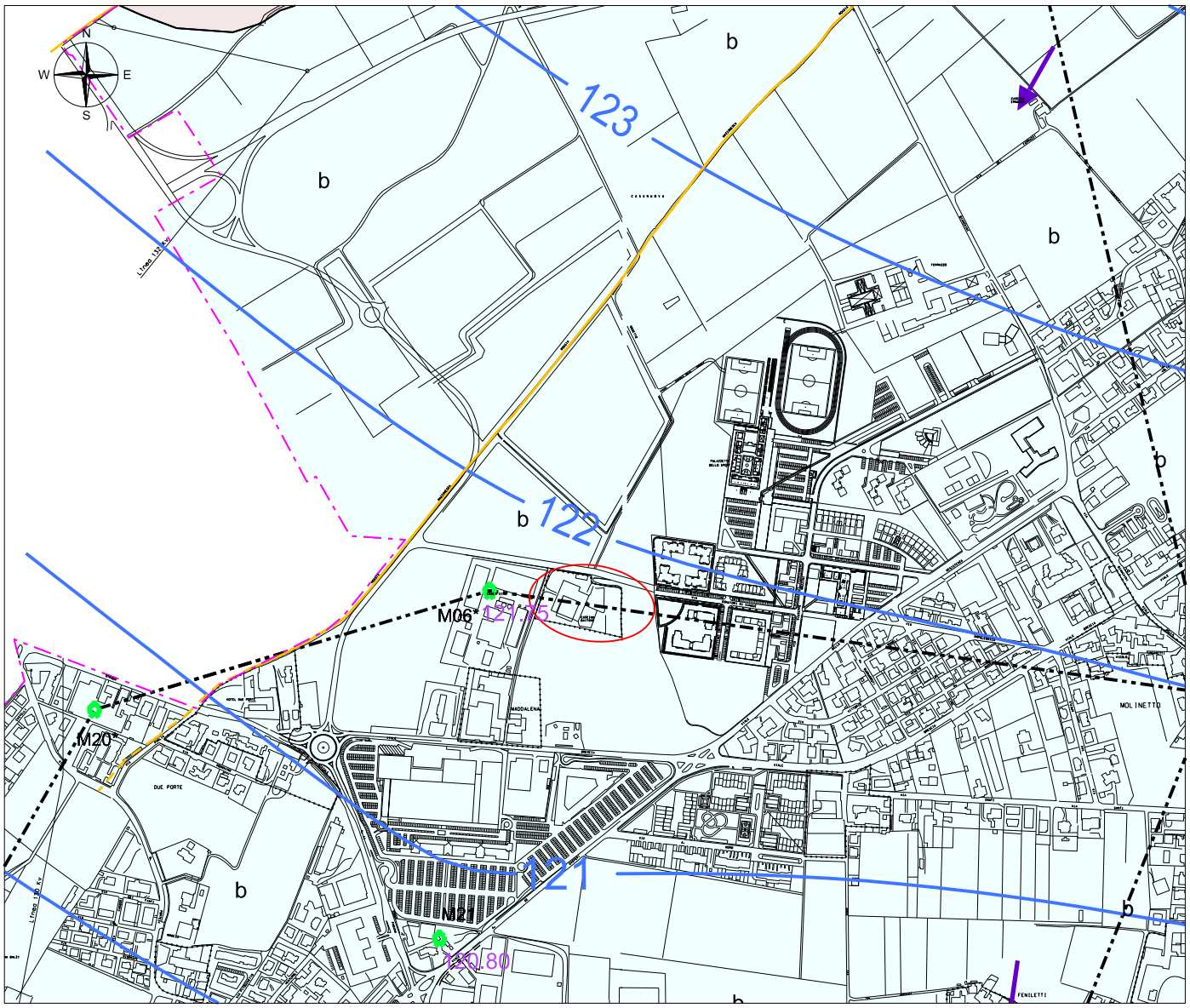
STUDIO GEOLOGIA AMBIENTE

Committente:

Impresa Pelizzari S.r.l.

LEGENDA

fg2	Depositi fluvioglaciali ghiaioso-sabbiosi costituenti il livello fondamentale della pianura, con tracce di un'antica rete di canali intrecciati (braided) - Sandur di Molinetto. Pleistocene superiore.
lc	Coltri loessiche su depositi colluviali. Pleistocene medio.
	Area debolmente depressa.
	Area debolmente rilevata.
	Area oggetto di indagine



OGGETTO:

COMUNE DI MAZZANO

PIANO DI RECUPERO DI EDIFICIO ESISTENTE CON REALIZZAZIONE DI 10 UNITA' IMMOBILIARI BIFAMILIARI AD USO RESIDENZIALE IN LOCALITA' MOLINETTO DI MAZZANO - VIA DONATORI DI SANGUE

Tavola 2 - Inquadramento idrogeologico

SCALA: 1 : 10000

TAV. 2

DATA: giugno 2020

Elaborazione:
STUDIO GEOLOGIA AMBIENTE

Committente:
Impresa Pelizzari S.r.l.

LEGENDA

DEPOSITI QUATERNARI

	LITOLOGIA	PERMEABILITA' DELL'ACQUIFERO	COPERTURA PEDOLOGICA	GRADO DI VULNERABILITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE
b	Depositi fluvioglaciali ghiaioso-sabbiosi	Alta per porosità	Suoli moderatamente profondi, solo localmente sottili, con tessitura da franco limoso-argillosa a franco argillosa	Medio

Elementi idrogeologici

n a) n* b) Pozzo comunale: a) captato a scopo acquedottistico; b) dismesso (n = sigla di riferimento; * = con stratigrafia; n= quota falda m s.l.m. riferita a febbraio 2004).

n* n Pozzo privato (n = sigla di riferimento; * = con stratigrafia; n= quota falda m s.l.m. riferita a febbraio 2004).

122 Linea isopiezometrica e relativa quota in m s.l.m. riferita a febbraio 2004.

Direzione di deflusso della falda.

Reticolo idrico principale di competenza regionale (Rio Rudone e Roggia Stradelle).

Reticolo idrico minore di competenza Comunale.

Aste idriche gestite dal Consorzio di Bonifica Medio Chiese di interesse idraulico, paesistico o ambientale.

Aste idriche private per l'esercizio di concessioni di acque pubbliche di interesse idraulico, paesistico o ambientale.

Area soggetta ad allagamenti.

Area oggetto di indagine

STUDIO GEOLOGIA AMBIENTE
25123 BRESCIA – Via T. Olivelli, 5
Tel. 030-3771189 Fax 030-3778086
e-mail: info@studiogeologiambiente.it

REGIONE LOMBARDIA PROVINCIA DI BRESCIA

COMUNE DI MAZZANO

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA ALLEGATA AL PIANO DI RECUPERO DI EDIFICIO ESISTENTE CON REALIZZAZIONE DI 10 UNITÀ IMMOBILIARI BIFAMILIARI AD USO RESIDENZIALE IN LOCALITÀ MOLINETTO DI MAZZANO – VIA DONATORI DI SANGUE

ALLEGATO 1

INDAGINE SISMICA MASW CON ACQUISIZIONE DELLA COMPONENTE VERTICALE DELLE ONDE DI RAYLEIGH

INDICE

1 PREMESSA 2
2 INDAGINE SISMICA MASW 2
2.1 Cenni sulla metodologia MASW 2
2.2 Acquisizione dati 3
2.3 Analisi ed elaborazione dei segnali acquisiti 4
2.4 Profilo Sismostratigrafico 6

STUDIO GEOLOGIA AMBIENTE
25123 BRESCIA – Via T. Olivelli, 5
Tel. 030-3771189 Fax 030-3778086
e-mail: gasparetti@studiogeologiambiente.it

1 PREMESSA

In data 04/02/2020 è stata eseguita un'indagine geofisica a supporto del piano di recupero di edificio esistente con realizzazione di dieci unità immobiliari bifamiliari ad uso residenziale - via Donatori di Sangue in località Molinetto di Mazzano (BS).

L'indagine è consistita nell'esecuzione di n° 1 profilo di sismica MASW con acquisizione della componente verticale dello Onde di Rayleigh. Mediante questa metodologia di analisi è stato possibile ricostruire l'andamento medio delle onde di taglio S in profondità ed eseguire la valutazione del parametro Vs_{eq} (D.M. 17/01/18) al fine di classificare dal punto di vista sismico il terreno di fondazione del sito d'indagine.

I risultati delle indagini geognostiche reperite in bibliografia ed eseguite nell'immediato intorno dell'area di indagine (oltre che la stratigrafia di alcuni pozzi esistenti nel medesimo contesto stratigrafico) sono stati utilizzati durante l'elaborazione dei dati sismici al fine di ottenere un modello geofisico maggiormente vincolato ed affidabile.

2 INDAGINE SISMICA MASW

2.1 Cenni sulla metodologia MASW

MASW è l'acronimo di Multi-channel Analysis of Surface Waves (Analisi Multi-canale delle Onde di Superficie). Con un'indagine di tipo MASW è possibile analizzare il fenomeno della dispersione che le onde di superficie subiscono in un mezzo stratificato. Ogni componente (frequenza) che compone le onde di superficie è infatti influenzata dalle proprietà del mezzo in cui si muove a partire dalla superficie sino ad una profondità proporzionale alla sua lunghezza d'onda (λ) e pari approssimativamente un terzo della lunghezza d'onda della singola componente.

Le MASW attive sono realizzate tramite analisi delle onde superficiali (di Rayleigh o di Love) prodotte dall'interazione delle onde di volume (P e S) con una superficie di discontinuità fisica. Le onde di Rayleigh, e più precisamente la loro componente verticale, vengono generate da una sorgente mediante un impatto verticale e registrate tramite geofoni verticali a bassa frequenza.

Il principio dell'analisi delle onde di superficie prevede che, poiché la loro dispersione dipende dalle caratteristiche del sottosuolo e dalle sue variazioni verticali, dalla determinazione delle curve di dispersione del segnale è possibile ricavare le caratteristiche fondamentali del mezzo quali ad esempio la velocità delle onde di taglio V_s e lo spessore degli strati. La velocità delle onde di Rayleigh (V_R) infatti è correlabile alla V_s, essendo pari a circa il 90% della velocità delle onde di taglio.

L'analisi del fenomeno della dispersione, che avviene attraverso la curva di dispersione, permette quindi di determinare le caratteristiche del sottosuolo. La curva di dispersione è ottenuta mediante il passaggio dal dominio spazio-tempo (sismogramma) al dominio velocità di fase/frequenza (spettro di velocità) effettuato mediante specifica operazione con software dedicato.

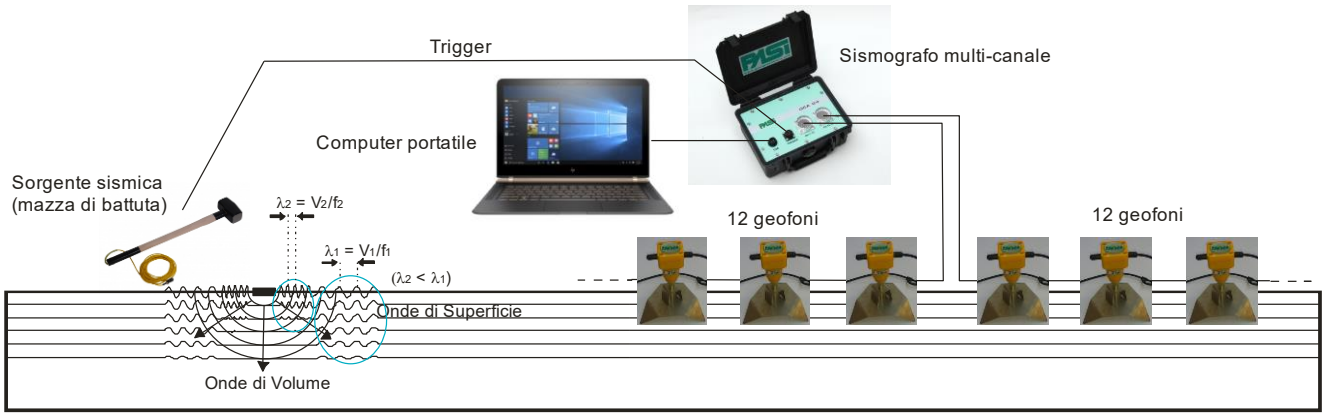
Tenuto conto di quanto richiesto per l'applicazione della normativa relativa alla progettazione geotecnica, si ritiene che la metodologia di analisi MASW risulti idonea alla definizione dei dati richiesti. Tale scelta risulta avvalorata dalle seguenti considerazioni:

STUDIO GEOLOGIA AMBIENTE
25123 BRESCIA – Via T. Olivelli, 5
Tel. 030-3771189 Fax 030-3778086
e-mail: gasparetti@studiogeologiambiente.it

- La percentuale di energia convertita in onde Rayleigh è di gran lunga maggiore (67%) rispetto a quella coinvolta nella propagazione delle onde P (7%) ed S (26%).
- La propagazione e dispersione delle onde di Rayleigh si verifica senza problemi anche in caso di inversioni di velocità. Rispetto alla sismica a rifrazione, infatti, il metodo MASW non presenta problemi legati alla presenza di strati soffici compresi tra strati più rigidi.
- La propagazione delle onde di Rayleigh, anche se influenzata dalla Vp e dalla densità, è funzione innanzitutto della Vs, parametro di fondamentale importanza nella caratterizzazione geotecnica di un sito (D.M. 17/01/2018).

2.2 Acquisizione dati

L'acquisizione dei dati è avvenuta mediante registrazione della propagazione delle onde di Rayleigh generate da una sorgente ad impatto (martellata), tramite uno stendimento sismico di 24 geofoni a componente verticale.



L'ubicazione e la lunghezza dello stendimento sono state scelte in funzione della logistica dei luoghi e delle aree disponibili all'esecuzione della prospezione. L'allineamento sismico ha previsto una distanza tra i geofoni pari a 2.0 m ed una serie di scoppi esterni all'ultimo geofono con offset variabili (1-2-5-10 m) e diversa intensità di energizzazione (in maniera da poter eseguire lo stacking verticale per l'attenuazione del rumore incoerente).

La strumentazione utilizzata è la seguente:

- Sorgente meccanica in grado di generare onde elastiche direzionali e ricche di energia realizzata mediante l'impatto verticale su un piattello di battuta in alluminio (20x20x5 cm) di una mazza (8 kg), completa di starter piezoelettrico (hammer switch).
- Sistema di ricezione costituito da 24 geofoni verticali con frequenza di 4.5 Hz e puntale da 3" (o tripodi in alluminio per acquisizioni su superfici rigide).
- Sistema di trasmissione costituito da 2 cavi sismici da 75 m a 12 tracce – intervallo 5 m - con connettori NK2721C e attacchi singoli

STUDIO GEOLOGIA AMBIENTE
25123 BRESCIA – Via T. Olivelli, 5
Tel. 030-3771189 Fax 030-3778086
e-mail: gasparetti@studiogeologiambiente.it

- Sistema di acquisizione costituito da sismografo multicanale “PASI S.r.l” modello “GEA24” a 24 canali+trigger (AUX)
- Sistema di analisi e memorizzazione del dato costituito da un notebook Asus M70VM con CPU Duo T9400 e 4 GB di RAM

2.3 Analisi ed elaborazione dei segnali acquisiti

2.3.1 Determinazione degli spettri di velocità ed individuazione delle curve di dispersione

L’elaborazione delle tracce sismiche raccolte in sito è stata effettuata utilizzando il software winMASW® (Eliosoft).

La stima dell’andamento in profondità delle velocità Vs, mediante acquisizione sismica multicanale, è ottenuta tramite l’analisi del segnale nel dominio frequenza/velocità di fase.

Dopo aver scelto quindi il sismogramma più idoneo, quello solitamente con il miglior rapporto segnale/rumore, è stata eseguita una trasformata dal dominio spazio/tempo al dominio frequenza/velocità.

Nella trasformazione viene indicato come unico vincolo le massime e minime velocità e frequenze (in altri termini i limiti dello spettro di velocità).

Viene utilizzato lo spettro di velocità in quanto è il dominio dove è chiaramente più immediato e naturale comprendere le proprietà dispersive del segnale registrato, determinando con precisione la velocità di ciascuna componente del segnale stesso.

Particolare attenzione nell’interpretazione della curva di dispersione è posta in considerazione del fatto che le vibrazioni indotte dalle onde di superficie sono correlabili a diversi modi, che possono sovrapporsi all’interno dello spettro di velocità.

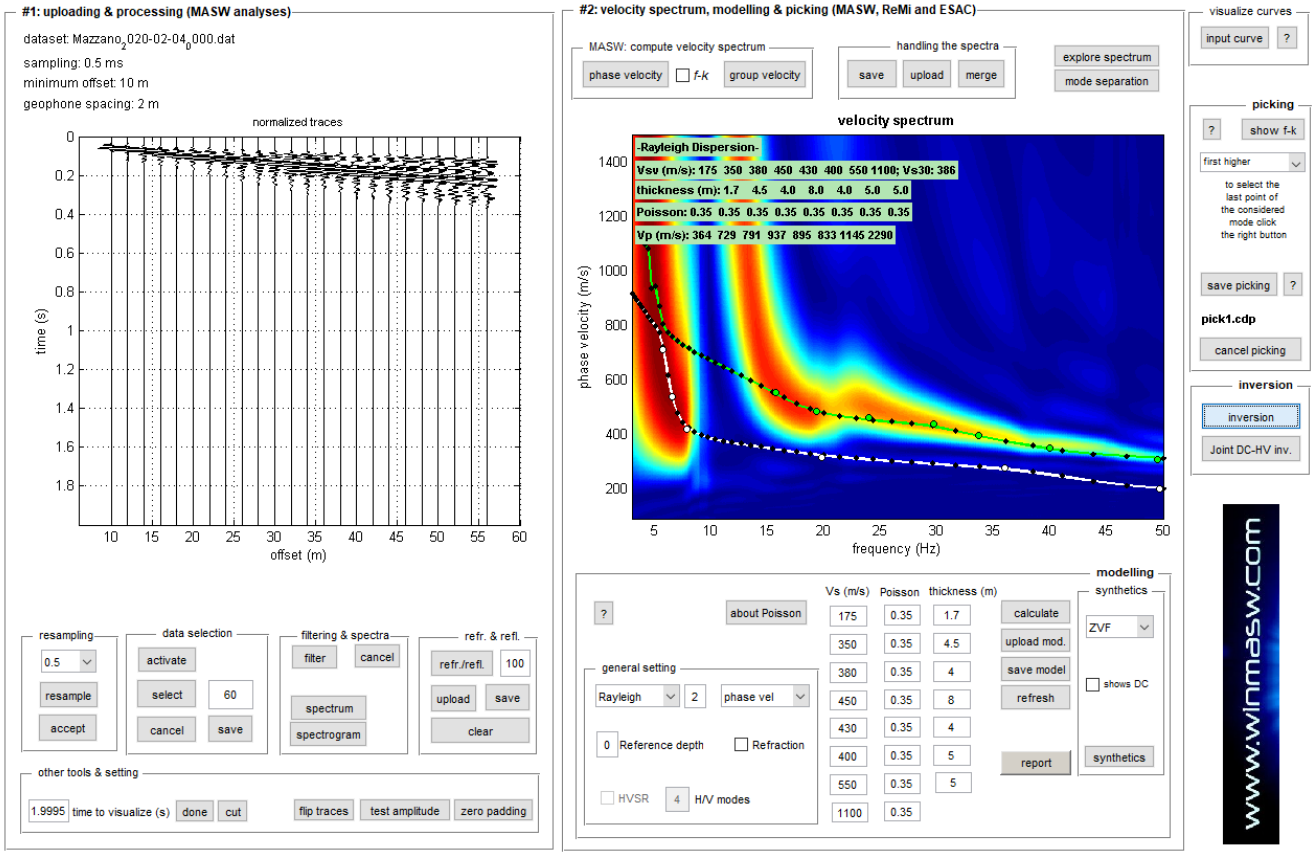
Se avviene tale sovrapposizione, può generarsi una curva di dispersione apparente, che può risultare fuorviante in fase di interpretazione. Al fine di individuare i modi correlabili alla reale successione stratigrafica è stato scelto di eseguire ed analizzare più scoppi sismici ad Offset variabili. Tutte le curve di dispersione vengono quindi visionate prima di procedere al processing del dataset prescelto (*Mazzano_2020-02-04_0000.dat*). I modi superiori se correttamente riconosciuti, concorrono ad elaborare un modello maggiormente vincolato e preciso.

L’interpretazione dello spettro di velocità è stata effettuata mediante l’individuazione della curva di dispersione eseguendo il picking lungo gli allineamenti di massima energia del segnale.

Nel caso in esame, sono stati individuati, mediante modellazione diretta, il modo fondamentale e il primo modo superiore, utilizzati per la successiva inversione della curva di dispersione.

Il modelling diretto è stato quindi utilizzato, mediante il programma di elaborazione, per una verifica finale e di partenza del modello di velocità ottenuto mediante inversione con algoritmi.

STUDIO GEOLOGIA AMBIENTE
25123 BRESCIA – Via T. Olivelli, 5
Tel. 030-3771189 Fax 030-3778086
e-mail: gasparetti@studiogeologiambiente.it



La ricostruzione della distribuzione verticale delle V_s ha rappresentato il passo successivo. Dalla curva di dispersione delle onde di Rayleigh è necessario ricostruire il modello sismi-stratigrafico che è responsabile di quella curva effettuando un'inversione; si ricava cioè il modello di sottosuolo che ha determinato il dato di campagna.

La curva di dispersione dipende, oltre che dalla velocità delle onde di taglio (V_s), anche dallo spessore degli strati, e in minima parte dalla velocità delle onde di compressione (V_p) e dalla densità del terreno.

Ciò implica che la determinazione delle V_s a partire dalla curva di dispersione e quindi dalla Velocità di fase $V_{(f)}$ costituisce un problema non lineare. Per la sua risoluzione il software winMASW® (Eliosoft) procede all'utilizzo di algoritmi basati su un approccio non lineare che vanno a valutare il "misfit" e quindi a minimizzare i valori di differenza tra curva piccata e la curva del modello considerato. Gli algoritmi utilizzati offrono una ricerca molto ampia delle possibili soluzioni. A differenza dei metodi lineari non è necessario fornire alcun modello di partenza.

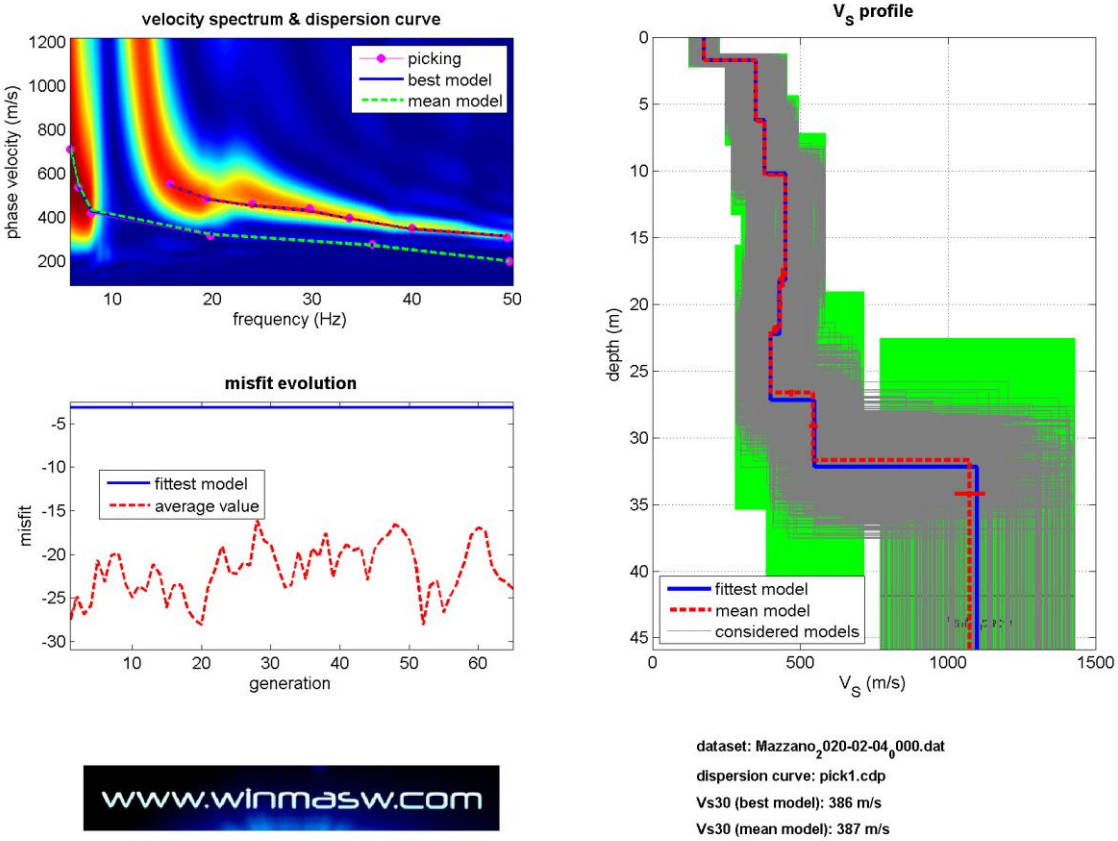
Risulta invece necessario definire uno "spazio di ricerca" all'interno del quale vengono valutate diverse possibili soluzioni. Questo è stato scelto anche in funzione dei riscontri ottenuti dalla modellazione diretta, eseguita precedentemente e dalle conoscenze geolitologiche e stratigrafiche dell'area in esame.

Si riassumono di seguito alcuni dati relativi ai parametri di acquisizione e di elaborazione utilizzati:

STUDIO GEOLOGIA AMBIENTE
25123 BRESCIA – Via T. Olivelli, 5
Tel. 030-3771189 Fax 030-3778086
e-mail: gasparetti@studiogeologiambiente.it

Dataset: Mazzano_2020-02-04_0000.dat
offset del dataset utilizzato: 10 m
distanza intergeofonica: 2.0 m
Frequenza di campionamento: 0.5 ms
Tempo di acquisizione: 2 s

Per l'elaborazione del modello di velocità è stato impostato l'utilizzo di 8 strati, compatibile con l'assetto stratigrafico del sito d'interesse, desunto anche dalle stratigrafie dei pozzi limitrofi all'area di indagine e con le finalità del presente studio.



2.4 Profilo Sismostratigrafico

Nella seguente tabella sono stati riportati i valori delle velocità medie e gli spessori di ciascun sismostrato, ottenuti mediante analisi con metodologia MASW, in modo da definire un modello geofisico medio.

Si riportano anche, in maniera indicativa, le stime dei valori di V_p, densità e modulo di Poisson eseguite dal software di elaborazione.

Poiché, come già ricordato, la dispersione delle onde di Rayleigh dipende essenzialmente dalla V_s e degli spessori degli strati (cioè dalla geometria), tali valori di densità e V_p devono essere considerati solamente come stime largamente approssimative.

STUDIO GEOLOGIA AMBIENTE
25123 BRESCIA – Via T. Olivelli, 5
Tel. 030-3771189 Fax 030-3778086
e-mail: gasparetti@studiogeologiambiente.it

VIA DONATORI DI SANGUE - MAZZANO								
MODELLO GEOFISICO MEDIO								
Sismostrato	**Vs (m/s)**	**Spessore (m)**	**Profondità da p.c. (m)**	**Stima della Vp (m/s)**	**Vp/Vs**	**Stima densità (g/cm^3)**	**Modulo di Poisson**	**Modulo di Taglio (MPa)**
1	**175**	**1.7**	1.7	361	2.06	1.81	0.35	55
2	**351**	**4.6**	6.3	752	2.14	1.98	0.36	245
3	**379**	**4.0**	10.3	801	2.11	2.00	0.36	287
4	**450**	**7.7**	18	948	2.11	2.04	0.35	413
5	**433**	**3.9**	21.9	915	2.11	2.03	0.36	381
6	**400**	**4.8**	26.7	843	2.11	2.01	0.35	322
7	**544**	**5**	31.7	1158	2.13	2.09	0.36	618
8	**1074**	**6**	37.7	2072	1.93	2.23	0.32	2573

Viene riportato, inoltre, il valore del modulo di taglio che tra i moduli elastici è l'unico che non dipende da V_p, ma solamente da V_s e densità e quindi rappresenta una stima maggiormente significativa.

Si sottolinea che i parametri sopra riportati sono riferiti a moduli dinamici e quindi a condizioni di bassa deformazione. I valori ottenuti sono stati infatti stimati in base alle deformazioni indotte nel terreno dalla propagazione delle onde sismiche. L'entità ridotta di tali deformazioni comporta alti valori dei moduli dinamici calcolati. Per deformazioni significativamente superiori, come di norma nei calcoli geotecnici, i valori stimati dovranno quindi essere idoneamente corretti tenendo conto della funzione matematica che ne regola la diminuzione in funzione dello sforzo applicato. Il Progettista dovrà quindi utilizzarli solo nei modi e nei casi appropriati.

Si riassume nella pagina seguente una sezione sismostratigrafica schematica.

In base ai risultati ottenuti dall'indagine sismica si rileva un primo spessore pari a circa 1.7 m con velocità di propagazione delle onde s pari a 175 m/s costituito nella porzione superiore dall'originaria copertura pedologica e inferiormente da ghiaia con limo.

Inferiormente si rinviene un orizzonte con Vs pari a 351 m/s costituito da depositi ghiaioso sabbiosi debolmente limosi mediamente addensati fino a profondità di circa 6.3 m.

Tra 6.3 m e circa 10.3 m è stata rilevata (Vs = 379 m/s) la presenza di un orizzonte ghiaioso con ciottoli con un buon grado di addensamento.

Tra 10.3 m e circa 18 m è presente (Vs = 450 m/s) un incremento nei valori delle Vs in corrispondenza di un deposito ghiaioso sabbioso con ciottoli e trovanti addensato.

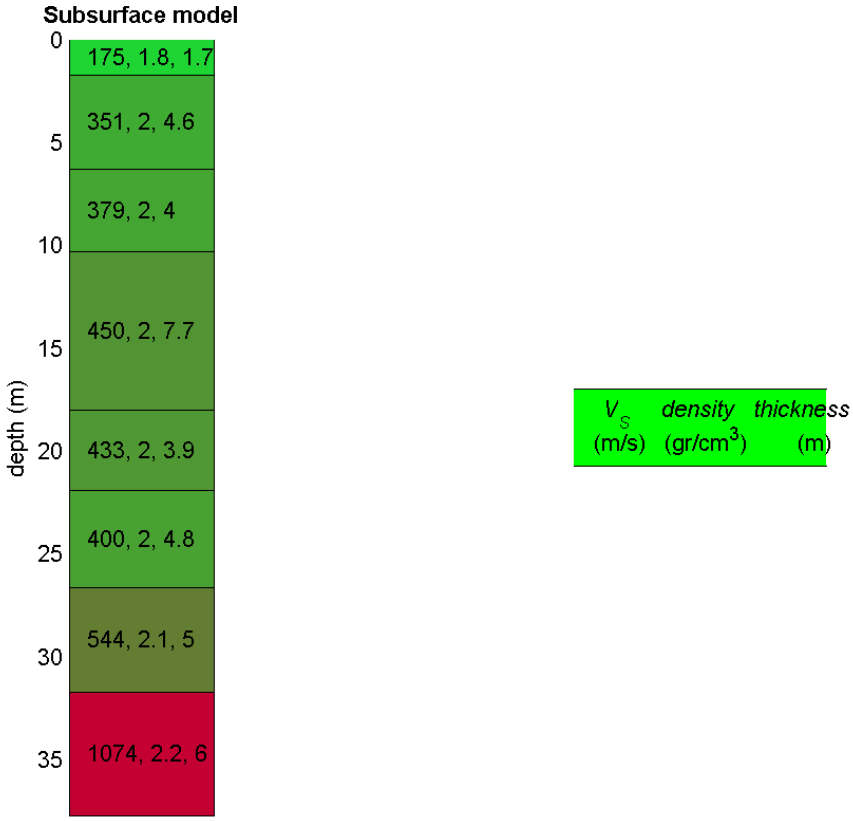
Inferiormente a tale orizzonte e fino alla profondità di circa 21.9 m da p.c. è presente un orizzonte (Vs = 433 m/s) di ghiaia con sabbia con un buon grado di addensamento.

Tra 21.9 m e circa 26.7 m è stata rilevata una modesta inversione di velocità (Vs = 400 m/s) in corrispondenza di un orizzonte argilloso limoso con ghiaia.

Tra 26.7 m e circa 31.7 m è presente un orizzonte addensato costituito da ghiaia con sabbia ciottolosa (Vs = 544 m/s).

STUDIO GEOLOGIA AMBIENTE
25123 BRESCIA – Via T. Olivelli, 5
Tel. 030-3771189 Fax 030-3778086
e-mail: gasparetti@studiogeologiambiente.it

Oltre i 31.7 m, in accordo con le stratigrafie dei pozzi esaminati, l'indagine ha evidenziato la presenza di netto incremento di valori di Vs (1074 m/s) correlabile con la presenza di conglomerati da compatti a variabilmente fessurati.



Dott. Geol. Davide Gasparetti

Dott. Geol. Samuele Corradini

STUDIO GEOLOGIA AMBIENTE
25123 BRESCIA – Via T. Olivelli, 5
Tel. 030-3771189 Fax 030-3778086
e-mail: gasparetti@studiogeologiambiente.it

UBICAZIONE DELLO STENDIMENTO SISMICO MASW
(Via Donatori di Sangue – Mazzano)



Stendimento sismico con acquisizione ed elaborazione dei dati mediante metodologia MASW

STUDIO GEOLOGIA AMBIENTE
25123 BRESCIA – Via T. Olivelli, 5
Tel. 030-3771189 Fax 030-3778086
e-mail: info@studiogeologiambiente.it

REGIONE LOMBARDIA PROVINCIA DI BRESCIA

COMUNE DI MAZZANO

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA ALLEGATA AL PIANO DI RECUPERO DI EDIFICIO ESISTENTE CON REALIZZAZIONE DI 10 UNITÀ IMMOBILIARI BIFAMILIARI AD USO RESIDENZIALE IN LOCALITÀ MOLINETTO DI MAZZANO – VIA DONATORI DI SANGUE

ALLEGATO 2

STRATIGRAFIE SCAVI ESPLORATIVI

-

DIAGRAMMI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE (1995)

-

SCHEDA STRATIGRAFICA SONDAGGIO S7 (2003)

-

STRATIGRAFIA POZZO

STUDIO GEOLOGIAAMBIENTE
Via T. Olivelli, 5 - 25123 BRESCIA
E-mail:info@studiogeologiambiente.it
Tel. 0303771189

Scavo **SE1**

DATA: 04/02/2020

COMUNE/LOCALITA': Mazzano (BS) - via Garella 56 - Azienda Agricola Silvestri

METODO DI SCAVO: escavatore meccanico a benna rovescia

prof. da p.c. (m)	sezione stratigrafica schematica	descrizione litologica
0.6		Orizzonte pedologico limoso sabbioso debolmente ghiaioso - nocciola
1.0		Ghiaia con sabbia limoso ciottolosa - grigio rossastra

Fotografia scavo



Ubicazione scavo



TERRENO NATURALE
con possibili rimaneggiamenti nella porzione più superficiale

profondità scavo (m)	**SCALA**
1.0	**1:50**

STUDIO GEOLOGIAAMBIENTE
Via T. Olivelli, 5 - 25123 BRESCIA
E-mail:info@studiogeologiambiente.it
Tel. 0303771189

Scavo **SE2**

DATA: 04/02/2020

COMUNE/LOCALITA': Mazzano (BS) - via Garella 56 - Azienda Agricola Silvestri

METODO DI SCAVO: escavatore meccanico a benna rovescia

prof. da p.c. (m)	sezione stratigrafica schematica	descrizione litologica
0.5		Orizzonte pedologico limoso sabbioso debolmente ghiaioso - nocciola
0.8		Ghiaia con sabbia limoso ciottolosa - grigio rossastra

Fotografia scavo



Ubicazione scavo



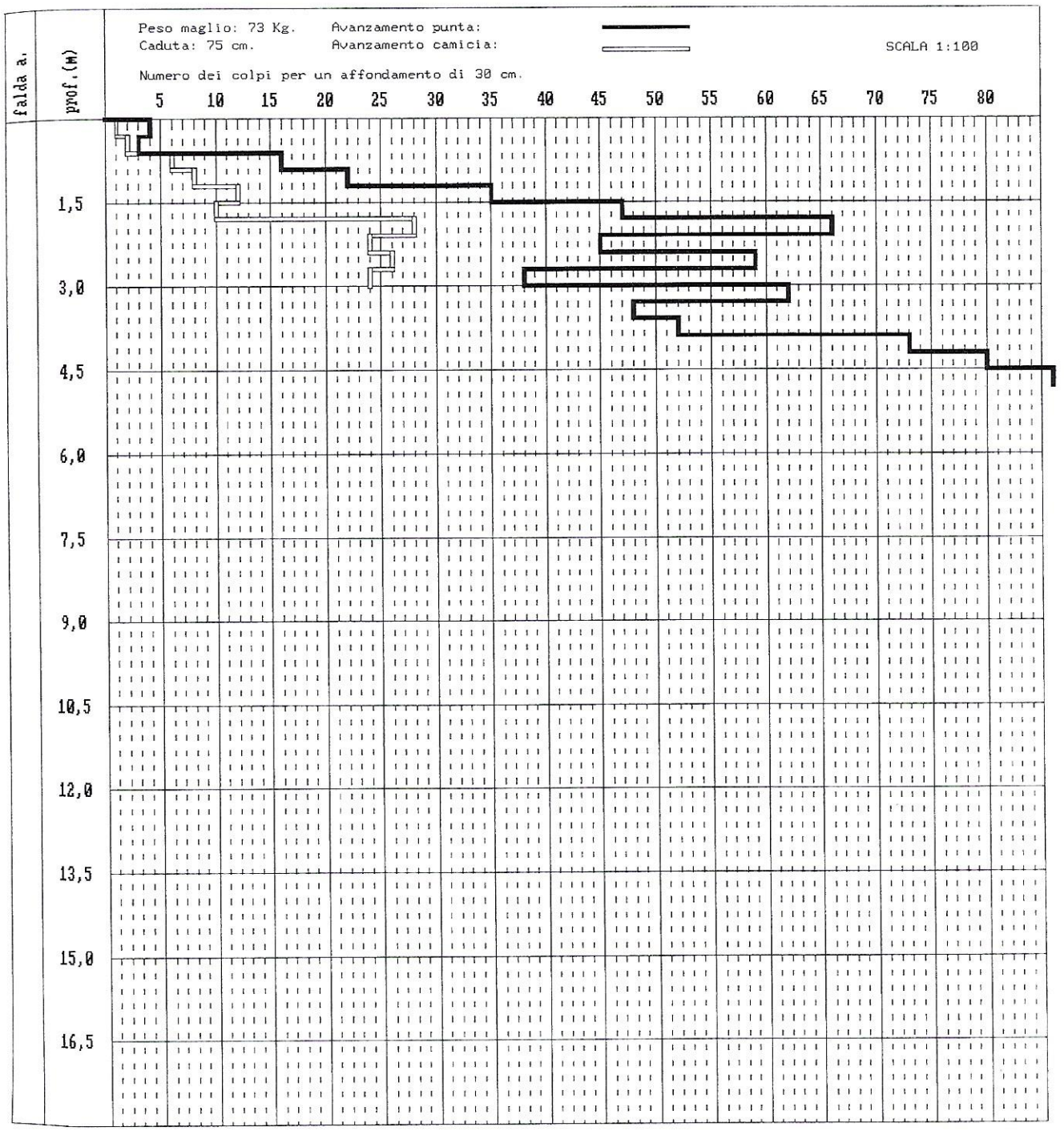
TERRENO NATURALE
con possibili rimaneggiamenti nella porzione più superficiale

profondità scavo (m)	**SCALA**
0.8	**1:50**

GEOTESTING s.n.c.
di FASSER dott. GIOVANNI & CRESTANA dott. GIORGIO
INDAGINI GEOGNOSTICHE - CONSULENZE GEOLOGICHE

PROVA PENETROMETRICA N. 1 Data: 09.06.1995

Località: **Molinetto di MAZZANO (BS)**

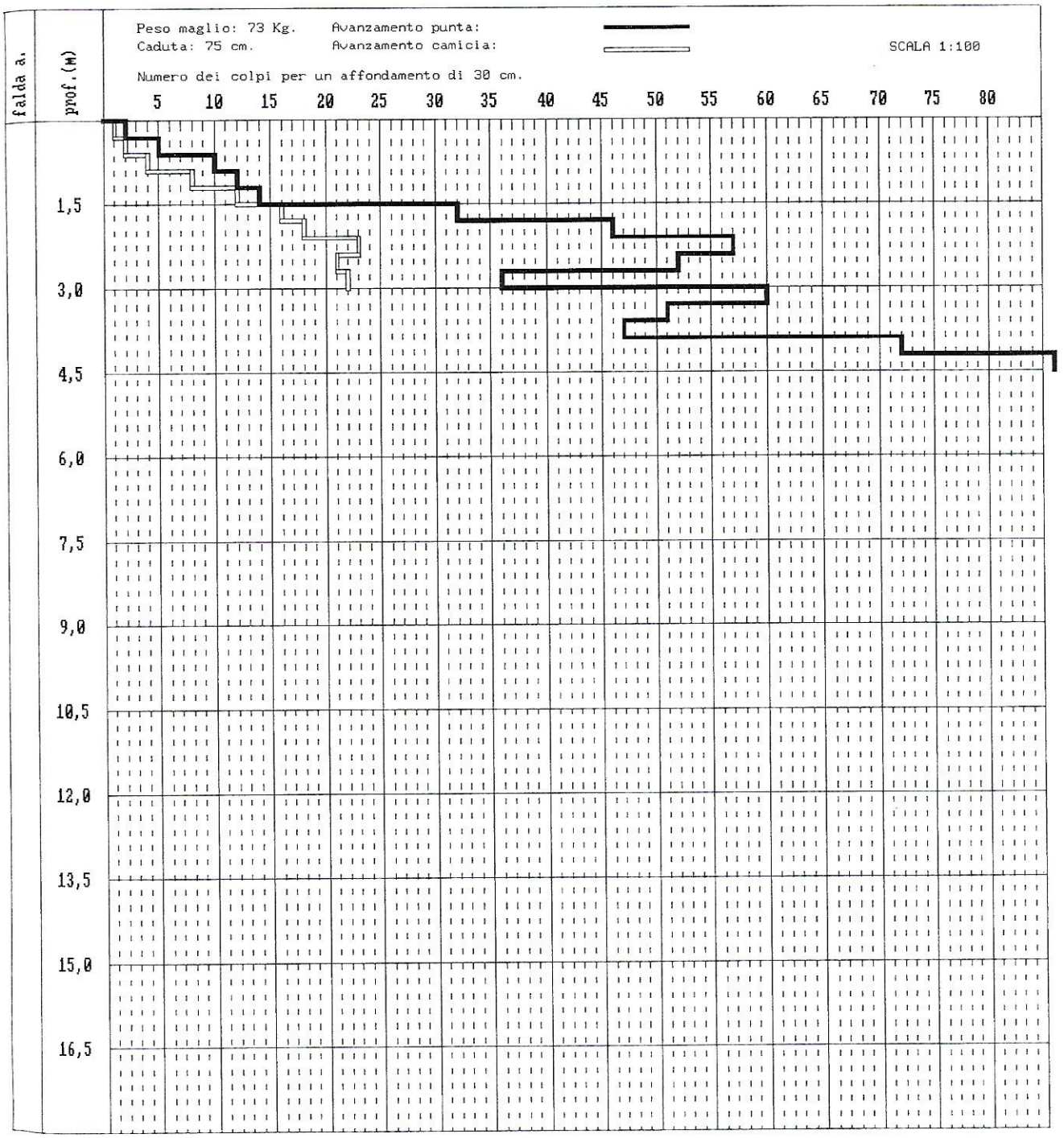


Via Amba d'Oro, 82 - 25123 - BRESCIA - Tel. 030/362144 - 9140471 - Fax 030/362144
Part. IVA 03093970170 - Iscriz. C.C.I.A.A. N. 0322618

GEOTESTING s.n.c.
di FASSER dott. GIOVANNI & CRESTANA dott. GIORGIO
INDAGINI GEOGNOSTICHE - CONSULENZE GEOLOGICHE

PROVA PENETROMETRICA N. 2 Data: 09.06.1995

Località: **Molinetto di MAZZANO (BS)**



Via Amba d'Oro, 82 - 25123 - BRESCIA - Tel. 030/362144 - 9140471 - Fax 030/362144
Part. IVA 03093970170 - Iscriz. C.C.I.A.A. N. 0322618

STUDIO GEOLOGIA AMBIENTE

Dott. Geol. Laura Ziliani
Dott. Geol. Davide Gasparetti
Dott. Geol. G. Quassoli

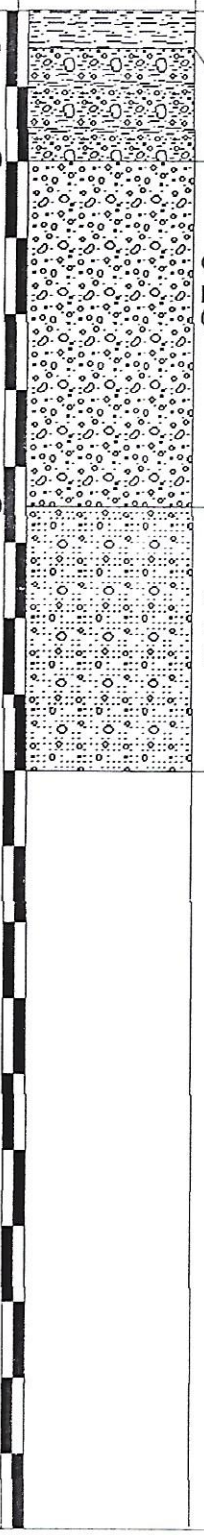
Via T. Olivelli, 5
25123 BRESCIA
Tel. 0303771189
Fax 0303778086

DATA: 20 marzo 2003 SONDAGGIO N.: S7

COMUNE/LOCALITA': Mazzano (Brescia)

COMMITTENTE: Cantarelli, Moro & partners - A&U

METODO DI PERFORAZIONE: carotaggio continuo



prof. da p.c. (m)	descrizione litologica	pocket penetr. (kg/cm²)	vane test (kg/cm²)	prova Lefranc	S.P.T. H	S.P.T. N
0.50	Terreno agricolo: argilla deb. ghiaiosa marrone					
2.00	Argilla con ghiaia marrone con ciottoli poligenici arrotondati e talora spigolosi (D max= 8 cm)					
6.50	Ghiaia sabbiosa grigia con clasti poligenici arrotondati (D medio = 2-3 cm; Dmax= 5 cm)				3.00 6.00	17 -21 -24 24 -26 -31
10.00	Ghiaia con sabbia limosa di colore grigio-marrone chiaro (D max= 7 cm)				9.00	30 -19 -32

profondità foro (m)	profondità rivest. (m)	quota p.c. (m s.l.m.)	SCALA
10.00	9.00		1:100

6

COMUNE: MAZZANO — LOCALITA': MOLINETTO

PROP.: SOC. COPROLAMA CASEIFICIO

QUOTA p.c. (m) slm: 151,00

DITTA: F.LLI BASSI

L.S.	filtri	profondita' (m)	sezione stratigrafica	descrizione litologica
	D = 300 mm	0,00		Argilla rossa
		3,00		
				Ghiaia compatta con trovanti
28,00 m				
		45,00		Conglomerato compatto
52,00		50,00		
				Ghiaia
72,00		72,00		Argilla compatta rossa
		74,00		

Livello dinamico : 30,00 m da p.c.
Colonna fenestrata: 20,00 m
Colonna cieca: 54,00 m

scala 1:500

STUDIO GEOLOGIA AMBIENTE