

Studio di Geologia - Dott. Geol. Luigi Renna - Dott. Geol. Niccolò Crestana
Viale Michelangelo, 40 – 25015 Desenzano del Garda (BS)
Cell: 349 2936733 - 347 9428449
mail: renna@crestanasrls.com - crestana@crestanasrls.com

COMUNE DI BRESCIA

PROVINCIA DI BRESCIA
Regione Lombardia

NUOVA RESIDENZA SOCIO ASSISTENZIALE – AT-E.3 (DDP-PGT) AMBITO DI POTENZIAMENTO DEL SISTEMA DEI SERVIZI

STUDIO DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA

ai sensi della L.R. 12/05 e della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011

Committenza:



Studio Associato Professione Ambiente

Perfect Way Srl
Via Podgora, 13 - Milano

Data:

09 Febbraio 2018

I Tecnici:

Dott. Geol. Luigi Renna

Ordine dei Geologi della Lombardia n°1667

Dott. Geol. Niccolò Crestana

Ordine dei Geologi della Lombardia n°1691



INDICE

1. PREMESSA	3
1.1 Metodologia di lavoro	3
1.2 Riferimenti Normativi	4
RELAZIONE DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA R3.....	5
2. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEL SITO	5
2.1 Inquadramento Geografico e Geologico	5
2.2 Assetto Geomorfologico.....	6
2.3 Rete Idrografica locale.....	7
2.4 Piano di Gestione Rischio Alluvioni.....	8
2.5 Caratteri Idrogeologici locali	9
3. INDICAZIONI PRELIMINARI DI CARATTERE STRATIGRAFICO.....	10
3.1 Caratteristiche geotecniche indicative del sito di interesse	10
3.2 Caratteri idrogeologici locali.....	11
4. SISMICITÀ DELL'AREA E AZIONE SISMICA	12
4.1 Inquadramento sismotettonico	12
4.2 Sismicità locale	13
4.3 Normativa sismica vigente	14
4.4 Carta della Pericolosità Sismica Locale.....	15
5. FATTIBILITÀ GEOLOGICA E VINCOLI DELL'AREA DI PROGETTO.....	17
6. CONCLUSIONI	19

1. PREMESSA

A seguito dei colloqui intercorsi con l'Ing. Roberto Bellini e su incarico dello Studio Associato Professione Ambiente per Perfect Way Srl, è stato eseguito uno **Studio di Fattibilità Geologica** a supporto del progetto di realizzazione di una “nuova residenza socio assistenziale – AT-E.3 (DDP-PGT) ambito di potenziamento del sistema dei servizi”, in Via Flero, nel comune di Brescia (BS).

Lo studio viene eseguito in ottemperanza a quanto previsto dalle Norme di Piano redatte secondo la D.G.R. 30/11/2011 n. IX/2616 in attuazione della Legge Regionale n.12 del 2005. Per gli aspetti puramente applicativo-geologici il presente elaborato anticipa inoltre quanto prescritto dal Testo Unico sulle Costruzioni (D.M. 14/01/08) e prescrive la stesura di un elaborato geologico-geotecnico, supportato da specifiche indagini in sito che contempli quanto prescritto dal DM/2008 stesso e rispetti quanto indicato dalle nuove normative regionali in materia di vigilanza sulle costruzioni in zone sismiche (DGR 5001/2016, LR 33/2015) e aggiornamento della classificazione sismica regionale (DGR 2129/2014).

1.1 Metodologia di lavoro

Scopo del lavoro è stato quello di valutare la natura litologica dei terreni di fondazione presenti nell'area, verificare la fattibilità delle opere di progetto secondo i regolamenti urbanistici comunali e regionali vigenti e considerare le problematiche realizzative.

Lo studio degli aspetti geomorfologici ed idrografici del territorio d'interesse e delle caratteristiche geotecniche dei terreni, si è articolato in una prima fase di rilevi geologico-geomorfologici di campagna, eseguiti in un intorno significativo dell'area di progetto.

Quindi si è proceduto ad una seconda fase che ha riguardato l'acquisizione dei dati reperibili in letteratura consultando, tra gli altri, lo *Studio Geologico del P.G.T. comunale (Dott. Pier Luigi Vercesi – Settembre 2011)*, le *Norme Geologiche di piano*, allegate alla *Variante Generale al P.G.T. di Brescia (Dott. Geol. Davide Gasparetti & Dott. Geol. Gianantonio Quassoli – Febbraio 2016)*, vari studi geologici eseguiti dal sottoscritto e dal Dott. Geol. Giorgio Crestana, di cui si dispone l'archivio storico, in aree limitrofe a quella di studio e più in generale nel territorio di Brescia (BS).

Per la *caratterizzazione geotecnica* dei terreni sono stati considerati i dati derivanti dallo Studio Geologico allegato al P.G.T., da precedenti indagini eseguiti dallo scrivente in contesti omologhi e dalle stratigrafie di alcuni Pozzi terebrati in aree limitrofe a quella oggetto di studio, con stratigrafia in allegato.

L'analisi della Pericolosità Sismica Locale è stata eseguita secondo quanto previsto dalle norme vigenti regionali come recepite dalla *Variante Generale* del P.G.T. di Brescia (, in materia di adeguamento sismico (Febbraio 2016). Infine è stato fornito un dettagliato **inquadramento delle norme di Fattibilità Geologica e di Vincolo** vigenti nell'area d'interesse e delle rispettive limitazioni previste all'interno del Piano di Governo del Territorio comunale. Sono stati infine prodotti alcuni allegati cartografici e tecnici a supporto della presente relazione, come di seguito elencati:

- ✓ Tav. 1 Corografia con ubicazione dell'area di indagine e dei pozzi con stratigrafia
- ✓ Stratigrafie pozzi

1.2 Riferimenti Normativi

- D.M.14 Gennaio 2008 “Approvazione delle Norme Tecniche per la Costruzioni” (G.U. n. 29 del 4 febbraio 2008); che sancisce l’obbligo di effettuare la progettazione antisismica e la relazione geologica e geotecnica.
- Circolare 2 Febbraio 2009 n. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici “Istruzioni per l’applicazione delle norme tecniche per le costruzioni” di cui al Decreto Ministeriale 14 Gennaio 2008.
- Ordinanza Presidenza Consiglio dei Ministri 28 aprile 2006 n. 3519, recante “Criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l’aggiornamento degli elenchi delle medesime zone” (G.U. n. 108 del 11/5/2006).
- L.R. 11 Marzo 2005 - n.12 Piani di Governo del Territorio; DGR 22 Dicembre 2005 n.8/1566 “Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio”.
- D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 “Norme in materia ambientale” con riferimento alla Parte Terza “Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall’inquinamento e di gestione delle risorse idriche” - Sezione II “Tutela delle acque dall’inquinamento”.
- D.G.R. 30 Novembre 2011 - n. IX/2616 “Aggiornamento dei criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio” (art. 57 comma 1 della l.r. 11 Marzo 2005 n. 12).
- 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)”.
- L.R. 12 Ottobre 2015 - n. 33 “Disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche” BURL n. 42, suppl. del 16 Ottobre 2015).
- 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 (artt. 3, comma 1, e 13, comma 1, della l.r. 33/2015)”.
- Raccomandazioni per la redazione della “Relazione Geologica” ai sensi delle norme tecnica sulle costruzioni secondo quanto approvato con delibera n.1 del 14/04/2015 dal Centro Studi del Consiglio Nazionale dei Geologi e con delibera n. 111/2015 del 28/04/2015 del C.N.G..
- Associazione Geotecnica Italiana “Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche in sito” (1977).

RELAZIONE DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA R3

2. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

Nel presente capitolo viene redatto, sulla base di tutti i dati raccolti in letteratura, un inquadramento geografico-geologico, geomorfologico, idrografico ed idrogeologico generale e di dettaglio, dell'area di progetto.

2.1 Inquadramento Geografico e Geologico

L'area di intervento, identificata dai *Mappali n° 4, 452, 453, 455, 456, 457, 463* del *Foglio 231*, ricade all'interno di località Villaggio Sereno, in Via Flero (**Fig. 1**), adiacente al tratto autostradale A4 Torino-Trieste e all'uscita n.6 della tangenziale Sud di Brescia (Via Labirinto), nella porzione sud-occidentale del territorio comunale.

Il lotto d'interesse, in particolare, è individuato nella CTR RL (*Carta Tecnica Regionale della Regione Lombardia*) alla scala 1:10.000 nella tavola D6b1 e possiede, nel punto mediano, le seguenti coordinate geografiche (Gauss-Boaga): 5041105,18 latitudine N – 1593520,41 longitudine E.



Fig. 1 - Individuazione dell'area oggetto d'interesse su mappa catastale e su immagine da satellite (fonti Viewer Geografico Regione Lombardia e Google Earth).

L'area di interesse è ubicata nella porzione sud-occidentale dell'abitato di Brescia, in corrispondenza del confine Nord-orientale del Villaggio Sereno, all'interno del contesto alluvionale di pianura, ad una quota compresa circa tra i 123-124 m s.l.m., in sinistra idrografica del fiume Mella.

Le caratteristiche geologiche quindi sono tipiche delle zone di pianura di origine fluviale legate al Fiume Mella, in stretta connessione mediante interdigitazione con i depositi fluvioglaciali, collegati geneticamente agli anfiteatri morenici pleistoceni alpini. A

partire dal Pleistocene Superiore la pianura alluvionale era solcata da numerosi corsi d'acqua con caratteristiche migratorie che hanno dato origine a diverse canalizzazioni, successivamente riempite da sovralluvionamenti e cambiamenti di percorso degli antichi apparati fluviali.

In affioramento si rilevano, presso il territorio in cui ricade l'area in esame, depositi continentali di genesi fluviale, che possiedono spessori rilevanti e sono caratterizzati da condizioni di giacitura sostanzialmente uniformi. Il contesto geologico del settore d'interesse afferisce, pertanto, a depositi alluvionali di età quaternaria riferibili ai corsi d'acqua pleistocenici, olocenici (**Fig. 2**). Tali depositi presentano spessore crescente verso sud, ovvero verso il depocentro del bacino deposizionale.

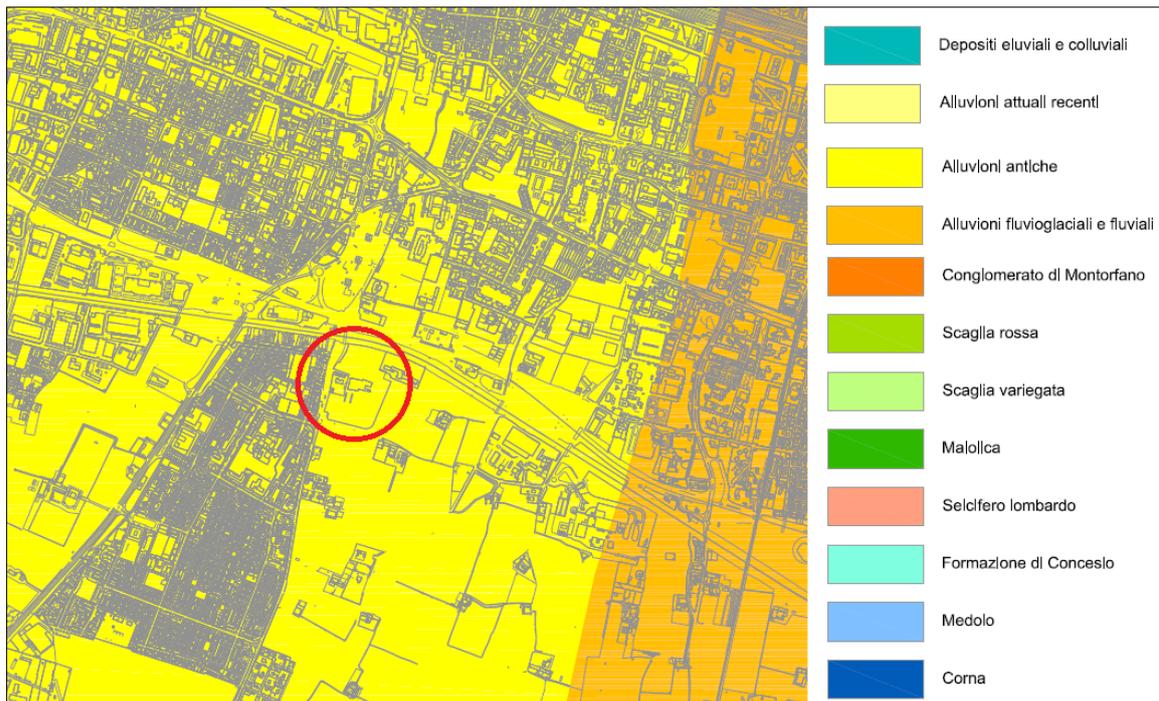


Fig. 2 - Stralcio della carta "Analisi Geologico-Geostrutturale" (ALall04a),
allegata allo Studio Geologico del P.G.T. vigente (Settembre 2011),
con ubicazione del lotto di progetto.

Il sito d'indagine è caratterizzato da sequenze di depositi alluvionali antichi, connessi alle dinamiche evolutive del Fiume Mella, riferibili a terreni a granulometria da media a grossolana, quali sabbie, ghiaie medio-fini, sabbie limose ed in subordine limi sabbioso-argillosi. Il modello deposizionale alluvionale prevede in ogni caso una spiccata variabilità laterale e verticale, con presenza di intervalli più francamente sabbioso-limosi intercalati a sequenze sabbioso-ghiaiose.

2.2 Assetto Geomorfológico

Il territorio di Brescia possiede una configurazione morfologica che può essere riferita a diversi processi morfogenetici (azione glaciale e fluviale), spesso tra loro sovrapposti che, uniti in ultimo a modifiche di natura abtropica, hanno portato il paesaggio alla configurazione attuale. La morfologia dell'area d'intervento risulta pianeggiante; il

paesaggio in cui ricade è nel contesto della media pianura lombarda, regolarmente pianeggiante (posto ad una quota variabile tra i 123 e i 124 m s.l.m.) con deboli pendenze, interessato da scarsi indizi dell'idrografia relitta. Si notano alcune aree debolmente depresse corrispondenti in passato ad antichi percorsi delle acque superficiali, legate a condizioni morfologiche e climatiche diverse dalle attuali.

L'andamento topografico risulta in parte modificato da interventi antropici, che d'altra parte hanno condizionato fortemente il paesaggio dell'intera pianura Bresciana, in special modo presso i centri abitati ed in corrispondenza di siti interessati da attività di escavazione. L'area d'intervento non è interessata da fenomeni geomorfici in atto, né da alcuna problematica idraulica e risulta pertanto stabile.

2.3 Rete Idrografica locale

Nel territorio comunale in esame la rete idrografica superficiale afferisce al bacino idrografico del Fiume Mella. La rete idrografica superficiale della zona, originariamente caratterizzata da canali irrigui, rogge, fossati, ripartitori, colatori campestri, risulta parzialmente obliterata dalle opere di urbanizzazione passate.

Lungo le arterie stradali e attraverso alcune proprietà private sono attualmente presenti opere di canalizzazione interrata, in parte afferenti all'attuale rete fognaria, con andamento probabilmente simile all'originaria rete idrografica naturale. L'area di progetto non interferisce con alcun elemento idrografico e, dall'analisi della cartografia degli "Elementi Idrografici, Idrologici e Idraulici" allegata alla Componente Geologica Comunale (Settembre 2012), non rientra in nessuna delle fasce di rispetto per essi previsti (**Fig. 3**). All'interno della proprietà oggetto d'intervento non si segnalano inoltre zone soggette a problematiche di tipo idraulico ed il deflusso delle acque avviene mediante recapito nella rete delle acque bianche e nelle aree a verde per spaglio superficiale.

Il deflusso idrico superficiale entro l'area di indagine ed in quelle limitrofe avviene essenzialmente per spaglio superficiale e non si segnala alcuna problematica idraulica.

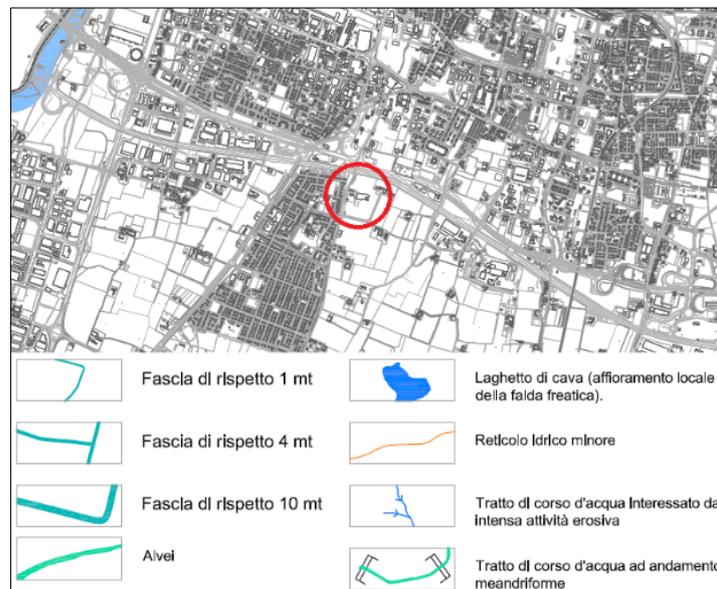


Fig. 3 - Stralcio della carta "Elementi Idrografici, Idrologici e Idraulici" allegata allo Studio Geologico Comunale (All.04c - Settembre 2012), con ubicazione del lotto di progetto.

2.4 Piano di Gestione Rischio Alluvioni

Il **Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)** è lo strumento operativo previsto dalla legge italiana, in particolare dal d.lgs. n. 49 del 2010, che dà attuazione alla Direttiva Europea 2007/60/CE, per individuare e programmare le azioni necessarie a ridurre le conseguenze negative delle alluvioni per la salute umana, per il territorio, per i beni, per l'ambiente, per il patrimonio culturale e per le attività economiche e sociali. Esso deve essere predisposto a livello di distretto idrografico.

Per **alluvione** si intende qualsiasi evento che provoca un allagamento temporaneo di un territorio non abitualmente coperto dall'acqua, purché direttamente imputabile a cause di tipo meteorologico. Per il Distretto Padano, cioè il territorio interessato dalle alluvioni di tutti i corsi d'acqua che confluiscono nel Po, dalla sorgente fino allo sbocco in mare, è stato predisposto il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Po (PGRA-Po).

Il PGRA, adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po con delibera n. 4 del 17 dicembre 2015 e approvato con delibera n. 2 del 3 marzo 2016 è definitivamente approvato con d.p.c.m. del 27 ottobre 2016, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 30, serie Generale, del 6 febbraio 2017.

Si riportano (**Fig. 4**) tutti i dati in termini di pericolosità e di rischio da alluvione, in attuazione a quanto disposto dal D.Lgs. 49/2010 e dai successivi indirizzi del Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare, come previsti nell'ultimo Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Po.

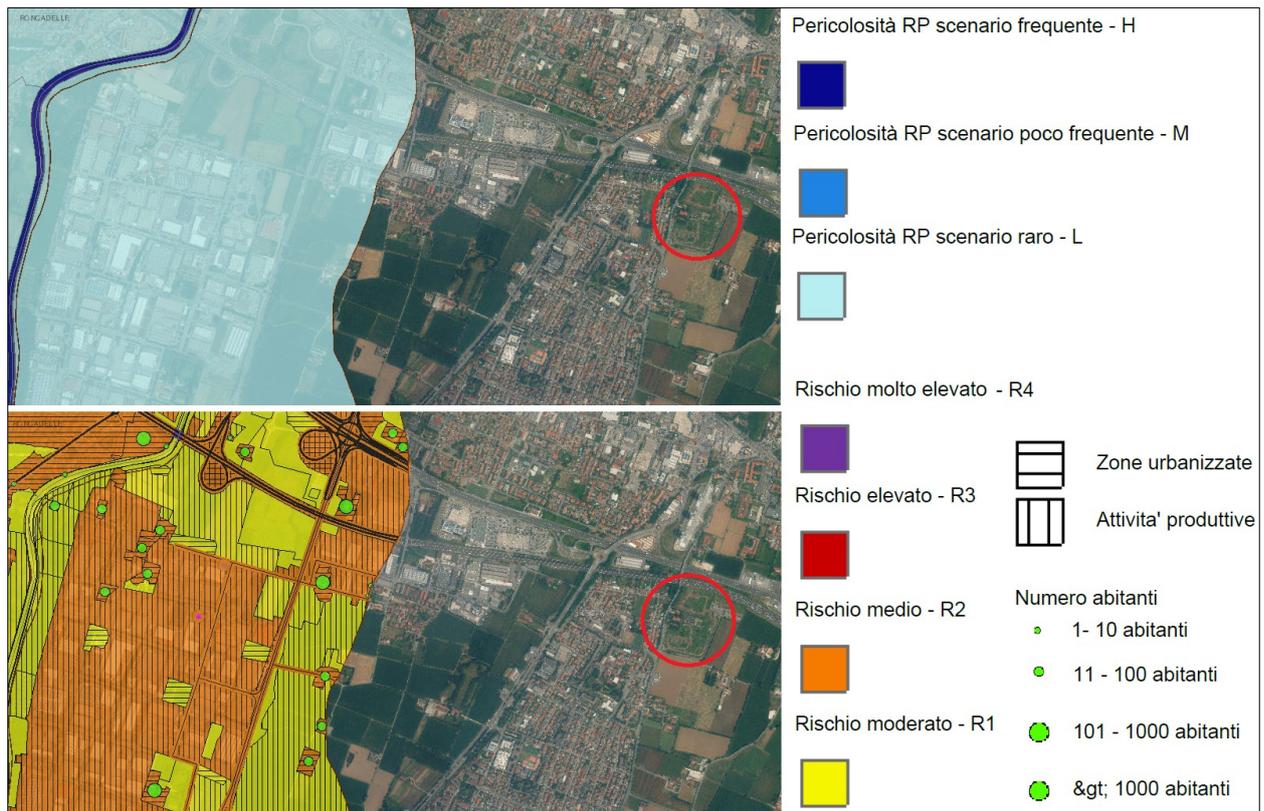


Fig. 4 - Stralci della Mappa degli Scenari di Pericolosità da alluvione e Mappa del Rischio Alluvioni stralciate dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Po (Ottobre 2016).

Fonte Viewer Geografico del Geoportale della Regione Lombardia.

Studio di Geologia - Dott. Geol. Luigi Renna - Dott. Geol. Niccolò Crestana

Viale Michelangelo, 40 – 25015 Desenzano del Garda (BS)

Cell: 349 2936733 - 347 9428449

mail: renna@crestanasrls.com - crestana@crestanasrls.com

L'area di progetto non rientra in nessuna classe di pericolosità idrogeologica con scenario frequente (H), poco frequente (M) o raro (L). Il bacino del reticolo idrografico in cui ricade l'area di progetto non mostra aree con rischio di alluvione medio (R3) o moderato (R1) e il sito di progetto non risulta esposto ad alcun evento di piena o di dissesto idrogeologico. Sulla base delle condizioni di pericolosità e rischio attuali descritte, si ritiene che la fattibilità delle opere progettuali rientrino quindi pienamente nelle azioni e nelle previsioni contenute nella pianificazione urbanistica comunale vigente e nelle previsioni del Piano di Gestione Rischio Alluvioni.

2.5 Caratteri Idrogeologici locali

Il **modello idrogeologico** di riferimento per il settore di pianura è quello di un acquifero di tipo multistrato, circolante entro i depositi quaternari, in cui i diversi orizzonti acquiferi sono, su larga scala, tra loro in connessione idrogeologica e in equilibrio. La successione stratigrafica dei depositi della pianura è definita partendo dal basso dall'Unità Villafranchiana (Pleistocene Inferiore), caratterizzata da depositi a granulometria fine (argille, limi, limi sabbiosi e argillosi grigio-azzurri). Questa unità svolge il ruolo di substrato impermeabile degli acquiferi soprastanti.

Al disopra si ha la sequenza conglomeratica riferibile al Pleistocene Medio ("Ceppo"), costituita da conglomerati compatti e/o fessurati permeabili per fratturazione (coefficiente di permeabilità $k = 10^{-2}$ - 10^{-3} m/sec), con intercalazioni di ghiaie, sabbie e più raramente limi e argille. Questa unità è sede di una falda idrica produttiva, sfruttata dai pozzi esistenti nella zona di studio ed in quelle ad essa limitrofe. Infine segue il non saturo con la sequenza ghiaioso-sabbiosa del Pleistocene Superiore-Olocene, (ghiaie e sabbie con ciottoli e grossi trovanti) con spessore di circa 30-40 metri con permeabilità per lo più elevata ($k = 10^{-1}$ - 10^{-2} m/sec). La presenza di orizzonti a minore permeabilità, intercalati a varie profondità entro la sequenza stratigrafica, costituiti sia da livelli a granulometria fine che da conglomerati compatti, determina un deflusso preferenziale dell'acqua nei litotipi più permeabili e di conseguenza una circolazione idrica sviluppata preferenzialmente in livelli sovrapposti.

L'alimentazione delle falde deriva essenzialmente dall'infiltrazione diretta delle acque meteoriche, da dispersioni da subalveo da parte della rete idrica superficiale, nonché dagli apporti ipogei connessi alla circolazione idrica di tipo carsico sviluppata nel substrato roccioso del settore montano e pedemontano.

Nel settore di studio la falda acquifera circola nei depositi ghiaioso-sabbiosi a partire da alcune decine di metri di profondità dal p.c.. Nello specifico, la stratigrafia del Pozzo 144 in allegato indica la possibilità di intercettare due livelli di acquiferi produttivi tra gli intervalli -21,0/-28,0 m e -30,70/-39,0 m rispetto al p.c.. Considerando alcune pubblicazioni inerenti studio della piezometria del Comune di Brescia, si ritiene plausibile, presso l'area oggetto di indagine il rinvenimento di livelli acquiferi a partire da -10,0 m dal p.c.. La sequenza deposizionale dei depositi di pianura sopracitata, risulta riconoscibile nella stratigrafia del pozzo privato posto a circa 800 metri in direzione Nord-Ovest rispetto all'area progettuale, in allegato al presente studio (**Fig.5**). Nell'area di progetto è possibile quindi ipotizzare l'alternanza tra unità permeabili prevalentemente sabbioso-ghiaiose, interrotte da strati impermeabili più francamente argilloso-limosi. Da segnalare infine la presenza di uno o più intervalli conglomeratici, posti a partire da 40/50 m di profondità dal piano campagna generale.

proprietario del pozzo : CIP 200 - C. Guarneri		POZZO 144
perforatore : n.c.		
anno di perforazione : 1969		
STRATIGRAFIA :		
da mt. 0.00 a mt. 1.20		terreno
1.20	9.00	ghiaia asciutta
9.00	21.00	argilla con ghiaia
21.00	28.00	ghiaia con acqua
28.00	30.70	argilla con ghiaia
30.70	39.00	ghiaia con acqua
39.00	42.00	argilla gialla
42.00	45.50	ghiaia con crosta di conglomerato
45.50	48.00	argilla gialla
48.00	51.50	conglomerato fessurato
51.50	52.00	argilla gialla
52.00	55.00	conglomerato
55.00	57.00	argilla
57.00	64.00	conglomerato fessurato

Fig. 5 - Stratigrafia Pozzo n.144 privato, estratto dallo Studio di Microzonazione Sismica di Brescia.

I pozzi idrici della zona raggiungono le falde idriche profonde, maggiormente protette dalla presenza di sequenze a bassa permeabilità che separano di fatto gli acquiferi, secondo un modello idrogeologico multistrato (vedi stratigrafie dei pozzi in allegato). Alla luce delle considerazioni fatte, è di fondamentale importanza tenere conto della variabilità intrinseca dei materiali geologici, pertanto non si esclude in questo caso la presenza di variazioni laterali, a diverse profondità, evidenziate dal passaggio a litologie più grossolane, piuttosto che fini, costituiti rispettivamente da valori di permeabilità più o meno elevati.

3. INDICAZIONI PRELIMINARI DI CARATTERE STRATIGRAFICO

Nel presente elaborato è stato possibile indicare un **modello stratigrafico** di massima del sito di progetto, potendo contare sull'ausilio di dati derivanti dallo Studio Geologico allegato al P.G.T. e dalle stratigrafie di alcuni Pozzi terebrati in contesto geologico di pianura da prove penetrometriche eseguite in aree limitrofe dallo scrivente.

3.1 Caratteristiche geotecniche indicative del sito di interesse

Come detto l'area di progetto ricade in un ambito di pianura contraddistinto dalla presenza di depositi alluvionali di natura prevalentemente ghiaiosa-sabbiosa con ciottoli e solo in subordine argilloso- limosa. Secondo quanto riportato nello Studio Geologico della Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del PGT di Brescia, e dalle informazioni reperite dalle stratigrafie di alcuni pozzi, sono previsti terreni di fondazione, su cui poggeranno le future strutture di progetto, con caratteristiche geotecniche buone e costituiti come già detto da depositi grossolani della *sequenza ghiaioso-sabbiosa Alluvionale/fluvioglaciale*.

Presso il lotto di progetto sono state già eseguite **n°3 Trincee esplorative superficiali** per il prelievo di campioni da sottoporre ad analisi per la caratterizzazione chimica dei terreni presenti in sito. Le relative stratigrafie hanno permesso di evidenziare superficialmente la presenza di terreno vegetale prevalentemente limoso-sabbioso, asciutto, di colore marrone fino ad una profondità di circa -1,0/-2,0 m dal p.c., oltre la quale, in uno dei tre scavi è stato possibile riconoscere i depositi sabbioso-ghiaiosi dell'unità alluvionale/fluvioglaciale.

In generale, su tutto il lotto è possibile supporre che l'area d'interesse sia caratterizzata dalla presenza, oltre un primo spessore, di circa 2,0/3,0 m, di Terreno Vegetale (**Unità V**), di depositi Alluvionali/Fluvioglaciali prevalentemente ghiaioso-sabbiosi con ciottoli, a tratti debolmente limosi, con buone caratteristiche geotecniche (**Unità A**), quest'ultime da verificare in sede di ottenimento dell'autorizzazione sismica mediante realizzazione di prove in sito.

MODELLO LITO-STRATIGRAFICO – BRESCIA Via Flero		
Unità geologica	Descrizione litologica	Caratteristiche geotecniche preliminari
Unità V - Terreno Vegetale	Terreno limo-argilloso-sabbioso agrario	(VEG) Scarsamente addensato
Unità alluvionale - A	Ghiaie e sabbie a tratti, debolmente limose, sedi di falda acquifera a partire da circa -10,0 m	(ALL) Da Moderatamente addensato ad addensato

Le considerazioni riportate sono solo indicative delle caratteristiche medie ipotizzate dei litotipi, pertanto si ribadisce che dovranno essere necessariamente verificate mediante approfondite indagini geologiche e geotecniche di dettaglio (come previsto dal D.M. 14 Gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni") da realizzarsi necessariamente in fase esecutiva del progetto. Esse permettono tuttavia di esprimere una valutazione di massima sull'area oggetto di studio e rappresentano un valido elemento per la programmazione futura di specifiche e mirate indagini geotecniche (Sondaggi a carotaggio e Prove penetrometriche dinamiche rivestite DPSH), da progettare coerentemente una volta redatto il progetto definitivo. Le prove in sito dovranno essere mirate alla ricerca e alla caratterizzazione geotecnica degli strati litologici idonei all'appoggio degli edifici previsti.

3.2 Caratteri idrogeologici locali

La **falda acquifera** potrebbe essere presente su tutta l'area oggetto di studio, con livello statico posto a circa 10 m dal piano campagna generale. Il dato anche se ottenuto da precedenti studi e da quanto riportato nell'elaborato testuale dello Studio Geologico comunale, appare in accordo con il quadro idrogeologico della zona contraddistinto da circolazione idrica sotterranea legata agli acquiferi freatici, circolanti entro la potente sequenza alluvionale, costituita da ghiaie e sabbie.

L'escursione stagionale della falda freatica può presentare variazioni massime di pochi metri m. Si specifica tuttavia che in fase di realizzazione delle opere che prevedano uno o più piani interrati, si potrà intercettare in fenomeni di umidità dovuti essenzialmente all'infiltrazione delle acque meteoriche. Si chiede quindi di tenere conto di questo aspetto durante l'esecuzione delle indagini geognostiche, mediante l'installazione di tubi piezometrici per il monitoraggio di eventuali livelli acquiferi intercettati, ed in fase esecutiva adottando di conseguenza congrue scelte progettuali. La scelta di realizzare piani interrati sarà quindi perseguibile adottando idonee tecniche realizzative e di messa in opera di adeguati interventi di impermeabilizzazione dei manufatti di fondazione e delle strutture murarie interrate, qualora in fase di scavo si presentassero fenomeni di umidità.

4. SISMICITÀ DELL'AREA E AZIONE SISMICA

4.1 Inquadramento sismotettonico

Nel settore settentrionale della pianura è presente il sistema di sovrascorrimenti S-vergenti che costituiscono la continuazione in pianura delle Prealpi Lombarde. Nella fascia meridionale si ha invece un pronunciato sistema di embricazione N-vergente che costituisce l'avanzata essenzialmente pliocenica dell'Appennino settentrionale. I due sistemi entrano in collisione nella parte mediana della pianura; il fronte settentrionale è inquadrabile all'interno dei sistemi di deformazione del Miocene medio-superiore, quello meridionale è essenzialmente pliocenico. A partire dalla fine del Pleistocene inf. entrambi i margini del Bacino Padano sono in sollevamento in seguito alla formazione di un bacino flessurale più simmetrico. Il margine meridionale del bacino padano, a ridosso del fronte appenninico risente di tali movimenti in modo maggiormente consistente rispetto al margine settentrionale. Per quanto concerne l'evoluzione tettonica della pianura meridionale a partire dal Pliocene inferiore fino a tutto il Pleistocene si evidenzia una lenta subsidenza generalizzata non compensata dalla sedimentazione (Baraldi et alii, 1980). Nell'intervallo successivo (fino a 18.000 anni fa) si assiste ad un progressivo riempimento del bacino ed il motivo tettonico predominante continua ad essere l'abbassamento generalizzato di tutta l'area; tale movimento è stato dedotto dagli Autori in relazione al notevole spessore dei sedimenti continentali. Nel bresciano, dalla sponda occidentale del Garda fino ai dintorni di Brescia, le strutture di maggiore risalto morfo-strutturale sono quelle NNE-SSW del Sistema delle Giudicarie, nonché le più antiche linee ad orientamento dinarico (NW-SE) e valsuganese/valtriumplino (circa E-W), talora riattivate. Le strutture distensive più recenti sembrano essere attribuibili in ogni caso alle fasi di sollevamento plio-pleistocenico, con direzioni prevalenti NE-SW e NW-SE. A livello strutturale la zona di Brescia, localizzata all'interno della cintura di deformazione dei sistemi della Valsugana e Val Trompia (circa E-W) e delle Giudicarie (NNE-SSW), si differenzia nettamente dall'area veronese, collocata all'esterno della stessa cintura sul bordo di una zona più rigida, tabulare e omoclinale.

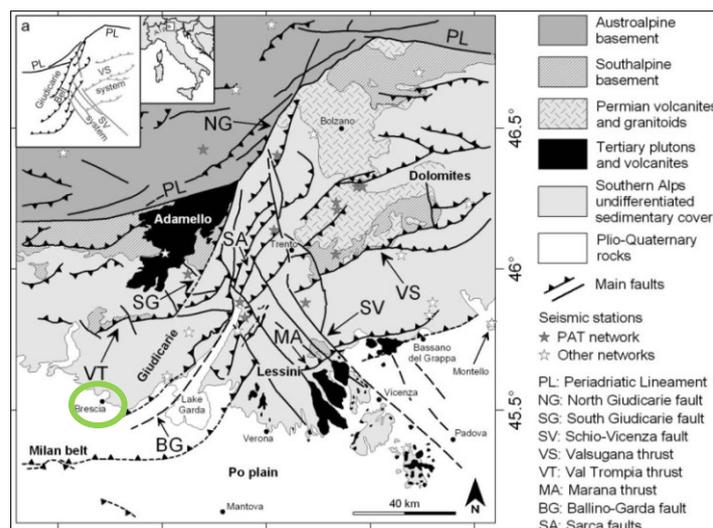


Fig. 6 - Schema tettonico delle Alpi meridionali (tratta dal Viganò et al. 2009).

Studio di Geologia - Dott. Geol. Luigi Renna - Dott. Geol. Niccolò Crestana

Viale Michelangelo, 40 - 25015 Desenzano del Garda (BS)

Cell: 349 2936733 - 347 9428449

mail: renna@crestanasrls.com - crestana@crestanasrls.com

4.2 Sismicità locale

L'attività sismica storica nel bresciano rappresenta la naturale continuazione di quella pliocenica e quaternaria e risulta correlata alla collocazione, delle aree di studio, tra zone sismogenetiche riferibili, da una parte al fronte alpino e dall'altra al fronte appenninico, sepolti al di sotto della coltre fluvioglaciale-alluvionale della Pianura Padana. Storicamente, nella porzione del basso Garda, si risente di effetti macroscopici in funzione della relativa vicinanza alle aree epicentrali dei forti terremoti storici, che colpiscono le provincie di Brescia e Verona. Alcuni sismi recenti, con le massime intensità storiche, si sono risentiti, per la relativa vicinanza con l'area sismogenetica del Reggiano-Ferrarese-Parmense e dell'edificio appenninico sepolto al di sotto delle coltri quaternarie dei depositi di pianura.

Gli eventi sismici storici sono consultabili nel Catalogo Parametrico dei Terremoti (CPTI11 <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI>) e sono assegnati mediante l'individuazione della "Zonazione sismogenetica ZS9 (Fig. 7) – App. 2 al Rapporto Conclusivo – Marzo 2004" a cura di C. Meletti e G. Valensise (Gruppo di lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica - OPCM 3274/2003 - INGV).

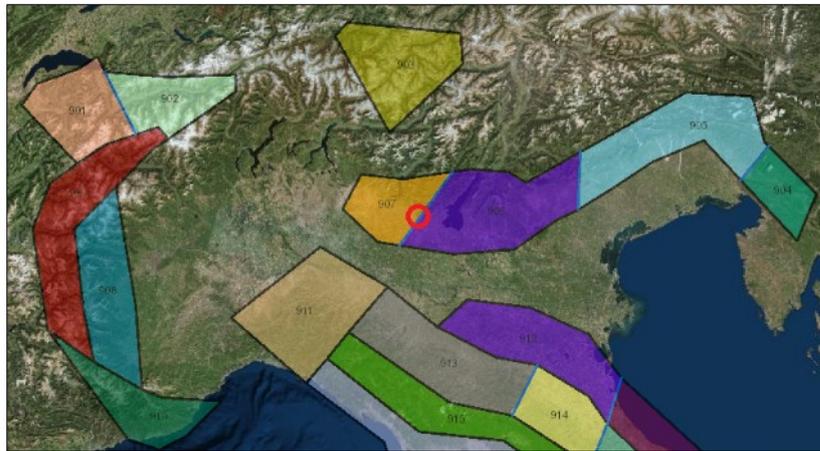


Fig. 7 - Schema Zonazione Sismogenetica ZS9 (tratta dal Geoportale del Ministero dell'Ambiente).

L'area in esame, secondo il modello sismotettonico riassunto nella zonazione sismogenetica ZS9, ricade nella zona sorgente 907, al confine con la 906. Per tali zone sorgente, si elencano di seguito i terremoti più importanti, con epicentro collocabile in un intorno significativo e avvertiti nel territorio comunale di Brescia.

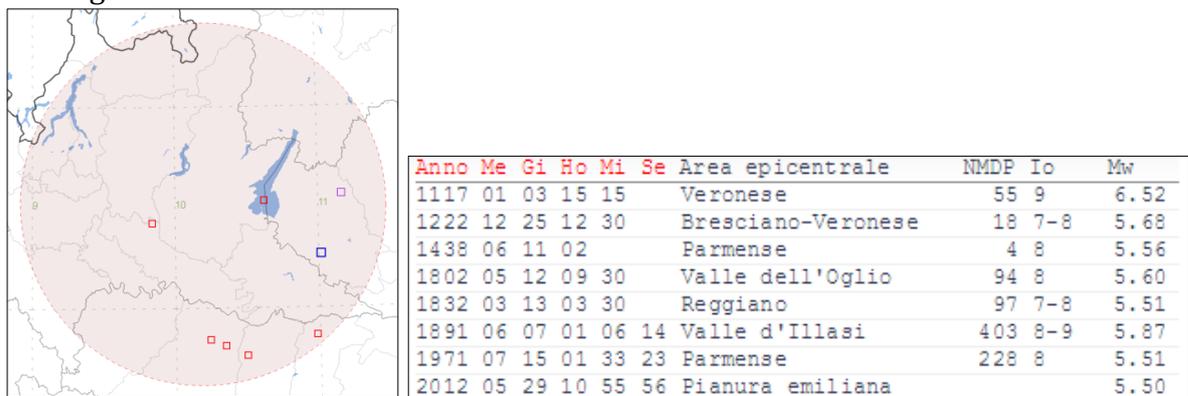
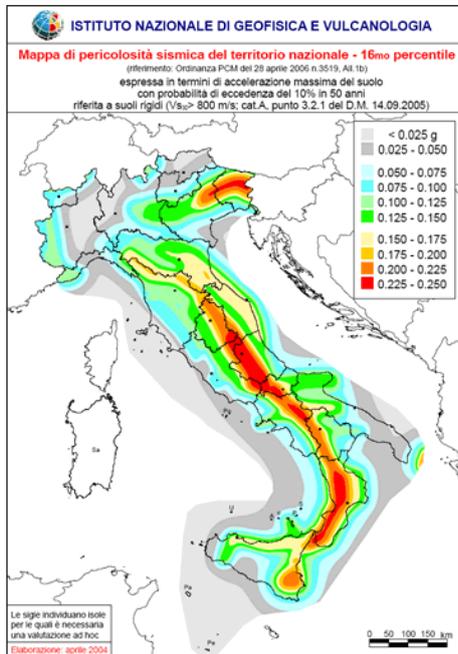


Fig. 8 - Catalogo multiparametrico dei terremoti italiani con magnitudo (M_w) > 5,5 verificatisi in un'area di raggio pari a 100 km dall'area d'indagine (CPTI15 – progetto INGV-T3 anno 2016).

4.3 Normativa sismica vigente

Con l'Ordinanza n°3274 del 20/03/03 si introducono metodologie in cui è previsto che il moto sismico è caratterizzato anche dalle condizioni locali. Tale approccio è previsto anche dall'Eurocodice 8 (EC8) che stabilisce le regole per il progetto e la costruzione di strutture in zona sismica per i paesi membri della Comunità Europea. Secondo l'EC8, come anche secondo l'OPCM n. 3274, i territori nazionali vengono suddivisi in zone sismiche in funzione della pericolosità locale, descritta in termini di accelerazione orizzontale massima attesa alla superficie di un sito rigido di riferimento (a_g).



I valori di accelerazione massima fissati dall'ordinanza per le zone 1, 2, 3 e 4 (rispettivamente 0,35g – 0,25g – 0,15g – 0,05g) recepiscono la proposta del G.N.D.T. (1985) e risultano maggiori di quelli della precedente normativa. La norma richiedeva quindi alle Regioni di eseguire la valutazione di a_g sul proprio territorio, a partire dalla “Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale” (**Fig. 9**) allegata all'Ordinanza 3519/2006 e quindi di assegnare i comuni ad una delle zone della nuova classificazione.

Fig. 9 - Mappa di pericolosità sismica secondo l'OPCM n. 3519 del 28/4/2006.

Con il Testo Unico (D.M. 14/01/08), entrato in vigore con la L.77/2009 di conversione del DL 39/2009 (Decreto “Abruzzo”), è divenuto vigente l'obbligo di eseguire la progettazione in prospettiva sismica in tutte le aree classificate in zona sismica. In particolare, con l'Allegato A sono state adottate definitivamente le stime di pericolosità sismica del progetto S1 già comprese nella citata Ordinanza 3519/2006. Tali stime superano il concetto di classificazione a scala comunale sulla base di 4 zone sismiche. Il concetto di zona sismica comunale tuttavia mantiene una funzione prevalentemente amministrativa così come chiarito, dalla DGR Lombardia 9/2616/2011 e come regolamentato dalle recenti normative regionali in termini di nuova classificazione sismica (D.G.R. 11 Luglio 2014 – n. X/2129) e di normative di indirizzo per la vigilanza sulle costruzioni in zona sismica (LR 33/2015, e DGR 5001/2016).

Accedendo al link <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>, si possono scaricare i dati di pericolosità sismica rappresentati dai valori di a_g per diverse frequenze annuali di superamento, relativamente ai 10751 punti di una griglia in cui è stato diviso il territorio nazionale (**Fig. 10**). Per qualsiasi punto del territorio Italiano è quindi possibile calcolare i parametri di azione sismica grazie a formule di interpolazione definite nella Circolare esplicativa 617/09.

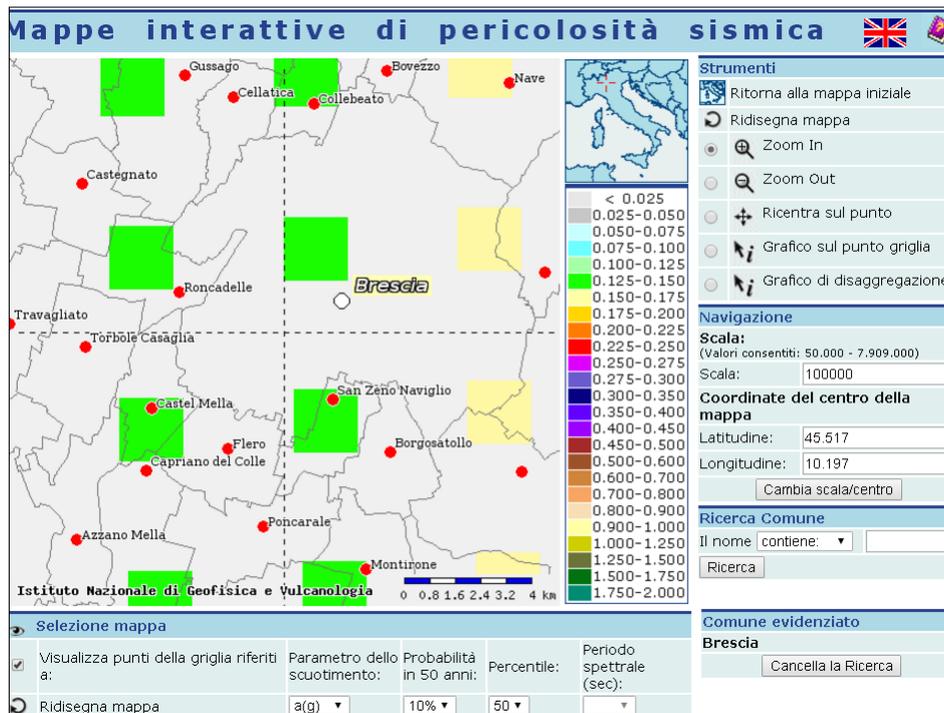


Fig. 10 - Individuazione del sito di indagine e dei relativi nodi di interesse.
<http://esse1.gis.mi.ingv.it/>

La redazione della “Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale” (espressa come accelerazione massima al suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) allegata all’O.P.C.M. n. 3519/2006 indica che il comune di Brescia risulta interessato da una fascia con accelerazione sismica a_g compresa tra 0,125g e 0,150g (con probabilità di superamento del 10% in 50 anni) riferibile quindi a una Zona sismica 3.

La D.G.R. 11 Luglio 2014 – n. X/2129 che ha aggiornamento recentemente le zone sismiche in Regione Lombardia, ha posto al contrario tutto il territorio del **Comune di Brescia in Zona sismica 2**, indicando un valore di a_{gmax} pari a **0,154g**.

4.4 Carta della Pericolosità Sismica Locale

La metodologia per la valutazione dell’amplificazione sismica locale, è stata applicata all’interno dell’Aggiornamento dello Studio Geologico a supporto del P.G.T., considerando quanto previsto dall’Allegato 5 della D.G.R. 2011 n.9/2616 e dai dati raccolti nel corso dello Studio di Microzonazione Sismica redatto per il territorio comunale (Ordinanza C.D.P.C n. 52/2013 e s.m.i. e Decreto D.P.C. 15 - Aprile 2013). È stata quindi eseguita l’analisi di 1° livello di approfondimento, che consiste nel riconoscimento delle aree possibili di amplificazione sismica.

Dal punto di vista della Pericolosità Sismica Locale, quindi, l’area è stata classificata nella Variante della “Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del Piano di Governo del Territorio” vigente di Brescia (Febbraio 2016), in materia di adeguamento sismico, entro lo **Scenario di Pericolosità Sismica Z4a “Zona di fondovalle o di Pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi” (Fig.11).**

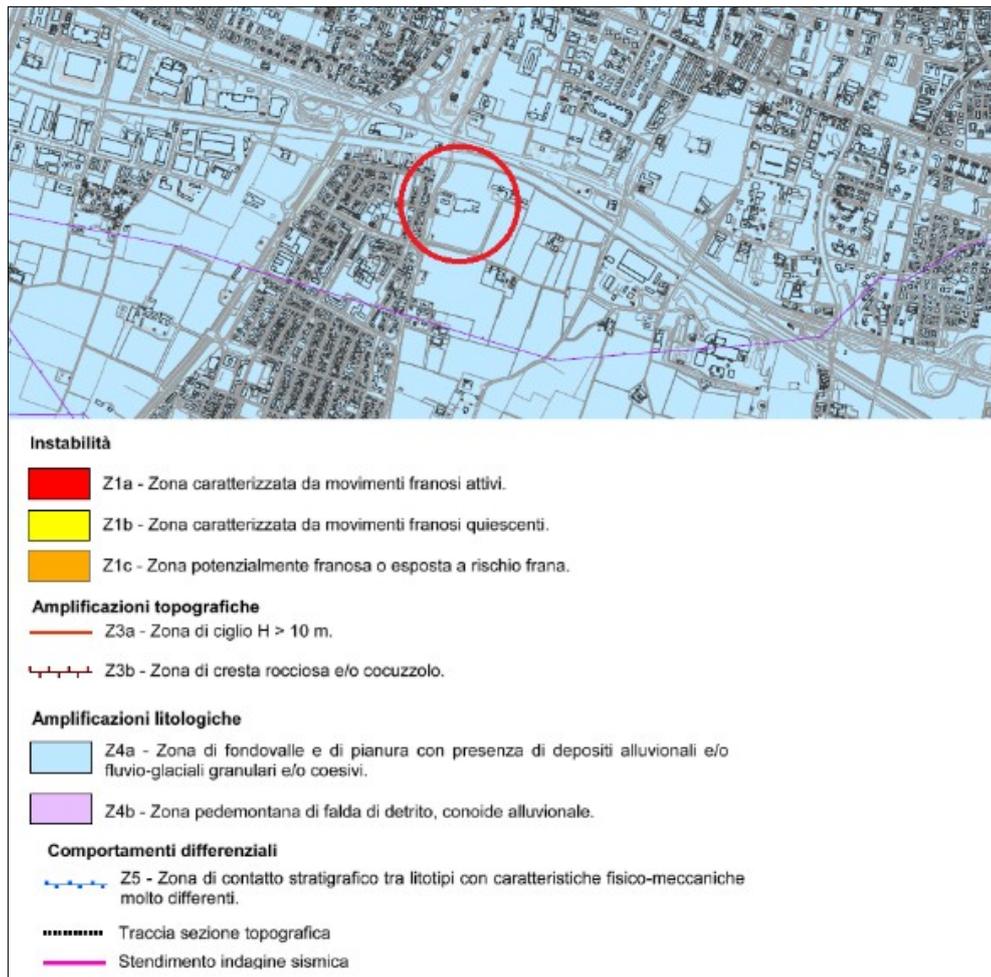


Fig. 11 - Stralcio della “Carta della Pericolosità Sismica Locale – 1° Livello” (VALall04g - Gennaio 2016) con ubicazione del lotto di progetto.

Per quanto concerne gli aspetti legati all’**Azione Sismica di Progetto** comprensivi della determinazione delle categorie topografica e di sottosuolo, dell’analisi della Pericolosità sismica Locale, della verifica dei possibili fenomeni di amplificazione litologica e di liquefazione e della determinazione dei parametri sismici di riferimento, si rimanda alle apposite Relazioni Geologica e Geotecnica, da redigere ai sensi del DM/2008 e della DGR X/2616/2011, da allegare alla richiesta di permesso di costruire o con la denuncia dei C.A., in fase di nuova procedura di “deposito del progetto” per l’ottenimento dell’autorizzazione sismica (L.R. 33/2015) da parte del Comune di Brescia.

5. FATTIBILITÀ GEOLOGICA E VINCOLI DELL'AREA DI PROGETTO

Dall'analisi della cartografia allegata alle *Norme Geologiche di Piano* redatte per l'*Adeguamento alla Componente Sismica della Variante al P.G.T.* del comune di Brescia (Febbraio 2016) è stato verificato che il sito di progetto ricade in **Classe di Fattibilità 1**, senza particolari limitazioni d'uso (**Fig. 14**; *Carta della Fattibilità per le Azioni di Piano* Tavola All04n).

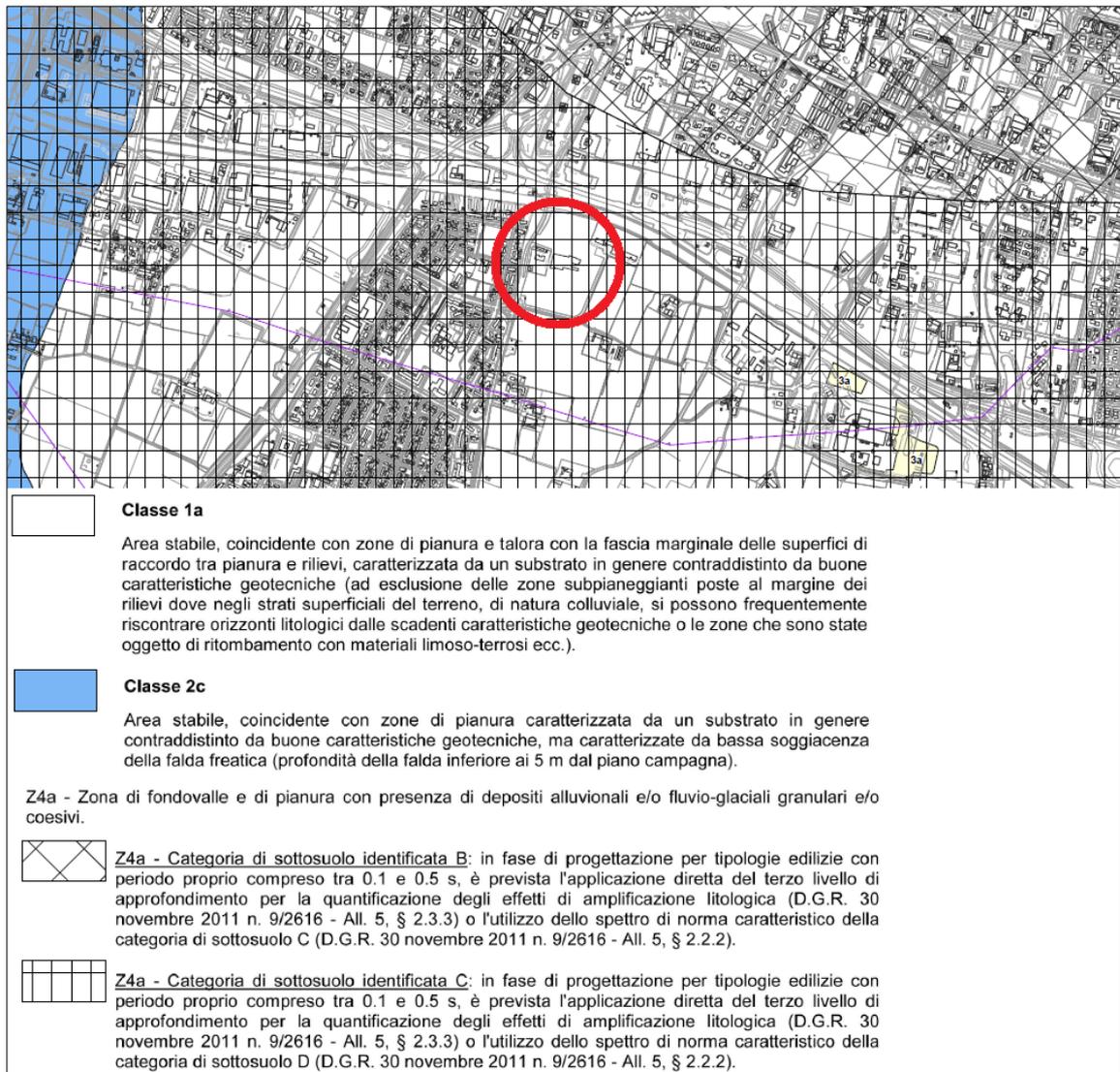


Fig. 12 - Stralcio della "Carta della Fattibilità per le Azioni di Piano" (VAL04n - Gennaio 2016), allegata al P.G.T comunale, con ubicazione del lotto di progetto.

Per tale classe di Fattibilità Geologica, le Norme Geologiche di Piano allegata alla Variante al P.G.T. comunale prevedono solo alcune limitazioni ed eventuali approfondimenti da effettuare in funzione delle specifiche costruttive degli interventi edificatori, in funzione della sottoclasse individuata, di seguito enunciata:

CLASSE 1a

In questa sottoclasse rientrano: le “*aree stabili coincidenti con zone di pianura e talora con la fascia marginale delle superfici di raccordo tra pianura e rilievi, caratterizzate da un substrato in genere contraddistinto da buone caratteristiche geotecniche*”.

Secondo le Norme Geologiche di Piano comunali, questa zona risulta: “*Edificabile in genere senza particolari interventi ed accorgimenti cautelativi eventualmente, laddove si riscontra la presenza di sensibili spessori di materiali dalle scarse proprietà geotecniche, si dovrà prevedere l'adozione di idonee strutture fondazionali, quali palificazioni ecc. Le indagini geologiche da realizzare a supporto di interventi edilizi, che devono essere più o meno approfondite in relazione alla portata dell'intervento ed alla complessità della situazione litostratigrafica locale (presenza di eterogeneità latero-verticali nel terreno alluvionale o di coltri di copertura colluviale), devono essere finalizzate ad ottenere una buona caratterizzazione geotecnica del substrato di fondazione per consentire il corretto dimensionamento delle opere in progetto.*”

Per la sottoclasse individuata sono consentite quindi le tipologie edificatorie previste dal progetto preliminare riguardanti la realizzazione di una *nuova Residenza Socio-Assistenziale*.

Nonostante dallo Studio Geologico comunale e per le conoscenze del territorio da parte dello scrivente, per l'area d'interesse si ipotizzano terreni con caratteristiche geotecniche buone, idonei all'appoggio delle strutture di fondazioni di progetto previste, la realizzazione di quest'ultime è subordinata comunque alla predisposizione di una Relazione Geologica e Geotecnica da eseguire ai sensi del D.M. 14/01/2008, così come ampiamente prescritto nel presente elaborato.

La Relazione Geologica e Geotecnica dovrà essere supportata da indagini geognostiche mediante prove in situ come sondaggi, prove penetrometriche dinamiche e/o statiche e indagini sismostratigrafiche, che verifichino puntualmente le caratteristiche geotecniche dei terreni di appoggio e i loro rapporti stratigrafici in termini di spessori e variabilità laterale.

Dovranno inoltre essere eseguite *prospezioni sismiche di superficie* per la definizione di un modello sismostratigrafico e della categoria di sottosuolo dei terreni di fondazione, e più in generale dei parametri sismici da assumere nel progetto.

Nello stesso Studio Geologico comunale non si segnala la presenza, presso l'area di progetto, di **Normative di vincolo** (*Elementi Idrografici, Idrologici e Idraulici – Tav. all04a – Settembre 2012*) correlate ad elementi idrografici (**Fig. 3**).

Secondo quanto previsto dalla “*Carta dissesto PAI*” (*Tavola all04i - Settembre 2012*) è stata inoltre esclusa la presenza di fenomeni franosi o possibili esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio, per altro confermata da quanto esposto nel par. 2.4 in merito al nuovo Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA). In funzione delle scelte progettuali adottate, durante l'esecuzione delle opere di progetto dovranno essere comunque garantiti i normali deflussi idrici superficiali e le attività di cantiere dovranno essere svolte nel rispetto delle norme vigenti in termini di sicurezza sui luoghi di lavoro, garantendo l'assenza di potenziali forme di inquinamento.

6. CONCLUSIONI

Il presente elaborato, conforme a quanto previsto della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011, è redatto a supporto della procedura di rilascio del “Permesso di costruire”, come intrapresa con il comune di Brescia (BS), e contempla i requisiti urbanistici e normativi di rilevanza geologica prescritti dal P.G.T. comunale, costituendo documento idoneo da allegare alla relativa documentazione progettuale presentata.

Lo Studio di Fattibilità Geologica ha valutato la compatibilità di nuovi interventi di edificazione, presso un lotto in Via Flero, con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrografiche ed idrogeologiche dell’area e con quanto previsto dallo specifico strumento urbanistico comunale ovvero dallo *Studio Geologico del P.G.T. comunale (Dott. Pier Luigi Vercesi – Settembre 2011)*, le *Norme Geologiche di piano*, allegate alla *Variante Generale al P.G.T. di Brescia (Dott. Geol. Davide Gasparetti & Dott. Geol. Gianantonio Quassoli – Febbraio 2016)*.

È stato redatto un inquadramento geologico, geomorfologico idrografico ed idrogeologico dell’area in oggetto (*Cap. 2*) e sono state fornite indicazioni preliminari di carattere stratigrafico e geotecnico (*Cap. 3*) e sismico (*Cap.4*), propedeutiche alle Relazioni Geologica e Geotecnica da redigere ai sensi del DM 2008 in fase esecutiva.

Per quanto concerne la procedura di modellazione geotecnica e sismica, si rimanda infatti ad un elaborato dedicato redatto ai sensi del D.M. 14/01/2008, da presentare nella successiva fase mediante nuova procedura di “*deposito del progetto*” in zona sismica (L.R. 33/2015). In tale elaborato dovranno inoltre essere affrontate, nello specifico, le problematiche realizzative, e forniti i parametri per la Verifica agli Stati Limite come previsto dal D.M. 14/01/08. In tal senso è stata prescritta un’indagine geognostica sito-specifica, che verifichi le caratteristiche geotecniche, sismiche ed idrogeologiche dei futuri terreni di fondazione, relative al progetto edificatorio previsto.

Nel presente Studio di Fattibilità Geologica (Cap.5) è stato verificato che l’area in esame ricade in una Classe di Fattibilità 1 senza particolari limitazioni. Per questa classe di Fattibilità, lo Studio Geologico, allegato P.G.T. comunale, prevede solo di eseguire approfondimenti di carattere geotecnico da effettuare in funzione delle specifiche costruttive degli interventi edificatori.

La realizzazione dell’opera edificatoria, in Attuazione parziale dell’A.T. E.3, risulta compatibile con le caratteristiche litologiche dell’area a condizione che in fase esecutiva si preveda che per le strutture di fondazione la quota di posa di progetto risulti coerente con la profondità del terreno ad idonee caratteristiche geotecniche.

In accordo con la cartografia ufficiale allegata allo Studio Geologico Comunale, si suppone la presenza, a pochi metri dal p.c., di depositi idonei all’appoggio di nuove strutture di fondazione, le cui caratteristiche e profondità di rinvenimento dovranno essere verificate puntualmente mediante indagini geotecniche in situ da allegare ad una Relazione Geologica e Geotecnica ai sensi del punto 6.2.1 e 6.2.2 del D.M. 14/01/08 “Norme Tecniche per le Costruzioni”.

Nel caso in cui la campagna di indagine geognostica di dettaglio accerti la presenza di terreni superficiali poco addensati, in fase esecutiva potranno essere ammissibili, su decisione dei progettisti incaricati, diverse ipotesi sulla scelta progettuale più idonea, riguardo le strutture di fondazione da adoperare.

Per la classe di fattibilità in cui ricade il lotto di progetto, e alla luce delle scelte progettuali e della destinazione d'uso, si sono esclusi fenomeni in atto e potenziali, in grado di modificare le caratteristiche idrogeologiche e idrografiche dell'area. Gli interventi di progetto, se idoneamente realizzati subordinatamente alle caratteristiche geotecniche, risultanti dalla campagna d'indagine prescritta, non risultano in grado di alterare le condizioni del sito in oggetto, né di instaurare situazioni di pericolo.

Si rimane altresì a completa disposizione per l'esecuzione d'indagini geotecniche, idrogeologiche e sismiche di sito prescritte, e per redigere la Relazione Geologica e Geotecnica conformi a quanto previsto dal **D.M. 14/01/2008** e mediante le procedure indicate dalle nuove normative regionali in materia di vigilanza sulle costruzioni in zone sismiche (**L.R. 33/2015, D.G.R. 5001/2016**) e aggiornamento della classificazione sismica regionale (**DGR 2129/2014**), con predisposizione dei Moduli 9 e 10 di asseverazione del geologo e del geotecnico.

Desenzano del Garda, 09 Febbraio 2017

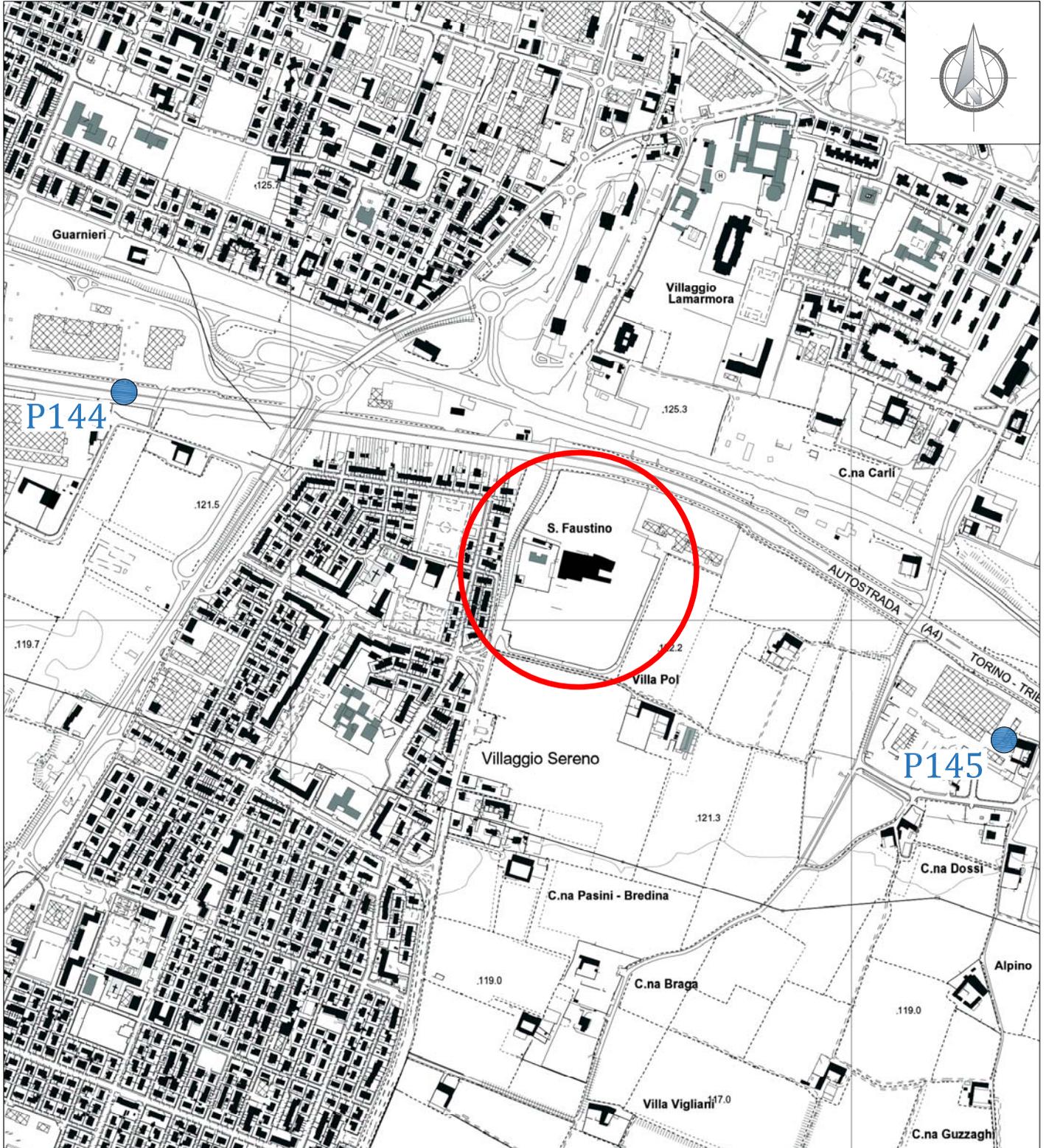
Dott. Geol. Luigi Renna



A circular professional stamp from the 'ORDINE DEI GEOLOGI della LOMBARDA' is positioned over a blue ink signature. The stamp contains the text: 'LUIGI RENNA', 'geologo specialista', 'Albo n. 1667 AP', and 'sezione A'.

COROGRAFIA CON UBICAZIONE DELL'AREA D'INDAGINE
E DEI POZZI CON STRATIGRAFIA
SCALA 1:10.000

Tav. 1



LEGENDA

 Area in esame

P145

 Pozzo comunale con stratigrafia in allegato

POZZO 144

proprietario del pozzo : CIP ZOO - C. Guarneri

perforatore : n.c.

anno di perforazione : 1969

STRATIGRAFIA :

da mt. 0.00 a mt. 1.20	terreno
1.20	9.00 ghiaia asciutta
9.00	21.00 argilla con ghiaia
21.00	28.00 <u>ghiaia con acqua</u>
28.00	30.70 argilla con ghiaia
30.70	39.00 <u>ghiaia con acqua</u>
39.00	42.00 argilla gialla
42.00	45.50 ghiaia con croste di conglomerato
45.50	48.00 argilla gialla
48.00	51.50 conglomerato fessurato
51.50	52.00 argilla gialla
52.00	55.00 conglomerato
55.00	57.00 argilla
57.00	64.00 conglomerato fessurato

livello statico : mancante

livello dinamico : mancante

portata : 1/sec 21

POZZO Officina Rino Berardi
Via Lamarmora, 105
BS

Eseguito da _____

Iniziato il _____ Terminato il _____

Profondità dal p.c. (m)	Sezione stratigrafica	Potenza strati	
1,20		1,20	Materiale di riporto e terra.
3,00		1,80	Ghiaia con argilla.
15,00		12,00	Ghiaia asciutta.
22,00		7,00	Ghiaia con argilla.
27,50		5,50	Argilla.