

**COMMITTENTE**  
GRUPPO BOSSONI SPA  
Via G. Agnelli n. 3  
25034 Orzinuovi (BS)

**PROGETTO**

PIANO ATTUATIVO PER RISTRUTTURAZIONE DI FABBRICATI A DESTINAZIONE PRODUTTIVA E COMMERCIALE CON FORMAZIONE CONCESSIONARIA AUTOMOBILI

Immobile sito in Brescia – via Vallecamonica 19

Estremi catastali: Foglio 77 mappali 85 e 155

**R3 - RELAZIONE GEOLOGICA**

DGR 2616/2011

Maggio 2019



---

Il Tecnico  
Geol. Massimo Marella  
Via Formiche 3 - Palazzolo s/O (BS)  
Tel 3486915165  
[geologomarella@gmail.com](mailto:geologomarella@gmail.com)  
[massimo.marella@pec.enpaia.it](mailto:massimo.marella@pec.enpaia.it)

POZZI  
AMBIENTE  
IDROGEOLOGIA  
ACUSTICA AMBIENTALE  
GEOLOGIA- GEOTECNICA  
PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

**INDICE**

<b>1.</b>	<b>PREMessa.....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>UBICAZIONE DELL'AREA OGGETTO DELL'INTERVENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>ANALISI DELLO STUDIO GEOLOGICO COMUNALE .....</b>	<b>6</b>
<b>4.</b>	<b>PERICOLOSITA' GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA .....</b>	<b>17</b>
<b>5.</b>	<b>PERICOLOSITA' IDROGEOLOGIA ED IDROGRAFIA.....</b>	<b>20</b>
<b>6.</b>	<b>PERICOLOSITA' SISMICA .....</b>	<b>30</b>
6.1.	SISMOTETTONICA.....	30
6.2.	PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE .....	30
6.3.	SCENARI DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE .....	31
6.4.	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E TOPOGRAFICA .....	34
6.5.	VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI IN CONDIZIONI SISMICHE.....	35
6.6.	STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA COMUNE DI BRESCIA.....	36
<b>7.</b>	<b>APP4 - MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO PRELIMINARE.....</b>	<b>38</b>
7.1.	PIANO D'INDAGINE INTEGRATIVO.....	39
<b>8.</b>	<b>CONCLUSIONI E FATTIBILITA' GEOLOGICA DELL'INTERVENTO .....</b>	<b>40</b>

## 1. PREMESSA

La presente relazione geologica è stata eseguita dallo scrivente a supporto del Piano Attuativo per ristrutturazione di fabbricati a destinazione produttiva e commerciale con formazione di concessionaria automobili – Gruppo Bossoni Spa – via Vallecmonica n. 19, Brescia - Foglio 77 mappali 55 e 185 –cc B157. L’analisi degli aspetti geologici del sito in esame è stata condotta utilizzando le informazioni rilevate durante i sopralluoghi effettuati ed integrate con le informazioni desunte dallo studio geologico comunale redatto a supporto del PGT, ed ai dati disponibili in letteratura.

Il presente studio è stato condotto ai sensi della Dgr 2616/2011. Obbiettivo della presente è valutare i fattori di pericolosità geologica ed idrogeologica gravanti sul sito in esame.

Trattandosi di un’indagine di tipo puntuale si premette che il sottoscritto resta disponibile per la verifica (con la D. L. e l’impresa esecutrice dei lavori) all’atto dell’esecuzione degli scavi che le condizioni del sottosuolo descritte nella presente indagine siano proprie di tutta l’area interessata dalla nuova edificazione. Eventuali difformità da quanto riportato nella presente indagine che venissero rilevate in fase di esecuzione lavori, andranno comunicate immediatamente allo scrivente.

## 2. UBICAZIONE DELL’AREA OGGETTO DELL’INTERVENTO

Nella figura seguente si riporta un estratto di ortofoto con evidenziata l’area interessata dall’intervento in progetto.



Figura 1: Ubicazione del sito su foto aerea (non in scala) – da documentazione progettuale



**ESTRATTO DI MAPPA\_foglio 77 partecelle 85,155**

Figura 2: Ubicazione del sito su estratto mappa (non in scala) – da documentazione progettuale

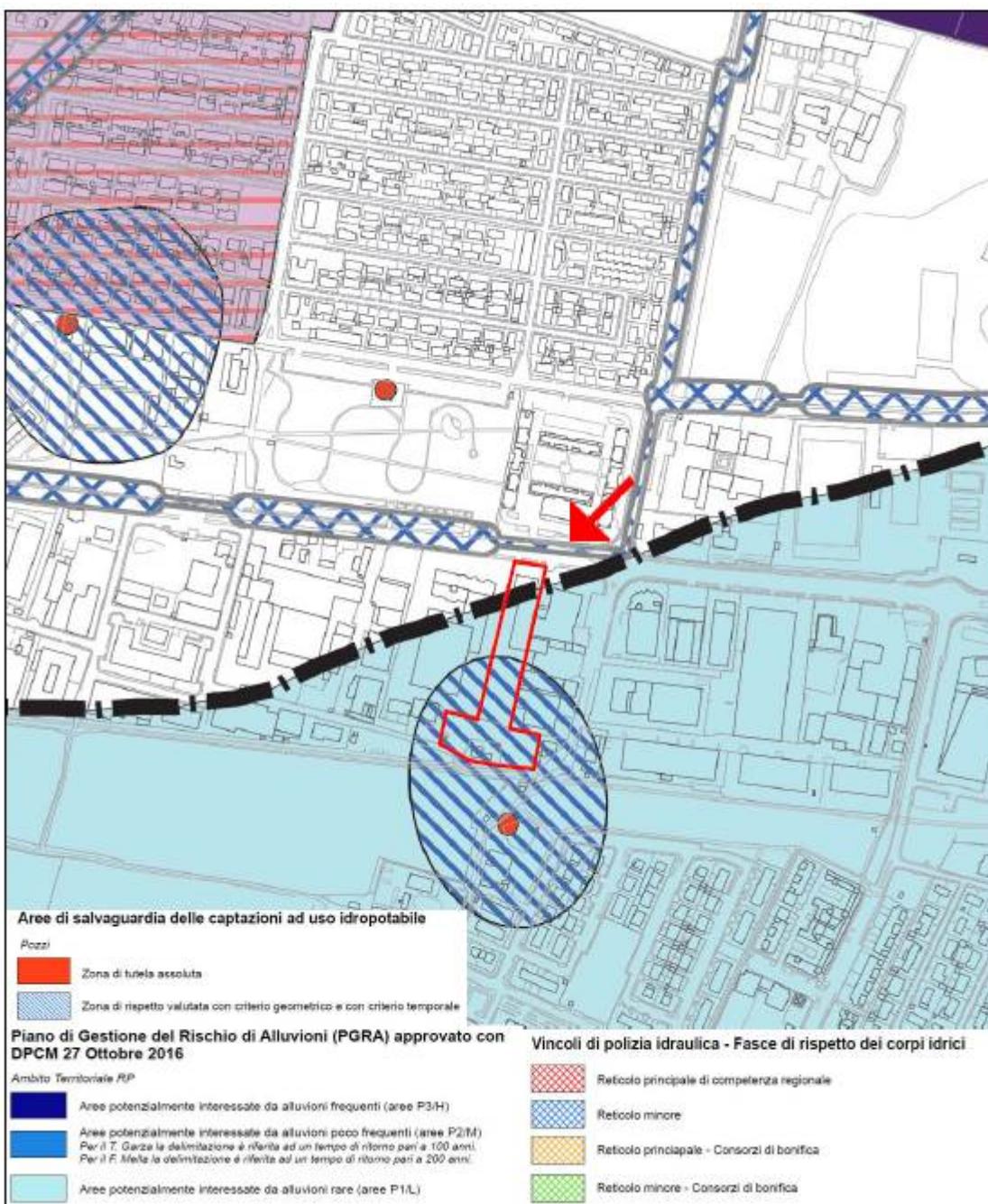
**ESTRATTO PGT: V.I. AL all04h: Carta dei vincoli**

Figura 3: Ubicazione del sito su estratto PGT Carta dei vincoli (non in scala) – da documentazione progettuale

### 3. ANALISI DELLO STUDIO GEOLOGICO COMUNALE

Nel presente paragrafo si procede all'esame dello studio geologico comunale redatto dal geol. D. Gasparetti e dal Dott. Geol. G. Quassoli a supporto della variante generale al Piano di Governo del Territorio, in aggiornamento per la componente sismica a quello del Dott. Geol. Vercesi.

Nell specifico verrà analizzato lo studio geologico vigente approvato con DCC n. 17/44571 del 09/02/2016 e la variante del 2018 con il recepimento del PGRA approvata con DCC n. 76-77-90-110 del 30/11/2018 ed attualmente trasmesso a regione Lombardia per il parere di competenza.



Comune	Tipo piano	Descrizione	Procedimenti	Inserimento	Fase	Stato PGT	N. Atto App.	Data App.	Data Bchl App.	
BRESCIA	Variante di Piano di Governo c Variante per adeguamento della componente geologica al PGRA D.C.C. n. 110 del 30/11/2018; DP PS PR CG		Approvazione	Inviato a RL/	76-77-90-110	30/11/2018				
BRESCIA	Variante di Piano di Governo c PIANO ATTUATIVO IN VARIANTE AL PGT VIGENTE RELATIVO AD AREA IN VIA ZARA DI PROPRIETÀ PR		Approvazione	Inserito	77/184400	18/09/2018				
BRESCIA	Variante di Piano di Governo c piano attuativo in Variante PGT del COMUNE DI BRESCIA	PR	Avvio	Inserito						
BRESCIA	Variante di Piano di Governo c Variante PGT del COMUNE DI BRESCIA - Assestamento del bilancio di previsione 2018/2020	PR	Approvazione	Vigente	65	30/07/2018	12/12/2018			
BRESCIA	Variante di Piano di Governo c Adozione del piano attuativo al vigente PGT relativo ad aree situate in Brescia via DP PS	DP PS	Approvazione	Inserito	90/211415	26/10/2018				
BRESCIA	Variante di Piano di Governo c Variante al Piano di Governo del Territorio - Variante n.3 - COMUNE DI BRESCIA - D.C.C. n. 35	DP PS PR	Approvazione	Vigente	35	16/04/2018	13/06/2018			
BRESCIA	Variante di Piano di Governo c Piano attuativo in variante al PGT vigente relativo ad area in Via Serenissima 2 CEMBRE S.p.A.	DP PS PR	Da avviare	Inserito						
BRESCIA	Variante di Piano di Governo c avvio del procedimento di verifica di assoggettabilità alla Valutazione Ambientale Strategica (V.A.S.)	V.PS	Avvio	Inserito						
BRESCIA	Variante di Piano di Governo c Avvio del procedimento di verifica assoggettabilità alla V.A.S. per il piano attuativo in variante	PP	Approvazione	Inserito	76/184416	18/09/2018				
BRESCIA	Variante di Piano di Governo c Adeguamento della componente geologica del PGT al piano di gestione del rischio alluvioni (PC) DP PS PR	DP PS PR	Approvazione	Inserito	110/235232	30/11/2018				
BRESCIA	Variante di Piano di Governo c Variante al Piano di Governo del Territorio - Piano Attuativo per la valorizzazione di due cave p DP	DP	Approvazione	Storico	102/91846	26/06/2015	19/08/2015			
BRESCIA	Variante di Piano di Governo c Variante al Piano di Governo del Territorio - PII relativo all' area sita in via Dalmazia, via Don B. PS	PS	Approvazione	Storico	84/70072	12/05/2015	24/06/2015			
BRESCIA	Variante di Piano di Governo c Variante al Piano di Governo del Territorio - PR Immobiliare Superclinema - C.so Garibaldi - COA PR	PR	Approvazione	Storico	38	27/03/2015	27/05/2015			
BRESCIA	Variante di Piano di Governo c Variante al Piano di Governo del Territorio - Variante n.2 - COMUNE DI BRESCIA	DP PS PR CG	Approvazione	Vigente	17/44571	09/02/2016	15/06/2016			
BRESCIA	Variante di Piano di Governo c Variante al Piano di Governo del Territorio - Variante particolare al PGT - COMUNE DI BRESCIA	DP PS PR CG	Approvazione	Storico	144	11/10/2013	26/03/2014			
BRESCIA	Piano di Governo del Territorio Piano di Governo del Territorio - COMUNE DI BRESCIA	DP PS PR CG	Approvazione	Storico	57/19378	19/03/2012	24/10/2012			
Dati generali	Avvio	VAS	Adozione	Approvazione	Pareri	Documenti	Dati sintesi	Comuni consorziati	Cronologia	
Ente:	COMUNE DI BRESCIA								Provincia: (BS)	
Tipo piano:	Variante di Piano di Governo del Territorio									
Tipi procedimento:	Documento di Piano (Storico), Piano dei servizi (Storico), Piano delle regole (Storico), Componente geologica (Vigente)								Proc. vigenti: ( DP: <input checked="" type="checkbox"/> PS: <input checked="" type="checkbox"/> PR: <input checked="" type="checkbox"/> )	
Descrizione Piano:	Variante al Piano di Governo del Territorio - Variante n.2 - COMUNE DI BRESCIA									
Data inserimento:	07/04/2014	Data chiusura:		Data vigore:	15/06/2016					
Stato PGT:	Vigente	Stato caricamento documenti:	Caricato	Tavola previsioni:	Inviata a RL	Fase: Approvazione				
Dati generali	Avvio	VAS	Adozione	Approvazione	Pareri	Documenti	Dati sintesi	Comuni consorziati	Cronologia	
Ente:	COMUNE DI BRESCIA								Provincia: (BS)	
Tipo piano:	Variante di Piano di Governo del Territorio									
Tipi procedimento:	Documento di Piano, Piano dei servizi, Piano delle regole, Componente geologica								Proc. vigenti: ( DP: <input checked="" type="checkbox"/> PS: <input checked="" type="checkbox"/> PR: <input checked="" type="checkbox"/> CG: <input checked="" type="checkbox"/> )	
Descrizione Piano:	Variante per adeguamento della componente geologica al PGRA D.C.C. n. 110 del 30/11/2018; piano attuativo in variante MIS.FIN D.C.C. n. 77 del 18/09/2018; piano attuativo in variante MELLA D.C.C. n. 76 del 18/09/2018; piano attuativo in variante POLIAMBULANZA D.C.C. n. 90 del 26/10/2018									
Data inserimento:	Invia a RL/PV	Data chiusura:		Data vigore:						
Stato PGT:	Caricato	Stato caricamento documenti:	Caricato	Tavola previsioni:	Inviata a RL	Fase: Approvazione				

Figura 4: Estratto PGTWEB.

Il sito ricade parzialmente in aree assoggettate a:

- Vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino (PAI - PGRA). Fascia C del PAI e aree a Pericolosità RP scenario raro – L (T= 500 anni) per il fiume Mella (Reticolo Idrico Principale) - ARS 12 RI 19.
- Aree di salvaguardia delle opere di captazione ad uso acquedottistico idropotabile. Zona di rispetto del pozzo P41.

Non si segnalano interferenze dirette con elementi del reticolo idrografico minore.

La tavola DG23- Tavola di sintesi degli aspetti geologici e idrogeologici non evidenzia elementi di criticità geologica o idrogeologica gravanti sul sito. Nella carta il sito si colloca all'esterno delle aree caratterizzate da soggiacenza della falda minore di 5 m.

La Carta di sintesi inserisce il sito nelle “Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche – Settore Ovest zona Mandolossa”.

Il sito ricade per la quasi totalità in classe di fattibilità geologica 2c <<Area stabile, coincidente con zone di pianura caratterizzata da un substrato in genere contraddistinto da buone caratteristiche geotecniche, ma caratterizzate da bassa soggiacenza della falda freatica (profondità della falda inferiore ai 5 m dal piano campagna). Edificabile in genere senza particolari interventi ed accorgimenti cautelativi; si sconsiglia la realizzazione di scantinati o locali seminterrati per evitare possibili dannose interferenze tra falda e costruzioni; laddove la falda è sensibilmente prossima al piano campagna è consigliabile soprelevare la struttura dell'edificio mediante rilevati. Le indagini geologiche da realizzare a supporto dei progetti edilizi, finalizzate ad ottenere una buona caratterizzazione geotecnica del substrato di fondazione, devono essere accompagnate da studi sulle oscillazioni del livello di falda freatica.>>: Fattibilità senza particolari limitazioni.

Il settore Nord ricade in classe di fattibilità geologica 1.

Dal punto di vista sismico è inserito nelle aree Z4 a: categoria di sottosuolo identificata C - FAC> FAS, per le quali è previsto l'approfondimento sismico di terzo livello o in alternativa l'utilizzo dello spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo D.

Nella variante approvata nel 2018 il sito ricade completamente nella classe 2d- Aree con caratteristiche geotecniche scadenti – Settore Ovest zona Mandolossa.

#### **Classe 2d – Aree con caratteristiche geotecniche da discrete a scadenti**

##### **2d<sup>1</sup> – Settore ovest – Zona Mandolossa**

In quest'area si segnala la presenza in superficie di spessori plurimetrici di terreni generalmente fini, localmente torbosi, con caratteristiche geotecniche da discrete a scadenti a causa della loro eterogeneità.

Si segnala la presenza di falde superficiali potenzialmente in grado di interferire con piani interrati e fondazioni di edifici.

**DIFESA del SUOLO****Pozzi** (D.Lgs 152/99)

Px *	Pozzi attivi	Zona di tutela assoluta (mt)
	Zona di salvaguardia - criterio geometrico (mt.200)	

**Sorgente di Momplano** (D.P.R. 236/1988 e s.m.i.)

ZTA - Zona di tutela assoluta
ZR - Zona di rispetto
ZP - Zona di protezione

**Industrie a Rischio di Incidenti rilevanti** (DM 9 maggio 2001)

Rischio di Incidenti rilevanti (IIR)
IIR - ambiti delle categorie territoriali compatibili

**Anagrafe dei siti Inquinati** (DM 471/1999)

Siti Inquinati
Sito Inquinato di interesse nazionale "Brescia-Caffaro"
Sito Inquinato "Brescia-Caffaro" - ordinanza Sindacale
Sito inquinato "Brescia-Caffaro" - perimetro falda sottostante il sito di interesse nazionale

**PAI - Piano per l'Assetto Idrogeologico**

Piano Stralcio PAI - rischio idrogeologico molto elevato Zi - aree incluse nel centro abitato
Piano Stralcio PAI - rischio idrogeologico molto elevato Zi - aree esterne al centro abitato
Area di frana attiva (Fa)
Area di frana quiescente (Fq)
Alveo attivo del fiume Mella
Alveo attivo del fiume Garza
Limite della fascia fluviale B
Limite della fascia fluviale C

**Vincolo Idrogeologico** (L. 3267/1923)

Vincolo Idrogeologico
-----------------------

**Reticolo Idrografico** (R.D. 523/1904)

Reticolo Idrico Principale - Fascia di rispetto 10 mt (Fiume Mella, Garza, Mandolossa-Canale)
Reticolo Idrico Minore - Fascia di rispetto 1 mt
Reticolo Idrico Minore - Fascia di rispetto 4 mt
Reticolo Idrico Minore - Fascia di rispetto 10 mt

**Figura 5: Estratto Tavola PR06 – Tavola dei vincoli- Vincoli per la difesa del suolo - VIGENTE.**

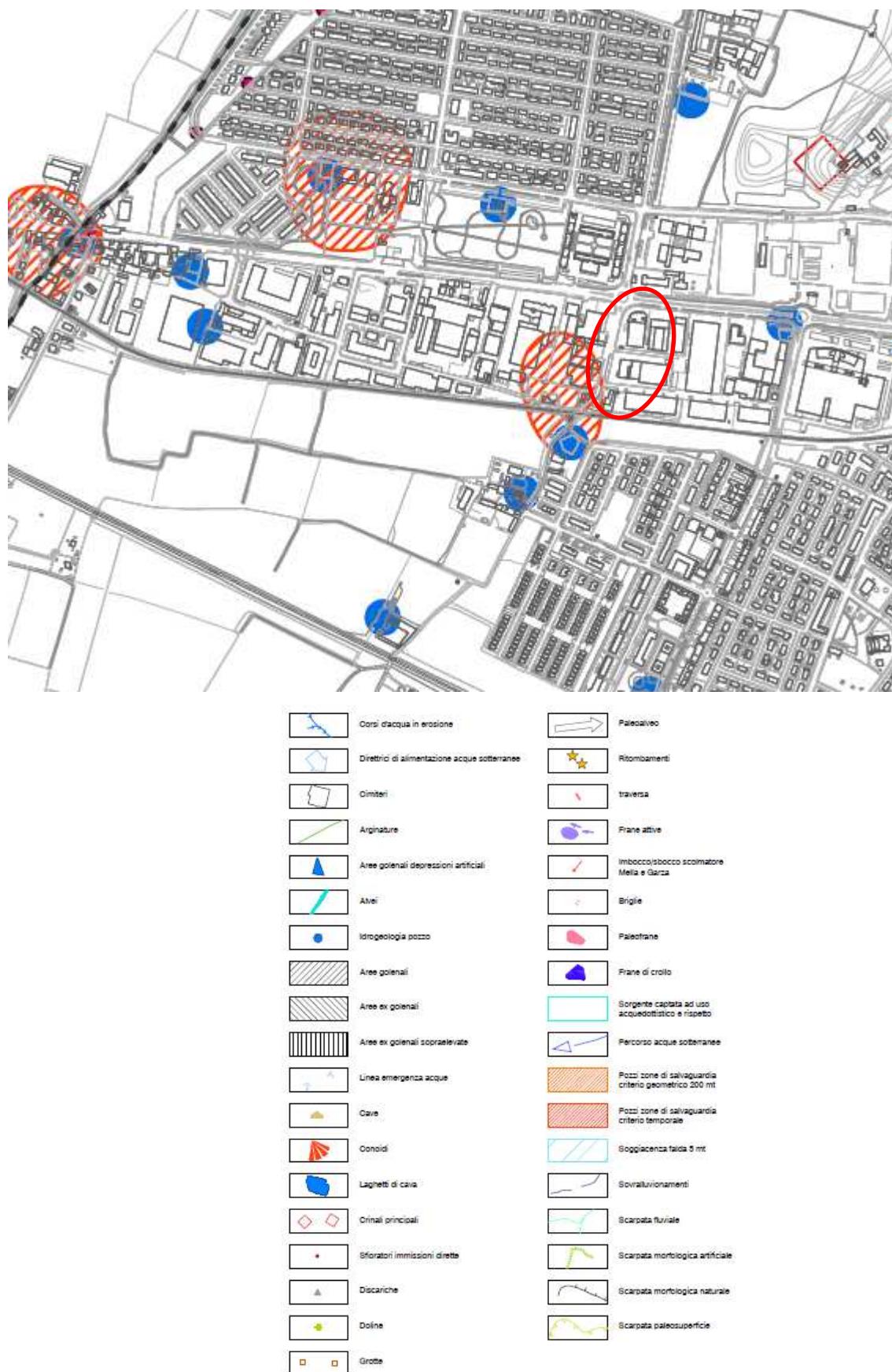
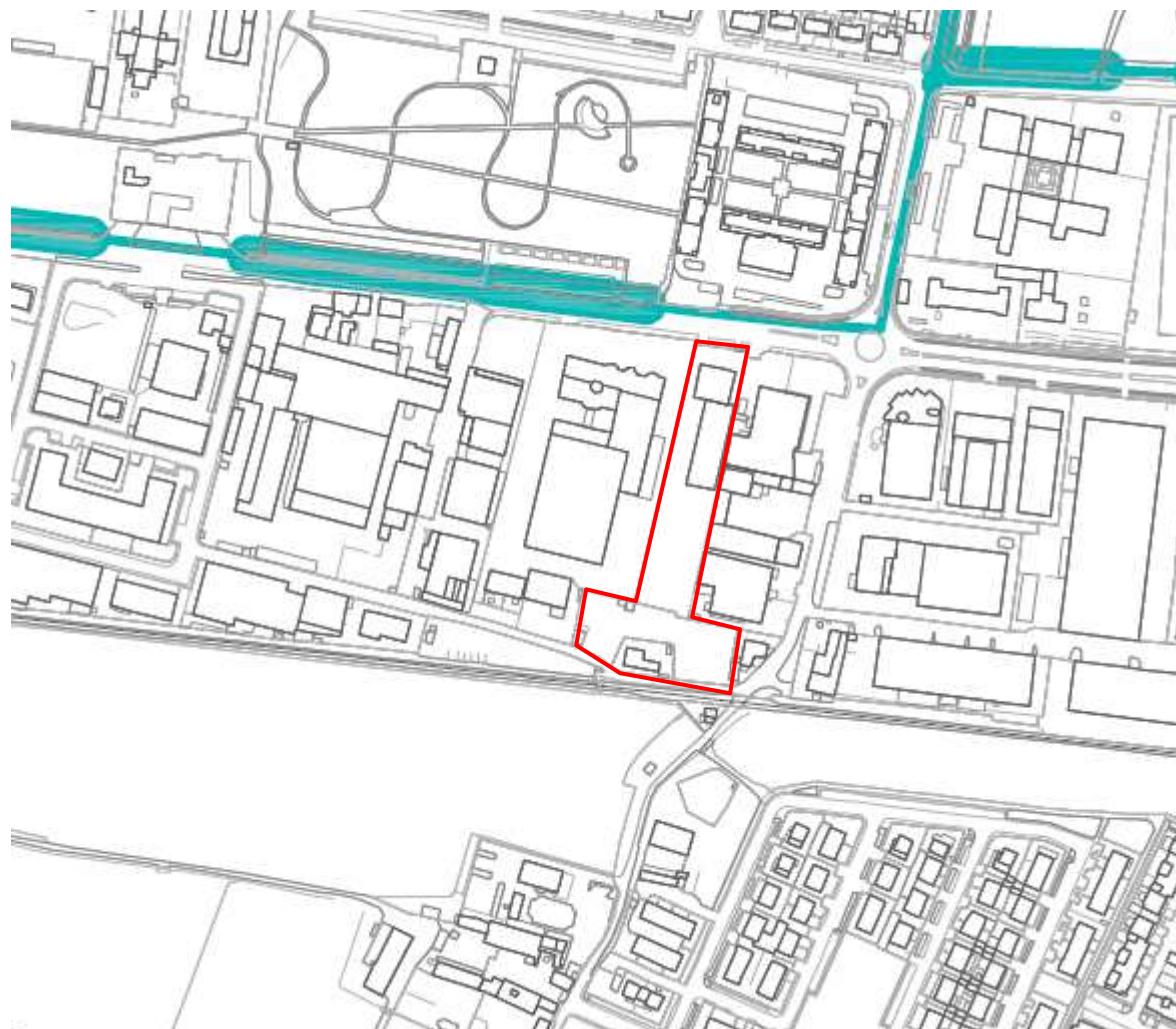


Figura 6: Estratto Tavola DG23 – Tavola di sintesi degli aspetti geologici ed idrogeologici –PGT Brescia.



 Reticolo Idrico Principale - *Fascia di rispetto 10 mt*  
(Fiume Mella, Garza, Mandolossa-Canale)

 Reticolo Idrico Minore - *Fascia di rispetto 1 mt*

 Reticolo Idrico Minore - *Fascia di rispetto 4 mt*

 Reticolo Idrico Minore - *Fascia di rispetto 10 mt*

Figura 7: Estratto Tavola PR08 – Reticolo idrico –PGT Brescia.

**CLASSE 2 - FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI****Classe 2a**

Area stabile, subpianeggiante o a debole accivit , coincidente in genere con le porzioni sommitali dei principali crinali o dorsali montuose, generalmente impostata in roccia coerente affiorante o subaffiorante.

**Classe 2b**

Area da stabile a sufficientemente stabile, corrispondente alla fascia di raccordo tra la pianura o i fondovalle secondari ed il rilievo, contraddistinta da bassa accivit , modellata in depositi eluviali e/o colluviali spesso contraddistinti da intercalazioni di materiali dalle scadenti caratteristiche geotecniche; pu  essere soggetta a dissesti di carattere comunque localizzato consistenti per lo pi  in fenomeni di mobilitazione della coltre detritica superficiale (creepings, smottamenti o piccole frane).

**Classe 2c**

Area stabile, coincidente con zone di pianura caratterizzata da un substrato in genere contraddistinto da buone caratteristiche geotecniche, ma caratterizzate da bassa soggiacenza della falda freatica (profondit  della falda inferiore ai 5 m dal piano campagna).

**Scenari per i quali risulta un Fa maggiore del valore di soglia comunale per la categoria di sottosuolo individuata** e al cui interno, in fase di progettazione per tipologie edilizie con periodo proprio compreso tra 0.1 e 0.5 s,    prevista l'applicazione diretta del terzo livello di approfondimento per la quantificazione degli effetti di amplificazione litologica (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.3.3) o l'utilizzo dello spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo superiore (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.2.2).

Z4a - Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi.



**Z4a - Categoria di sottosuolo identificata B:** in fase di progettazione per tipologie edilizie con periodo proprio compreso tra 0.1 e 0.5 s,    prevista l'applicazione diretta del terzo livello di approfondimento per la quantificazione degli effetti di amplificazione litologica (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.3.3) o l'utilizzo dello spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo C (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.2.2).



**Z4a - Categoria di sottosuolo identificata C:** in fase di progettazione per tipologie edilizie con periodo proprio compreso tra 0.1 e 0.5 s,    prevista l'applicazione diretta del terzo livello di approfondimento per la quantificazione degli effetti di amplificazione litologica (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.3.3) o l'utilizzo dello spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo D (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.2.2).

**Figura 8- Estratto Carta della fattibilit  geologica - VIGENTE**

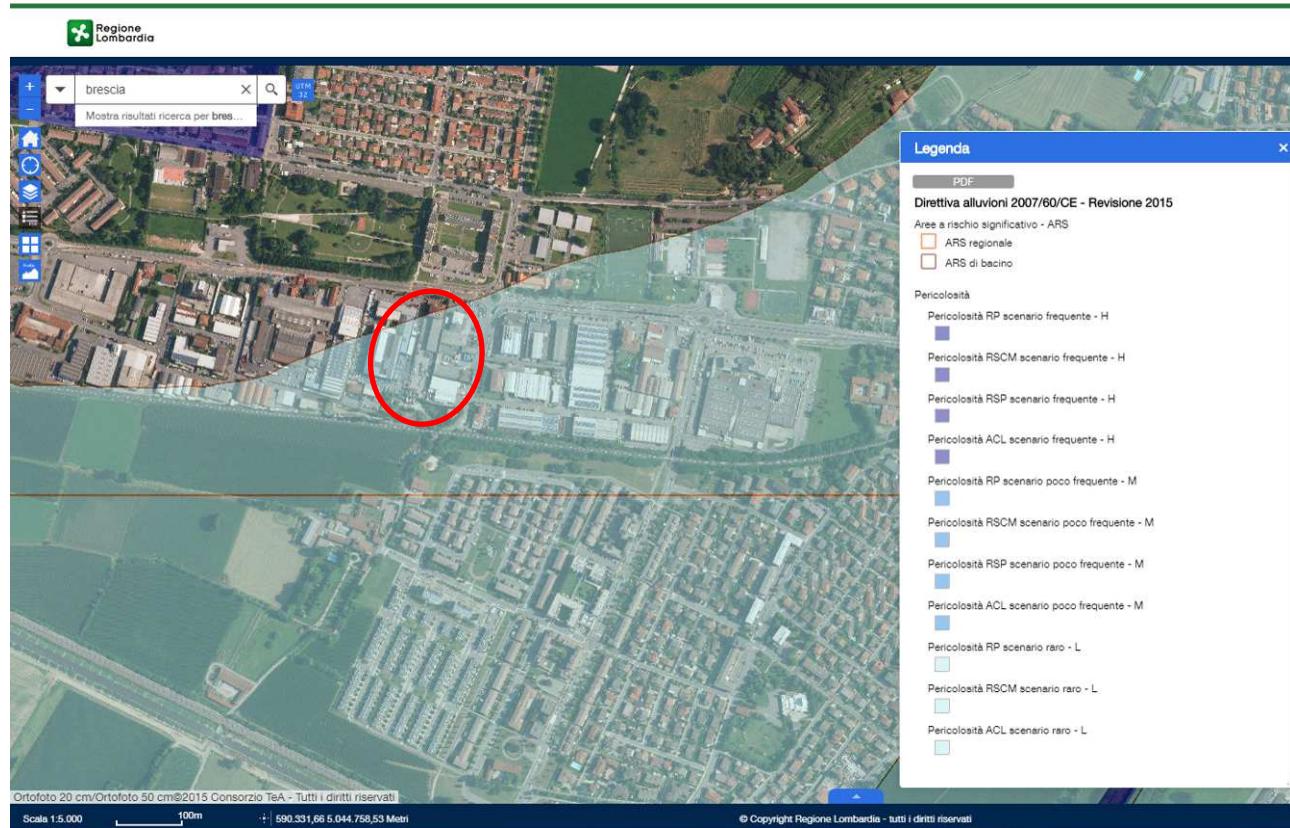


Figura 9: Estratto Geoportale – direttiva alluvioni - PGRA.

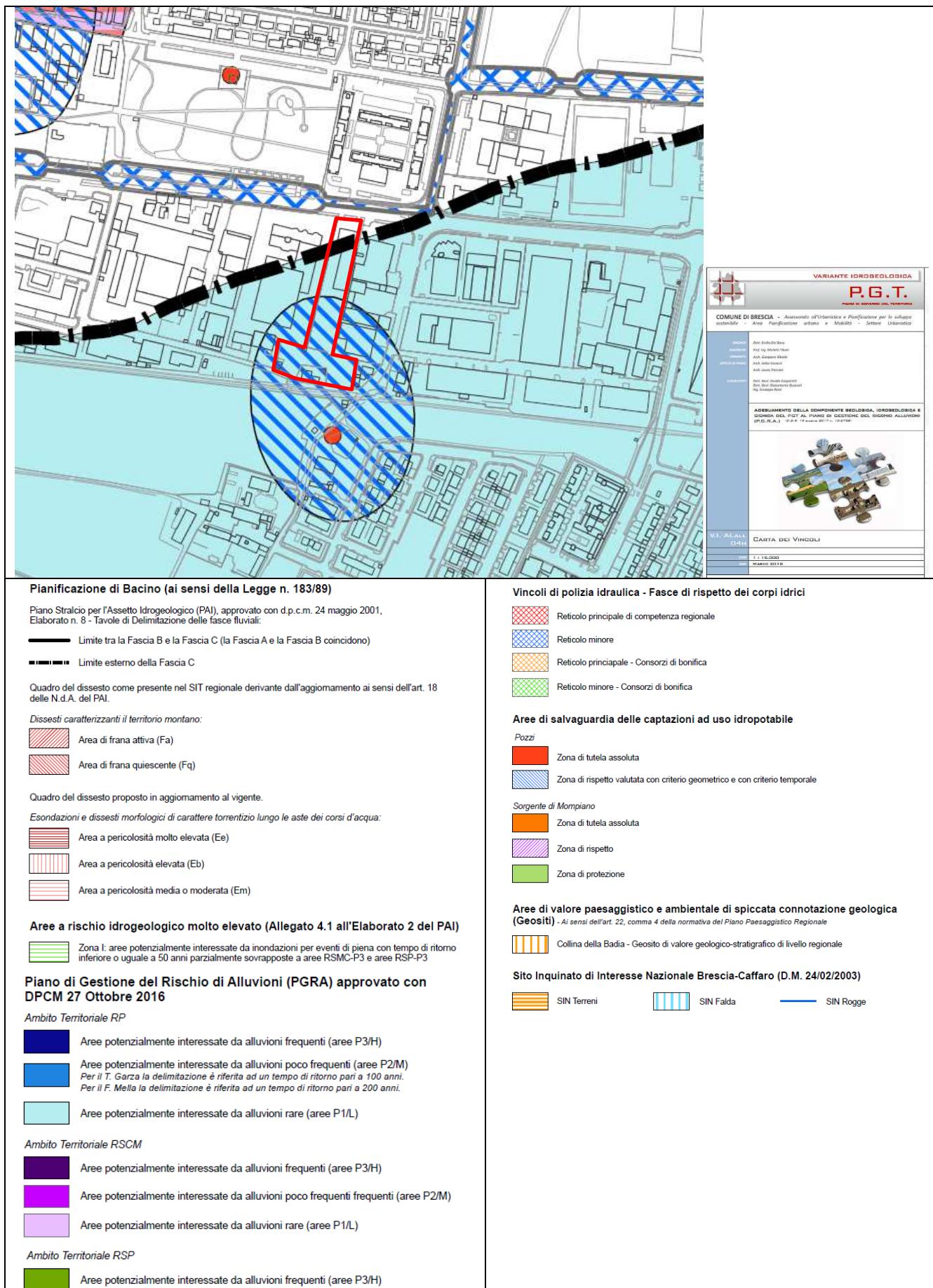


Figura 10: Studio geologico- Carta dei Vincoli – Variante PGRA 2018

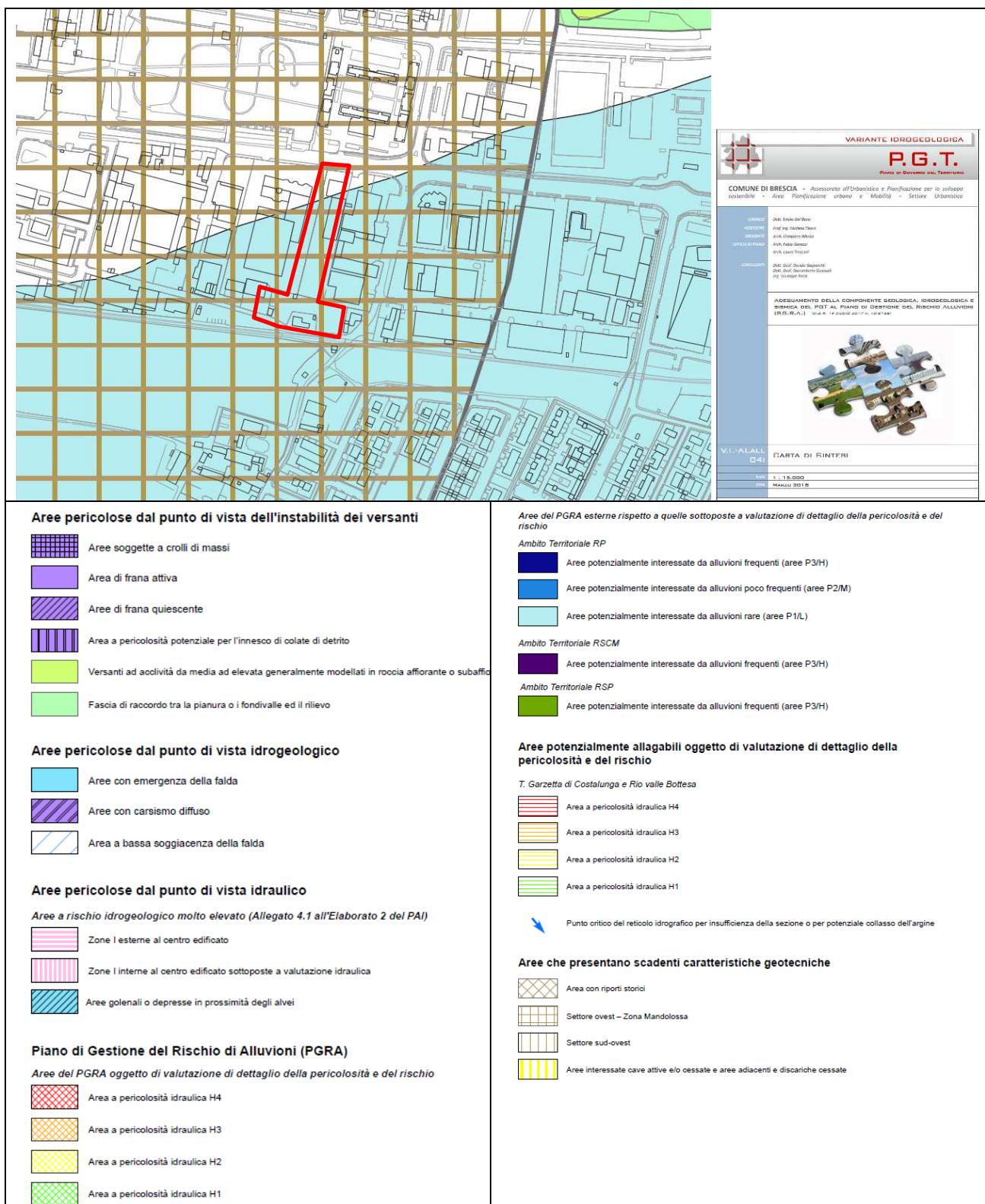


Figura 11: Studio geologico- Carta di sintesi – Variante PGRA 2018

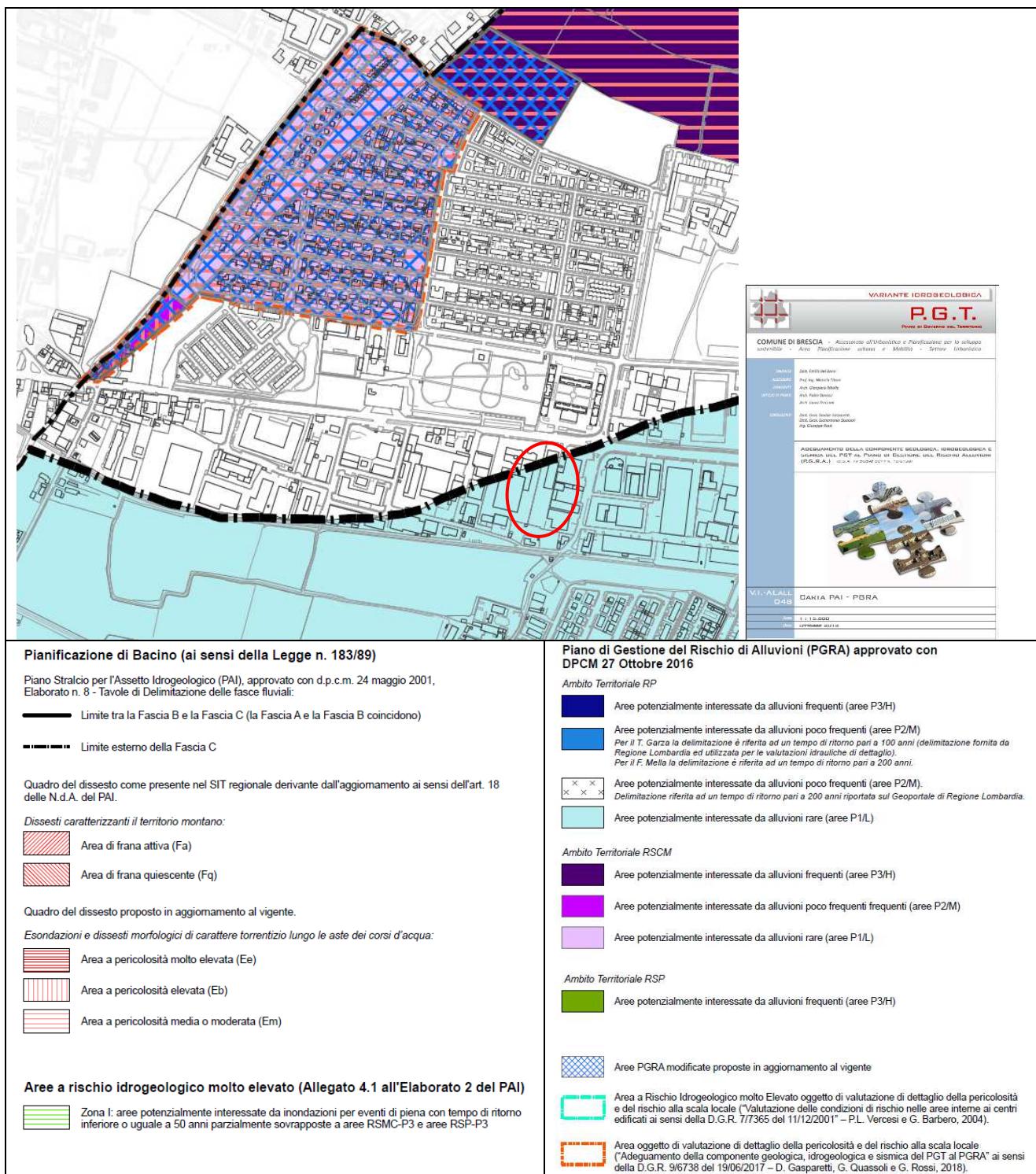


Figura 12: Studio geologico- Carta PAI PGRA – Variante PGRA 2018

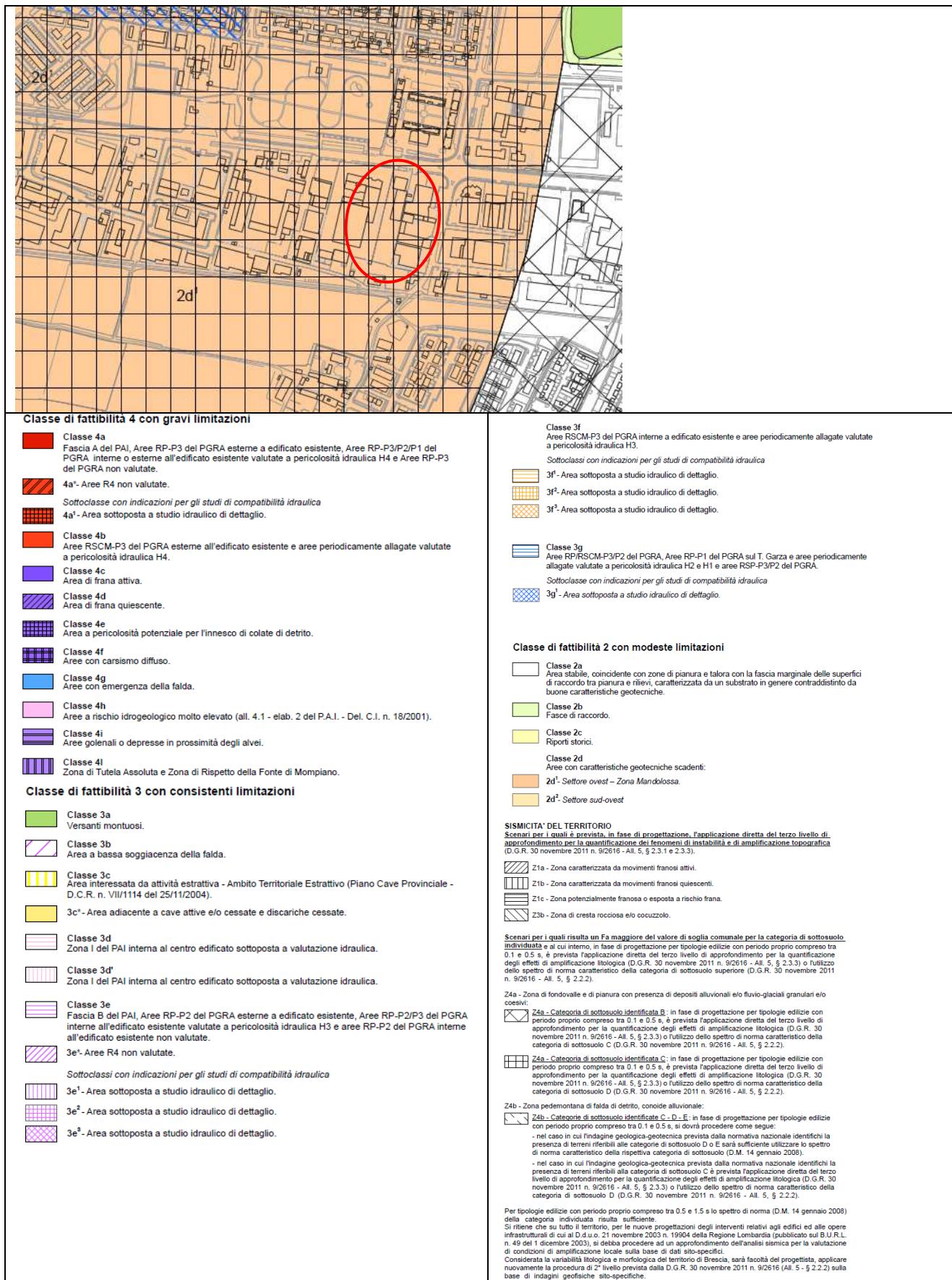


Figura 13: Studio geologico- Carta Fattibilità geologica per le azioni di piano – Variante PGRA 2018

#### 4. PERICOLOSITA' GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA

Dal punto di vista geologico l'area in esame si colloca all'interno di depositi fluvioglaciali e fluviali costituiti da successioni prevalentemente ghiaiose con orizzonte d'alterazione di potenza metrica formato a argille bruno rossastre (unità frg nella figura seguente).

Di seguito si riporta un estratto della Carta geologica d'Italia, foglio 47 Brescia.

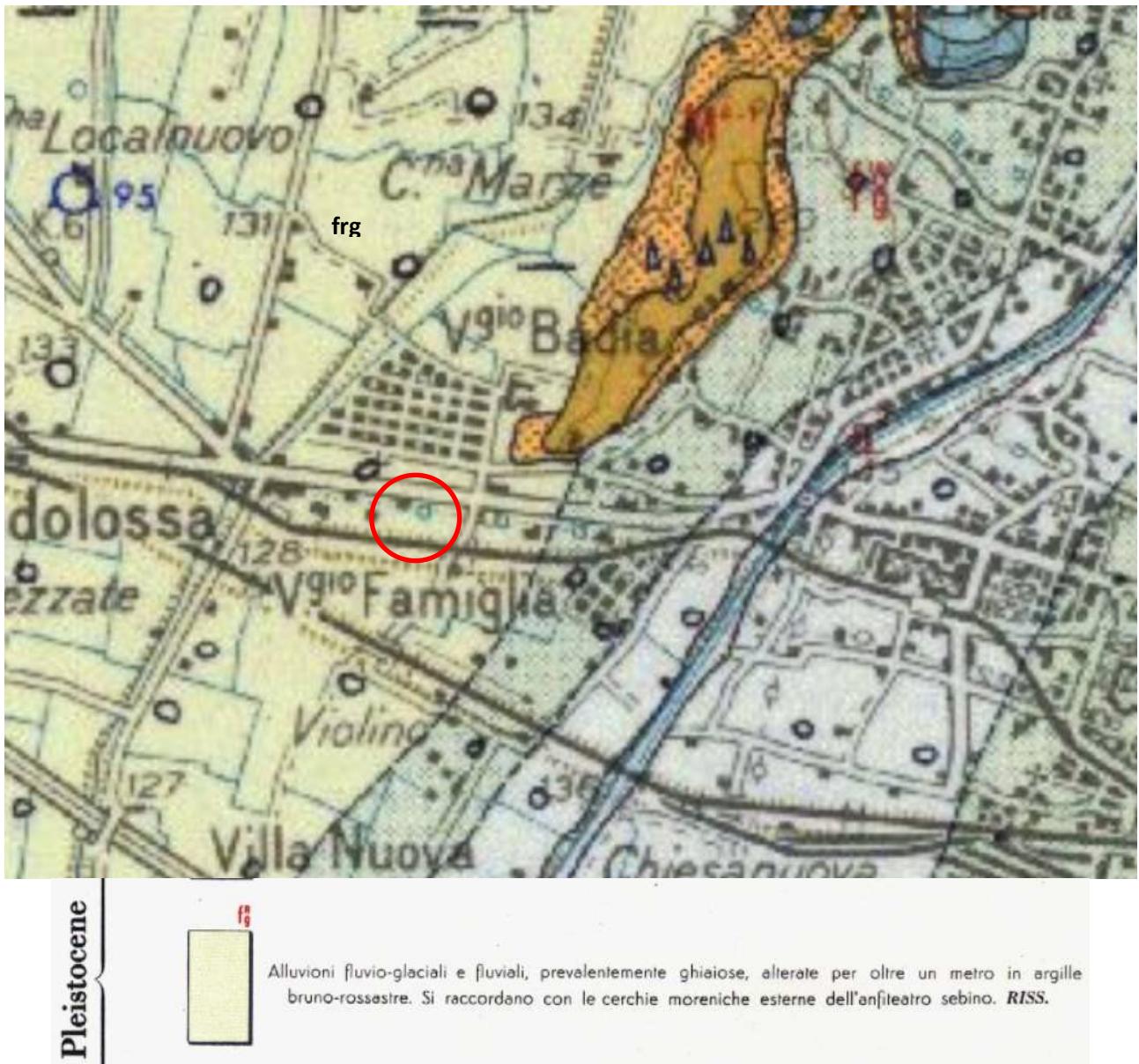


Figura 14: Carta geologica e geomorfologica – frg= alluvioni fluvioglaciali e fluviali - fwg= depositi fluvioglaciali e fluviali – a= depositi alluvionali

Nella figura seguente si riporta un estratto della Carta geologica e geostrutturale della componente geologica del PGT di Brescia, redatta dal Dott. Geol. Pierluigi Vercesi.

L'area in esame è interessata dalla presenza di depositi alluvionali e fluvioglaciali.

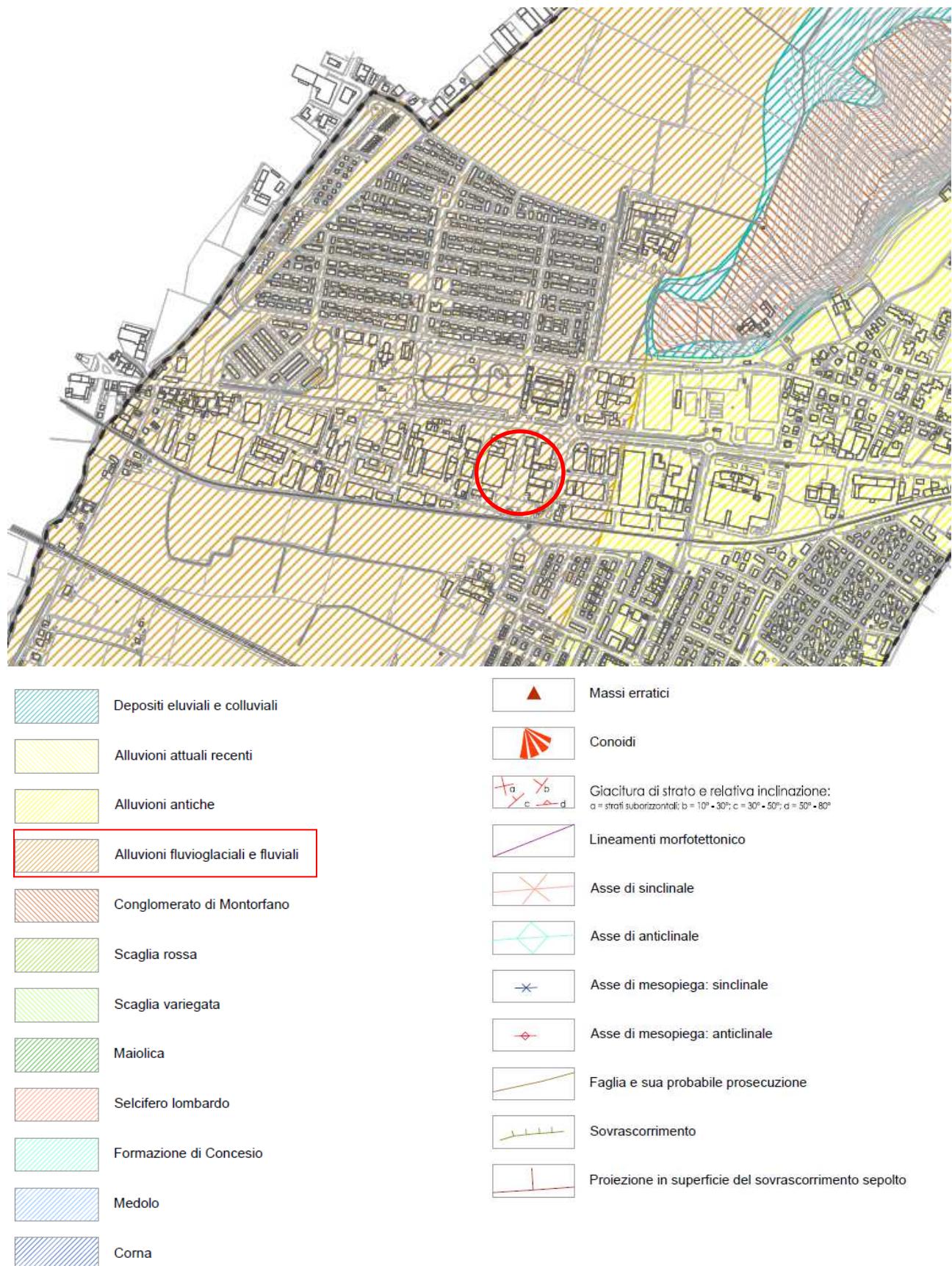
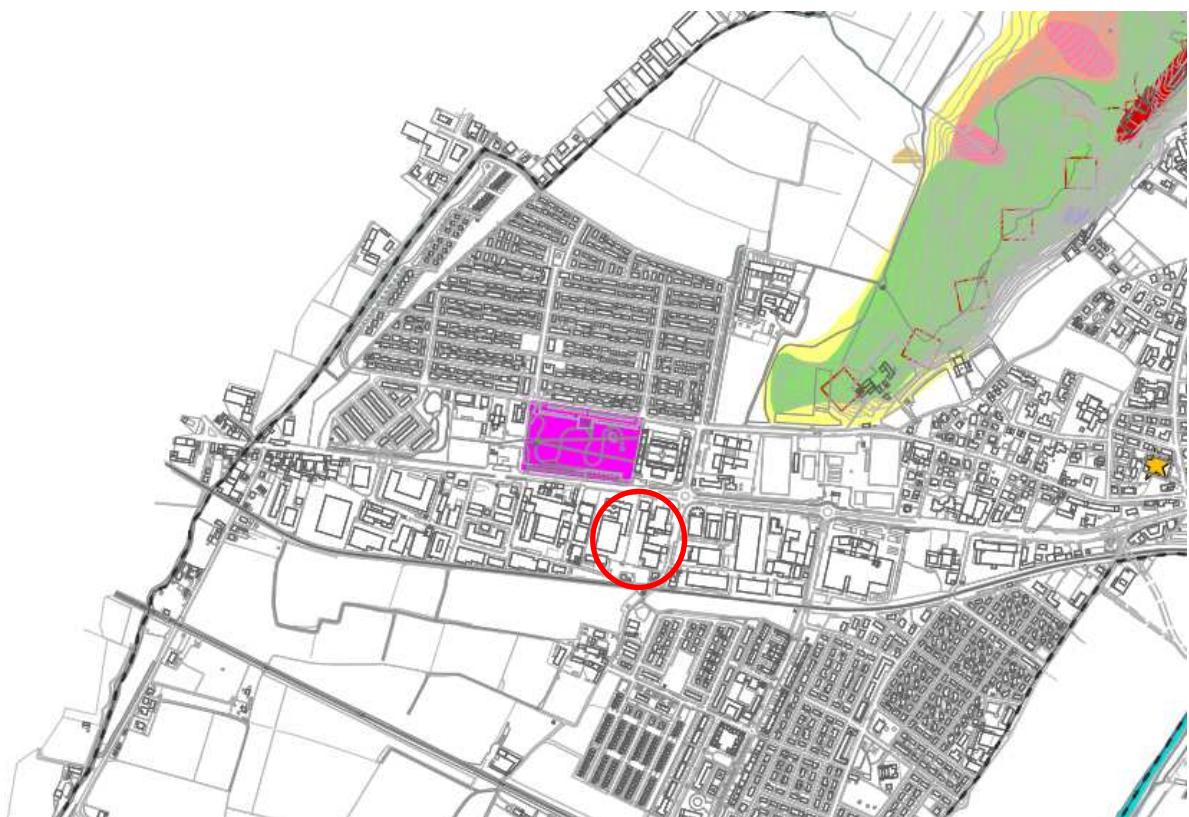


Figura 15: Estratto Tavola ALall04a – Analisi geologico – geo- strutturale della Componente geologica del PGT di Brescia



**Area subplaneggiante o con blande ondulazioni del piano campagna, coincidente con i ripiani dei depositi alluvionali e fluvio-gelaciali in cui è modellato il settore di pianura del territorio comunale e, parzialmente, con la fascia esterna dei depositi eluvio-colluviali; STABILE.**

Figura 16: Estratto Tavola ALall04b – Geomorfologia della Componente geologica del PGT di Brescia

Dal punto di vista geomorfologico lo studio geologico comunale classifica il sito come “area subpianeggiante o con blande ondulazioni del piano campagna coincidente con i ripiani dei depositi alluvionali e fluvio-gelaciali in cui è modellato il settore di pianura del territorio comunale e, parzialmente con la fascia esterna dei depositi eluvio-colluviali: stabile.”

Non è segnalata la presenza di fenomeni morfogenetici attivi in un intorno significativo dell’area.

Dal punto di vista altimetrico l’area si colloca in ambito pianeggiante ad una quota di circa 131 m slm (rif. Cartografia CTR).

## 5. PERICOLOSITA' IDROGEOLOGIA ED IDROGRAFIA

La struttura e le caratteristiche idrogeologiche sono state ricostruite mediante l'analisi delle stratigrafie dei pozzi esistenti nella zona (dati dell'archivio dell'ufficio pozzi della Provincia di Brescia).

Oltre ai dati tratti dall'archivio pozzi della provincia di Brescia si sono utilizzati anche i contenuti degli studi geologici dei comuni limitrofi, le pubblicazioni della Regione Lombardia (La geologia degli acquiferi padani e Acque sotterranee in Lombardia, gestione sostenibile di una risorsa strategica) e dalla Provincia di Brescia "Studio idrogeologico della pianura bresciana (Dott. Geol. D. Chiarini)".

Le caratteristiche geologiche del sottosuolo, caratterizzate da notevoli variazioni laterali e verticali in funzione dei diversi eventi deposizionali e/o erosivi verificatisi nel Quaternario, condizionano anche le caratteristiche idrogeologiche del territorio comunale.

La serie idrogeologica che caratterizza il territorio a scala provinciale e regionale è riportata nella tabella seguente.

Sottounità	Unità idrogeologica	Caratteri idrogeologici	Spessore	
			Alta pianura	Bassa pianura
Alluvioni fluvio glaciale recente	Acquifero superficiale e primo acquifero	Falde libere di elevata trasmissività nella parte alta della pianura	In media 40 m	Circa 10 m
Fluvioglaciale antico "Diluvium medio"	Secondo acquifero	Acquifero tradizionale	In media 80 m	In media 120 m
Fluvioglaciale antico "Diluvium medio"				
Ceppo				
Acquifero sotto il ceppo	Acquifero profondo o terzo acquifero	Falde confinate, trasmissività scarsa	Circa 150m	
Villafranchiano				

Tabella 1: schema delle unità idrogeologiche della pianura (da: Acque sotterranee in Lombardia)

Nella parte settentrionale della pianura il primo e secondo acquifero sono praticamente in contatto senza che esistano elementi di disconnessione idraulica (litozone limoso argilloso) significativi. Nel complesso si può quindi parlare di un unico complesso acquifero "monostrato". Spostandosi verso sud si osserva un incremento nella potenza delle litozone "impermeabili" che comportano una separazione dell'acquifero "monostrato" in un acquifero più superficiale "freatico" ed in un secondo acquifero più profondo (con presenza di falde in pressione). I carichi piezometrici fra la prima e la seconda falda si differenziano gradualmente dalla media alla bassa pianura, dove gli interscambi fra i due acquiferi diventano via via meno significativi.

In sintesi si parla di tre acquiferi principali definiti come: primo acquifero o "superficiale", secondo acquifero e terzo acquifero o "acquifero profondo". Il primo ed il secondo acquifero formano quello che viene normalmente identificato come "acquifero tradizionale".

Il primo acquifero ospita falde libere e semiconfinate. Le litologie dominanti sono rappresentate da depositi ghiaioso sabbiosi con modeste intercalazioni limoso argillose idrogeologicamente poco significative.

Il secondo acquifero aumenta di spessore verso sud (a scapito del primo acquifero che si riduce a poche decine di metri di spessore). E' caratterizzato dall'alternanza fra depositi ghiaioso sabbiosi (sede di falde confinate a discreta produttività) e litozone argilloso-limose.

Il terzo acquifero è un tipico sistema multistrato essendo costituito da banchi argillosi di spessore considerevole ai quali si intercalano lenti e orizzonti ghiaioso sabbiosi sede di falde confinate caratterizzate generalmente da una bassa produttività (depositi Villafranchiani).

Il modello idrogeologico della pianura bresciana è quindi schematizzabile nelle seguenti unità idrogeologiche sovrapposte ma non sempre ben individuabili:

- Unità sabbioso ghiaiosa – è formata da ghiae e ghiae sabbiose dei sedimenti alluvionali recenti e da sedimenti fluvioglaciali wurmiani. Gli spessori sono limitati. È formata da sedimenti grossolani permeabili che mostrano una diminuzione di granulometria da nord (ghiaia – alta pianura) a sud (sabbie e ghiae – media pianura).
- Unità a conglomerati e fluvioglaciale (Mindel- Riss). L'unità è costituita da una successione di conglomerati a ghiae a diverso grado di cementazione, con scarse intercalazioni argillose. Da Nord a Sud si osserva una graduale diminuzione degli orizzonti conglomeratici, sostituiti da sabbie e ghiae. L'unità può raggiungere spessori superiori ai 50 m ed è sede di falde a buona produttività.
- Unità Villafranchiana. Rappresenta il substrato poco permeabile degli acquiferi superficiali più produttivi; è costituita da depositi continentali formati da limi, limi sabbiosi e argillosi con intercalazioni di sabbie e rare ghiae. È presente a profondità in genere elevate.

Dal punto di vista idrogeologico si segnala la presenza di una falda freatica ricca e potente (alta trasmissività) avente andamento N→S con gradiente basso (>2 per mille) e livello idrico che oscilla fra 110 – 116 mslm.

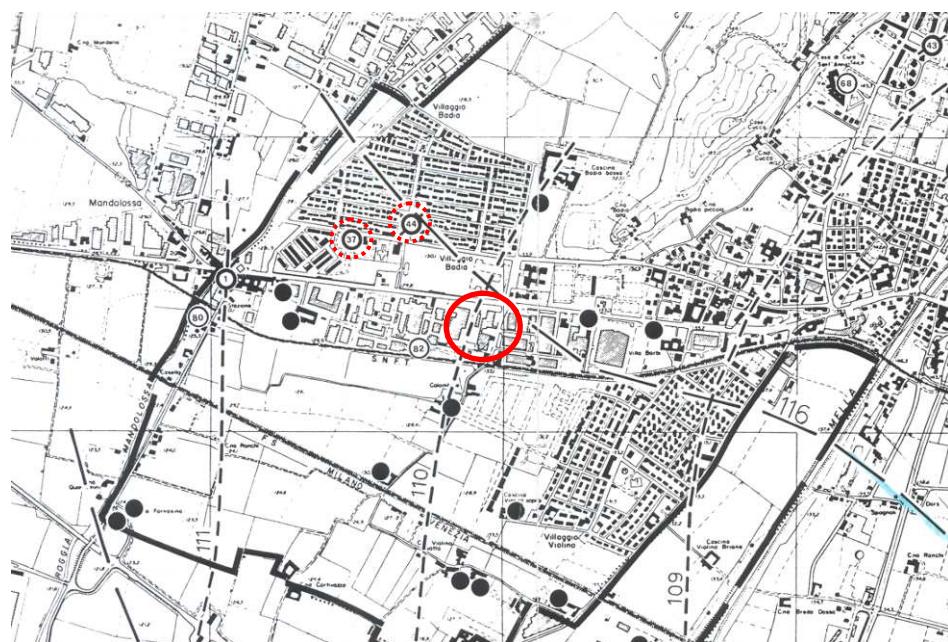


Figura 17: Estratto Carta idrogeologica e dei pozzi

Lo studio geologico comunale nella carta di fattibilità geologica inserisce il sito nelle aree a soggiacenza inferiore a 5 m, nella carta di sintesi il sito è collocato all'esterno di tali aree.

I dati piezometrici disponibili collocano la falda ad una profondità di fra 13- 20 m.

Nella zona a nord (Villaggio Badia) è segnalata la presenza di una falda sospesa sub-superficiale (a circa 2 – 3 m dal pc) contenuta all'interno della litozona argillosa.

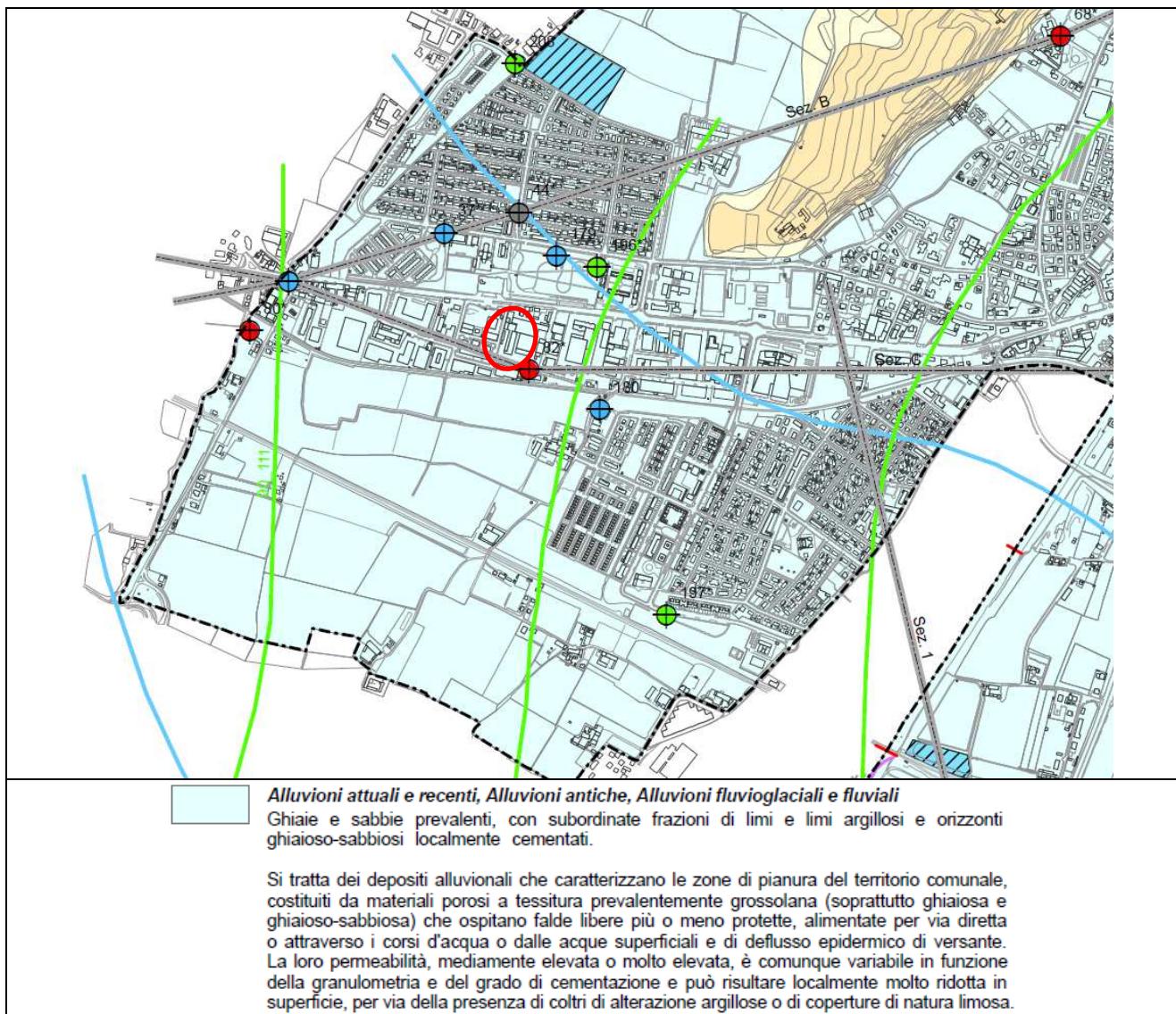


Figura 18 Estratto Carta idrogeologica – Studio geologico comunale

Il sito si colloca all'interno della zona di rispetto del pozzo comunale "Violino – P41".



Figura 19 carta delle isofreatiche e dei pozzi.

Nelle figure seguente si riporta un estratto delle stratigrafie dei pozzi presenti nell'intorno.

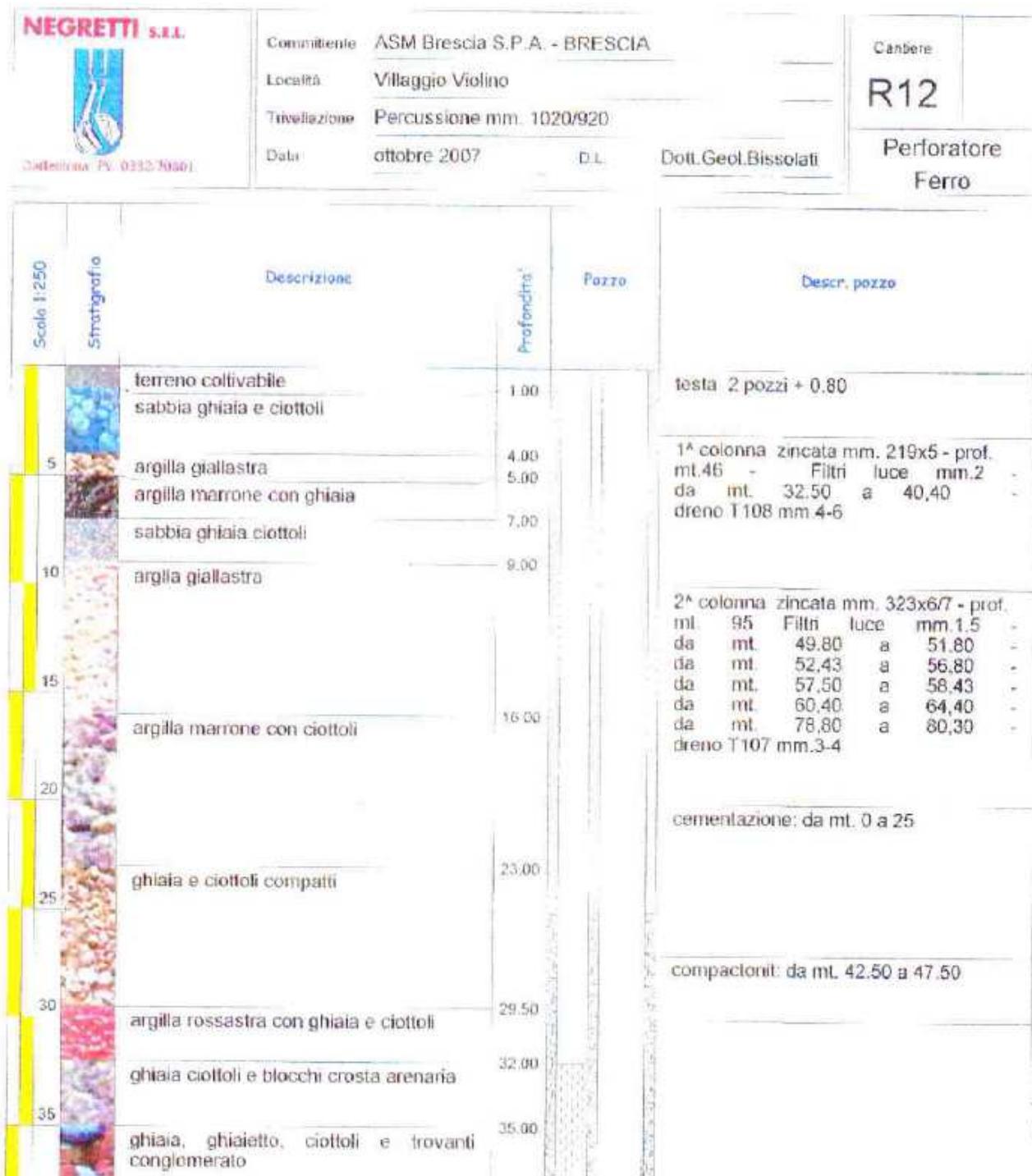


Figura 20: Stratigrafia pozzo ASM Violino

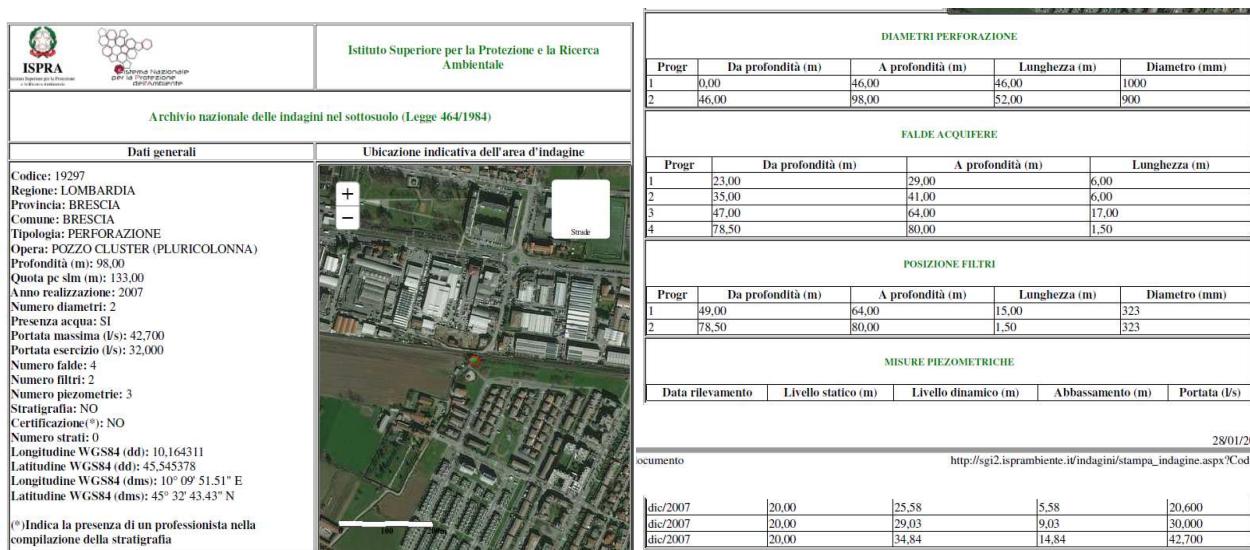


Figura 21: Dati costruttivi e piezometrici pozzo Violino (da Ispra).

proprietario del pozzo : OFFICINE FORGESE CERVATI  
Via Vallecmonica

perforatore : n.c.

anno di perforazione : n.c.

STRATIGRAFIA :

da xt. 0,00 a xt. 1,00 terra

1,00	11,00	argilla e ghiaia
11,00	23,00	ghiaia asciutta con argilla compatta
23,00	44,00	ghiaia con acqua
44,00	47,00	conglomerato fessurato con acqua
47,00	63,00	ghiaia con acqua
63,00	63,50	argilla gialla

livello statico : -13,00 xt. dal p.c.

livello dinamico : -14,00 nt. dal p.c.

portata : 1/sec 25

Figura 22: Stratigrafia pozzo Cervati.

Dal punto di vista idrografico non si segnalano interferenze dirette con elementi del reticolto idrografico minore.

Il sito ricade nella fascia C del PAI e nelle aree a scenario raro perimetrata dal PGRA per rischio esondazione del Fiume Mella.

Di seguito si riportano le definizioni delle fasce fluviali, tratte dalle Norme Tecniche di Attuazione del PAI e dai relativi allegati.

- Fascia di deflusso della piena (**Fascia A**), costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente, per la piena di riferimento, del deflusso della corrente, ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena;

- Fascia di esondazione (Fascia B), esterna alla precedente, costituita dalla porzione di alveo interessata da inondazione al verificarsi dell'evento di piena di riferimento. Con l'accumulo temporaneo in tale fascia di parte del volume di piena si attua la laminazione dell'onda di piena con riduzione delle portate di colmo. Il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento ovvero sino alle opere idrauliche esistenti o programmate di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento), dimensionate per la stessa portata.
- Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C, costituita dalla porzione di territorio esterna alla precedente (Fascia B), che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quelli di riferimento).

La delimitazione delle fasce, in particolare A e B, sottende l'assunzione di uno specifico progetto per l'assetto di un corso d'acqua, comprendente l'individuazione delle caratteristiche e della localizzazione delle nuove opere idrauliche per il contenimento dei livelli idrici di piena e per la regimazione dell'alveo. I limiti della fascia A e della fascia B vengono evidenziati nella cartografia del Piano con la dicitura "di progetto" nei casi in cui essi si identifichino con il perimetro di nuove opere idrauliche (ad esempio arginature).

#### Assunzioni per la delimitazione delle fasce fluviali

- Fascia di deflusso della piena (Fascia A). Si assume la delimitazione più ampia tra le seguenti:
  - fissato in 200 anni il tempo di ritorno (TR) della piena di riferimento e determinato il livello idrico corrispondente, si assume come delimitazione convenzionale della fascia la porzione ove defluisce almeno l'80% di tale portata. All'esterno di tale fascia la velocità della corrente deve essere minore o uguale a 0.4 m/s (criterio prevalente nei corsi d'acqua mono o pluricursali);
  - limite esterno delle forme fluviali potenzialmente attive per la portata con TR di 200 anni (criterio prevalente nei corsi d'acqua ramificati);
- Fascia di esondazione (Fascia B). Si assume come portata di riferimento la piena con TR di 200 anni. Il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena indicata ovvero sino alle opere idrauliche esistenti o programmate di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento), dimensionate per la stessa portata. La delimitazione sulla base dei livelli idrici va integrata con:
  - le aree sede di potenziale riattivazione di forme fluviali relitte non fossili, cioè ancora correlate, dal punto di vista morfologico, paesaggistico e talvolta ecosistemico alla dinamica fluviale che le ha generate;
  - le aree di elevato pregio naturalistico e ambientale e quelle di interesse storico, artistico, culturale strettamente collegate all'ambito fluviale.
- Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C). Si assume come portata di riferimento la massima piena storicamente registrata, se corrispondente a un TR superiore a 200 anni, o in assenza di essa, la piena con TR di 500 anni.

Per i corsi d'acqua non arginati la delimitazione dell'area soggetta ad inondazione viene eseguita con gli stessi criteri adottati per la fascia B, tenendo conto delle aree con presenza di forme fluviali fossili.

Per i corsi d'acqua arginati l'area è delimitata unicamente nei tratti in cui lo rendano possibile gli elementi morfologici disponibili; in tali casi la delimitazione è definita in funzione della più gravosa delle seguenti due ipotesi (se entrambe applicabili) in relazione alle altezze idriche corrispondenti alla piena :

- altezze idriche corrispondenti alla quota di tracimazione degli argini,
- altezze idriche ottenute calcolando il profilo idrico senza tenere conto degli argini.

L'area in esame risulta pertanto potenzialmente interessata dalle esondazioni del Fiume Mella aventi carattere catastrofico con tempo di ritorno > 200 anni.

Il sito in esame si colloca anche all'interno delle aree alluvionabili cartografate dalla Direttiva alluvioni 2007/60 CE/PRGA.

Il PGRA distingue i seguenti scenari di pericolosità:

- Aree P3 (H nella cartografia), o aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti = TR 30 – 50 anni.
- Aree P2 (M nella cartografia), o aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti = TR 100 – 200 anni.
- Aree P1 (L nella cartografia), o aree potenzialmente interessate da alluvioni rara.= TR fino a 500 anni

Nel 2005 l'AdBPO ha eseguito uno studio idraulico di approfondimento sulle aste dell'Oglio e del Mella denominato " Studio di fattibilità della sistemazione idraulica: - del fiume Oglio nel tratto da Sonico alla confluenza in Po e del suo affluente Chario dal lago di Endine alla confluenza; - del fiume Mella da Brozzo alla confluenza in Oglio; del fiume Garza dalla confluenza Valle del Loc alla confluenza in Chiese e del fiume Chiese da Gavardo alla confluenza in Oglio.

Lo studio suddivide il corso del Mella in diversi settori. Il comune di Brescia è compreso all'interno dei tratti:

- Tratto ME-3, da Cailina (Villa Carcina) a Brescia.
- Tratto ME-4, da Brescia a Fenile Mella.

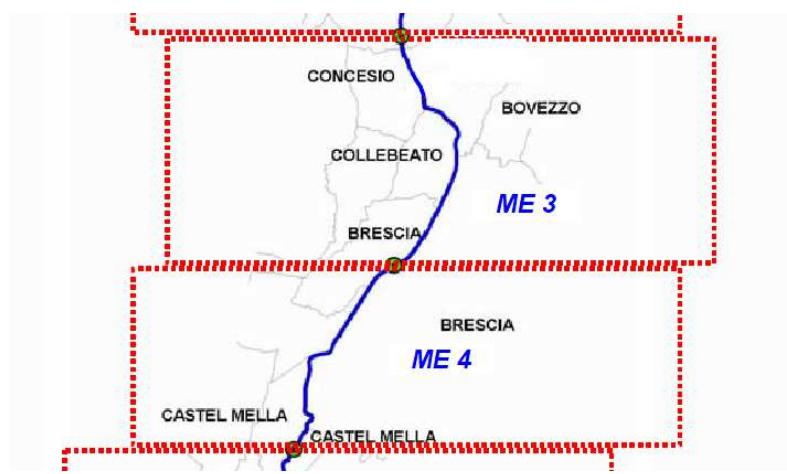


Figura 23: Suddivisione del Fiume Mella in tratti omogenei.

Di seguito si riporta la descrizione dei due tratti citati.

#### Tratto ME-3, da Cailina (Villa Carcina) a Brescia

Nel tratto III, compreso tra Cailina (Comune di Villa Carcina, sezione ME-77) e Brescia, località Seda Buoni (sezione ME-64), l'alveo scorre rettilineo in un fondovalle montano ampio. A differenza dei tratti precedenti quello in oggetto risulta arginato per lunghi tratti. Le piene si originano attraverso i contributi di bacini montani direttamente afferenti all'asta e attraverso l'immissione di alcuni torrenti e si propagano all'interno dell'alveo principale e nel piano campagna, in destra e in sinistra idraulica; in corrispondenza della sezione ME-67M si ha, in sinistra idraulica, l'immissione dello scaricatore delle piene del fiume Garza. La capacità di deflusso di tale tratto è molto variabile, ma i tratti in cui si originano esondazioni, che si propagano poi per vaste aree in seguito alla pendenza del piano  $\geq 20$  anni. Tale capacità è notevolmente influenzata dalla presenza di alcuni manufatti interferenti (ponti e traverse) che ne riducono l'entità rispetto alla capacità intrinseca dell'alveo. Le aree di allagamento sono diffuse, in alcuni tratti ampie ed in altri ridotte, ed interessano prevalentemente terreni destinati ad uso agricolo ed alcune aree residenziali (località Cailina in comune di Villa Carcina e in comune di Concesio lungo l'intero corso del fiume, soprattutto nel tratto compreso tra il ponte della SP19 e la località Daina). Il modello considerato ai fini della modellizzazione idraulica del presente tratto è composto da 71 sezioni di cui 33 rilevate e 38 utili alla rappresentazione dei manufatti (ponti e traverse), per una lunghezza complessiva di circa 8,8 km. Il dislivello complessivo è pari a circa 78 m e la pendenza media è pari a 0,9%. La presenza di arginature separa idraulicamente il deflusso dell'alveo principale dal deflusso nelle aree di espansione laterale; l'instaurarsi in tale tratto di tre correnti (alveo principale, area di espansione in sinistra e in destra) ha portato a schematizzare il sistema attraverso un modello idraulico di tipo quasi-bidimensionale.

#### Tratto ME-4, da Brescia a Fenile Mella (Castel Mella)

Il tratto IV, compreso tra Brescia (sezione ME-64) e Fenile Mella (Comune di Castel Mella, sezione ME-54), presenta un alveo rettilineo che scorre in un terreno pianeggiante fortemente urbanizzato. Come il tratto precedente, si ha la presenza diffusa di argini lungo entrambe le sponde. A causa delle caratteristiche del bacino pianeggiante afferente e della presenza di estese arginature, in tale tratto non si hanno cospicui incrementi della portata di piena. All'interno del tratto in esame la piena si propaga unicamente all'interno dell'alveo principale, in quanto la capacità di deflusso è tale da permettere il deflusso delle portate di piena con tempo di ritorno pari a 500 anni (portate dell'ordine di 650 m<sup>3</sup>/s), senza dare origine ad allagamenti. Per tale motivo l'intero tratto è stato utilizzato uno schema idraulico monodimensionale. Il modello del presente tratto è composto da 43 sezioni di cui 22 rilevate e 21 utili alla

rappresentazione dei manufatti (ponti e traverse), per una lunghezza complessiva di circa 8,6 km. Il dislivello complessivo è pari a circa 48 m e la pendenza media è pari a 0,5%.

In sintesi lo studio di dettaglio esclude il sito in esame dalle aree potenzialmente allagabili con  $T = 500$  anni (vedi figura seguente).

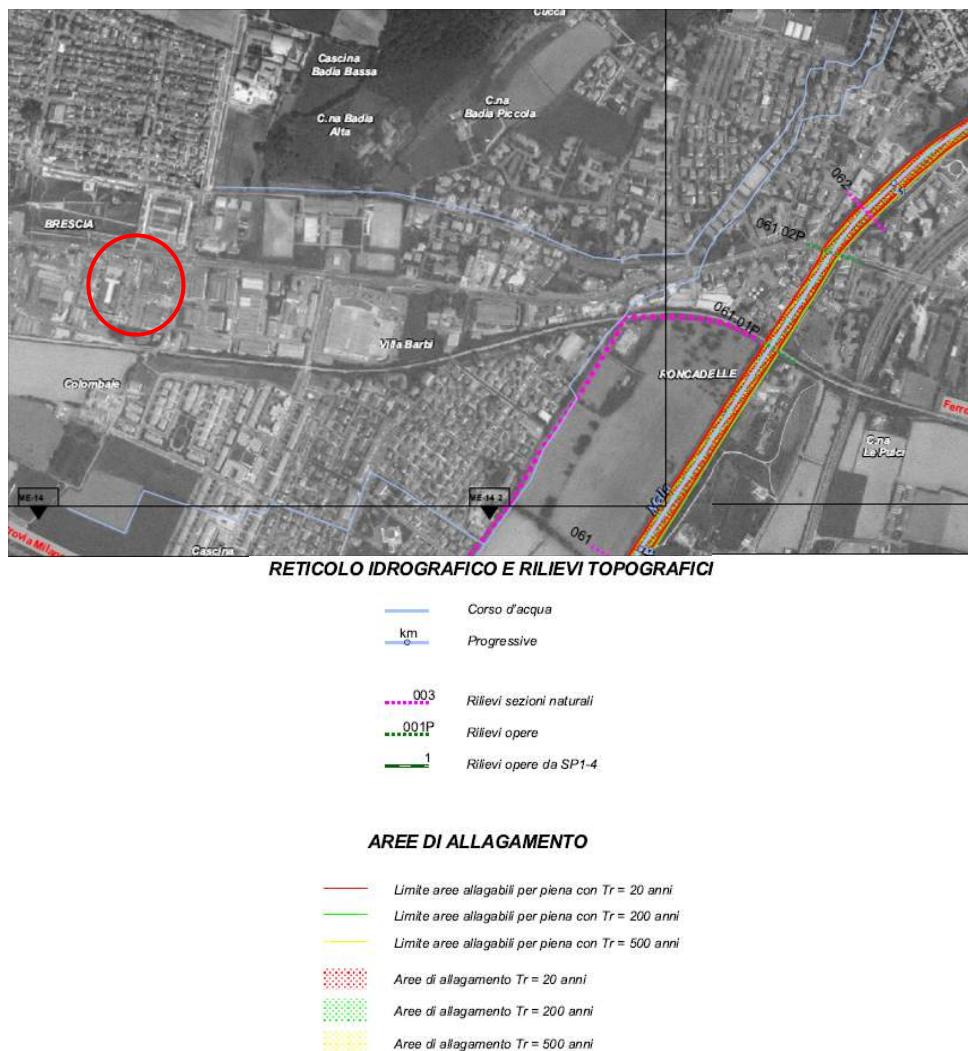


Figura 24: Studio fattibilità AdbPo – Unione Tav 15-15.1

Lo studio di dettaglio eseguito dall'AdbPo porta alle seguenti conclusioni:

#### Tratto ME-3, da Cailina (Villa Carcina) a Brescia – a monte del sito in esame

Nel tratto ME-3, compreso tra Cailina (Comune di Villa Carcina) e Brescia, località Seda Buoni, le aree allagabili sono diffuse, in alcuni tratti ampie ed in altri ridotte, ed interessano prevalentemente terreni destinati ad agricoltura ed alcune aree residenziali.

In particolare le esondazioni si possono verificare nelle seguenti zone:

- a Villa Carcina, località Carlina, tra le sezioni ME-77 e ME-74, a causa dell'effetto combinato della briglia posta alla sezione ME-75S e dei ponti posti alle sezioni ME-76P (tracimato) e ME-75.1P (in pressione); l'esondazione si sviluppa in sinistra ed in destra idraulica, interessando una zona soggetta a diversi usi (residenziale, industriale e agricolo);
- a Concesio, a Collebeato e a Brescia (zona limitata in località Stocchetta), nel tratto compreso tra le sezioni ME-73 e ME-67M (a monte della confluenza dello scolmatore del Garza). I punti in cui si verificano insufficienze sono in corrispondenza delle tre traverse localizzate rispettivamente nelle sezioni ME-72.03S, ME-69.02S e ME-68.02S: i volumi idrici che esondono in tali punti (pari a circa 400'000 m<sup>3</sup>) si propagano lungo il piano campagna in quanto lo stesso è caratterizzato da una pendenza tale da permettere il deflusso. Inoltre la possibilità che le aree esondate restituiscano parte della portata verso il corso d'acqua è impedita per lunghi tratti dagli argini del Mella, almeno fino alla sezione ME-67M; l'esondazione interessa terreni ad uso residenziale ed agricolo;
- a Collebeato e Brescia, tra le sezioni ME-66.01S e ME-64.01P, a causa dell'interferenza delle briglie poste alle sezioni ME-66S, ME-65.01S, ME-64.03S e ME-64.02S, combinata con il rigurgito del ponte posto alla sezione ME-64.01P, che innalzano i livelli al di sopra

delle quote spondali ed arginali. L'area di allagamento interessa una porzione limitata del piano campagna circostante ad uso residenziale.

#### Tratto ME-4, da Brescia a Fenile Mella (Castel Mella)

Il tratto ME-4, compreso tra Brescia e Fenile Mella (escluso) in comune di Castel Mella, non è soggetto ad esondazioni in quanto la capacità idraulica è tale da permettere il deflusso delle portate di piena fino ad un tempo di ritorno pari a 500 anni (portate dell'ordine di 600 m<sup>3</sup>/s).

Dallo studio è possibile trarre le seguenti conclusioni:

- Eventuali esondazioni a monte (tratto ME- 3) per T= 500 anni interessano esclusivamente aree limitrofe al Mella a destinazione varia. Non è evidenziata alcuna propagazione del fenomeno verso valle che interassi il sito in esame.
- Nel tratto ME-4 l'alveo del Mella risulta in grado di smaltire la portata di piena attesa per T= 500 anni.

Dal punto di vista idraulico considerando i risultati dello studio di fattibilità AdBPO – 2005 che esclude l'area in esame da quelle esondabili per T= 500 anni e il carattere eccezionale degli eventi in gioco (200 anni < T < 500 anni) si può ritenere l'intervento in progetto compatibile con lo scenario di rischio individuato. Va comunque sempre considerata la potenziale interazione con piene catastrofiche del Mella.

Si ritiene comunque doveroso prescrivere la necessità che, in caso di situazioni di pre- emergenza e di allarme decretati a seguito di situazioni di criticità del Mella, venga posta particolare attenzione alle comunicazioni diramate dalle Autorità competenti, dandone piena attuazione.

In questa sede si ritiene doveroso formulare le seguenti precisazioni in merito alla presente analisi:

- Trattandosi di un'analisi puntuale, le considerazioni sopraesposte sono state formulate sulla base dei dati disponibili in letteratura, ed in particolare dello studio di fattibilità redatto dall'Autorità di Bacino che esclude l'area in esame da quelle allagabili per T= 500 anni.
- Il potenziale allagamento dell'area è condizionato dall'assetto urbanistico delle aree a monte e risente di qualsiasi modifica morfologica e/o della destinazione d'uso del suolo che possa alterare le modalità di deflusso della piena (sia in alveo che nelle aree golenali/ allagabili).
- Saranno da recepire eventuali prescrizioni derivate da studi di dettaglio redatti a scala comunale per la valutazione del rischio idraulico, delle vie di propagazione e dei tiranti idrici/ velocità attesi.

## 6. PERICOLOSITA' SISMICA

### 6.1. SISMOTETTONICA

Nel presente paragrafo si evidenzia quanto riportato dal DISS (database of Individual Seismogenic Sources) elaborato dall'Istituto Nazionale Geofisica che fornisce informazioni sulla faglie attive in Italia. Tale database evidenzia che il sito in studio si colloca sulla sorgente sismo genetica denominata "ITCS010 Western S-Alps Internal thrust".

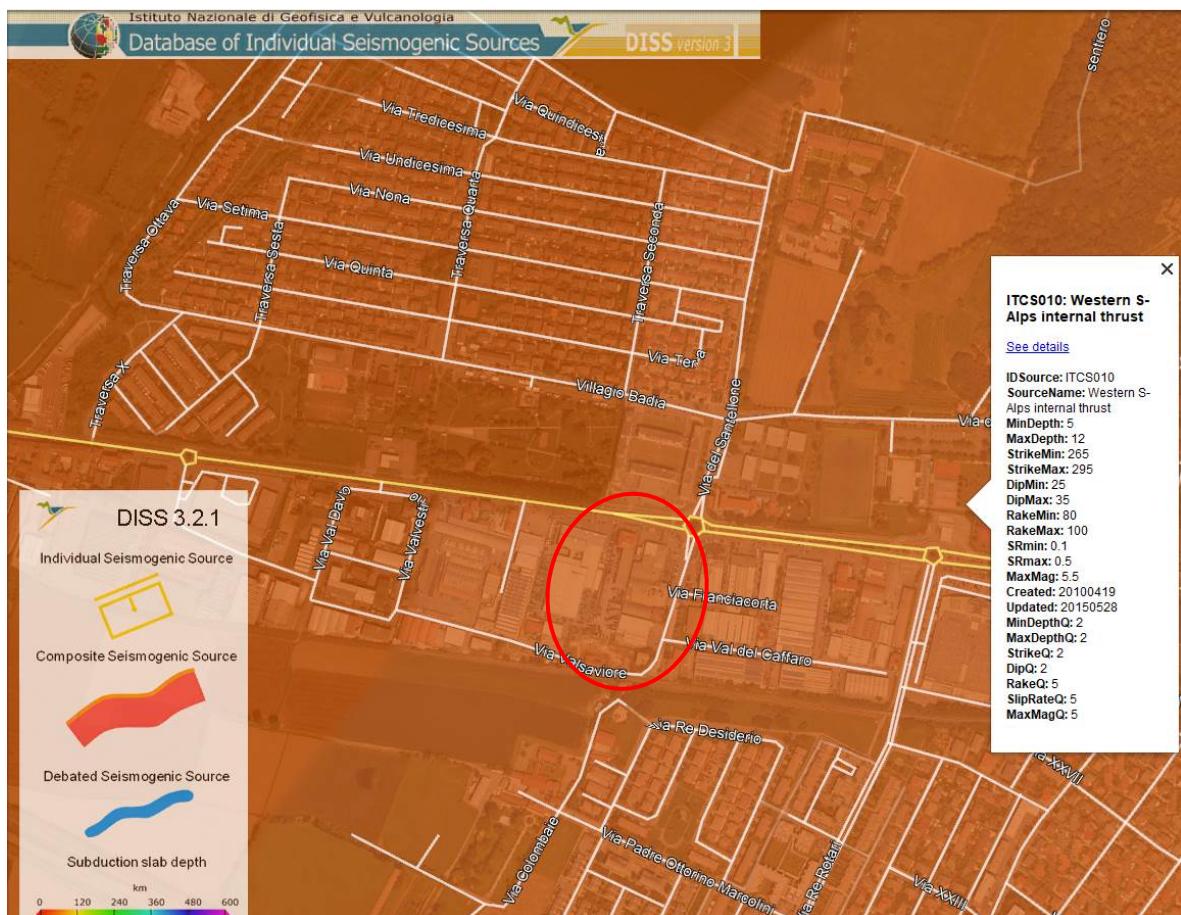


Figura 25- Estratto DISS – Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)

Nella figura seguente si riportano in dettaglio le caratteristiche della zona sismo genetica precedentemente citate tratta dal DISS.

### 6.2. PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

Con la DGR n. X/2129 del 14 Luglio 2014 la Regione Lombardia ha riclassificato il comune inserendolo in zona sismica 2. Nella tabella seguente si riportano i valori di accelerazione (ag max) previsti dalla DGR X/2129/2014 per il comune in esame.

ISTAT	Provincia	Comune	Zona Sismica	AgMax
03017029	BS	BRESCIA	2	0,154219

Figura 26- Estratto DGR . X/2129/2014

Con l'entrata in vigore delle NTC vengono fornite tabelle con i parametri che definiscono l'azione sismica relativamente ad un reticolo di riferimento da cui è possibile derivare i valori per ogni punto indagato.

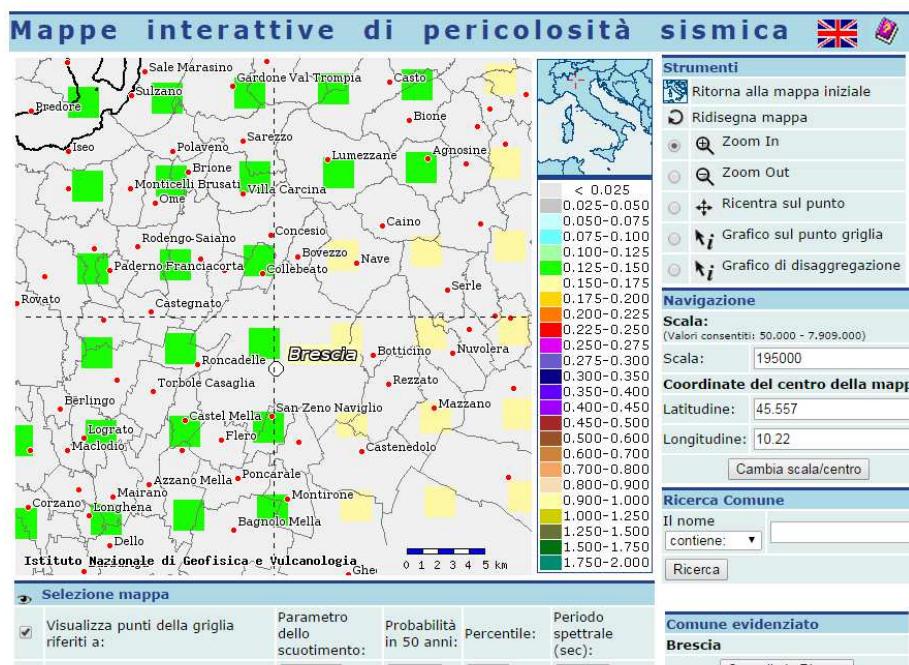
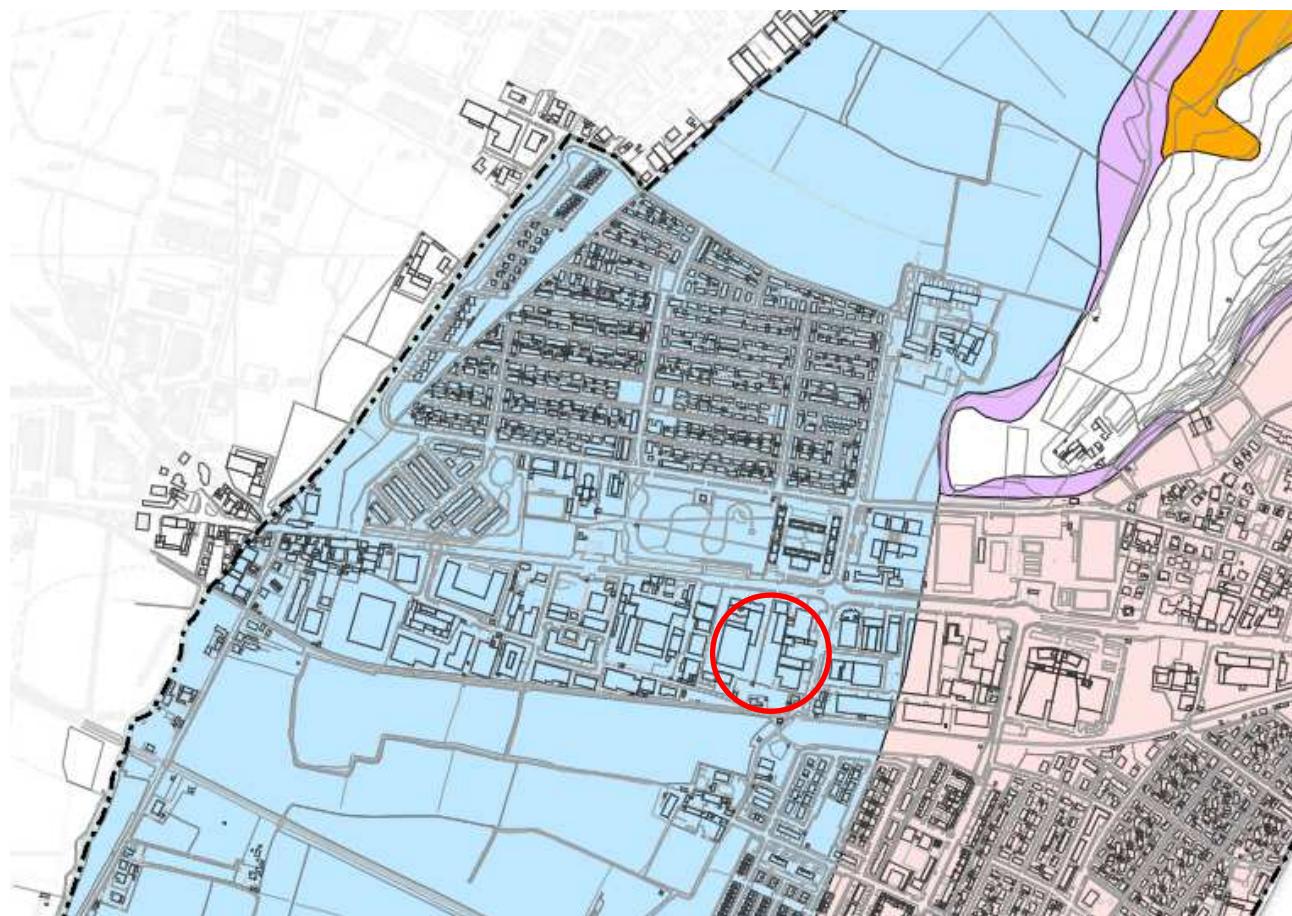


Figura 27- Estratto Mappa interattiva di pericolosità sismica dal sito web INGV  
(<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>)

### 6.3. SCENARI DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

Nella carta della pericolosità sismica locale l'area in esame è inserita nello scenario Z4a: Zone di fondovalle e/o di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali.

Nella figura seguente si riporta un estratto degli approfondimenti di II° livello eseguiti nello studio geologico comunale.



**Scenari per i quali risulta un Fa maggiore del valore di soglia comunale per la categoria di sottosuolo individuata** e al cui interno, in fase di progettazione per tipologie edilizie con periodo proprio compreso tra 0.1 e 0.5 s, è prevista l'applicazione diretta del terzo livello di approfondimento per la quantificazione degli effetti di amplificazione litologica (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.3.3) o l'utilizzo dello spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo superiore (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.2.2).

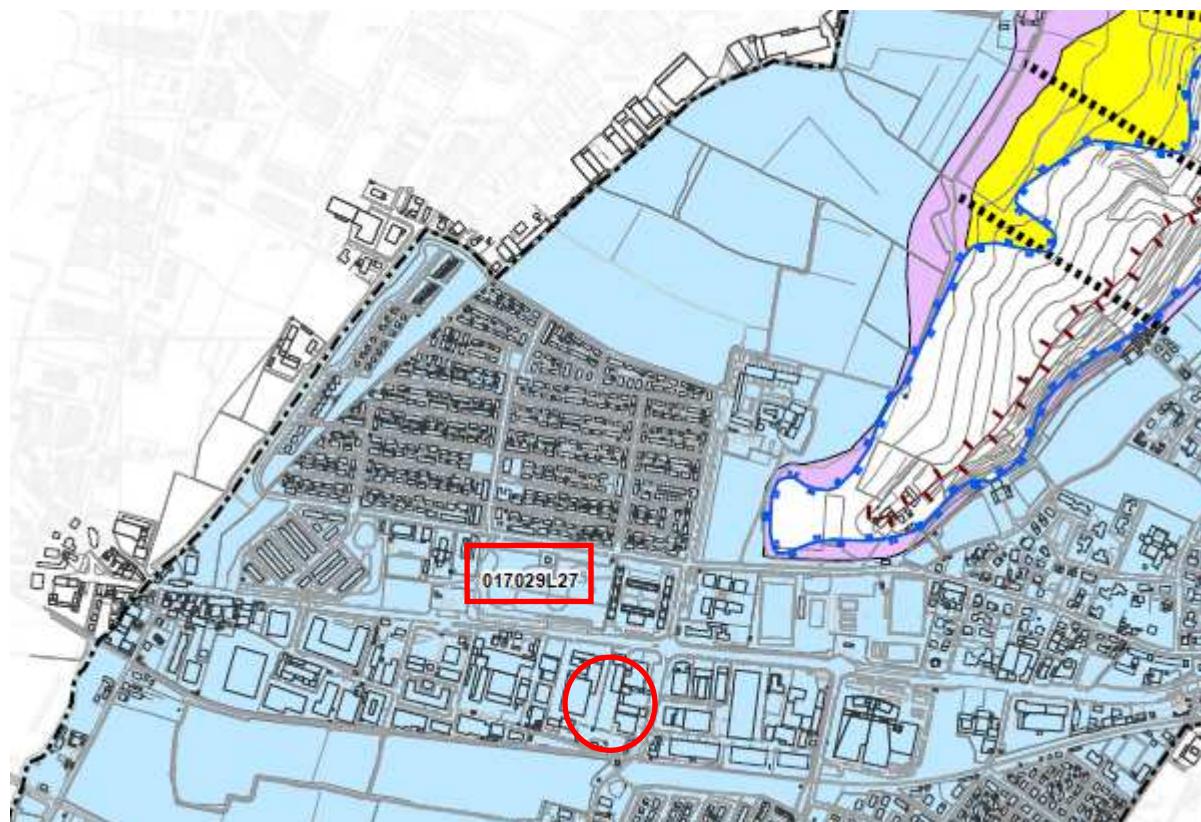
Z4a - Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi.

Z4a - Categoria di sottosuolo identificata B: in fase di progettazione per tipologie edilizie con periodo proprio compreso tra 0.1 e 0.5 s, è prevista l'applicazione diretta del terzo livello di approfondimento per la quantificazione degli effetti di amplificazione litologica (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.3.3) o l'utilizzo dello spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo C (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.2.2).

Z4a - Categoria di sottosuolo identificata C: in fase di progettazione per tipologie edilizie con periodo proprio compreso tra 0.1 e 0.5 s, è prevista l'applicazione diretta del terzo livello di approfondimento per la quantificazione degli effetti di amplificazione litologica (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.3.3) o l'utilizzo dello spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo D (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.2.2).

Figura 28- Estratto Carta della pericolosità sismica locale 2° livello Tav V-ALal04H- Studio geologico comunale.

Gli approfondimenti di secondo livello eseguiti nell'ambito dell'aggiornamento del PGT hanno portato ad inserire il sito in esame nello scenario sismico sotto riportato, con FAC>FAS.



**Z4a - Categoria di sottosuolo identificata C:** in fase di progettazione per tipologie edilizie con periodo proprio compreso tra 0.1 e 0.5 s, è prevista l'applicazione diretta del terzo livello di approfondimento per la quantificazione degli effetti di amplificazione litologica (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.3.3) o l'utilizzo dello spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo D (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.2.2).

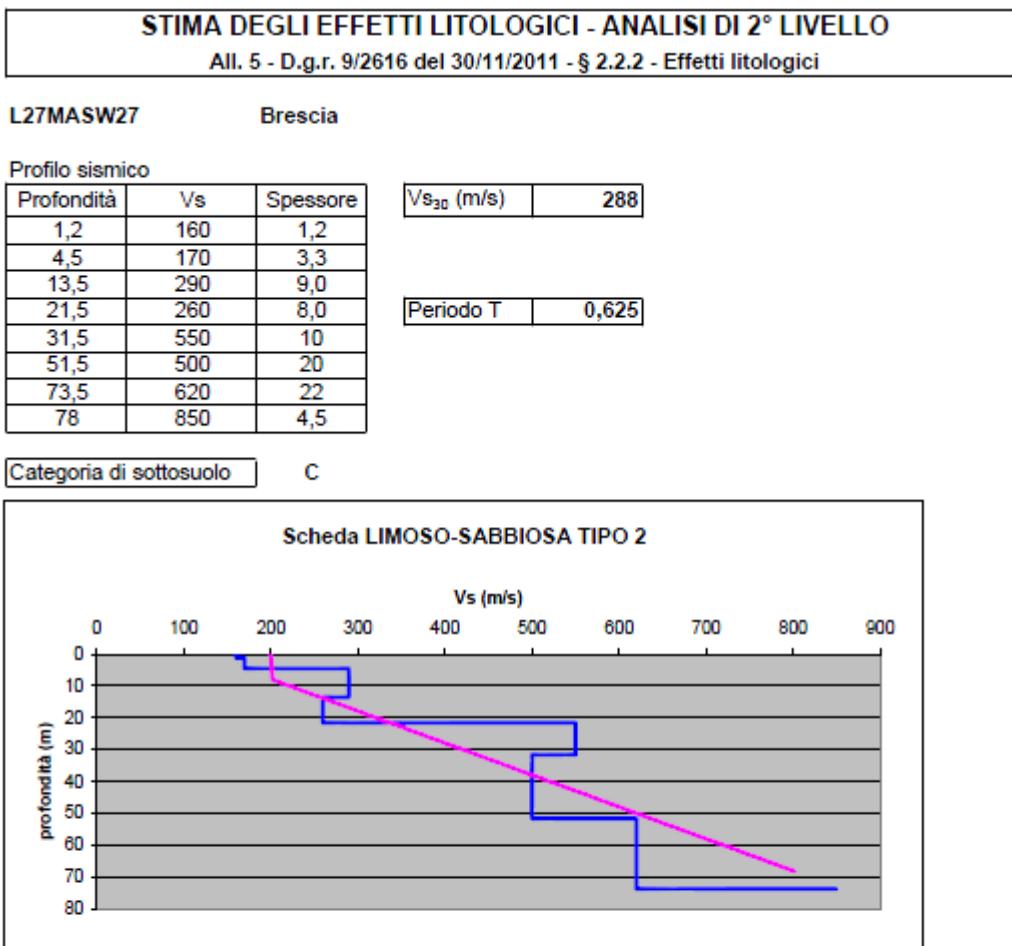
..... Traccia sezione topografica

— Stendimento indagine sismica

Figura 29- Estratto Carta della pericolosità sismica locale 1° livello Tav V-ALal04G- Studio geologico comunale.

Di seguito si riportano alcuni estratti dello studio geologico comunale relativi ai risultati delle indagini MASW eseguite in prossimità del sito nello stesso scenario di pericolosità sismica.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda all'aggiornamento dello studio geologico redatto a supporto della variante al PGT dal Geol. Gasparetti e dal geol. Quassoli.



Scheda	litologia limoso-sabbiosa tipo 2				
curva	1				
Fa calcolato	Valori soglia di Fa per il Comune di Brescia				
Fa <sub>(0,1-0,5 s)</sub>	2,3	B	C	D	E
		1,4	1,8	2,2	2,0
Fa <sub>(0,5-1,5 s)</sub>	1,5	1,7	2,4	4,2	3,1

Figura 30 Approfondimento sismico II° livello- estratto dallo studio geologico comunale.

#### 6.4. CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E TOPOGRAFICA

Le NTC2018 prevedono che la classificazione del sottosuolo si effettui in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, V<sub>S,eq</sub> (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N h_i} \quad [3.2.1]$$

con:

- h<sub>i</sub> spessore dell'i-esimo strato;
- V<sub>S,i</sub> velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- N numero di strati;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V<sub>S</sub> non inferiore a 800 m/s.

Figura 31 Estratto NTC2018

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio VS,eq è definita dal parametro VS,30, ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

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

Tabella 2: Categoria di sottosuolo di fondazione- Estratto NCT 2018.

L'indagine effettuata nello studio geologico comunale, portano a definire categoria di suolo di fondazione di tipo C. Pertanto in fase preliminare, in applicazione di quanto previsto dallo studio geologico comunale sarà da utilizzare a fini progettuali lo spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo superiore, ossia la categoria D.

Tale spettro dovrà essere confermato con la redazione della relazione R1 ai sensi delle NTC.

Le NTC prevedono che le categorie topografiche riportate nella tabella seguente si applichino per geometrie con dislivelli > 30 m.

La cat. topografica definita in base alle NTC 2018 è **T1** (superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media <15°) cui corrisponde un valore di coefficiente di amplificazione topografica ST pari a 1.

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

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

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

Tabella 3: Categorie topografiche- Estratto NCT 2018.

## 6.5. VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI IN CONDIZIONI SISMICHE

Ai sensi del paragrafo 7.11.3.4.2 delle NTC 2018 la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata (N1)60 > 30 oppure 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 nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .

Lo studio geologico comunale esclude il potenziale innesco del fenomeno per l'intero territorio comunale.

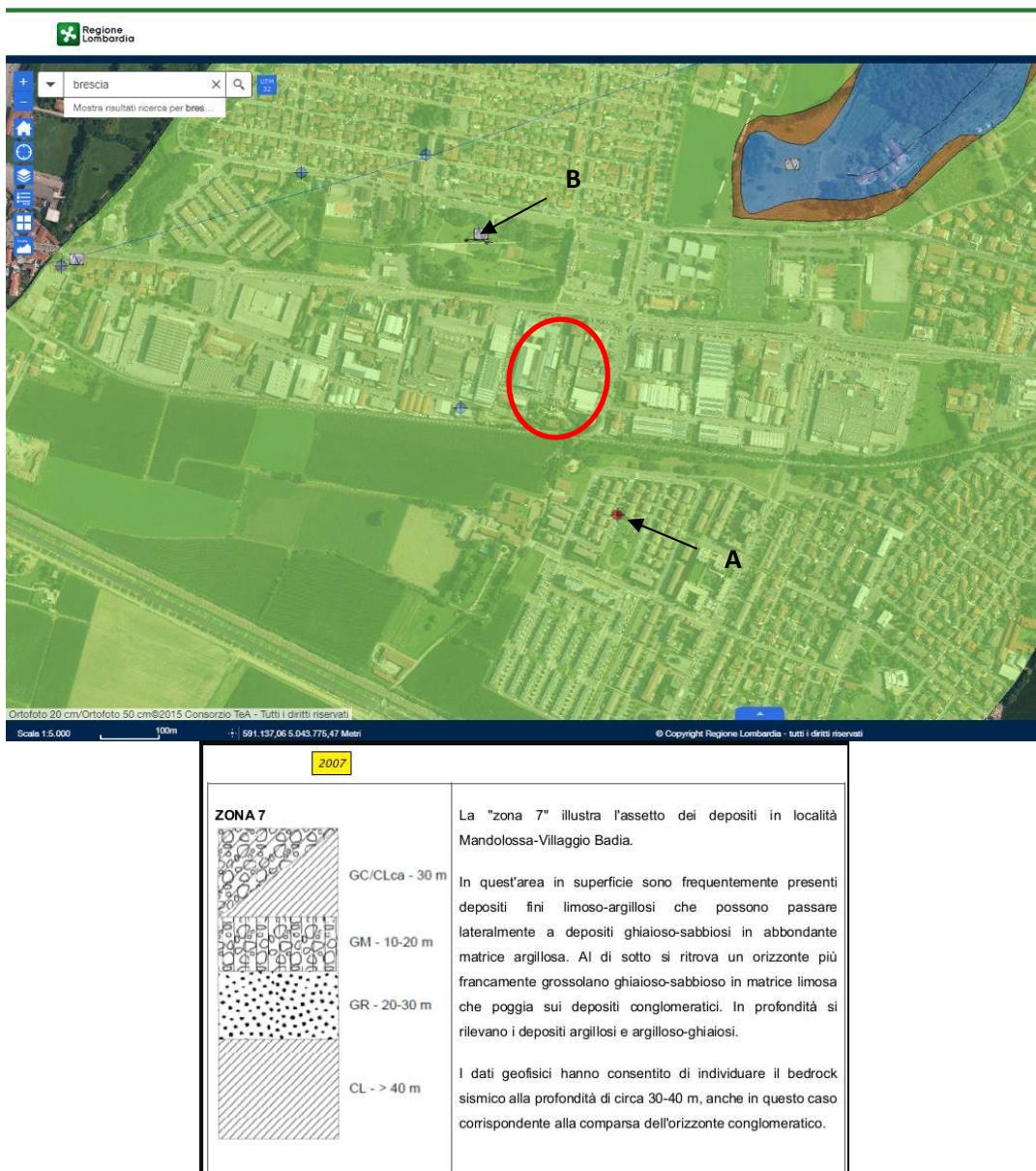
Si sottolinea inoltre che nel territorio di Brescia non sono presenti terreni dotati di caratteristiche granulometriche tali da essere soggetti a fenomeni di liquefazione in occasione di eventi sismici.

**Figura 32:** estratto studio geologico comunale – paragrafo 2.45 - Conclusoni dell'analisi simica di II° livello

La valutazione del potenziale di liquefazione verrà comunque aggiornata utilizzando i dati raccolti in sede d'indagine geognostica sito- specifica.

## 6.6. STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA COMUNE DI BRESCIA

Lo studio comunale di microzonazione sismica inserisce il sito nelle aree caratterizzate da un substrato geologico formato da Ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla ascrivibili all'unità MOPS2007.



**Figura 33:** estratto studio di microzonazione sismica comune di Brescia.

Di seguito i riportano degli estratti dello studio relativi ad indagini geotecniche eseguite in prossimità del sito in esame.

STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA  
DOTT. GEOL. MICHELE CONTI  
VIA BENAMATI, 61 – 25080 MADERNO (BS) – TEL/FAX 0365-644042  
COMMITTENTE: Coop. La Famiglia SONDAGGIO: 1  
CANTIERE: Nuovo Viotino DATA: 18/03/94  
TIPOLOGIA: 127/101 FALDA IDRICA: /

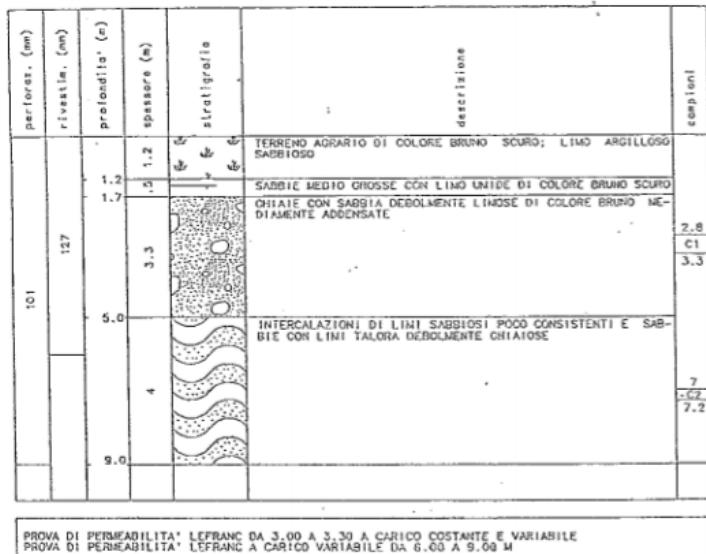


Figura 34: estratto studio di microzonazione sismica comune di Brescia – cantiere A.

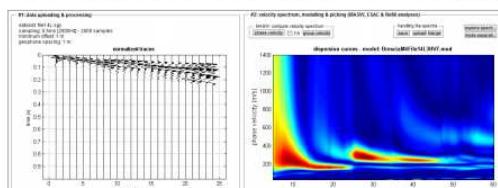
#### Ubicazione e parametri dello stendimento

Lo stendimento sismico MASW 4 è stato eseguito in un'area interna al parco dei Poeti. L'allineamento, disposto in direzione E-W, ha previsto una distanza intergeofonica pari a 1 m ed una serie di scambi esterni all'ultimo geofono con offset variabili (1-3-5-7-10-15 m) e diversa intensità di energizzazione, per una lunghezza complessiva dello stendimento di 38 m. Si riassumono di seguito i dati relativi ai parametri di acquisizione utilizzati:

Dati relativi allo shot 6 - dataset: file14L.sgy
offset del dataset utilizzato: 1 m
distanza intergeofonica: 1,0 m
Intervallo di campionamento: 0.50 ms
Tempo di acquisizione: 1 s

#### Sismogramma acquisito e spettro di velocità delle onde di superficie

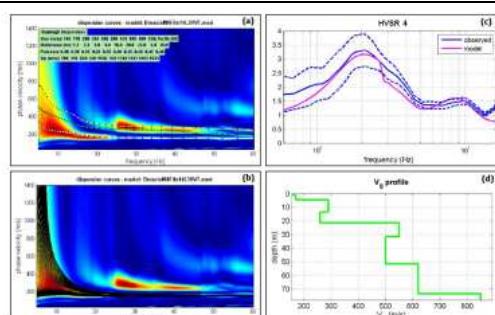
Scelto il dataset, e quindi il sismogramma più adatto all'analisi spettrale, si è proceduto con lo studio della distribuzione di energia tra i diversi modi di propagazione.



#### Procedure di modellazione diretta e analisi congiunta con la curva HV

Lo spettro di velocità di fase è stato interpretato mediante modellazione diretta (modale e FVS) e analisi congiunta multicomponente. Prestando particolare attenzione alla distribuzione di energia tra i vari modi, sono stati individuati, nel caso in esame, il modo fondamentale ed il primo modo superiore, utilizzati per risalire al profilo verticale di Vs. Per l'elaborazione del modello di velocità, fino al bedrock sismico, sono stati utilizzati n° 9 strati, compatibili con l'assetto stratigrafico del sito d'interesse e con la modellazione della curva H/V sperimentale.

Di seguito vengono riassunti i risultati dell'analisi congiunta MASW+HVS e in particolare, la modellazione diretta dello spettro di velocità mediante individuazione dei modi di propagazione (a), lo spettro di velocità con modellazione diretta mediante approccio FVS (b) e il confronto tra H/V sperimentale (blu) e teorico (viola), ottenuti per lo stesso modello di velocità considerato (c).



La modellazione della curva H/V è stata eseguita considerando il contributo delle onde di superficie (linea viola), ottenendo una buona sovrapposizione con la curva HV misurata in situ (linea blu). Tralasciando l'intera successione sismostratigrafica ottenuta modellando tutta la curva HV (c), si riporta il profilo sismostratigrafico verticale di Vs (d), stimato fino al bedrock sismico e, in questo caso, fino alla profondità di -78 m dal p.c.

#### Modello sismostratigrafico

MASW 4 – Villaggio Badia						
Sismostrato	Vs (m/s)	Sopr. (m)	Profondità p.c. (m)	Stima densità (g/cm³)	Modulo di Poisson	Modulo di Taglio (MPa)
1	160	1.2	-1.2	1.76	0.30	45
2	170	3.3	-4.5	1.78	0.30	51
3	290	9.0	-13.5	1.93	0.35	162
4	260	8.0	-21.5	1.91	0.35	129
5	550	10.0	-31.5	2.09	0.35	631
6	500	20.0	-51.5	2.04	0.30	509
7	620	22.0	-73.5	2.12	0.35	813
8	850	4.5	-78.0	2.17	0.30	1565

I valori sopra riportati sono riferiti a modelli dinamici e quindi a condizioni di bassa deformazione, essendo stimati sulla base delle deformazioni indotte nel terreno. Questo comporta alti valori dei moduli dinamici calcolati. Per deformazioni significativamente superiori, come di norma nei calcoli geotecnici, i valori dovranno essere idoneamente corretti. Il Progettista dovrà quindi utilizzarli solo nei modi e nei casi appropriati.

Modello medio	Vs30	Categoria di sottosuolo: C
	288 m/s	$V_{S30} = \frac{38}{\sqrt{1 + \frac{1}{f_{max}}}}$ (m/s)

La Categoria di Sottosuolo di Progetto, Stimata sulla base del valore di Vs30 calcolato mediante l'espressione 3.2.1 del D.M. 14/01/2018, deve essere definita dal Geologo in base ai dati sismostratigrafici, alle indagini geotecniche nonché ai dati progettuali.

Figura 35: estratto studio di microzonazione sismica comune di Brescia – cantiere B.

## 7. APP4 - MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO PRELIMINARE

Nel presente capitolo si procede alla ricostruzione del modello preliminare del sito in esame sulla base dei dati disponibili in letteratura e dell'indagine geologica eseguita sul lotto limitrofo (della medesima proprietà) e messa a disposizione dalla committente.

Di seguito si riportano i risultati dell'indagine geologica e tecnica "Gruppo Bossoni Spa- Via Vallecmonica 21 – Riqualificazione di fabbricato produttivo esistente ad uso concessionaria autovetture- Dott. Geol. C. Alghisi – Dott. Geol. P. Macchidani – Luglio 2015 (doc1).



Figura 36: estratto DOC1 – Ubicazione prove penetrometriche e sito in esame.

Nell'ambito dell'indagine sono state eseguite n. 3 prove penetrometriche SCPT tramite penetrometro semovente Pagani TG73 200KN.

In sintesi sulla base delle prove è stato ricostruito il seguente modello geologico.

- Litozona 1- terreno di riempimento o rimaneggiato.
- Litozona 2 – ghiaia a grossa pezzatura in matrice argillosa.
- Litozona 3 – sabbia e ghiaia.

Litozona	Profondità (m)	Parametro X	Y (KN/m³)	Φ	Cu (kPa)	E (MPa)
2	4,2 – 7,8	X,m	19,4	26,6	50	8,3
		X,k	19	26,0	40	7,4
3	7,8 – fine prove	X,m	2,2	32,8	/	34
		X,k	2,1	32,4	/	30

Tabella 1

$\Phi'$  → angolo di attrito in termine di sforzi efficaci (Shioi - Fukuni, 1982)  
 E → modulo di Young (D'Apolonnia, 1970)  
 $E_{ed}$  → modulo edometrico (Begemann, 1974)

**GRUPPO BOSSONI SPA– cantiere: Brescia Via Vallecmonica 21**  
**Relazione geologica sulle indagini**

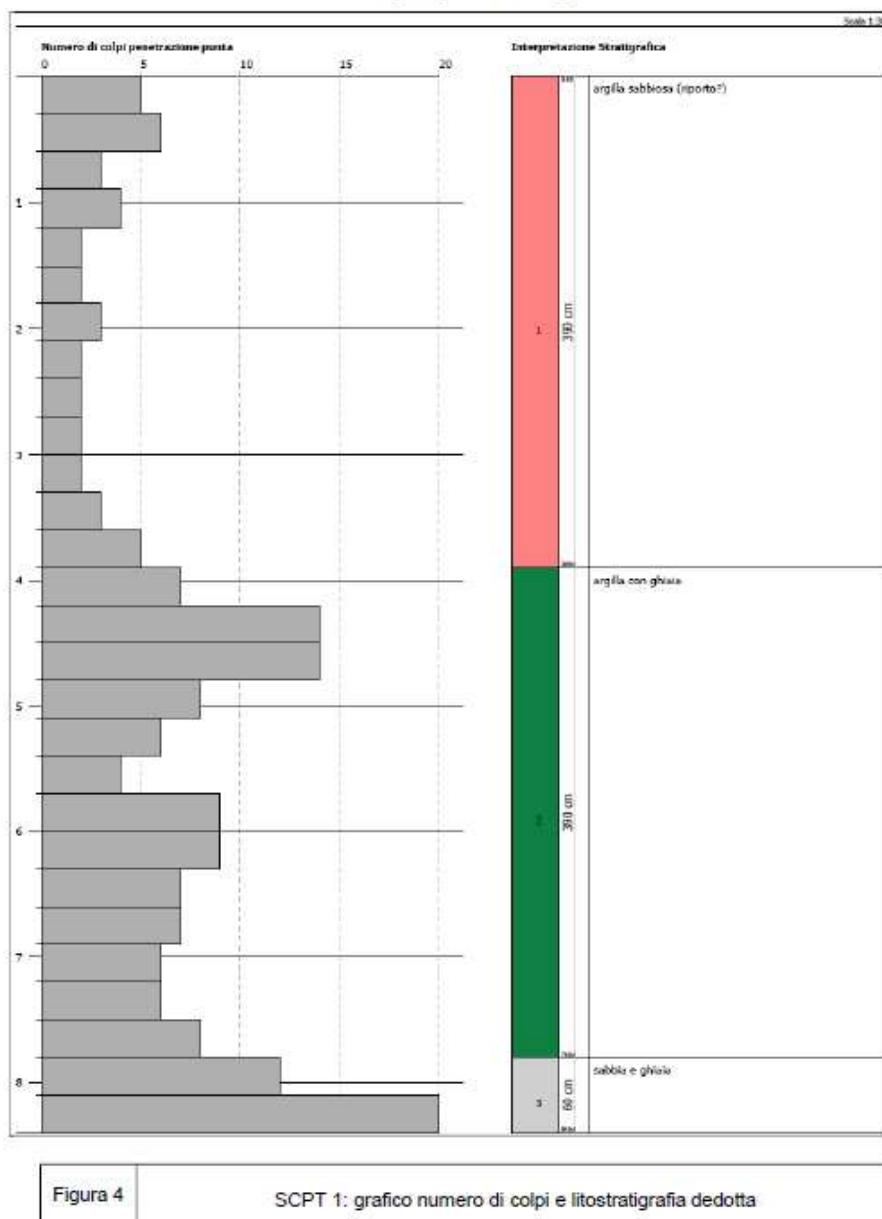


Figura 4

SCPT 1: grafico numero di colpi e litostatigrafia dedotta

Figura 37: estratto DOC1 – prova penetrometrica SCPT1

### 7.1. Piano d'indagine integrativo

Ad integrazione di dati esistenti, a supporto della progettazione definitiva, è previsto il seguente piano d'indagine sito specifico:

- Esecuzione d'indagine penetrometrica tramite penetrometro dinamico/ statico. Le prove saranno spinte fino a 10 m o fino a rifiuto all'avanzamento.
- Indagine sismica sito specifica (tipo MASW e/o HVSR).

In accordo con il progettista si valuterà l'esecuzione anche di eventuali saggi esplorative con escavatore meccanico ed eventuale prova di permeabilità.

## 8. CONCLUSIONI E FATTIBILITÀ GEOLOGICA DELL'INTERVENTO

L'area oggetto d'intervento si colloca all'interno di depositi fluvioglaciali e fluviali costituiti da successioni prevalentemente ghiaiose con orizzonte d'alterazione di potenza metrica formato a argille bruno rossastre. I dati relativi ad indagine eseguite sul sito limitrofo segnalano la potenziale presenza di un orizzonte superficiale a mediocri/ scadenti caratteristiche geotecniche, presumibilmente connesso ai passati interventi edificatori sull'area. La presenza di tale orizzonte verrà verificata nella fase di esecuzione dell'indagine geotecnica sito- specifica che sarà effettuata a supporto della progettazione definitiva delle opere.

Non segnala la presenza di fenomeni morfogenetici di natura gravitativa attivi e/o quiescenti gravanti sul sito in esame.

Il sito ricade parzialmente in aree assoggettate a:

- Vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino (PAI - PGRA). Fascia C del PAI e aree a Pericolosità RP scenario raro – L (T= 500 anni) per il fiume Mella (Reticolo Idrico Principale) - ARS 12 RI 19.
- Aree di salvaguardia delle opere di captazione ad uso acquedottistico idropotabile. Zona di rispetto del pozzo P41.

In fase di progettazione definitiva andrà pertanto considerata la presenza di tali vincoli, in particolare andrà posta particolare attenzione alla gestione delle acque meteoriche gravanti sul sito e delle acque decadenti. Nello specifico ci si dovrà attenere a quanto prescritto dalla normativa vigente ed in particolare all'interno delle aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile valgono le prescrizioni contenute nell' art. 94 del D.L.vo n. 152 del 03.04.06 e nella D.g.r. 10 aprile 2003 n. 7/12693 e smi.

Le strutture di smaltimento delle meteoriche (pozzi perdenti o trincee disperdenti) andranno localizzate all'esterno della zona di rispetto del pozzo.

Lo studio geologico vigente inserisce il sito per la quasi totalità in classe di fattibilità geologica 2c, mentre la porzione nord ricade in classe di fattibilità geologica 1.

La variante approvata nel 2018 attribuisce all'intero lotto la classe di fattibilità 2d per scadenti caratteristiche geotecniche.

La progettazione definitiva dovrà essere supportata dalla relazione geologica prevista dalle NTC2018.

Sul sito è prevista l'esecuzione del seguente piano d'indagine geognostica:

- Esecuzione d'indagine penetrometrica tramite penetrometro dinamico/ statico. Le prove saranno spinte fino a 10 m o fino a rifiuto all'avanzamento.
- Indagine sismica sito specifica (tipo MASW e/o HVSR).
- In accordo con il progettista si valuterà l'esecuzione anche di eventuali saggi esplorative con escavatore meccanico ed eventuale prova di permeabilità.

Sulla base di quanto precedentemente esposto si ritiene che non sussistano motivi di natura geologica e/o idrogeologica ostativi alla realizzazione del Piano attuativo in oggetto.

Palazzolo S/O, Maggio 2019

Dott. Geol. Massimo Marella o.g.l. 1178

