

BIDACHEM

Piano Urbanistico Attuativo

Relazione geologica

Progetto Piano urbanistico Attuativo Bidachem				
Disciplina Masterplanning				
Proponente  Bidachem S.p.A. S.S 11 - 24040 Forno San Giovanni (BG) t. +39 0363 35521 fax. 0363 51020				
Destinatario  Comune di Forno San Giovanni Pzza San Giovanni, 1 - 24040 Forno San Giovanni (BG) t. +39 0363 57666 e. comune.fornovosangiovanni@pec.regione.lombardia.it				
Progettisti Antonio Gastoldi  Studio Architetto Antonio Gastoldi Via Roma, 25 - 24050 Bariano (BG) t. +39 0363941230 e. antoniogastoldi@gmail.com Stefano Recalcati  Arup Italia S.r.l. Corso Italia, 1 - 20122 Milano (MI) t. +39 02 8597 9301 e. milan@arup.com				
Titolo elaborato Allegato1 - Indicazioni preliminari per la gestione delle acque meteoriche (ex R.R. 7/17 e s.m.i.) PUA-RGE-02A-00				
Fase Piano Urbanistico Attuativo				
Arup Job No 298321-00		Elaborato No 02A0		Rev. 0
20/05/2026		GM	FB/SL	SR
Issue	Date	By	Chkd	Appd

INDICE DEI CONTENUTI

1. Introduzione 4

- 1.1 Scopo del lavoro
- 1.2 Ubicazione ambito di intervento
- 1.3 Limitazioni dello studio

2. Riferimenti normativi 7

- 2.1 Normativa nazionale
- 2.2 Normativa regionale
- 2.3 Strumenti di pianificazione e riferimenti documentali

3. Componente geologica 9

- 3.1 Inquadramento geologico
- 3.2 Inquadramento geomorfologico
- 3.3 Inquadramento geotecnico

4. Componente idrologica e idrogeologica 13

- 4.1 Idrologia superficiale
- 4.2 Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)
- 4.3 Idrologia
 - 4.3.1 Risorgive e fontalini
 - 4.3.2 Unità idrogeologiche
 - 4.3.3. Soggiacenza della Falda
 - 4.3.4 Qualità acqua di falda

5. Componente sismica 18

- 5.1 Classificazione sismica e zone sismogenetiche
- 5.2 Aspetti sismici ai sensi della normativa regionale

6. Inquadramento pianificatorio 25

- 6.1 Vincoli
- 6.2 Fattibilità geologica

7. Conclusioni 28

1. Introduzione

1.1 Scopo del lavoro

Il presente documento è stato redatto da Arup Italia S.r.l. al fine di fornire una sintesi delle caratteristiche geologiche, idrogeologiche e sismiche dell'area di sviluppo di Bidachem S.p.a. all'interno del contesto di Piano Urbanistico Attuativo (PUA) nel Comune di Fornovo San Giovanni (BG) (di seguito denominato "il Sito").

L'obiettivo principale del lavoro consiste nella valutazione preliminare dell'assetto del territorio e del suo sottosuolo per il Sito, nonché l'esame delle tematiche relative alle specifiche classi di pericolosità e vulnerabilità geologica, idrogeologica, sismica e di invarianza idraulica. Tali aspetti verranno approfonditi nelle fasi successive del processo di progettazione.

A tale scopo, sono stati impiegati tre principali fonti di dati: (1) le informazioni contenute nella "Relazione Geologica" relativa alla Componente

Geologica, Idrogeologica e Sismica del Piano di Governo del Territorio (PGT) del Comune di Fornovo San Giovanni, redatto ai sensi della DGR 8/1566 del 22/12/2005; (2) Ulteriori dati geologici presenti nel database di sottosuolo di Regione Lombardia, accessibili tramite il Geoportale di Regione Lombardia; (3) Dati sismici derivanti dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).

1.2 Ubicazione ambito di intervento

L'area del Sito, con un'estensione di circa 2,30 ettari, è situata in direzione sud-sudovest rispetto al centro di Fornovo San Giovanni, al confine con il comune di Mozzanica. Il contesto circostante è prevalentemente industriale e agricolo. Dal punto di vista altimetrico, l'altitudine dell'area varia tra i 105,6 metri e i 105,1 metri sul livello del mare.



Immagine 1A Inquadramento

I confini del Sito oggetto del PUA sono definiti a nord dalla strada provinciale ex strada statale 11, ad ovest da terreni agricoli e aree industriali, e a sud ed est da terreni agricoli e alcuni edifici ad uso residenziale.

Gli identificativi catastali associati all'area di studio sono F9 P3779, F9 P2287, F9 P2385, F9 P1192, F9 P441, F9 P1192, F9 P995 e F9 P441.

1.3 Limitazioni dello studio

Il presente documento costituisce un'analisi delle caratteristiche geologiche, idrogeologiche e sismiche dell'area, orientata alla valutazione preliminare dell'assetto del territorio e del suo sottosuolo. È importante sottolineare che tale documento non ha lo scopo di sostituire la documentazione tecnica né le indagini necessarie per la definizione del “Modello Geologico di riferimento” (conformemente al §6.2.1. delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018) e del “Modello Geotecnico di riferimento” (ai sensi del Paragrafo §6.2.2. delle NTC 2018). Queste procedure sono specificamente previste dal Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2018 “Norme tecniche per le costruzioni” e risultano fondamentali per la progettazione di interventi edilizi e opere in generale.

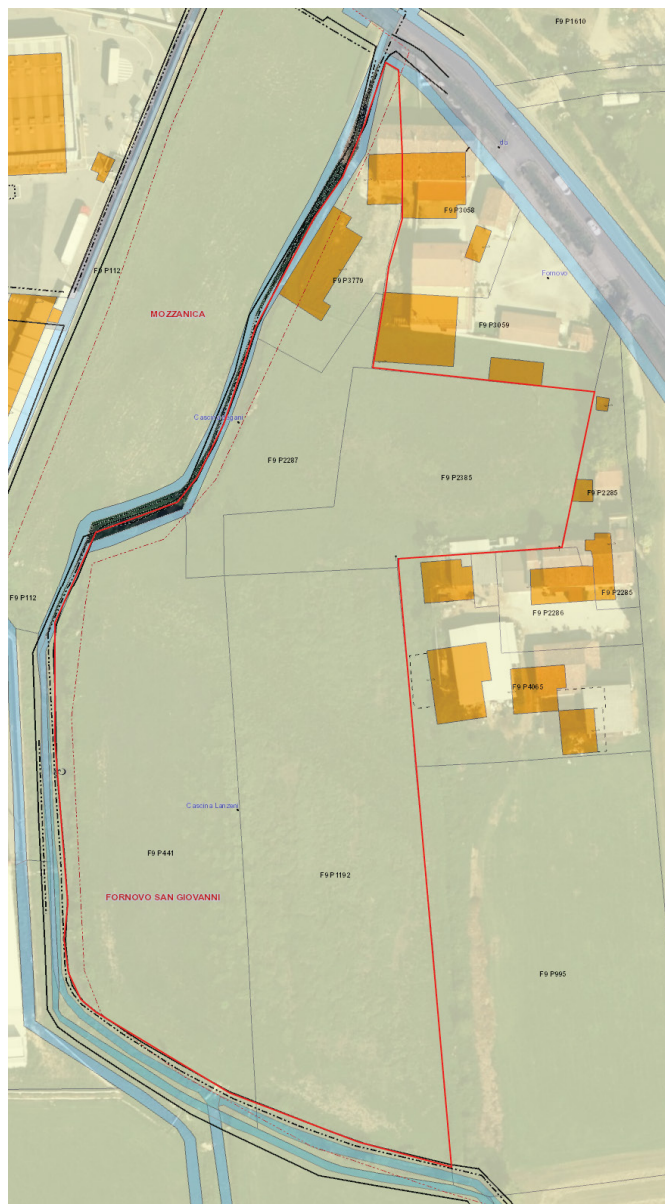


Immagine 1B: Mappa catastale (Fonte: Geoportale Regione Lombardia)

2. Riferimenti Normativi

2.1 Normativa Nazionale

1. Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) n. 3274 del 20.03.2003, intitolato “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.”
2. Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) n. 3519 del 28.04.2006, che stabilisce “Criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l’aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.”
3. Decreto Ministeriale (D.M.) del 17.01.2018, intitolato “Norme Tecniche per le Costruzioni” (NTC 2018).
4. Decreto Legislativo (D.Lgs.) n. 49/2010 del 23.02.2010, relativo all’”Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni.”
5. Piano di Gestione del Rischio Alluvioni PGRA -Direttiva 2007/60/CE e dal D. Lgs. 49/2010.

2005, n. 12”, approvati con D.G.R. n. VIII/1566 del 22.12.2005.

4. Delibera della Giunta Regionale (D.G.R.) n. IX/2616 del 30.11.2011 concernente l’”Aggiornamento dei Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio.”
5. Delibera della Giunta Regionale (D.G.R.) n. X/2129 del 11.07.2014 riguardante l’”Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia” e successive modifiche (ss.mm.ii.).
6. Delibera della Giunta Regionale (D.G.R.) n. X/5001 del 30.03.2016 che approva le “Linee di indirizzo e coordinamento per l’esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica.”
7. Determinazione dell’Ufficio Dirigenziale di Organizzazione (D.d.u.o.) del 22 maggio 2019 - n. 7237 di Regione Lombardia.
8. Regolamento Regionale 23 novembre 2017, n. 7 recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12.

2.2 Normativa regionale

1. Delibera della Giunta Regionale (D.G.R.) n. VII/7868 del 25.01.2002 intitolata “Determinazione del reticolo idrico principale. Trasferimento delle funzioni relative alla polizia idraulica concernenti il reticolo idrico minore, come indicato dall’art. 3 comma 114 della l.r./2000 – Determinazione dei canoni di polizia idraulica” e successive modifiche (s.m.i.).
2. Delibera della Giunta Regionale (D.G.R.) n. VIII/1566 del 22.12.2005 che stabilisce “Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio.”
3. Delibera della Giunta Regionale (D.G.R.) n. VIII/7374 del 28.05.2008 relativa all’”Aggiornamento dei criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo

2.3 Strumenti di pianificazione e riferimenti documentali

1. Studio Geologico, idrogeologico e sismico redatto in attuazione redatto ai sensi della DGR 8/1566 del 22/12/2005 del Comune di Fornovo San Giovanni.

3. Componente geologica

3.1 Inquadramento geologico

La sezione successiva descrive il corpus normativo urbanistico di interesse per il sito di progetto alla scala sovralocale e comunale.

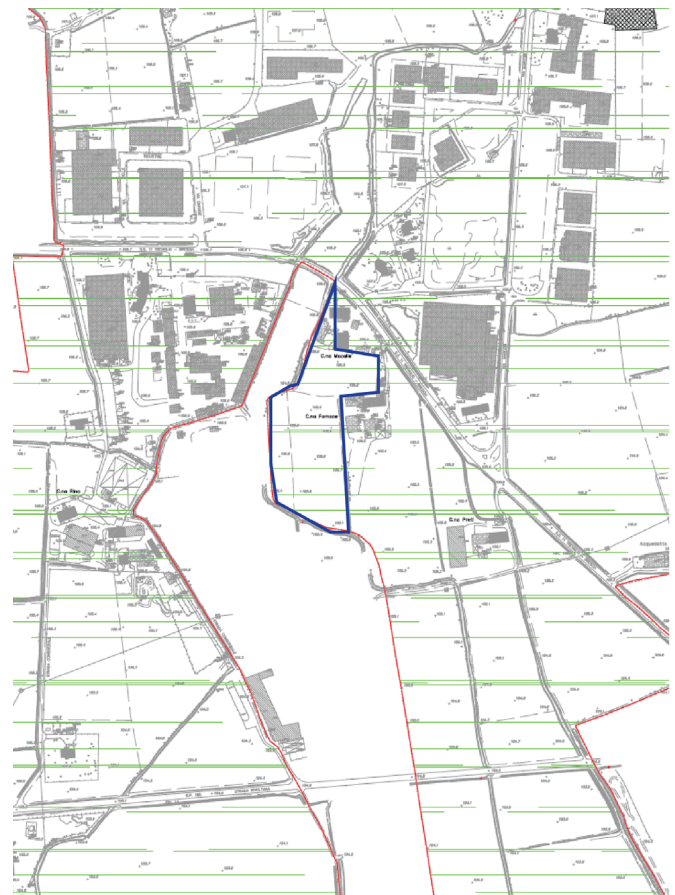
3.1.1 Quadro di riferimento della pianificazione sovralocale - PTR/PPR, PTCP e Piano consortile di bonifica della media pianura bergamasca

Il Piano Territoriale Regionale (PTR) è lo strumento che costituisce il quadro di riferimento della disciplina territoriale della regione Lombardia da cui dipendono più specificatamente i piani e i programmi di maggior dettaglio (PTCP e PGT). Gli strumenti di pianificazione concorrono, infatti, in maniera sinergica a dare attuazione alle previsioni e agli obiettivi di sviluppo regionale, definendo e specificando alle diverse scale la disciplina di governo del territorio.

In applicazione dell'art. 19 della l.r. n. 12 del 2005 per il governo del territorio, il Piano Territoriale Regionale (PTR) ha natura ed effetti di piano territoriale paesaggistico ai sensi della legislazione nazionale (d. lgs. n. 42 del 2004 "Codice dei beni culturali e del paesaggio"). Il Piano Paesaggistico Regionale (PPR) rappresenta dunque una sezione specifica del PTR pur mantenendo una compiuta unitarietà ed identità.

Il comune di Fornovo San Giovanni all'interno del quale è ricompresa l'area oggetto di pianificazione attuativa ricade nell'Unità Tipologica di Paesaggio "Fascia della bassa pianura" e più specificatamente "Paesaggio delle colture foraggere" come indicato nell'"Abaco delle principali informazioni di carattere paesistico-ambientali articolato per comuni, Volume 1: Appartenenza ad ambiti di rilievo paesaggistico regionale" ed evidente nell'immagine a lato.

Lo stesso PPR non specifica elementi di particolare rilevanza regionale per i quali siano stati formulati indirizzi normativi specifici. Sebbene afferente infatti alle aree e ambiti di degrado paesistico provocato da trasformazioni della produzione agricola e zootecnica, non si evidenziano in corrispondenza dell'area oggetto di PUA particolari elementi relativi ad esempio ad aree industriali logistiche (cfr. Immagine 3B), come indicato altrove in mappa.



LEGENDA

- Unità Postglaciale alluvioni recenti del F. Serio**
ciottoli, ghiaie e sabbie, in sup.cie sabbie di esondazione
- Unità Postglaciale depositi alluvionali fiume Serio**
in superficie: prevalenti sabbie con ghiaie
- Unità Postglaciale depositi alluvionali legati alle risorgive**
in superficie: sabbie e/con ghiaie fini
- Unità Postglaciale - "area a limi tra le conoidi"**
in superficie: limi-argilloso-sabbiosi o limi e sabbie
- Accumuli di materiali inerti**
- Limite litologico**
(mod. da Carta Geologica Provincia di Bergamo)

Immagine 3A: Stralcio della carta geologica, in blu l'area di studio
(Fonte:PGT Comune di Fornovo San Giovanni)

3.2 Inquadramento geomorfologico

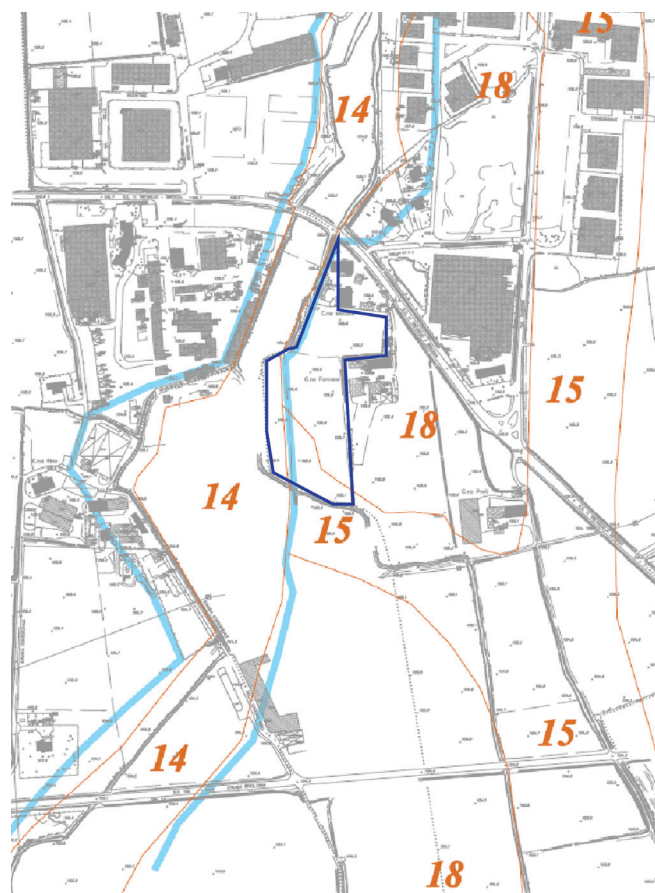
Nel contesto del comune di Fornovo San Giovanni, i processi geomorfologici naturali che influiscono sulla superficie topografica sono esclusivamente quelli associati all'attività fluviale, in relazione alla presenza del reticolo idrico principale e dei corsi d'acqua minori (rogge) alimentati dalle risorgive. Le forme fluviali più recenti e facilmente identificabili sul territorio comunale sono strettamente legate all'azione di erosione, scorrimento e deposito nell'attuale alveo del fiume Serio. Le forme geologiche manifestano tre stati di attività distinti:

Attive: comprendono tutte le forme e i depositi legati a processi in corso che determinano una continua evoluzione.

Quiescenti: coinvolgono forme e depositi che mostrano evidenze geomorfologiche particolarmente marcate legate a un'attività recente, anche storica, e che non hanno ancora esaurito la loro capacità di riattivarsi ed evolversi ulteriormente.

Inattive: comprendono forme e depositi che, nelle attuali condizioni climatiche, non evolvono più a causa dell'assenza dell'agente morfogenetico che le ha prodotte o perché hanno esaurito la loro capacità evolutiva.

L'unità fisiografica predominante che caratterizza la maggior parte del territorio comunale è il Livello Fondamentale della Pianura (L.F.d.P.). Questa superficie topografica principale, inclinata dolcemente verso sud, deriva dalla coalescenza dei diversi conoidi alluvionali che hanno origine delle Orobie. L'ambiente di deposizione di questa unità è attribuibile all'azione di corsi d'acqua pluricursali (braided), con basso indice di sinuosità ed elevata energia. Durante le fasi di fusione glaciale, tali corsi d'acqua mostravano portate liquide e solide notevolmente superiori rispetto a quelle attuali. Per quanto concerne le forme geomorfologiche presenti al Sito, si osserva in Figura 3 2 che l'area è interessata da una depressione allungata associata alle risorgive. Dal punto di vista geopedologico, il sito rientra nel Sottosistema L.Q. – un'area prevalentemente composta da terreni limoso-sabbiosi, con particolare riferimento alle unità pedologiche 15 e 18. Queste corrispondono rispettivamente alle depressioni dei canali di risorgiva e alle superfici ormai stabili interposte tra i canali, caratterizzate da una morfologia lievemente ondulata.



LEGENDA

-  Dossi fluviali
-  Depressioni allungate collegate alle risorgive
-  Orli di scarpata fluviale attivi
-  Orli di scarpata fluviale quiescenti
-  Orli di scarpata fluviale inattivi
-  Orli di scarpata di origine antropica
-  Scogliera di protezione spondale
-  Aree occupate da accumuli di inerti
-  Limiti pedologici tra le diverse Unità cartografiche
-  Unità cartografica (da carta Pedologica Ersal)

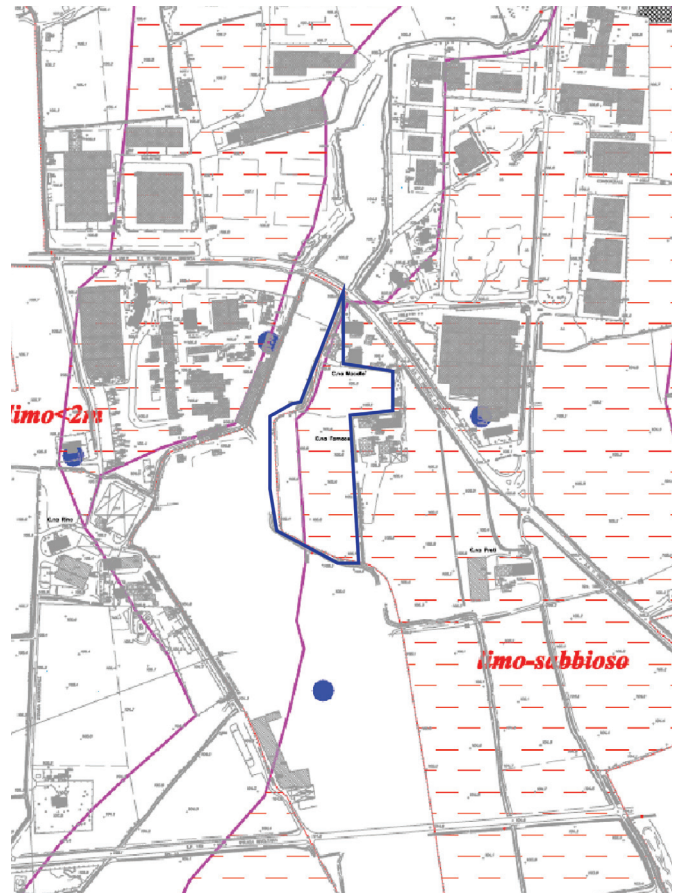
Immagine 3B: Stralcio della carta geomorfologica in blu l'area di studio
(Fonte: PGT Comune di Fornovo San Giovanni)

3.1 Inquadramento geotecnico

Per quanto riguarda il primo inquadramento geotecnico, è stato consultato il Piano di Governo del Territorio (PGT). Dall'analisi emerge che al di sotto dei primi 5 metri di profondità, i depositi fluviali postglaciali superficiali, costituiti principalmente da ghiaie e sabbie o solo sabbie, prevalgono sull'intero territorio comunale. Dal punto di vista granulometrico e del comportamento geotecnico, sono state individuate tre principali tipologie di terreno, chiaramente distinte, nei primi metri a partire dalla superficie topografica.

Il sito rientra nella classe C, caratterizzata da limi sabbioso-argillosi con rari livelli torbosi, con uno spessore variabile da 0 a 5 metri. Le proprietà geotecniche di questa classe sono specificate come segue:

- Peso volumico naturale (ρ) = 1,7 - 1,8 t/m³
- Angolo di attrito (ϕ) = 25 - 28°
- Coesione non drenata (C_u) = 0,15 - 0,5 Kg/cmq
- Coesione drenata (c') = 0 Kg/cmq
- Modulo edometrico (M_o) = 2 - 8 MPa
- Permeabilità media (K) = 10⁻⁷ - 10⁻⁸ m/s



LEGENDA

■ Ubicazione e descriz. dei fronti di scavo osservati

● Ubicazione dei pozzi con stratigrafia \ sondaggi

■ Ubicazione dei campioni Studio Atrazina

■ *sabbie con limo* Descrizione delle litologie superficiali

ZONE OMogenee	ZONE GEOLOGICHE	SPESSORE COLTRE SUPERFICIALE (m)	MASSA DI VOLUME (t/mc)	ANGOLO DI ATTRITO (°)	COESIONE NON DRENATA (C_u) (Kg/cmq)	VELOCITA' SUPERF. ONDE DI TAGLIO (V_s) (m/s)
Zona A	Ghiaie e sabbie deboli, limose da poco ad mediamente addensate (Unità Postglaciale)	0,0-1,0	1,8-2,0	30-32° se sabbie 35-40° se addensate	0	150-350
Zona B	Sabbie fini gricose limose, sabbie limose, ghiaie minute con sabbie porcelline principali Sabbie di associazione di copertura alle ghiaie	0,0-1,0	1,7-1,9	25-30°	0	50-100
Zona C	Unità sabbiosi argillosi con rari livelli torbosi	0,0-1,0	1,7-1,8	25-28°	0,15-0,5	70-150
	Accumuli di materiali inerti	Non caratterizzabili per l'eterogeneità dei materiali presenti e/o per l'intero rimontaggio sulla				

~ Limite geotecnico

Immagine 3C: Stralcio della carta geotecnica, in blu l'area di studio (Fonte: PGT Comune di Fornovo San Giovanni)

4. Componente idrologica e idrogeologica

4.1 Idrologia superficiale

Il sistema idrografico del territorio comunale è composto, oltre che dal fiume Serio, il quale costituisce il reticolo idrico principale, anche dai canali d'irrigazione e dalle rogge che fanno parte del reticolo idrico di bonifica. Ad est, il sito è interessato da un alveo a cielo aperto di un corso d'acqua secondario, mentre i restanti confini sono delimitati da un alveo a cielo aperto principale ("Roggia dei Pradei"). In prossimità sono presenti piccoli laghetti di falda.

4.2 Piano Gestione Rischio Alluvioni (PRGA)

In Figura 4B è riportata le mappe di pericolosità idraulica relative alle aree potenzialmente soggette ad alluvioni, elaborate in conformità alla Direttiva 2007/60/CE e al Decreto Legislativo 49/2010. Tali cartografie derivano dal Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) del Distretto idrografico del Fiume Po, revisione 2025, consultato in data 11/05/2026. Dall'analisi delle suddette mappe emerge che una porzione del Sito ricade all'interno di aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti, corrispondenti a scenario di pericolosità elevata P3 (H), associate a eventi di piena frequenti, con tempo di ritorno compreso tra 10 e 20 anni, secondo quanto previsto dal PGRA.

4.3 Idrogeologia

4.3.1 Risorgive e fontanili

Un caratteristico elemento naturale nella zona è rappresentato dalle risorgive. Il fenomeno delle risorgive si manifesta quando la superficie della falda idrica interseca la topografia, e il terreno è sufficientemente permeabile da permettere l'emersione spontanea dell'acqua. Questa emergenza idrica avviene naturalmente, in corrispondenza di depressioni locali della superficie topografica.

Il comune di Fornovo San Giovanni si trova nella porzione meridionale della fascia dei fontanili, una caratteristica geografica che funge da elemento di separazione tra l'alta e la bassa pianura. Questa fascia si estende lungo l'intero margine padano a sinistra del fiume Po.

4.3.2 Unità idrogeologiche

Dal punto di vista idrogeologico, nel territorio del comune di Fornovo San Giovanni sono individuabili tre principali unità idrogeologiche nel sottosuolo:

1. Unità Ghiaioso-Sabbiosa: Questa unità è caratterizzata da depositi sciolti costituiti principalmente da ghiaie poligeniche e sabbie. A livello locale, si osservano sottili lenti o strati di limi argillosi/argille gialle, brune o rossicce, possibilmente riconducibili a paleosuoli, che possono creare un isolamento locale tra la porzione sommitale e quella inferiore dell'acquifero superficiale. La profondità di tali livelli fini, segnalati come "barriera di permeabilità regionale", varia da 25-35 metri a 50-55 metri dal piano campagna. La potenzialità idrica di questa unità è buona, ma la qualità dell'acqua mostra un progressivo decadimento. La permeabilità di tali depositi è elevata ($\text{permeabilità} = 10^{-4} - 10^{-5} \text{ m/s}$), consentendo una facile ricarica della falda da parte delle acque meteoriche o di irrigazione, ma al contempo mostrando un'alta vulnerabilità intrinseca. L'acquifero principale di questa unità ospita una falda di tipo libero, estendendosi fino a una profondità di 35-55 metri.

2. Unità Argilloso-Sabbiosa: Questa unità costituisce la base dell'acquifero libero e contiene acquiferi confinati con una potenzialità idrica ridotta, ma acque di migliore qualità. Composta principalmente da limi argillosi e/o sabbiosi, con orizzonti di torbe nerastre, presenta anche livelli ghiaioso-sabbiosi che fungono da falde acquifere in pressione. Il suo ambiente di deposizione è lacustro-palustre, con prevalenza di colore grigio-azzurro (cinereo). Questa unità può superare il centinaio di metri di spessore.

3. Substrato Impermeabile: In profondità, prevalgono litotipi più fini che segnano il passaggio da un ambiente continentale a uno marino. La successione pliocenica marina, costituita da argille grigie e sabbie siltose giallastre, rappresenta il substrato impermeabile alla base della successione pleistocenico-olocenica, privo di significativa circolazione idrica.

All'interno di queste unità, emergono due principali acquiferi a carattere regionale:

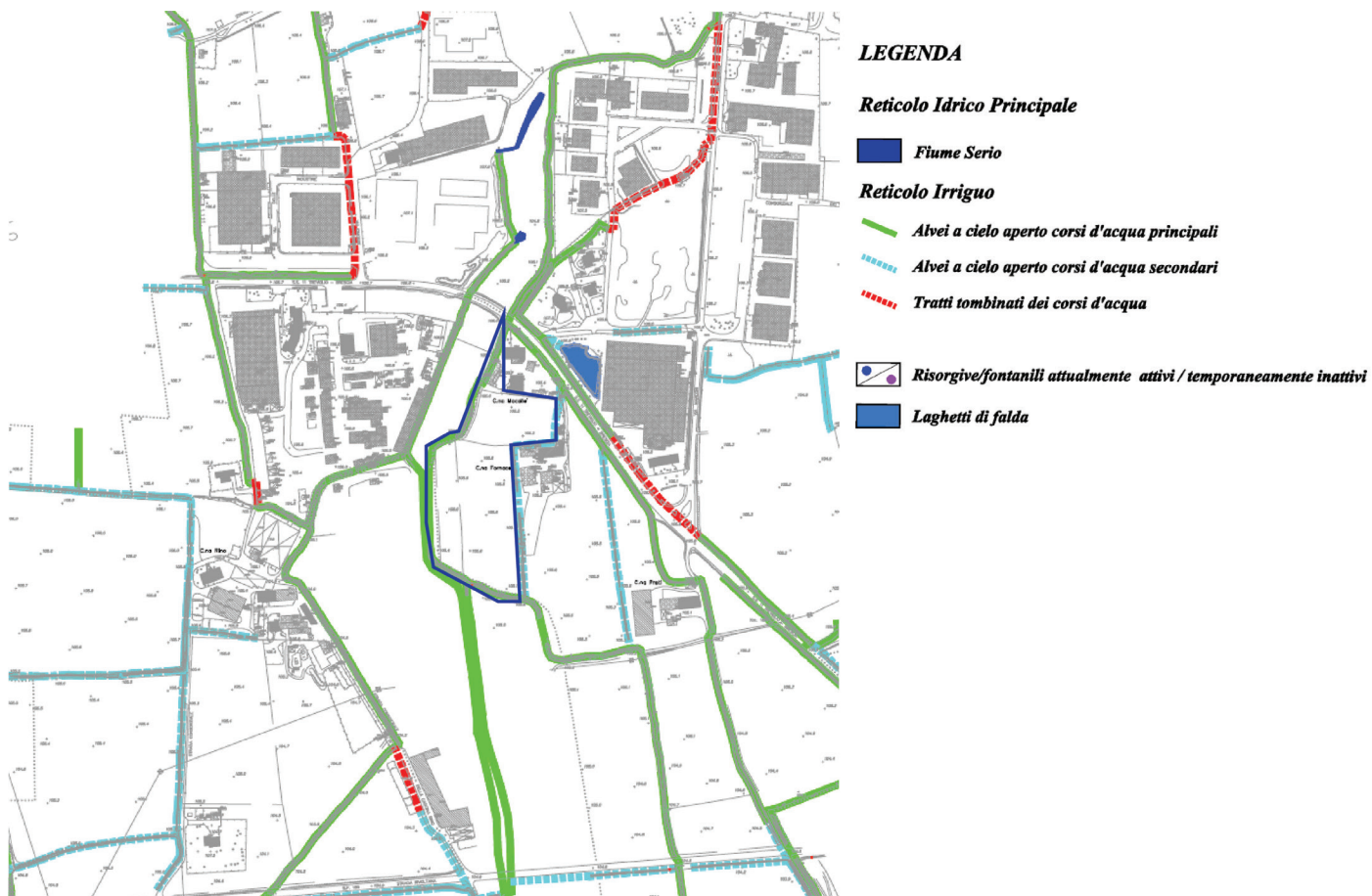


Immagine 4A: Stralcio della carta idrogeologica, in blu l'area di studio (Fonte: PGT Comunq di Fornovo San Giovanni)

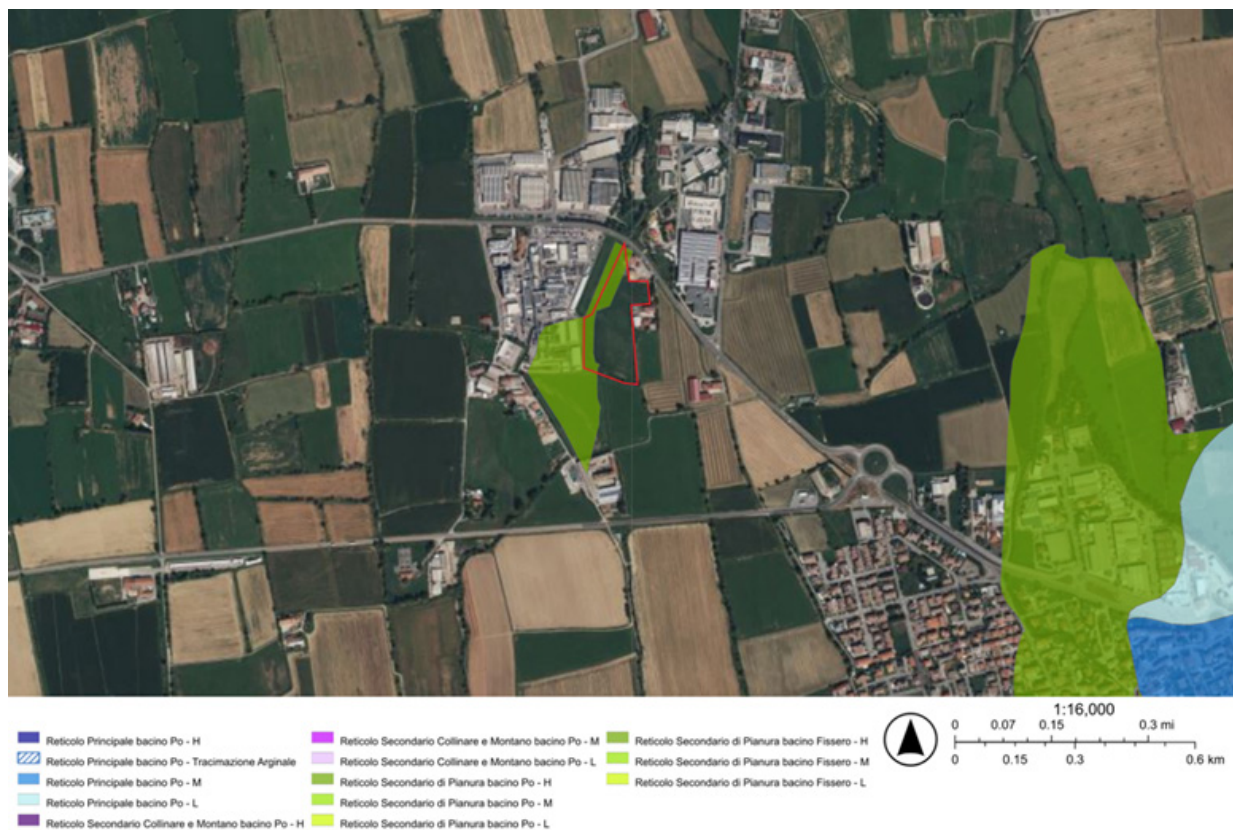


Immagine 4B: . PGRA aggiornato al 2025. In rosso il Sito d'interesse (Fonte: Autorità del bacino del fiume Po – Geoportale Lombardia)

- **Acquifero Superficiale:** Si sviluppa nell'unità ghiaioso-sabbiosa, con una falda di tipo libero. La sua superficie si trova ad una profondità compresa tra 0 e 4,0 metri, rendendolo l'acquifero principale e più produttivo. Localmente, la porzione inferiore può trovarsi in condizioni semiconfinata a causa dell'intercalazione di livelli fini.

- **Acquiferi Profondi:** Situati al di sotto dell'acquifero superficiale, ospitano falde in pressione con portate specifiche ridotte. Questi acquiferi, con un basso tasso di rinnovamento delle acque, si sviluppano nelle sottili intercalazioni sabbiose o ghiaiose presenti nell'unità argilloso-sabbiosa, risultando isolati e protetti dall'acquifero superficiale grazie alla presenza di orizzonti impermeabili di separazione. La loro profondità può superare il centinaio di metri.

4.3.3 Soggiacenza della Falda

La carta idrogeologica del comune di Fornovo San Giovanni indica che la soggiacenza della falda nel Sito è situata tra i 105 e i 103 metri sul livello del mare, con una direzione S-SW (Figura 4D).

Il sito rientra in una zona caratterizzata dalla classe di permeabilità bassa, indicante una permeabilità medio-alta con valori compresi tra 10⁻⁶ e 10⁻⁸ m/s. Il Sito è compreso nell'unità Argillosa-sabbiosa che presentano una permeabilità bassa, determinata dalle loro caratteristiche tessiturali.

4.3.4 Qualità acqua di falda

Per quanto concerne la qualità dell'acqua di falda, si fa riferimento ai dati raccolti nella relazione geologica del PGT del Comune di Fornovo San Giovanni. I dati contengono informazioni riguardante l'acqua estratta sia da pozzi idropotabili che da pozzi poco profondi. Di seguito sono riportate le principali caratteristiche fisico-chimiche delle acque prelevate a Fornovo San Giovanni (i dati riportati nel PGT arrivano fino all'anno 2005).

Durezza: I valori per i pozzi meno profondi in tabella indicano una durezza compresa tra i 33° ed i 36° francesi, l'acquifero multistrato profondo ha tipicamente valori più bassi.

Conducibilità: La conducibilità varia tra i 600 ed i 700 µS/cm nelle acque captate dai pozzi superficiali, mentre in corrispondenza degli acquiferi profondi questi valori si dimezzano. L'unica eccezione è data dal pozzo di Fornovo-Mozzanica in cui si nota

un'omogeneità con le caratteristiche chimiche degli acquiferi più superficiali.

Nitrati: I nitrati presenti nelle acque sotterranee sono strettamente legati alla loro concentrazione in superficie dato che essendo solubili vengono facilmente dilavanti dall'acqua la quale percola nel sottosuolo. La loro presenza dipende da diverse variabili: Quantità d'azoto nel terreno; Intensità del flusso d'acqua di percolazione; Caratteristiche del terreno. Nel territorio comunale la concentrazione di nitrati si attesta intorno ai 35-40 mg/l in corrispondenza dell'acquifero superficiale. Anche per questo parametro nel pozzo di Fornovo-Mozzanica si riscontra un'omogeneità con le caratteristiche chimiche delle falde meno profonde. Le falde più profonde, utilizzate per scopi idropotabili, contengono basse concentrazioni di nitrati e risultano essere di discreta-buona qualità. Gli acquiferi ancora più profondi risultano ricche in ferro, magnesio, idrogeno solfato ed ammonica.

Sostanze inquinanti: All'interno del report del PGT del comune di Fornovo San Giovanni vengono segnalati Composti Organi-alogenati all'interno della falda superficiale, impiegati nello sgrassaggio di macchinari industriali. Quando questi elementi raggiungono la falda, la fase immiscibile raggiunge il substrato impermeabile appiattendosi alla base dell'acquifero, mentre la fase miscibile genera pennacchi inquinanti che si espandono in base alla direzione di flusso dell'acqua contenuta nella falda.

Il comune di Fornovo San Giovanni è stato inoltre interessato dall'emergenza atrazina, verificata nel 1986-1987. Si tratta di un fitofarmaco usato in agricoltura, che può essere solubilizzato in acqua ed in terreni con elevata conducibilità idraulica e può propagarsi nel sottosuolo. Il pozzo comunale ad uso idropotabile è ancora oggi dotato di filtri a carboni attivi per abbattere i contenuti di atrazina sopra i limiti di legge.

Va sottolineato che il valore limite per legge è di 0.1 µg/l, in alcuni pozzi questo valore è stato superato dalle 4 alle 5 volte. Nella relazione conclusiva è stato riscontrato che la ditta CIFA, in attività fino al 1984 a Caravaggio, produceva 800 kg/gg di atrazina e che gli effluenti del processo venivano sversati nella roggia adiacente. La diffusione dell'atrazina è stata studiata nella pubblicazione "Influenza della struttura idrogeologica della pianura bergamasca sull'inquinamento da atrazina delle acque sotterranee".

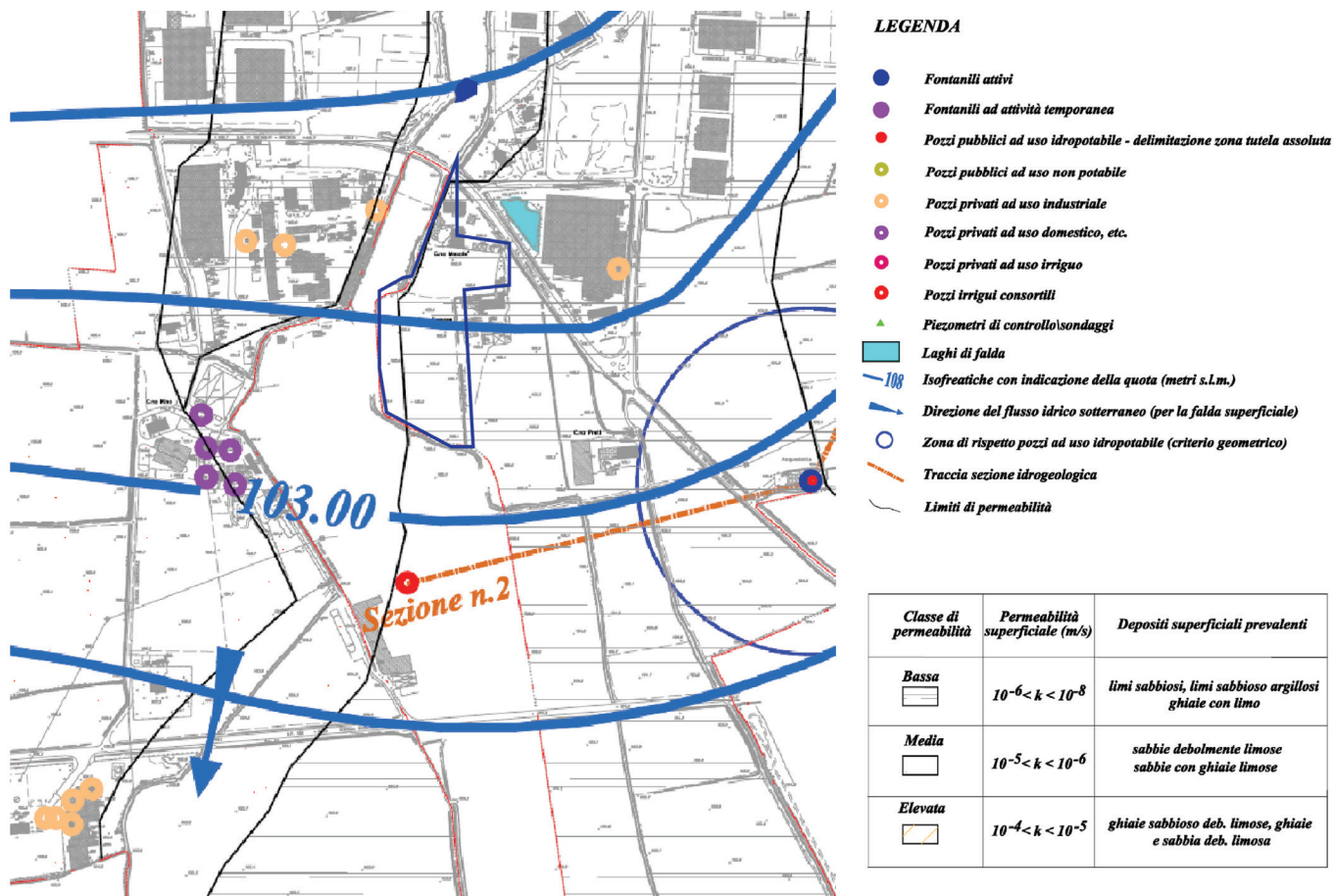


Immagine 4C: Stralcio della carta idrogeologica, in blu l'area di studio (Fonte: PGT Comung di Fornovo San Giovanni)

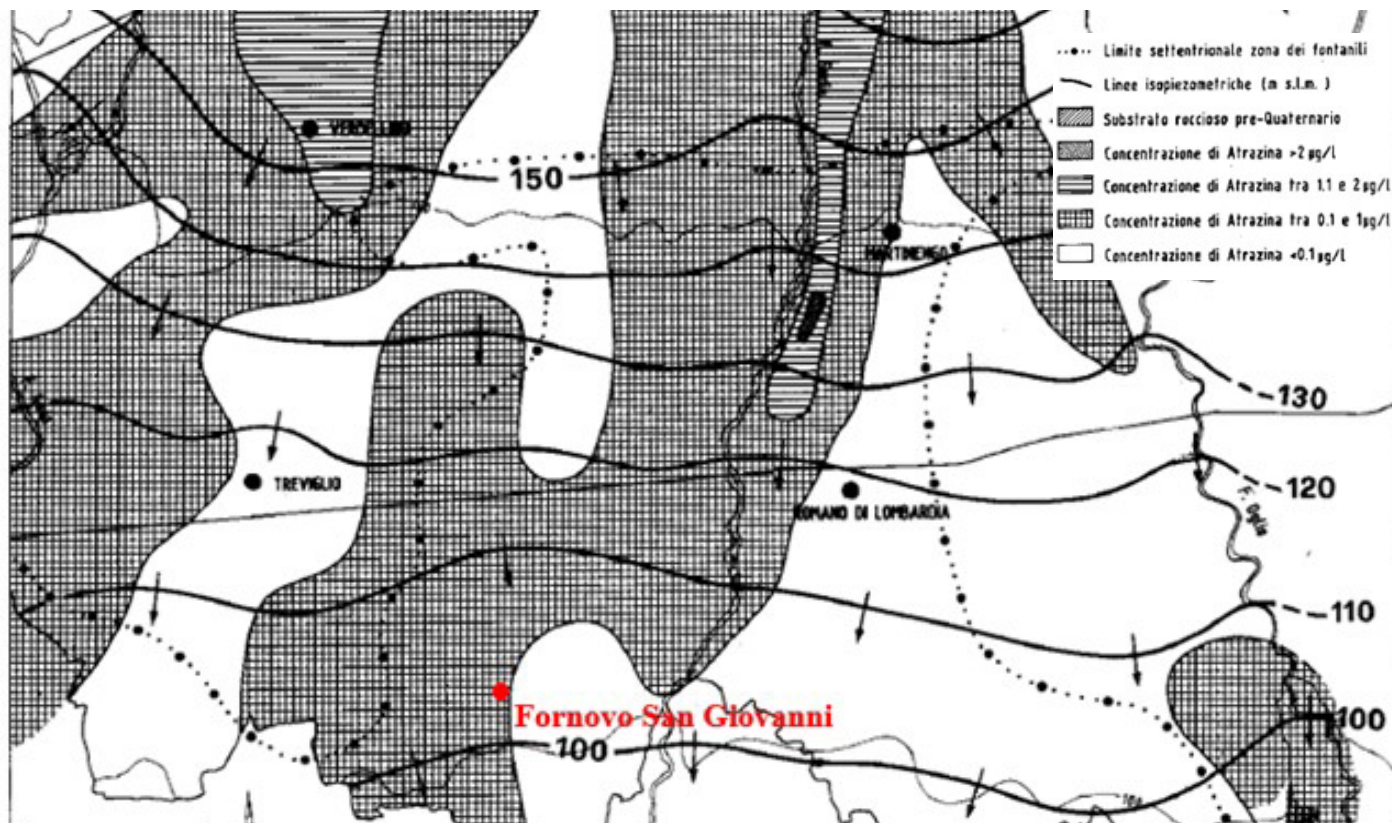


Immagine 4D: Planimetria con la variazione della piezometria e delle linee isocone dell'atrazina (Fonte: Piano di Bonifica della falda sotterranea interessata da atrazina nella provincia di Bergamo).

5. Componente sismica

5.1 Classificazione sismica

In conformità con le disposizioni normative nazionali, specificamente il Decreto del Presidente del Consiglio dei ministri (DPCM) n° 3274, il Decreto del Presidente del Consiglio dei ministri n° 3519, e la Delibera della Giunta Regionale (D.G.R.) X/2129 in vigore dal 16 aprile 2016, il territorio di Fornovo San Giovanni è classificato come Zona Sismica 3. Questa classificazione corrisponde a un'accelerazione di picco su terreno rigido (a_g) compresa tra 0.05 g e 0.15 g, secondo quanto previsto dal Decreto del Presidente del Consiglio dei ministri n° 3519/06. Si riportano in Tabella 5A i valori riassunti.

Zona sismica	3
Descrizione	Zona che può essere soggetta a forti terremoti ma rari.
Accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [a_g]	$0,05 < a_g \leq 0,15$ g
Accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [a_g]	0,15 g

Tabella 5A: Classificazione sismica del Comune di Fornovo San Giovanni.

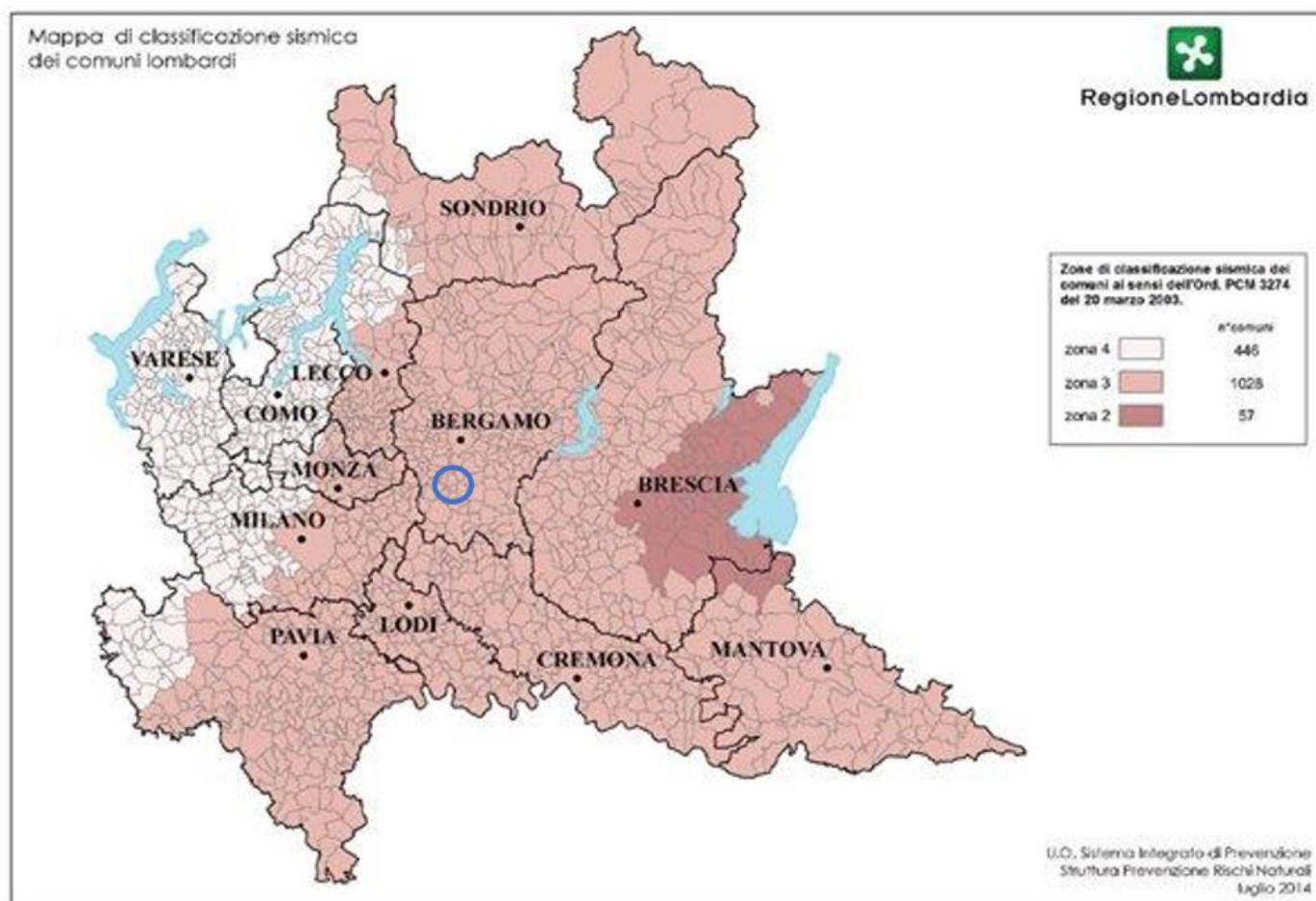


Immagine 5A: Classificazione sismica dei comuni di Regione Lombardia ai sensi della DGR X/2129. In rosso è evidenziato il sito (Fonte: Delibera regionale 2129 dell'11 luglio 2014)

Dal punto di vista delle zone sismogenetiche catalogate nel Database of Individual Seismogenic Sources (DISS 3.0), riferendosi alla zonazione ufficiale ZS9 (Figura 5B), basata sulle evidenze di tettonica attiva e del potenziale sismogenetico delle strutture, il sito è situato nella zona sismogenetica classificata come Zona 907 (“Bergamasco”). La zona 907 comprende la parte più bassa delle province di Bergamo e Brescia ed è caratterizzata da una sismicità generalmente medio-bassa, con l’eccezione del terremoto di Soncino del 1982, a cui è stata assegnata una magnitudo Mw di 5.9.

Secondo il “Rapporto Conclusivo della Redazione della Mappa di Pericolosità Sismica” dell’O.P.C.M. n° 3274, la Magnitudo massima attesa (MW MAX) da considerare per determinare le accelerazioni massime attese al sito, tenendo conto della possibilità, anche se con bassa probabilità, di eventi di magnitudo superiore a quelli verificatisi nel periodo di riferimento del catalogo dei terremoti, è suddivisa in due valori. Il primo valore (MW

MAX1) è calibrato in modo cautelativo sui dati sismologici e geologici, mentre il secondo valore (MW MAX2) è di tipo maggiormente cautelativo:

- $MwMAX1 = 5.91$;
- $MwMAX2 = 6.14$.

Dal punto di vista delle faglie capaci, ovverosia le faglie in grado di produrre una significativa deformazione tettonica permanente in superficie, il database ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faults) (Figura 5C) mostra la presenza di una faglia inversa a 9.30 km a sud del Comune. La faglia è denominata “Treviglio”, ha una lunghezza di 28.1 km e un Average strike di 200° (Fantoni et al. 2004). Un’altra faglia inversa è localizzata a 21 km in direzione sud-est del sito, è denominata “Capriano del Colle Backthrust”, si estende per una lunghezza di 29.6 km ed ha un Average strike di 80° (Livio et al. 2009)

Secondo il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15 v4.0), entro un raggio di 50

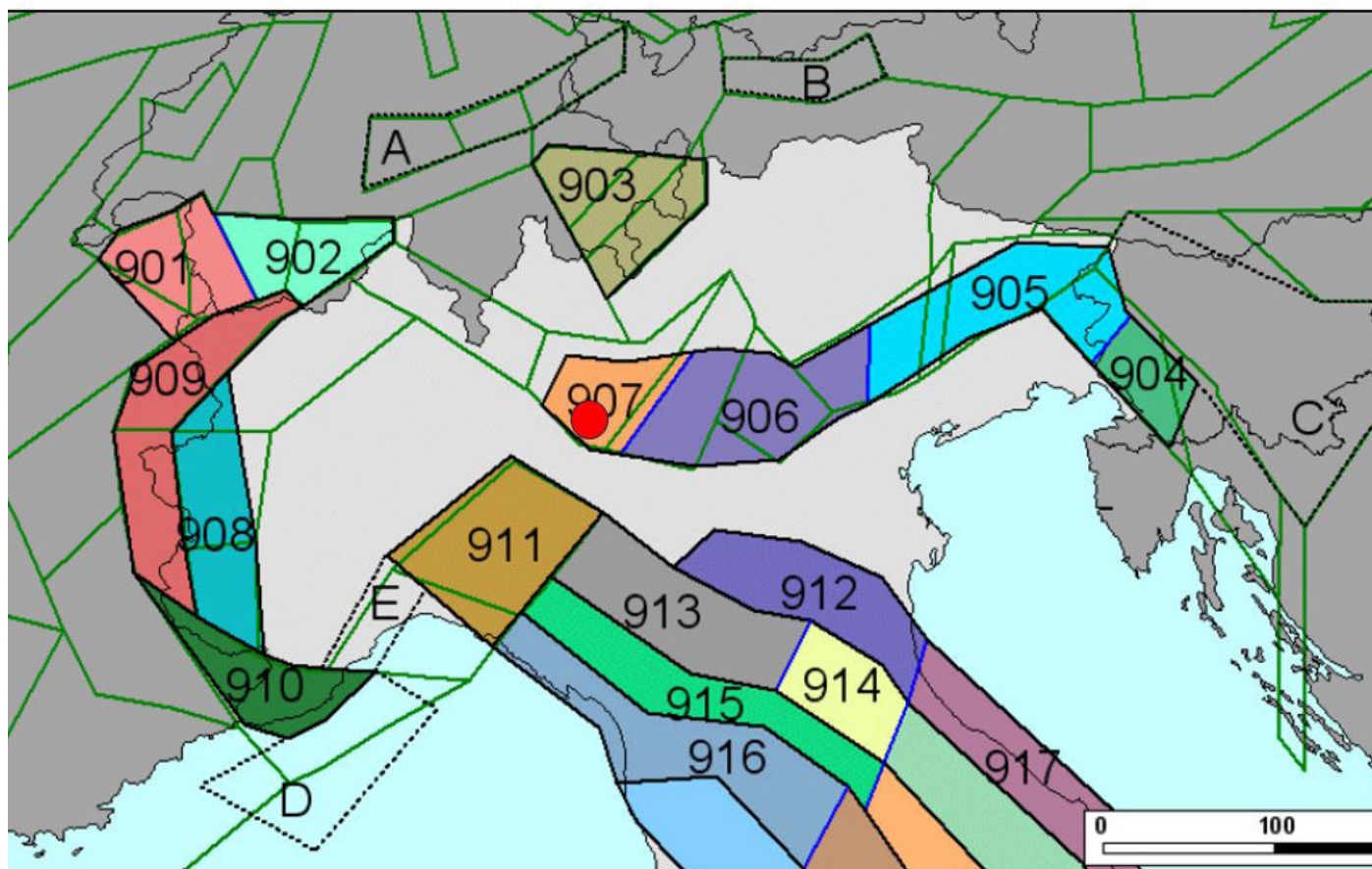


Immagine 5B: Zonazione sismogenetica Z09, in rosso il Sito (Fonte: Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia INGV, Meletti e al., 2004)

km dalla città di Bergamo sono stati registrati 40 terremoti (Figura 5D). Si evidenzia la presenza di un terremoto con magnitudo momento (MW) pari a 5.6, verificatosi il 12/05/1802, con epicentro catalogato nella vicinanza della città di Soncino (45.424, 9.839).

Relativamente alla disaggregazione della pericolosità sismica su base probabilistica calcolata da INGV per il territorio italiano, considerando il tempo di ritorno $TR = 475$ anni (corrispondente alla probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni), si evince che nell'area del Sito la pericolosità di base è determinata da eventi sismici con epicentro tra 0 km a 40 km e magnitudo MW compresa tra 4.0 e 6.0 (Figura 5E). Per quanto riguarda l'accelerazione sismica di base su terreno rigido, per il Tr di 475 anni, l'accelerazione di picco su terreno rigido (ag) è pari a 0,12 g.

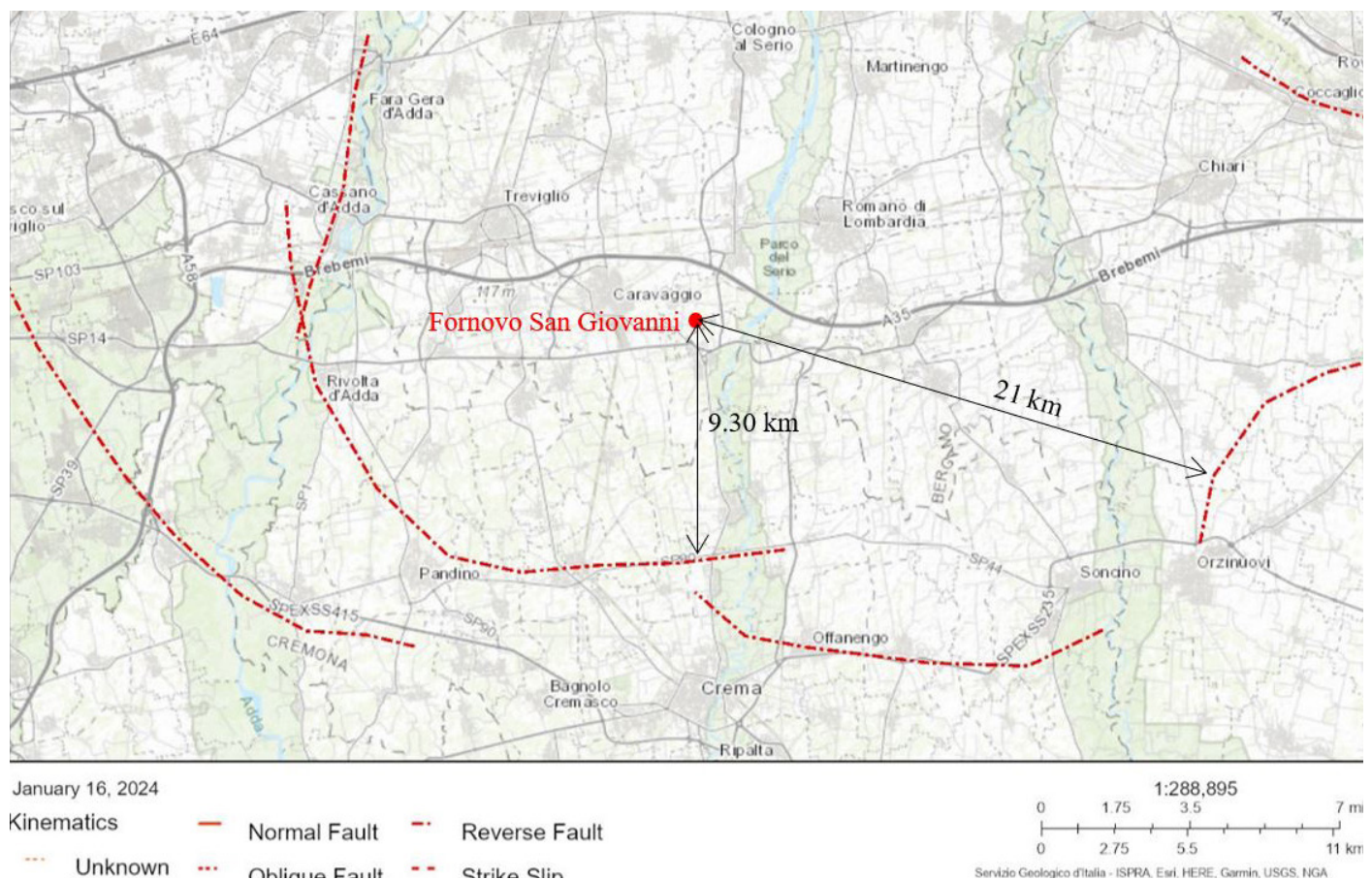


Immagine 5C: Mappa delle faglie capaci, in rosso il comune di Forno San Giovanni (Fonte: Database ITHACA - CATALOGO DELLE FAGLIE CAPACI)

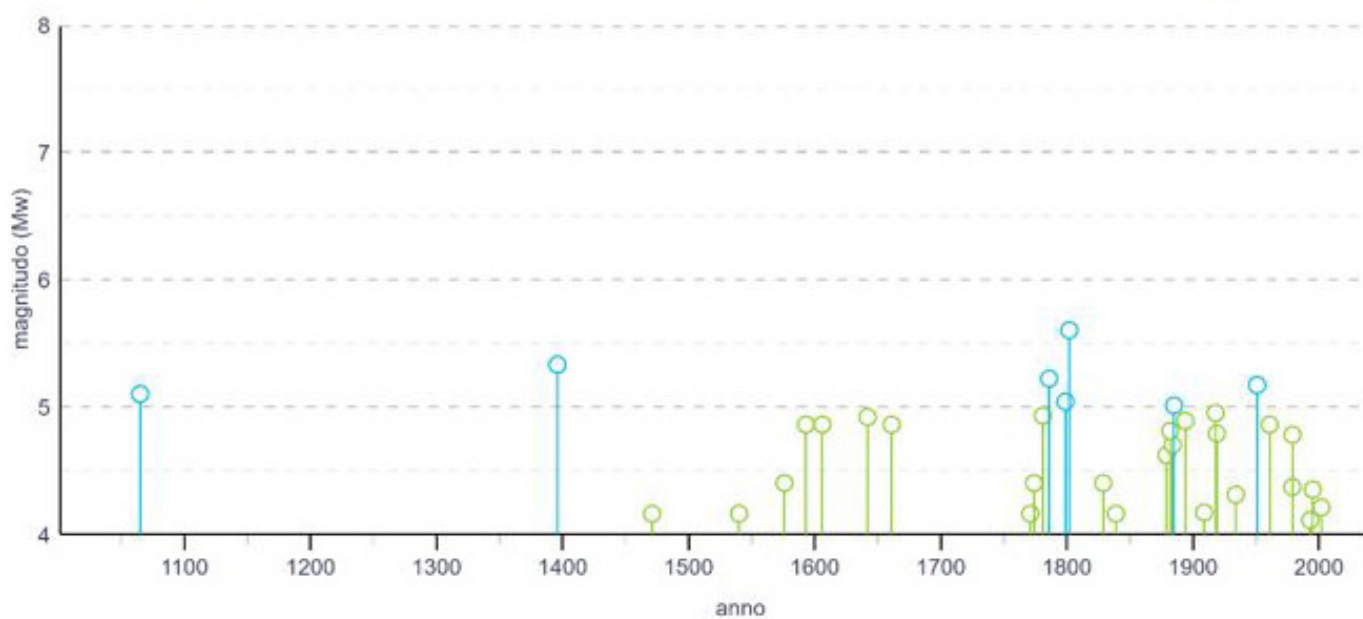
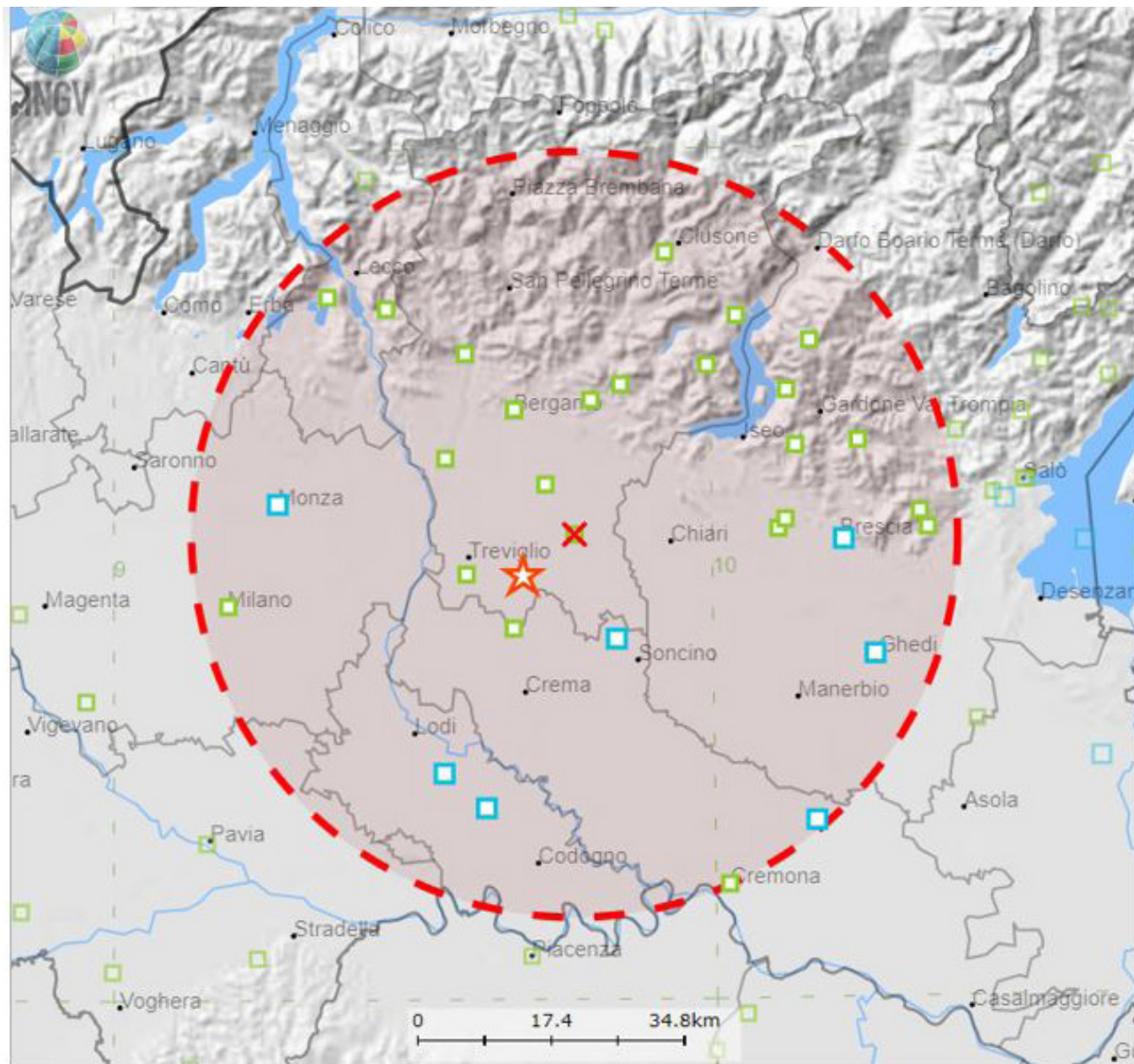


Immagine 5D: Sopra - Sismicità storica entro una circonferenza di raggio 50 km dal Comune di Fornovo San Giovanni, identificato con una stella;

Sotto - localizzazione temporale e Magnitudo momento (Mw) dei terremoti identificati (Fonte: CPTI15)

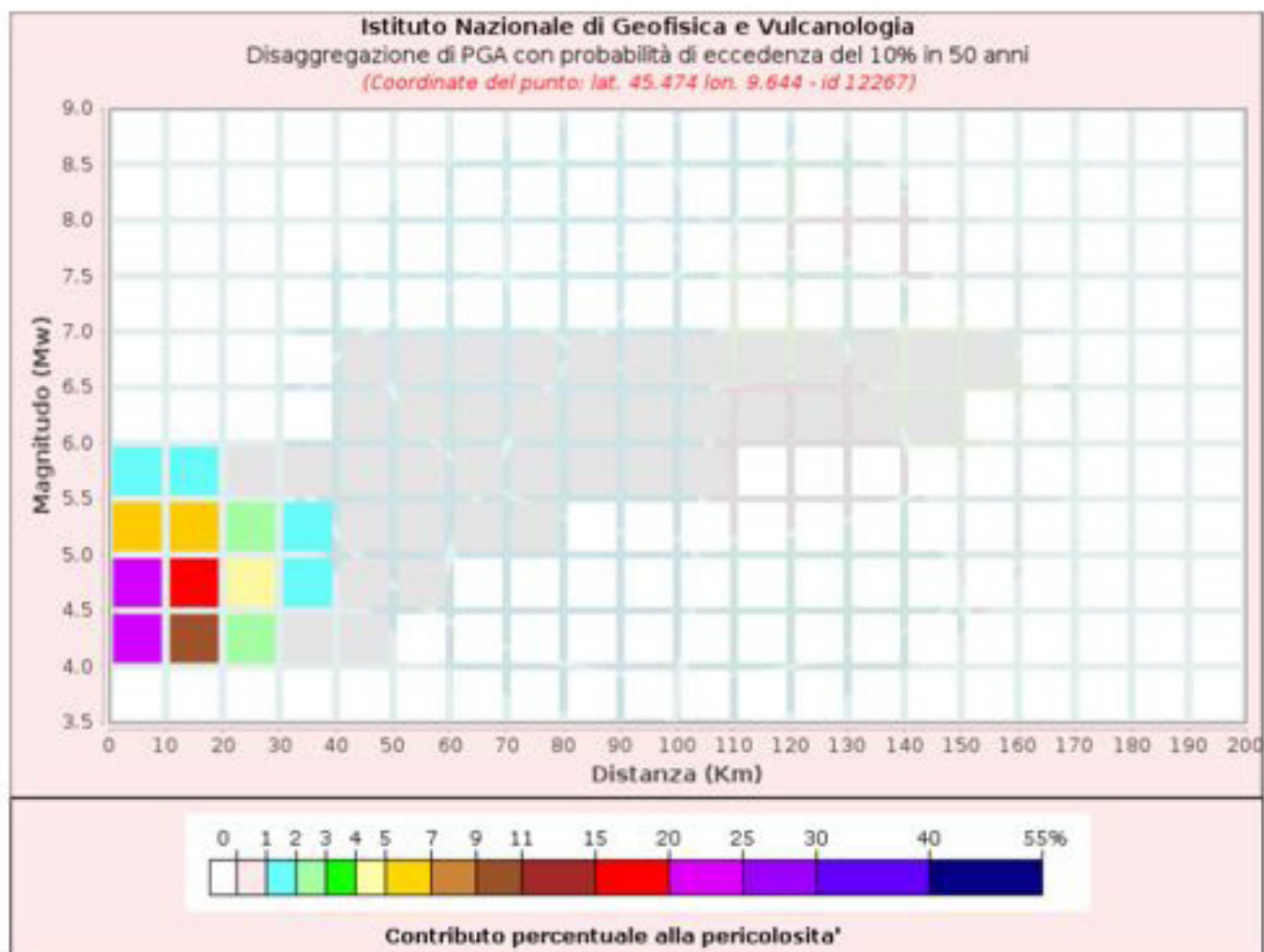
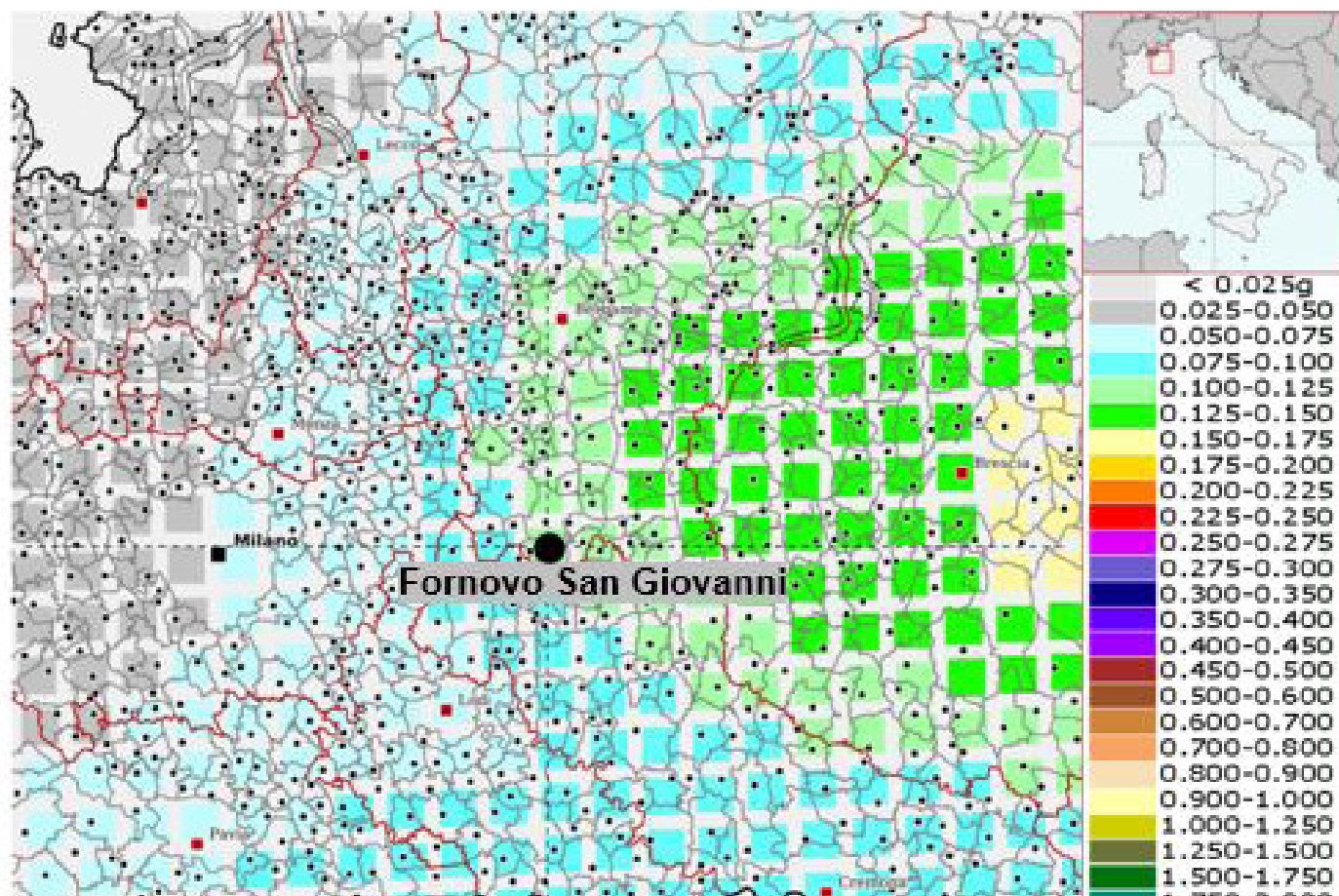


Immagine 5E: Mappa delle faglie capaci, in rosso il comune di Forno San Giovanni (Fonte: Database ITHACA - CATALOGO DELLE FAGLIE CAPACI)

5.1 Aspetti sismici ai sensi della normativa regionale

In conformità alla Delibera di Giunta Regionale (DRG) IX/2616, il Piano di Governo del Territorio (PGT) del Comune di Fornovo San Giovanni ha elaborato la Carta della Pericolosità Sismica Locale (PSL) per il territorio comunale. Questa carta, prodotta in scala 1:5000, individua e delimita le situazioni che possono essere sede di fenomeni d'instabilità o di effetti di amplificazione sismica per le quali si rende necessaria la verifica di secondo e/o di terzo livello.

Dall'analisi della PSL emerge che il Sito è in Zona Z4a: zone di fondovalle/pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi.

Per le zone a PSL Z4a ove è stata documentata la presenza di terreni di fondazione fini costituiti da limi, limi-sabbiosi-argillosi saturi, la normativa regionale prescrive l'analisi di secondo livello da effettuarsi in fase di pianificazione. Qualora si verificasse che il

valore del Fattore di Amplificazione (FA) superi il valore di soglia stabilito per il comune in questione, in fase progettuale sarà necessario effettuare anche la verifica di terzo livello.

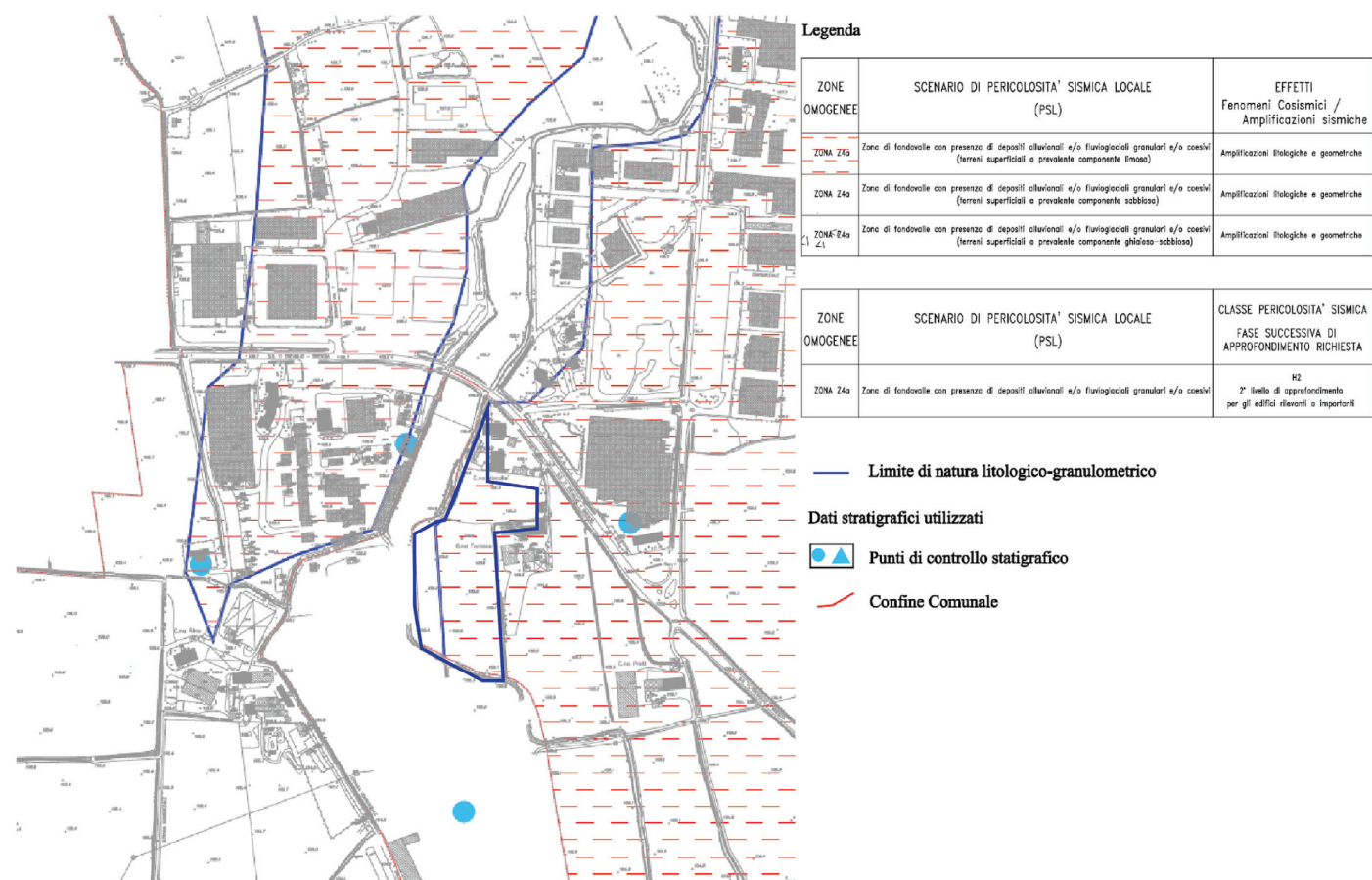


Immagine 5F: Stralcio della carta di Pericolosità Sismica Locale, in blu l'area di studio (Fonte: PGT Comune di Fornovo San Giovanni)

6. Inquadramento pianificatorio

6.1 Vincoli

Sulla base della disamina dei vincoli derivanti dai:

- Vincoli di polizia idraulica: ai sensi del R.D. 523/1904 per i corsi d'acqua e al R.D. 368/1904 per le disposizioni riguardanti i canali e le altre opere di bonifica, oltre alle successive disposizioni regionali in materia (D.G.R. 7/7868 del 15/02/2002, D.G.R. 7/13950 del 01/08/2003, L.R.n.7 del 16/06/2003 e successivi, D.D.G. n.8943 del 3 agosto 2007).
- Vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino (ai sensi della legge 183/89): Fasce Fluviali dell'Autorità di Bacino fiume Po: d.c.p.m. 24 luglio 1998 "Approvazione piano stralcio fasce fluviali"; Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, adottato con delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino fiume Po, n.18/2001, il 26 aprile 2001.

Il Sito risulta interessato nella parte occidentale dai vincoli di rispetto a 5 metri per la Roggia Pradei del reticolo idrico consortile. Il R.D. n. 523/1904

pone il divieto assoluto di piantagioni e movimento di terreno ad una distanza inferiore a 4 mt e divieto assoluto di edificazione e scavi a distanza inferiore di 10 mt.

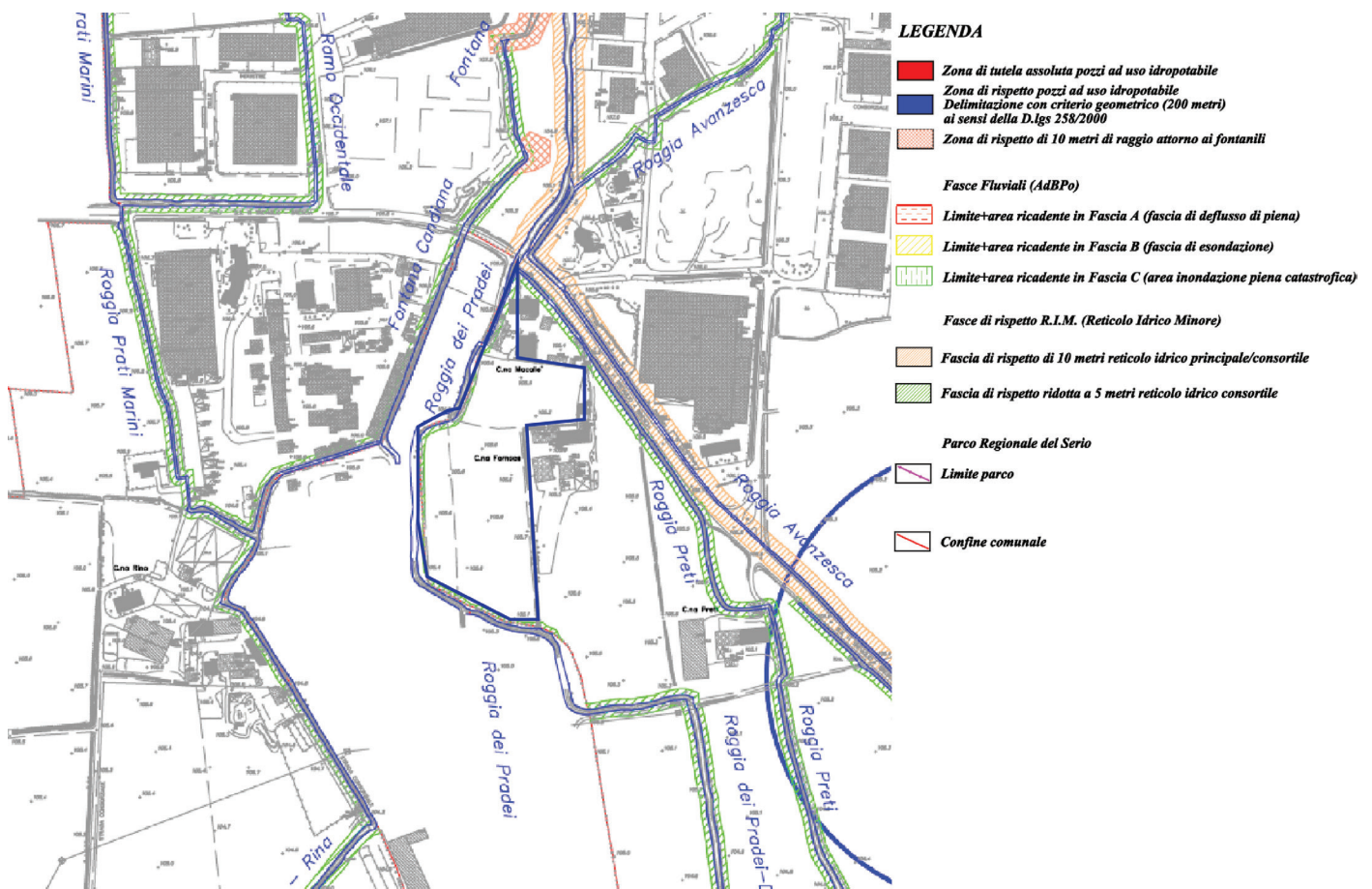


Immagine 6A: Stralcio della carta dei Vincoli, in blu l'area di studio (Fonte: PGT Comune di Fornovo San Giovanni)

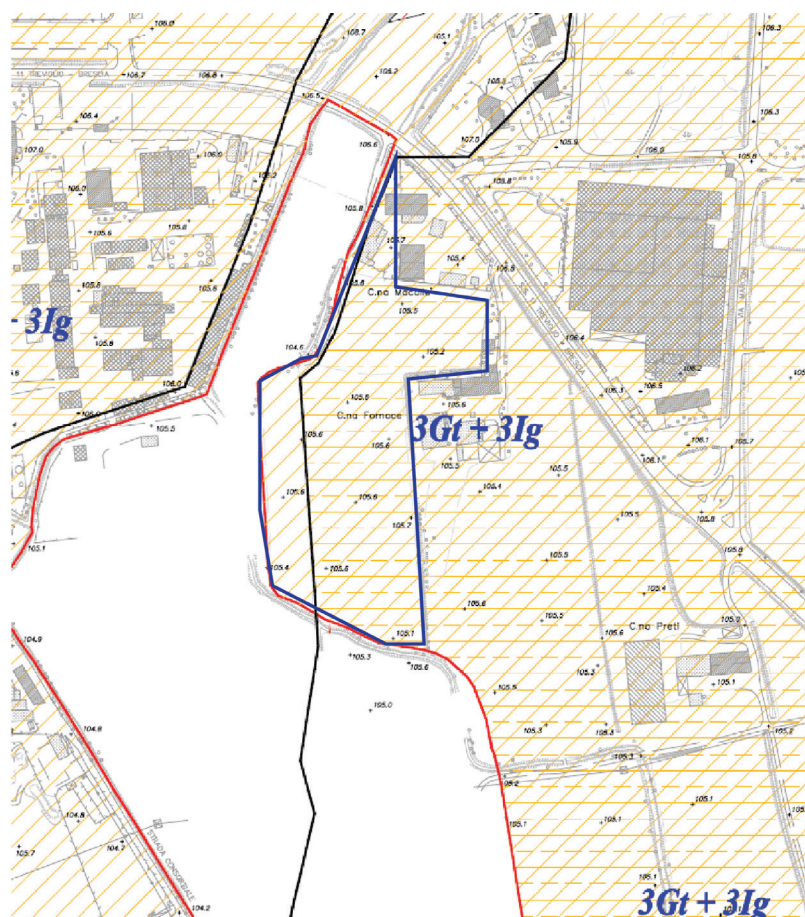
6.2 Fattibilità geologica

In base all'analisi della cartografia del Piano di Governo del Territorio (PGT) di Fornovo San Giovanni, il sito rientra nella "classe 3° - fattibilità con consistenti limitazioni d'uso". In dettaglio, il Sito rientra nelle seguenti classi di fattibilità: 3Gt e 3Ig.

Sottoclasse 3Gt (Aree con problematiche Geologico-Geotecniche): Questa sottoclasse include aree con problemi geologici e geotecnici evidenti. Sono individuate dalla presenza, a partire dalla superficie, di strati di limi, limi sabbiosi argillosi con spessori generalmente superiori ai 3 metri e massimi fino a 5 metri. Questi terreni presentano caratteristiche geotecniche scadenti, che possono peggiorare ulteriormente se esposti all'escursione della superficie di falda. Le considerazioni da tenere in considerazione in queste zone includono la riduzione della capacità portante del terreno, cedimenti per consolidazione, presenza di falda freatica, necessità di drenaggio costante, supporto delle pareti di scavo, possibili

opere di impermeabilizzazione/drenaggio, prevenzione della risalita capillare e limitata possibilità di realizzare pozzi disperdenti per acque meteoriche. Modifiche nella destinazione d'uso richiederanno approfondite indagini sullo spessore e sulle caratteristiche geotecniche di tali materiali.

Sottoclasse 3Ig (Aree con problematiche Idrogeologiche): Questa sottoclasse include aree pianeggianti o poco acclivi con una falda freatica a meno di 5 metri di profondità, che comprendono praticamente l'intero territorio comunale di Fornovo San Giovanni. In queste aree, con una falda così vicina alla superficie e l'assenza di una spessa copertura pedogenetica, gli interventi antropici devono considerare attentamente aspetti come insediamenti agricoli estesi, spandimenti di liquami, insediamenti industriali considerati pericolosi, trivellazione di nuovi pozzi, realizzazione di serbatoi interrati per sostanze inquinanti, pozzi disperdenti, ecc. Al fine di non alterare le condizioni chimico-fisiche delle acque, tali interventi dovranno essere attentamente valutati. presenti nel sottosuolo.



Classe 1: fattibilità senza particolari limitazioni

Classe 2: fattibilità con modeste limitazioni

Classe 3: fattibilità con consistenti limitazioni

Classe 4: fattibilità con gravi limitazioni

	Problematica			
	Stabilità	Geotecnica	Idraulica	Idrogeologica
Classe 1	1			
Classe 2			2 Id	
Classe 3		3 Gt	3 Id	3 Ig
Classe 4			4 Id	4 Ig

— Confine comunale

Immagine 6B: Stralcio della carta di fattibilità, in blu l'area di studio (Fonte: PGT Comune di Fornovo San Giovanni)

7. Conclusioni

7.1 Conclusioni

Il presente documento di sintesi riporta le caratteristiche geologiche, idrogeologiche e sismiche dell'area interessata dal PUA.

L'analisi del sito è stata condotta a livello territoriale, sia esteso che locale, considerando gli aspetti geologici, sismici e geotecnici. Tale analisi si basa sui dati contenuti nel Piano di Governo del Territorio (PGT) del Comune di Fornovo San Giovanni vigente e sui database regionali e nazionali, focalizzandosi in particolare sugli aspetti sismici e di fattibilità, per i quali si rimanda ai relativi capitoli del presente documento.

Il sito ha un'elevazione compresa tra 105.6 e 105.1 metri slm, si trova in un'area pianeggiante interessata geomorfologicamente da una depressione allungata associata alle risorgive. Dal punto di vista geologico il sito è caratterizzata da limi-argilloso-sabbiosi, limi e sabbie.

La carta idrogeologica del Comune di Fornovo San Giovanni indica che la falda nel sito ha una soggiacenza tra i 105 e i 103 metri sul livello del mare, con una direzione S-SW e una classe di permeabilità bassa (10-8 e 10-6 m/s).

Dal punto di vista sismico, il sito rientra nella zona sismogenetica 907, caratterizzata da una sismicità generalmente medio-bassa. Il comune rientra in Zona Sismica 3, con accelerazione sismica di base su terreno rigido tra $0,05 < a_g \leq 0,15$ g. La pericolosità sismica probabilistica è determinata da eventi sismici con epicentro tra 0 km e 40 km e magnitudo MW tra 4.0 e 6.0.

A livello comunale, il sito ricade nella Zona di Pericolosità Sismica Locale (PSL) Z4a, suscettibile di amplificazione sismica locale di tipo litologico e/o geometrico. Per le zone a PSL Z4a, nel caso di edifici strategici e rilevanti, deve essere effettuata l'analisi di secondo livello da effettuarsi in fase di pianificazione. Qualora si verificasse che il valore del Fattore di Amplificazione (FA) superi il valore di soglia stabilito per il comune in questione, in fase progettuale sarà necessario effettuare anche la verifica di terzo livello.

Sulla base delle mappe di pericolosità idraulica del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) del Distretto idrografico del Fiume Po – revisione 2025, consultate in data 11/05/2026, una porzione

del Sito ricade in area a pericolosità idraulica elevata P3 (H), associata a eventi di piena frequenti. In tali ambiti, il PGRA persegue come obiettivo prioritario la prevenzione del rischio idraulico, attraverso misure finalizzate a non incrementare ulteriormente il rischio esistente, evitando l'aumento dell'esposizione e della vulnerabilità degli elementi presenti nelle aree potenzialmente allagabili.

Il Sito risulta interessato nella parte occidentale dai vincoli di rispetto a 5 metri per la Roggia Pradei del reticolo idrico consortile. Il R.D. n. 523/1904 pone il divieto assoluto di piantagioni e movimento di terreno ad una distanza inferiore a 4 mt e divieto assoluto di edificazione e scavi a distanza inferiore di 10 mt (ridotto a 5m per il reticolo idrico consortile).

In termini di fattibilità, il sito è classificato come “classe 3a - fattibilità con consistenti limitazioni d'uso”, nel dettaglio nelle sottoclassi 3Gt e 3Ig. La sottoclasse 3Gt riguarda aree con problemi geologico-geotecnici, identificate dalla presenza di strati di limi e limi sabbiosi argillosi con spessori da 3 a 5 metri. Questi terreni, con caratteristiche geotecniche scadenti, necessitano di considerazioni in dettaglio e indagini specifiche e approfondite al fine di valutare la riduzione della capacità portante, cedimenti, falda freatica, drenaggio e opere di impermeabilizzazione. La sottoclasse 3Ig comprende aree pianeggianti con falda freatica a meno di 5 metri, per questa zona, tutti gli interventi antropici, come insediamenti agricoli e industriali, devono essere valutati nel dettaglio con studi specifici al fine di evitare alterazioni delle condizioni delle acque.

ARUP

Corso Italia 1
Milano 20122
Italy

+39 02 8597 9301
milan@arup.com

We shape a better world