

# COMUNE DI SAN GERVASIO BRESCIANO



Oggetto:

PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

## COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

(Aggiornamento dello Studio Geologico Comunale ai sensi della  
D.G.R. N.8/1566 del 22/12/2005 - D.G.R. N. 8/7374 del 28/05/2008  
in attuazione della L.R. 12/2005)

## RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE

Committente:

COMUNE DI  
SAN GERVASIO BRESCIANO  
Piazza Donatori di Sangue, 1  
25020 San Gervasio Bresciano (BS)

Redatto da:

**Geologa Dr.ssa ANDREINA BONETTA**

Via Mazzini, 79 - 25020 Alfianello (BS)

Tel 3472391140

e-mail: andreina.bonetta@libero.it

Iscrizione Ordine dei Geologi della Lombardia al n. 1442

Fase:

Data:

Giugno 2011

Commessa:

Posizione:

## INDICE

1. PREMESSA .....	5
2. METODOLOGIA DI LAVORO .....	6
2.1 FASE DI ANALISI .....	6
2.1.1 RICERCA STORICA E BIBLIOGRAFICA.....	6
2.1.2 CARTOGRAFIA DI INQUADRAMENTO .....	7
2.1.3 APPROFONDIMENTO/INTEGRAZIONE.....	8
2.2 FASE DI SINTESI/VALUTAZIONE .....	9
2.3 FASE DI PROPOSTA .....	9
3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO-TERRITORIALE.....	10
4. INQUADRAMENTO METEO-CLIMATICO .....	11
5. GEOLOGIA E LITOLOGIA SUPERFICIALE .....	14
6. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E IDROGRAFIA SUPERFICIALE .....	17
6.1 IDROGRAFIA SUPERFICIALE .....	19
6.1.1 RETICOLO IDRICO PRINCIPALE .....	19
6.1.2 RETICOLO IDRICO MINORE.....	19
7. CARATTERISTICHE GEOPEDOLOGICHE E USO DEL SUOLO .....	23
8. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE.....	25
8.1 VULNERABILITA' DELL'ACQUIFERO SUPERFICIALE .....	29
9. MICROZONAZIONE SISMICA.....	31
9.1 SISMICITA' DEL TERRITORIO .....	31
9.2 SISMICITA' STORICA .....	31
9.3 NUOVA CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO .....	38
9.4 RISPOSTA SISMICA LOCALE .....	42
9.4.1 EFFETTI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA LOCALE.....	43
9.4.2 EFFETTI DI INSTABILITA' .....	44
10. ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI NORMATIVA REGIONALE .....	45
10.1 ANALISI DI 1° LIVELLO .....	51
10.2 ANALISI DI 2° LIVELLO .....	52
11. RACCORDO CON GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE SOVRAORDINATA .....	55
11.1 PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI) .....	55

11.2 PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO DELLA PROVINCIA DI BRESCIA (PTCP).....	55
11.3 PROGRAMMA DI TUTELA E USO DELLE ACQUE SOTTERRANEE (PTUA).....	55
12.CARTA DEI VINCOLI.....	58
13.CARTA DI SINTESI.....	60
14.CARTA DI FATTIBILITA' DELLE AZIONI DI PIANO E RELATIVE NORME GEOLOGICHE .....	62
14.1 NORME GENERALI.....	62
14.2 CLASSI DI FATTIBILITA' E NORME GEOLOGICHE DI PIANO .....	65
14.2.1 FATTIBILITA' E COMPONENTE SISMICA .....	75

**ELENCO ALLEGATI:**

- ALLEGATO N.1: INQUADRAMENTO GEOGRAFICO TERRITORIALE  
(SCALA 1:25.000)
- ALLEGATO N.2: ASSETTO STRUTTURALE TERRITORIO IN OGGETTO
- ALLEGATO N.3: ELENCHI CONCESSIONI E AUTODENUNCE RELATIVE A  
PICCOLE DERIVAZIONI DI ACQUE SOTTERRANEE
- ALLEGATO N.4: STRATIGRAFIA POZZO IDRICO COMUNALE
- ALLEGATO N.5: SEZIONI IDROGEOLOGICHE
- ALLEGATO N.6: CARTA DELLE ISOPIEZE  
(SCALA 1:25.000)
- ALLEGATO N.7: CARATTERIZZAZIONE PRIMO SOTTOSUOLO  
(ELENCO RELAZIONI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE  
REPERITE PRESSO L'UFFICIO TECNICO COMUNALE)
- ALLEGATO N.8: ANALISI DEL RISCHIO SISMICO – INDAGINI SISMICHE  
PASSIVE (GG SERVICE)
- ALLEGATO N.9: ANALISI DEL RISCHIO SISMICO – SCHEDE DI VALUTAZIONE

**ELENCO ELABORATI GRAFICI**

- TAV. 1/A: CARTOGRAFIA DI INQUADRAMENTO - CARTA LITOLOGICA
- TAV. 1/B: CARTOGRAFIA DI INQUADRAMENTO - CARTA MORFOLOGICO-  
PAESAGGISTICA
- TAV. 1/C: CARTOGRAFIA DI INQUADRAMENTO - CARTA PEDOLOGICA
- TAV. 1/D: CARTOGRAFIA DI INQUADRAMENTO - CARTA DELLE RISORSE  
IDRICHE E DELLA VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA
- TAV. 2: CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE
- TAV. 3: CARTA DEI VINCOLI
- TAV. 4: CARTA DI SINTESI
- TAV. 5: CARTA DI FATTIBILITA' DELLE AZIONI DI PIANO (SCALA 1:5.000)
- TAV. 6: CARTA DI FATTIBILITA' DELLE AZIONI DI PIANO (SCALA 1:10.000)

## 1. PREMESSA

La presente indagine costituisce l'aggiornamento ai sensi della D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 <<*Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005*>> dello Studio Geologico del territorio comunale di San Gervasio Bresciano, redatto dal Dr. Geol. Guido Cadeo nel marzo 1999, studio ritenuto valido ai sensi della L.R. 41/97.

Nel presente studio è stato considerato anche quanto contenuto nella D.G.R. 28 maggio 2008 n. 8/7374, in aggiornamento alla D.G.R. n. 8/1566 del 22 dicembre 2005.

In particolare, oltre al riesame delle caratteristiche geologiche, idrogeologiche, idrografiche e geomorfologiche del territorio comunale di San Gervasio Bresciano, sulla base dei nuovi criteri metodologici, nel corso della presente indagine si è proceduto ad effettuare:

- analisi sismica ai sensi delle D.G.R. 8/1566 e D.G.R. 8/7374 ed, in particolare, dell'allegato 5 "Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei Piani di governo del territorio;
- redazione della Carta della pericolosità sismica locale;
- redazione della Carta dei vincoli e della Carta di sintesi;
- revisione della Carta della Fattibilità geologica per le azioni di piano e della relativa normativa.

## 2. METODOLOGIA DI LAVORO

Dal punto di vista metodologico, il presente studio si è articolato nelle seguenti 3 fasi:

1. Fase di analisi (ricerca storica e bibliografica, d'inquadramento e di approfondimento/integrazione).
2. Fase di sintesi – valutazione.
3. Fase di proposta.

### 2.1 FASE DI ANALISI

#### 2.1.1 RICERCA STORICA E BIBLIOGRAFICA

Allo scopo di acquisire una conoscenza approfondita del territorio comunale di San Gervasio Bresciano è stata condotta una ricerca storica e bibliografica, fase propedeutica alla redazione della cartografia di analisi, di sintesi e alla stesura della relazione finale.

Come richiesto dalla normativa di riferimento è stata presa in considerazione la documentazione disponibile presso la Regione Lombardia, insieme al quadro conoscitivo delle caratteristiche fisiche del territorio e dei vincoli contenuti nel Sistema Informativo Territoriale Regionale.

Con riferimento a:

- CARTA DEI CENTRI ABITATI INSTABILI
- STUDI IDRAULICI PREDISPOSTI DALL'AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO
- ALTRI STUDI IDRAULICI realizzati a supporto di progettazioni, per approfondimenti o per la formulazione di osservazioni al PAI

**è stata verificata l'assenza di dati e informazioni riguardanti il Comune di San Gervasio Bresciano.**

Il **SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE REGIONALE** (disponibile sul sito della Regione Lombardia – Cartografia On Line – Banche dati del SIT – Ambiente e Territorio) ha permesso, invece, di acquisire informazioni utili in merito all'uso del suolo e agli aspetti geologici e idrogeologici; sono stati consultati, infatti, i seguenti sistemi informativi tematici:

- CARG – Cartografia geologica
- SIBA – Sistema Informativo Beni Ambientali
- GEOIFF – Inventario Frane e dissesti
- SIBCA – Sistema informativo Beni Ambientali
- STUDI GEOLOGICI dei comuni limitrofi
- ODS – Opere di difesa del suolo
- PGT – Piani di Governo del Territorio

E' stata, inoltre, verificata l'**assenza nel territorio comunale di San Gervasio Bresciano di aree in dissesto** derivanti dall'Inventario dei fenomeni franosi regionale e dall'Elaborato 2 del PAI <<Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici>> come presente nel S.I.T. regionale (PAI Dissesti – PAI Dissesti aggiornati).

Come accennato precedentemente, il Comune di San Gervasio Bresciano è dotato di studio geologico facente parte integrante del Piano Regolatore Generale, studio valido ai sensi della L.R. 41/97, redatto a cura del Dr. Guido Cadeo nel marzo 1999. **Nel corso della presente indagine sono state, pertanto, riprese dallo studio sopraccitato le principali considerazioni, per altro pienamente condivise dalla scrivente, riguardanti, le caratteristiche morfologiche e l'evoluzione del territorio, la distribuzione areale dei litotipi affioranti nel territorio comunale, l'idrogeologia e le caratteristiche delle varie unità geologiche ed idrogeologiche cartografate.**

La bibliografia di riferimento è rappresentata, inoltre, da altra documentazione specifica sia in possesso della scrivente, sia messa a disposizione dall'Ufficio Tecnico Comunale (pratiche edilizie e di ricerca/concessione per le derivazioni di acque sotterranee).

Si riporta, di seguito, l'elenco delle principali fonti bibliografiche consultate.

- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA – Carta geologica d'Italia in scala 1:100.000 – Foglio n. 61 Cremona
- POLITECNICO MILANO (1988) - *Studio idrogeologico della pianura bresciana tra i Fiumi Oglio e Chiese* (Denti E.; Lauzi S., Sala P., Scesi L.).
- PROVINCIA DI BRESCIA (1988) - *Piano territoriale paesistico provinciale – Carta delle unità di paesaggio della pianura – Carta morfologica – Tav. D71 Pontevico*
- PROVINCIA DI BRESCIA (ASSESSORATO ECOLOGIA) (1993): *Piano regionale di risanamento delle acque - Settori funzionali dei pubblici servizi di acquedotto, fognature e collettamento-depurazione - Indagine idrogeologica territoriale. Carta delle risorse. Carta della vulnerabilità idrogeologica.*
- E.R.S.A.L. (1993) - *I suoli della Pianura Bresciana Centrale*

## 2.1.2 CARTOGRAFIA DI INQUADRAMENTO

Con i dati reperiti nella fase precedente, integrati da elaborazioni eseguite dalla sottoscritta e dai rilievi di campagna, si è proceduto alla stesura di diversi elaborati cartografici di inquadramento estesi al territorio comunale in oggetto e/o ad un intorno significativo, in funzione del tematismo considerato.

Le basi topografiche utilizzate per l'elaborazione di tutti gli elaborati cartografici sono rappresentate da:

- **Carta Tecnica Regionale (C.T.R.)** in scala 1:10.000 – Fogli D7b1, D7b2.
- **Rilievo aerofotogrammetrico comunale** (scala 1:5.000) fornito dall'Ufficio Tecnico Comunale.

La documentazione cartografica di analisi prodotta è rappresentata dalla **CARTOGRAFIA DI INQUADRAMENTO** suddivisa nelle seguenti carte tematiche:

- **Carta litologica in scala 1:10.000 (TAV. 1/A)** volta ad illustrare, le caratteristiche litologiche superficiali del territorio in oggetto.
- **Carta morfologica con unità di paesaggio in scala 1:10.000 (TAV. 1/B)** con individuazione delle varie unità morfologico-paesaggistiche, degli elementi morfologici significativi, nonché dei processi geomorfologici eventualmente in atto.
- **Carta pedologica in scala 1:10.000 (TAV. 1/C)** volta a descrivere le litologie di superficie e più specificatamente gli aspetti pedologici del territorio.
- **Carta delle risorse idriche e della vulnerabilità idrogeologica in scala 1:10.000 (TAV. 1/D)** con classificazione delle litologie di superficie secondo "range" di permeabilità ed indicazioni circa il grado di vulnerabilità dell'acquifero; sono inoltre riportati i pozzi idrici, pubblici e privati, esistenti nel territorio comunale e in un intorno significativo.

### 2.1.3 APPROFONDIMENTO/INTEGRAZIONE

In questa fase si è proceduto all'analisi dei dati disponibili, integrandoli con le osservazioni ed i dati raccolti durante i rilievi di campagna e le indagini in situ eseguite. La fase, i cui risultati si riflettono anche nella redazione della cartografia di inquadramento, ha come obiettivo la definizione dei rischi gravanti nel territorio comunale. Elemento fondamentale in questo contesto è sicuramente l'analisi del rischio sismico finalizzato alla stesura della **CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE in scala 1:10.000 (TAV. 2)** volta ad individuare gli scenari di pericolosità sismica locale legati a particolari forme e strutture geologiche e geomorfologiche.



## 2.2 FASE DI SINTESI/VALUTAZIONE

Sulla base degli elementi contenuti nella sopra elencata cartografia analitica è stata, successivamente, definita la DOCUMENTAZIONE DI SINTESI comprendente:

- **CARTA DEI VINCOLI in scala 1:5.000 (TAV. 3)**, redatta su tutto il territorio comunale alla scala dello strumento urbanistico (scala 1:5.000), individua le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati di contenuto puramente geologico.
- **CARTA DI SINTESI in scala 1:5.000 (TAV. 4)** con individuazione di aree a differente sensibilità nei confronti delle problematiche geologiche-geopedologiche ed idrogeologiche.

## 2.3 FASE DI PROPOSTA

Rappresenta la fase finale della redazione dello studio geologico e si traduce nella elaborazione della **CARTA DI FATTIBILITA' DELLE AZIONI DI PIANO in scala 1:5.000 e 1:10.000 (TAV. 5 - 6)** e delle Norme geologiche di piano.

Tale fase prevede una modalità standardizzata di attribuzione delle classi di fattibilità, in funzione degli ambiti omogenei individuati per la pericolosità geologica – geotecnica e per il grado di vulnerabilità idraulica e idrogeologica.

Le Norme geologiche di piano, da riportare integralmente nel “Piano delle regole” e nel “Documento di piano” del P.G.T. contengono le indicazioni relative alle indagini di approfondimento da effettuarsi prima di qualsiasi intervento urbanistico nel territorio comunale in oggetto.

***Si sottolinea che lo studio in oggetto non deve in alcun modo essere considerato sostitutivo delle indagini di maggior dettaglio prescritte dal D.M. 14 gennaio 2008 <<Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le costruzioni>>, pubblicato sulla GU n. 29 del 4 febbraio 2008, che sostituisce il precedente D.M. 14 settembre 2005.***

## FASE DI ANALISI

### 3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO-TERRITORIALE

Il territorio di San Gervasio Bresciano appartiene al settore meridionale della pianura bresciana; è cartografato nel F. n°. 61 della Carta d'Italia (scala 1:25.000) e precisamente nel quadrante IV N.E. tavoletta Robecco d'Oglio. E' compreso interamente nelle seguenti sezioni della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 ([Allegato n. 1 – Inquadramento geografico-territoriale](#)):

- D7b1 Pavone del Mella
- D7b2 Pralboino.

utilizzate come basi topografiche per la elaborazione di tutta la cartografia di analisi.

Il territorio comunale comprende il capoluogo San Gervasio Bresciano e la località Casacce, occupa complessivamente una superficie pari a 10.50 kmq; confina a N con il Comune di Manerbio, a E con i Comuni di Cigole e Milzano, a S con quello di Alfianello, a SW con il Comune di Pontevico e a W e NW con il Comune di Bassano Bresciano.

Trattasi di un territorio completamente pianeggiante, che ricade nel paesaggio bresciano posto a sud della linea delle risorgive, caratterizzato principalmente dal livello di base della pianura e dalle incisioni di alcuni corsi d'acqua (Oglio, Mella ed altri corsi minori) che hanno originato diversi ordini di terrazzi.

L'altitudine media è compresa fra 62-54 m circa s.l.m.

#### 4. INQUADRAMENTO METEO-CLIMATICO

Le principali considerazioni riguardanti le caratteristiche meteo-climatiche del territorio in oggetto sono estratte da “*I suoli della Pianura Bresciana Centrale - E.R.S.A.L. (1993)*”, studio finalizzato alla realizzazione della Carta pedologica provinciale, comprendente i Comuni di Alfianello, Bassano, Cigole, Manerio, Milzano, Pontevico, San Gervasio Bresciano, Seniga, Verolanuova, Verolavecchia.

In tale studio la **caratterizzazione dei parametri climatici dell'area in oggetto** è stata effettuata prendendo a riferimento 2 stazioni meteorologiche: Cremona (posta a SSW rispetto al Comune di San Gervasio Bresciano) e Brescia – Ghedi (posta a NNE), supponendo che nel territorio in oggetto il clima possa avere caratteri tra esse intermedi.

I dati climatici impiegati sono tratti dagli Annuari di Statistiche meteorologiche dell'ISTAT, per il periodo compreso fra il 1958 e 1983, fonte selezionata in quanto fornisce i dati meteorologici misurati da strutture pubbliche (Servizio idrografico dello Stato, Aeronautica Militare ed alcuni Enti minori).

Mese	Cremona (°C) 1	Ghedi (°C) 2	Differenza (°C) 1-2
Gennaio	1,9	1,0	0,9
Febbraio	4,5	3,9	0,6
Marzo	9,0	8,2	0,8
Aprile	13,1	12,2	0,9
Maggio	17,7	16,7	1,0
Giugno	21,9	20,9	1,0
Luglio	24,0	23,2	0,8
Agosto	22,8	22,3	0,5
Settembre	19,4	18,9	0,5
Ottobre	13,5	13,1	0,4
Novembre	7,6	7,0	0,6
Dicembre	2,7	2,0	0,7
Escursione	22,8	22,8	0,0
Media annua	13,2	12,0	1,2

**Tab. 1** – Temperature medie mensili ed annue a Cremona e Ghedi e relative differenze

Mese	Cremona (mm) 1	Ghedi (mm) 2	Differenza (mm) 1-2
Gennaio	62,9	54,4	8,5
Febbraio	56,6	52,1	4,5
Marzo	67,5	64,9	2,6
Aprile	65,4	63,2	2,2
Maggio	72,2	82,5	-10,3
Giugno	71,7	81,4	-9,7
Luglio	55,8	73,4	-17,6
Agosto	79,6	90,1	-10,5
Settembre	66,4	70,2	-3,8
Ottobre	97,7	96,4	1,3
Novembre	94,2	90,6	3,6
Dicembre	68,7	59,9	8,8
Tot. annuo	876,1	889,6	-13,5
Tot. est.	207,1	233,7	-26,6

**Tab. 2** – Precipitazioni medie mensili, annue ed estive a Cremona e Ghedi e relative differenze

E' possibile riconoscere caratteri del clima comuni ad entrambe le località e caratteri che, invece, fanno supporre l'esistenza di un gradiente climatico.

Entrambe le stazioni manifestano una certa regolarità nella distribuzione delle piogge nel corso dell'anno; il confronto tra i valori medi stagionali delle 2 stazioni rivela che durante l'inverno a Ghedi le precipitazioni sono mediamente inferiori che a Cremona, che la primavera e l'autunno nelle 2 stazioni non differiscono fortemente, che in estate a Ghedi le precipitazioni sono mediamente superiori che a Cremona.

Altra differenza rilevante tra le 2 stazioni è data dalla frequenza di giornate con temperatura assoluta fortemente inferiore allo zero; infatti, non solo a Cremona la temperatura minima assoluta è di alcuni gradi maggiore del minimo assoluto misurato a Ghedi (-14.5 °C nel gennaio del 1960, contro i -16.4 nel gennaio 1966) ma a Cremona, in 26 anni di registrazione, sono solo 5 i mesi in cui si sono registrate temperature minime assolute inferiori o uguali a -10 °, mentre a Ghedi, in 25 anni di registrazione si arriva a 14.

Anche la frequenza delle giornate con temperature inferiori a zero è differente tra le 2 località, sensibilmente inferiore a Cremona.

Cremona risulta dunque lievemente più calda rispetto a Ghedi, più asciutta nel mese di luglio e meno soggetta a gelate tardive o precoci o a gelate particolarmente intense.

Il regime delle temperature è temperato freddo in entrambe le località.

L'escursione termica annua (differenza tra la temperatura media del mese più caldo e la temperatura media del mese più freddo) è compresa tra i 19.3 °C (Cremona, 1959) ed i 26.5 °C (Cremona, 1964) con valore medio di 22.8 °C. Luglio e agosto sono, a seconda delle annate, il mesi in cui la temperatura media mensile raggiunge il suo massimo. I mesi in cui la temperatura media mensile raggiunge il minimo sono, a seconda delle annate, dicembre o gennaio. L'intensità delle piogge raramente è elevata; sui 26 anni di osservazioni disponibili a Cremona ed i 25 di Ghedi il massimo valore di intensità di precipitazione giornaliera è stato raggiunto a Cremona nell'agosto del 1979 con 196.4 mm/giorno (agosto 1979), mentre sono complessivamente solo quattro i casi segnalati di piogge aventi intensità compresa tra i 75.0 mm/giorno ed i 90 mm/giorno. I valori dell'indice di Fournier modificato in accordo con le indicazioni della FAO (73.6 Cremona – 75.9 Ghedi) confermano la moderata intensità delle piogge.

Le considerazioni sopra esposte evidenziano che, malgrado esista un gradiente termico e di piovosità estiva (con particolare riferimento al mese di luglio) da nord a sud, le stazioni considerate appartengono ad una stessa regione climatica dai caratteri generali abbastanza omogenei.



## 5. GEOLOGIA E LITOLOGIA SUPERFICIALE

Il territorio comunale di San Gervasio Bresciano si colloca nella bassa pianura bresciana compresa fra il Fiume Oglio ed il Fiume Mella, caratterizzata da depositi continentali del Quaternario.

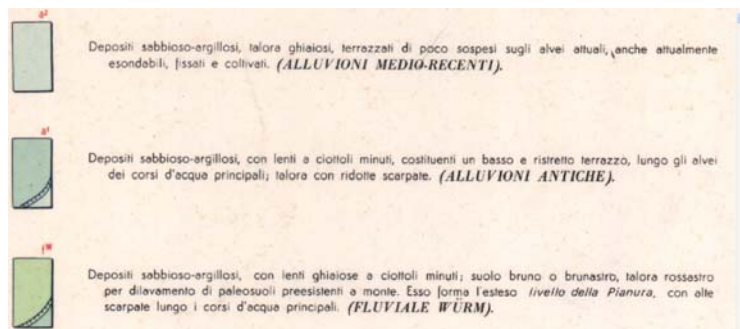
Dal punto di vista geologico l'area d'indagine ricade nel Foglio n. 61 (Cremona) della Carta Geologica d'Italia ed, in generale, risulta caratterizzata da:

- ALLUVIONI DEL LIVELLO FONDAMENTALE DELLA PIANURA ( $f^w$ );
- ALLUVIONI ANTICHE DEI TERRAZZI MAGGIORMENTE ELEVATI ( $a^1$ );
- ALLUVIONI MEDIO-RECENTI ( $a^2$ ).



**Figura 1**

Estratto Carta geologica d'Italia in scala 1:100.000 – Foglio n. 61 Cremona



Le ALLUVIONI DEL LIVELLO FONDAMENTALE DELLA PIANURA ( $f^w$ ) risalgono al Pleistocene superiore e tardivo; sono attribuite alla formazione del Fluviale Wurmiano e, in bibliografia, sono descritte come depositi sabbiosi-argillosi con lenti ghiaiose a ciottoli minuti, a suoli bruni o brunastri per dilavamento di paleosuoli preesistenti a monte. Questi depositi caratterizzano quasi interamente il territorio comunale di San Gervasio Bresciano.

I depositi delle ALLUVIONI ANTICHE ( $a^1$ ) si presentano morfologicamente incassati rispetto al Fluviale Wurmiano e sospesi di pochi metri sulle alluvioni medio recenti; si sono depositati nell'Olocene antico in seguito alla fase erosiva del Postglaciale che ha dato origine alle scarpate delimitanti il livello fondamentale. Sono costituiti prevalentemente da sabbie localmente intercalate da livelli di ghiaie minute; sono cartografati nel settore orientale dell'area d'indagine, in prossimità del comune di Cigole.

Le ALLUVIONI MEDIO-RECENTI ( $a^2$ ) si estendono lungo i corsi d'acqua, con bassi terrazzi di ampiezza variabile; sono costituite principalmente da sabbie calcaree e limi. Nel territorio comunale in oggetto, questi depositi si rinvencono in prossimità della Seriola Lusignolo, dove prevalgono sabbie grossolane; per quanto riguarda l'intorno significativo si riscontrano in una vasta fascia prossima al Fiume Mella dove caratterizzano aree variamente soggette ad allagamenti e/o alluvionamenti in funzione della portata di piena, della distanza dal corso d'acqua, della quota del terreno e della morfologia del piano campagna.

Nella zona d'indagine, i sopra elencati depositi continentali di genesi fluvioglaciale e fluviale presentano spessori assai rilevanti e condizioni di giacitura decisamente uniformi.

L'assetto strutturale della zona è legato all'esistenza di strutture sepolte al di sotto della spessa coltre alluvionale; si evidenzia, in particolare, la presenza di una piega anticlinale con asse ad andamento WNW-ESE che interessa il substrato roccioso di età ascrivibile al miocene superiore, lasciando pressoché indisturbati i soprastanti depositi sia pliocenici sia quaternari marini e continentali ([Allegato n. 2 - Assetto strutturale territorio in oggetto](#)).

Nell'allegata [Carta litologica in scala 1:10.000 \(TAV. 1/A\)](#) sono, invece, riportate le caratteristiche litologiche del substrato sottostante gli orizzonti pedogenizzati, fino alla profondità di 2 m circa dal p.c.. A tal fine sono stati utilizzati i dati riportati nel S.I.T. della Regione Lombardia – Basi ambientali della pianura (tematismo litologia) integrati dai sopralluoghi effettuati.

Nel territorio comunale di San Gervasio Bresciano sono state individuate le seguenti unità litologiche (UL).

- **UL1 (G1PSC2):** ghiaie poco gradate con sabbia.  
Il substrato si colloca ad una profondità compresa fra 0.5÷1 m dal piano campagna. Questa unità litologica interessa marginalmente il territorio comunale, limitatamente ad alcune aree al confine con il Comune di Alfianello limitrofe alla C.na Colombaro.
- **UL2 (G1PSC2 – S2PAGC3):** unità caratterizzata dalla presenza di più gruppi litologici con diffusione comparabile; si tratta di ghiaie poco gradate con sabbia e sabbie poco gradate con argilla e ghiaia.  
Il substrato si colloca rispettivamente ad una profondità compresa fra 0.5÷1 m e 1÷2 m dal piano campagna. L'unità caratterizza un'ampia fascia del territorio comunale che si estende da nord-ovest, al confine con il Comune di Bassano Bresciano a sud-est, in corrispondenza della località Casacce e C.na Campagnole di Sopra.
- **UL3 (L5SC3):** limi sabbiosi.  
Il substrato si colloca ad una profondità compresa fra 1÷2 m dal piano campagna. L'unità è cartografata nella porzione nord orientale del territorio comunale, al confine con il Comune di Manerbio; caratterizza, inoltre, un'ampia fascia che si estende nel settore sud-ovest del territorio in esame.
- **UL4 (S2PLN3):** sabbie poco gradate con limo  
Il substrato si colloca ad una profondità compresa fra 1÷2 m dal piano campagna. L'unità caratterizza un'ampia fascia del territorio comunale che si estende a partire dal margine sud del centro abitato fino al confine sud-est con il Comune di Milzano in prossimità della Seriola Lusignolo.
- **UL5 (S3LC1 –S2PAC2):** unità caratterizzata dalla presenza di più gruppi litologici con diffusione comparabile; sabbie limose – sabbie poco gradate con argilla.  
Il substrato si colloca rispettivamente ad una profondità compresa fra 0÷0.5 m e 0.5÷1 m dal piano campagna. L'unità caratterizza un'ampia fascia sud orientale del territorio comunale, che si estende a partire dalla località Baite fino al Molino Campagnole.
- **UL6 (S3LN2):** sabbie limose  
Il substrato si colloca ad una profondità compresa fra 0.5÷1 m dal piano campagna. L'unità è diffusa nei settori nord-est e sud-ovest del territorio comunale.
- **UL7 (S3LN3):** sabbie limose  
Il substrato si colloca ad una profondità compresa fra 1÷2 m dal piano campagna. Interessa marginalmente il territorio comunale, nella porzione meridionale, al confine con il Comune di Alfianello.



## 6. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E IDROGRAFIA SUPERFICIALE

La zona d'indagine si inserisce nel contesto generale della bassa pianura bresciana, terrazzata, incisa dal F. Mella nella quale si distinguono le seguenti unità geomorfologiche:

- *livello fondamentale della pianura*: costituito dalle alluvioni fluvioglaciali wurmiane, rappresenta l'unità geomorfologica più antica dal punto di vista deposizionale, più estesa ed altimetricamente più elevata.
- *alluvioni fluviali antiche*: situate nella piana fluviale del corso d'acqua, rappresentano le superfici antiche altimetricamente sottostanti il livello fondamentale della pianura. Affiorano principalmente nella valle del F. Mella dal quale sono separate da scarpate morfologiche dotate di continuità areale.
- *alluvioni fluviali medio-recenti*: sono a diretto contatto del corso d'acqua e si presentano in terrazzi bassi e di ampiezza variabile; la loro posizione ed estensione è in rapporto agli spostamenti del corso d'acqua stesso che, scorrendo in punti diversi dell'alveo, ha svolto diverse azioni di erosione e deposito.

Le suddette unità geomorfologiche assumono il significato di unità formazionali e coincidono con le formazioni geologiche descritte nel paragrafo precedente.

Il territorio comunale di San Gervasio Bresciano appartiene quasi interamente al *livello fondamentale della pianura*. Presenta una superficie generalmente sub-pianeggiante, degradante verso SE: le aree più elevate (circa 62 m s.l.m.) sono localizzate in prossimità del limite nord-occidentale, al confine con il Comune di Bassano Bresciano, mentre le inferiori (circa 54 m s.l.m.) si osservano nella porzione sud-est, al limite con il territorio comunale di Milzano.

La superficie della pianura presenta blande ondulazioni legate all'attività di corsi d'acqua che, in passato, hanno depositato, rielaborato ed eroso i materiali di superficie, modellandone le forme: si notano infatti aree debolmente depresse, allungate in direzione N-S e NNW-SSE, molto importanti dal punto di vista genetico in quanto testimoniano le tracce di paleoalvei di acque superficiali.

La morfologia monotona del livello fondamentale è interrotta, nell'area d'indagine, solamente da una stretta fascia, distribuita lungo il corso della Seriola Lusignolo, occupata dalle *alluvioni medio-recenti*, ribassata di qualche metro rispetto al livello fondamentale e di poco sospesa sull'alveo attuale del corso d'acqua.

Nell'allegata **Carta geomorfologia con unità di paesaggio in scala 1:10.000 (TAV. 1/B)** sono stati cartografati gli elementi morfologici più significativi del territorio in oggetto; in particolare sono evidenziati:

- *unità di paesaggio*<sup>(1)</sup>;
- *forme fluviali principali*;
- *forme legate a processi antropici*.
- *Idrografia superficiale*

Le *unità di paesaggio* comprendono aree omogenee per caratteri geografici, paesaggistici e fisiografici; si sono distinte:

- AREE ALLUVIONALI (PIANE DI ESONDAZIONE) DEI FIUMI CHIESE, MELLA E DI ALTRI CORSI MINORI IN GENERE, RIBASSATE DI QUALCHE METRO RISPETTO AL LIVELLO FONDAMENTALE DELLA PIANURA E COMPRESSE TRA TERRAZZI PIÙ O MENO CONSERVATI:
  - Incisioni di corsi d'acqua secondari generalmente boscate [C4] .
- AREE DELLA PIANURA CENTRO OCCIDENTALE COMPRENDENTI GLI AMBITI DEI FIUMI MELLA E OGlio, SOTTOSTANTI ALLA LINEA DELLE RISORGIVE, A DEPOSITI PREVALENTEMENTE FINI
  - Aree lievemente depresse di espansione dei deflussi sovente a fitto reticolo scolante, a drenaggio difficoltoso, prevalentemente coltivate a prato stabile [D2]
  - Aree con le stesse caratteristiche delle precedenti ma meglio drenate [D2\*]
  - Aree di paleoalveo, generalmente appena ribassate rispetto le circostanti e aree a forte concentrazione di deflusso. [D4]
  - Aree ribassate antropicamente [D8]

Per quanto riguarda le *forme legate alle acque correnti superficiali*, sono cartografati orli di scarpata di erosione fluviale che rappresentano le tracce di antichi terrazzi fluviali, ormai quasi interamente modificati da interventi antropici.

Le *aree urbanizzate più significative* comprendono il capoluogo San Gervasio Bresciano e la località Casacce.

---

<sup>(1)</sup> *Riferimento:*

“CARTA MORFOLOGICA” - “CARTA DELLE UNITA’ DI PAESAGGIO DELLA PIANURA”  
scala 1:25.000 - PIANO TERRITORIALE PAESISTICO PROVINCIALE (Provincia di Brescia  
-Tav. D7 I )

## 6.1 IDROGRAFIA SUPERFICIALE

La rete idrografica superficiale, come stabilito dalla L.R. 5 gennaio 2000 N.1, viene distinta in Reticolo Idrico Principale e Reticolo Idrico Minore. Le delibere regionali, D.G.R. 25 gennaio 2002 N. 7/7868 e D.G.R. 01 agosto 2003 N. 7/13950, riportano gli elenchi dei corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrico principale ed i criteri per l'individuazione del reticolo idrico minore.

Infine la D.G.R. 11 febbraio 2005 N. 7/20552 approva, ai sensi dell'art. 10 comma 5 della L.R. 7/2003, il reticolo idrico di competenza dei Consorzi di Bonifica che produrrà effetti giuridici a partire dall'entrata in vigore del "regolamento regionale di polizia idraulica".

Per quanto riguarda la classificazione ufficiale dei corsi d'acqua (ubicati in territorio comunale di San Gervasio Bresciano) di competenza del Consorzio di Bonifica "Mella e dei Fontanili n. 10" si rimanda all'Allegato D alla D.G.R. n. 7/7868 del 2002. Si sottolinea, tuttavia, che tale Consorzio risulta all'attualità non operativo, le competenze su tali corsi d'acqua sono, quindi, temporaneamente demandate al Comune di San Gervasio Bresciano.

### 6.1.1 RETICOLO IDRICO PRINCIPALE

Nel territorio comunale di San Gervasio Bresciano **non sono presenti** corsi d'acqua contenuti nell'elenco dell'Allegato A alla D.G.R. n. 7/13950 del 01/08/2003, corsi d'acqua facenti parte del reticolo idrico principale sul quale compete alle Regione l'esercizio delle attività di polizia idraulica.

### 6.1.2 RETICOLO IDRICO MINORE

Il reticolo idrico minore di competenza comunale, è rappresentato dai sottoelencati corsi d'acqua individuati nello studio "*INDIVIDUAZIONE DEL RETICOLO IDRICO MINORE AI SENSI DELLA D.G.R. 25 GENNAIO 2002 N. 7/7868 - D.G.R. 1 AGOSTO 2003 N. 7/13950 – D.D.G. 3 AGOSTO 2007 N. 8943*" realizzato dal Dr. Geol. Guido Cadeo.

L'idrografia superficiale è rappresentata dalla Seriola Lusignolo e da una fitta rete di canali spesso artificiali (vasi, rogge e seriole) ad uso irriguo e di scolo con direzioni di scorrimento prevalenti NW-SE; tali canalizzazioni costituiscono una efficiente rete di raccolta, trasporto e smaltimento delle acque superficiali, comprese le acque meteoriche in casi di precipitazioni a carattere eccezionale.

Procedendo da W verso E nel territorio comunale, i corsi d'acqua individuati come *reticolo idrico minore* sono:

1. Seriola Luzzaga
2. Seriola Longhena
3. Seriola Lusignolo
4. Seriola Lusignoletto

5. Seriola Milzana
6. Fosso Caglione
7. Roggia Gambarina
8. Irrigatore Quadretto

e relativi canali e vasi secondari funzionali al sistema irriguo e al sistema di smaltimento delle acque meteoriche.

Le Seriole Luzzaga, Lusignolo e Lusignoletto attraversano l'intero territorio comunale di San Gervasio Bresciano, da nord-ovest a sud-est; la Seriola Longhena, la Roggia Gambarina e l'Irrigatore Quadretto interessano, invece, soltanto limitate porzioni del territorio comunale, essendo localizzati al margine ovest e sud al confine con i comuni di Bassano Bresciano, Pontevico ed Alfianello. La Seriola Milzana ed il Fosso Caglione, caratterizzano l'estrema porzione orientale del territorio comunale al limite con i Comuni di Cigole e Milzano.

I corsi d'acqua individuati hanno una funzione principalmente irrigua, sono gestiti, a livello locale, da Consorzi che svolgono, sul territorio comunale, attività di derivazione, distribuzione di acqua in agricoltura nonché manutenzione del corso d'acqua stesso.

Di seguito viene fornita una breve descrizione dei sopraelencati corsi d'acqua, con particolare riferimento ai corsi d'acqua di maggiore importanza per dimensioni e portata; tale descrizione è stata estratta dalla Relazione Tecnica parte integrante dello studio *"INDIVIDUAZIONE DEL RETICOLO IDRICO MINORE AI SENSI DELLA D.G.R. 25 GENNAIO 2002 N. 7/7868 - D.G.R. 1 AGOSTO 2003 N. 7/13950 – D.D.G. 3 AGOSTO 2007 N. 8943"* citato precedentemente.

### **Seriola Luzzaga**

Derivata dal F. Mella in territorio comunale di Dello, la Seriola Luzzaga interessa, poi, i territori comunali di Offlaga, Verolanuova, Bassano B.no e San Gervasio. L'alveo del corso d'acqua è prevalentemente in terra con abbondante vegetazione ripariale arboreo-arbustiva. Lungo il percorso della roggia si osservano vari manufatti per la derivazione delle acque e per lo scarico; trattasi di manufatti in muratura di modesta entità, realizzati per il posizionamento e l'azionamento di paratoie piane.

### **Seriola Longhena**

Ha origine in territorio comunale di Manerbio, scorre a nord-ovest del territorio comunale dove segna il confine con il Comune di Bassano Bresciano.

L'alveo del corso d'acqua è prevalentemente in terra, con abbondante vegetazione ripariale arboreo-arbustiva (Sambuco nero, Platano, Robinia, Rovo ecc.).

**Seriola Lusignolo**

La Seriola Lusignolo è un corso d'acqua naturale che si origina in Comune di Offlaga al confine con il Comune di Manerbio; alimentato dai fontanili di Manerbio, Bassano Bresciano e dai colatori di S. Gervasio e Casacce sfiora il territorio di Alfianello nella sua estremità settentrionale e sfocia nel F. Mella in Comune di Milzano. Presenta un andamento meandriforme, un alveo incassato di circa m 1.50 – 2.00 rispetto al piano campagna circostante, con abbondante vegetazione ripariale arboreo-arbustiva (Sambuco nero, Platano, Robinia, Rovo ecc.); associati a questo corso d'acqua non si segnalano fenomeni erosivi e di trasporto.

Non sono disponibili dati idraulici per questo corso d'acqua.

**Seriola Lusignoletto**

Attraversa il centro abitato di San Gervasio Bresciano, ad est della località Casacce si immette nella Seriola Lusignolo.

L'alveo del corso d'acqua è prevalentemente in terra, con abbondante vegetazione ripariale arboreo-arbustiva (Sambuco nero, Platano, Robinia, Rovo ecc.); solo in alcuni tratti è rivestito in calcestruzzo o munito di muri di sponda. Nel centro abitato è stato in alcuni tratti tombinato.

Lungo il percorso esistono numerosi manufatti per la derivazione delle acque e per lo scarico; trattasi di manufatti in muratura di modesta entità.

**Seriola Milzana**

Scorre al margine nord-est del territorio comunale, dove segna il confine con i Comuni di Manerbio e Cigole; si origina in territorio comunale di Manerbio e sfocia nel Fiume Mella in Comune di Milzano. Presenta un alveo debolmente incassato, prevalentemente in terra, con abbondante vegetazione ripariale arboreo-arbustiva (Sambuco nero, Platano, Robinia, Rovo ecc.).

**Fosso Caglione**

Ha origine da acque colatizie e dal Ramo Cavoncello in Comune di San Gervasio Bresciano; presenta un alveo ben incassato e a tratti in una vera e propria valle fluviale delimitata da un scarpata di terrazzo. In territorio comunale di Milazano sfocia nella Seriola Lusignolo. L'alveo, in terra, presenta abbondante vegetazione ripariale arboreo-arbustiva.

**Seriola Gambarina**

Si origina dalla Seriola Calcagna al confine fra i Comuni di Offlaga, Verolanuova e Manerbio. L'alveo del corso d'acqua è prevalentemente in terra, con abbondante vegetazione ripariale arboreo-arbustiva (Sambuco nero, Platano, Robinia, Rovo ecc.); solo in alcuni tratti è rivestito in calcestruzzo o munito di muri di sponda.

Lungo il percorso esistono numerosi manufatti per la derivazione delle acque e per lo scarico; trattasi di manufatti in muratura di modesta entità, realizzati per il posizionamento e l'azionamento di paratoie piane. In corrispondenza dell'Acquapark "Le Vele" presenta un ampio tratto tombinato.

## 7. CARATTERISTICHE GEOPEDOLOGICHE E USO DEL SUOLO

Il territorio comunale di San Gervasio Bresciano presenta una superficie agraria e forestale di circa 9.34 kmq pari al 88.8% della superficie comunale complessiva.

L'uso del suolo è prevalentemente indirizzato verso produzioni destinate all'allevamento zootecnico; nell'intera area i seminativi (cereali ad impiego foraggiero) costituiscono il 99% della superficie agricola utilizzata, prati e pascoli sono dunque pressochè inesistenti.

Gli aspetti geopedologici dell'area in oggetto sono stati approfonditi utilizzando come riferimento la cartografia pedologica dell'ERSAL<sup>(2)</sup>; tali aspetti sono evidenziati nell'allegata [Carta pedologica in scala 1:10.000 \(TAV. 1/C\)](#).

I suoli dell'area indagata ricadono in un unico grande **sistema morfopedogenetico**:

PIANA FLUVIOGLACIALE E GLACIALE TERRAZZATA COSTITUENTE IL LIVELLO FONDAMENTALE DELLA PIANURA, DEBOLMENTE ONDULATA, CARATTERIZZATA DA SUPERFICI GENERALMENTE STABILI E DELIMITATE DA SCARPATE EROSIVE.

L'area in oggetto è impostata su sedimenti fluvio-glaciali e fluviali prevalentemente sabbiosi o sabbioso-limosi non calcarei la cui caratteristica saliente è costituita dal prevalere di superfici stabili, non più soggette a fenomeni di ringiovanimento per erosione o deposizione. La genesi della maggior parte dei suoli di questo sistema è riconducibile ad epoche remote, con clima sicuramente più umido e percolativo dell'attuale.

I fenomeni di ringiovanimento (soprattutto erosivi) sono limitati alle aree prossime alle incisioni dei corsi d'acqua, incassati rispetto alle superfici del livello fondamentale; i suoli associati alle superfici ringiovanite sono suoli sottili, tipicamente caratterizzati dalla presenza a scarsa profondità del substrato sabbioso.

Si deve, tuttavia, sottolineare che, nel tempo, l'attività dell'uomo ha spesso modificato i suoli originari, attraverso:

- la regimazione delle acque e la bonifica di tratti di territorio con falda prossima alla superficie;
- le lavorazioni del terreno e le opere di sbancamento e livellazione, che hanno spesso contribuito, insieme all'erosione naturale, all'asportazione di notevoli spessori di suolo, talvolta comprendenti gli orizzonti profondi;

<sup>(2)</sup> *Riferimento:*

"I SUOLI DELLA PIANURA BRESCIANA CENTRALE - CARTA PEDOLOGICA (E.R.S.A.L. 1993)

- l'apporto di concimi.

Il sistema precedentemente descritto è stato suddiviso nelle seguenti **unità di paesaggio**, descritte principalmente in relazione alla geomorfologia, all'origine e al tipo di sedimento che le caratterizza

- *Aree piane o moderatamente ondulate, intermedie tra le zone rilevate ed altre più depresse del livello fondamentale della pianura. Le ondulazioni possono essere più evidenti in prossimità delle scarpate fluviali.*

Questa unità di paesaggio comprende le superfici più rilevate riscontrate nell'area indagata; si tratta verosimilmente di antichi dossi fluviali. Vi dominano suoli arrossati, indicatori di ambienti pedogenetici intensamente ossidanti e percolativi, che mostrano orizzonti di superficie impoveriti di argilla per eluviazione e orizzonti profondi che ne sono stati arricchiti per illuviazione.

- *Aree piatte o lievemente depresse, talvolta interessate da fenomeni deposizionali secondari, generalmente caratterizzate da drenaggio difficoltoso e localmente da un fitto reticolo idrografico secondario.*

Rappresenta le superfici piatte o lievemente depresse, con substrato granulometricamente variabile e falda oscillante generalmente poco profonda. Corrispondono ad aree di divagazione delle acque provenienti dai fontanili. I suoli più diffusi presentano caratteri sia di eluviazione superficiale e illuviazione profonda, sia caratteri derivati da forte influenza della falda.

- *Aree ribassate ed allungate corrispondenti ad antiche linee di drenaggio.*

Le 3 unità di paesaggio prevalenti risultano poi differenziate sulla base di approfondimenti relativi al tipo di sedimento e al tipo di suolo.

I vari tipi di suoli sono stati, inoltre, distinti sulla base dell'**orientamento pedologico per l'utilizzazione agronomica dei liquami zootecnici**, con suddivisione in:

- SUOLI ADATTI: non presentano limitazioni alla distribuzione di liquami;
- SUOLI MODERATAMENTE ADATTI: limitazioni dovute alla presenza nel profilo di orizzonti ad elevata permeabilità;
- SUOLI POCO ADATTI: limitazioni dovute alla natura litologica del substrato; limitazioni dovute al drenaggio lento o alla presenza di falda oscillante entro 100 cm.



## 8. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

I caratteri idrogeologici generali del territorio in esame sono desunti dalla bibliografia esistente<sup>(3)</sup>.

La “serie idrogeologica”, a scala regionale, risulta definita dalle unità di seguito brevemente descritte; ciascuna unità, ben distinta anche se non sempre individuabile altrettanto chiaramente, riunisce successioni litostratigrafiche che presentano comportamento idrogeologico omogeneo e caratteristiche di permeabilità, trasmissività e porosità simili.

- Unità ghiaioso-sabbiosa: unità più superficiale, caratterizzata dalla presenza della prima falda acquifera e costituita da ghiaie e sabbie dei sedimenti alluvionali recenti e di quelli fluvio-glaciali wurmiani. L'interesse idrogeologico di questa unità risiede nella capacità che hanno questi depositi di assorbire le infiltrazioni della superficie e di trasmetterle alle falde profonde. Grazie a questa loro particolare proprietà ospitano in genere orizzonti acquiferi di elevata potenzialità.
- Unità a conglomerati e Fluvioglaciale Mindel-Riss: l'unità ghiaioso-sabbiosa viene sostituita, inferiormente, dall'unità a conglomerati tradizionalmente denominata “Ceppo”. Si tratta di una successione di conglomerati, sabbie, arenarie e rare ghiaie, con scarse intercalazioni argillose, che si rinviene a profondità varie. A livello della media pianura bresciana la potenza dell'unità a conglomerati e arenarie decresce sensibilmente e si osserva il passaggio a sabbie, ghiaie, e prevalenti argille attribuibili alle diverse fasi glaciali del Pleistocene medio (unità idrogeologica Fluvioglaciale Mindel-Riss). Di notevole interesse è il fatto che l'unità può essere rinvenuta a varie profondità, può raggiungere notevoli spessori ed ospita in genere falde abbastanza produttive e meno vulnerabili rispetto agli acquiferi dell'unità sovrastante.
- Unità Villafranchiana: costituita da depositi continentali formati da limi, limi sabbiosi e argillosi, con intercalazioni di sabbie e rare ghiaie, rappresenta il substrato poco permeabile degli acquiferi superficiali; prevalgono le argille ed i limi che hanno la caratteristica colorazione grigio-azzurra e spesso recano intercalazioni di torbe nerastre. Questa unità, ospita in genere anche lenti ghiaioso-sabbiose di discreta estensione ma di modesto spessore nelle quali sono contenuti acquiferi di scadente qualità per l'elevato contenuto in ferro e idrogeno solforato.

<sup>(3)</sup> “Studio Idrogeologico della pianura bresciana compresa tra i Fiumi Oglio e Chiese” - Politecnico di Milano, 1988)

Questa unità idrogeologica è seguita inferiormente da sedimenti, di origine marina, del Pleistocene inferiore (Substrato indifferenziato).

Nell'area d'indagine i depositi continentali quaternari presentano spessori di alcune centinaia di metri, come evidenziato dai dati stratigrafici di perforazioni realizzate dall'AGIP; si cita ad esempio il pozzo AGIP terebrato in Comune di Alfianello, dove lo spessore dei depositi alluvionali continentali è risultato di circa 450 m (Allegato n. 2 - Assetto strutturale territorio in oggetto).

Con riferimento specifico al territorio in esame, l'idrogeologia è stata ricostruita prendendo come riferimento i dati stratigrafici di pozzi idrici esistenti nella zona e in un intorno significativo di essa.

La raccolta di dati relativi alle fonti di approvvigionamento idrico, sia pubbliche che private, ha rappresentato, infatti, una delle tappe fondamentali della presente indagine. Tale operazione ha comportato alcune difficoltà, in quanto i pozzi individuati sono risultati per lo più vecchi pozzi le cui caratteristiche tecnico-costruttive non sono note. Altro problema incontrato è stato quello di rendere compatibili i pochi dati disponibili provenienti da fonti molto diverse e spesso senza una precisa connotazione geologica; si ritiene tuttavia che il quadro ottenuto sia sufficientemente rappresentativo.

Nelle tabelle allegate (Allegato n. 3) sono elencate le CONCESSIONI E LE AUTODENUNCE RELATIVE A PICCOLE DERIVAZIONI DI ACQUE SOTTERRANEE (ad uso potabile e non), esistenti nel territorio comunale di San Gervasio Bresciano; concessioni e autodenunce risultanti dagli elenchi pubblicati sul BURL. L'ubicazione dei sopra elencati pozzi, pubblici e privati è evidenziata nella Carta delle risorse idriche e della vulnerabilità idrogeologica in scala 1:10.000 (TAV. 1/D).

I caratteri idrogeologici del territorio in oggetto sono rappresentati mediante le 2 sezioni litostratigrafiche riportate in Allegato n. 5 e ricostruite sulla base di correlazioni delle stratigrafie reperite; trattasi, in particolare, di stratigrafie dei pozzi idrici comunali.

La struttura idrogeologica del territorio è caratterizzata dalla presenza di alternanze di orizzonti poroso-permeabili, costituiti in prevalenza da sabbie e ghiaie, e di orizzonti semi permeabili o impermeabili, rappresentati da livelli argillosi e argilloso-limosi; tale struttura si può schematizzare nel modo seguente:

- terreno di alterazione superficiale, dello spessore massimo fino a circa 2.0 m, di colore brunastro e, talora, con colorazioni rossastre per rimaneggiamento e dilavamento di paleosuoli più antichi preesistenti nelle aree a monte;
- litozona sabbiosa-ghiaiosa prevalente, intervallata da orizzonti argillosi discontinui, presente fino alla profondità di m 45/50 circa dal p.c.; si tratta, più

in dettaglio, di sabbie più o meno grossolane, intercalate da sequenze argilloso-limose che localmente separano falde idriche di buona potenzialità. Si sottolinea, tuttavia, che tali orizzonti argillosi sono discontinui per potenza e giacitura e presentano, alla scala di dettaglio, superfici irregolari e prive di continuità laterale.

- sequenza prevalente di natura argillosa, intervallata da livelli sabbiosi e talvolta sabbioso-ghiaiosi confinati a diverse profondità e sede di falde acquifere più profonde; questa sequenza è presente dalla profondità di 45/50 m dal p.c. fino alle profondità indagate pari a m 180 circa.

L'idrogeologia della zona è determinata dalle successioni litologiche sopra descritte e dalle loro caratteristiche di permeabilità.

Si evidenzia la presenza di un **acquifero multistrato**, localizzato nella litozona sabbiosa-ghiaiosa prevalente, dotata di permeabilità medio-elevata e limitata inferiormente, a partire da circa 45/50 m di profondità da p.c., dagli strati impermeabili della sequenza argillosa.

Un esame più dettagliato permette di distinguere, all'interno del sistema acquifero multistrato, una litofacies sabbiosa e subordinatamente sabbiosa-limosa, ospitante l'**acquifero freatico (a falda generalmente libera)**, che da 2/3 m di profondità si estende fino 20/30 m da p.c.; il sistema freatico è limitato inferiormente da un potente orizzonte argilloso (di circa 10 m di spessore) sufficientemente esteso da determinare un'ottima funzione di separazione dagli orizzonti acquiferi sottostanti (ved. Sezione n. 2). Questo primo complesso freatico risulta, nell'area di studio, attualmente poco sfruttato a conferma non solo della modesta disponibilità idrica, ma anche della scadente qualità delle acque in esso contenute.

Il **sistema artesiano vero e proprio (con falda in pressione)** si sviluppa in profondità, nella sequenza argillosa prevalente, costituita da una successione di potenti livelli impermeabili (argille prevalenti) e permeabili (sabbie e sabbie-ghiaiose); è sede di importanti falde acquifere emunte dai pozzi utilizzati per l'approvvigionamento idrico della zona. Le falde acquifere contenute nel sistema artesiano ed oggetto dello sfruttamento idro-potabile della zona presentano un alto grado di protezione rispetto a possibili inquinanti superficiali.

Nel territorio comunale di San Gervasio Bresciano i pozzi individuati raggiungono mediamente profondità comprese tra 40 e 100 m da p.c. e

risultano completati in modo da sottoporre a sfruttamento più livelli acquiferi; maggiori profondità (oltre 100 m) sono raggiunte soltanto dai 2 pozzi comunali. Misure piezometriche eseguite su alcuni pozzi hanno confermato l'esistenza di circuiti idrici indipendenti: in corrispondenza di pozzi profondi si sono, infatti, rilevati valori che si discostano sensibilmente da quelli misurati nei pozzi più superficiali da essi distanti solo alcune decine di m.

Condizione necessaria, per la ricostruzione della piezometria della falda superficiale, è rappresentata dalla disponibilità di un certo numero di pozzi, captanti il medesimo acquifero superficiale, distribuiti in modo da interessare buona parte dell'area indagata; nel caso specifico, invece, i dati disponibili, relativamente all'acquifero freatico, sono isolati e non permettono di realizzare un'attendibile rappresentazione cartografica della piezometria della falda freatica.

Per quanto riguarda l'andamento della superficie piezometrica si è quindi fatto riferimento a studi idrogeologici condotti ad ampia scala ("Studio Idrogeologico della pianura bresciana fra il F. Oglio e il F. Chiese). L'area in oggetto risulta compresa fra le isopieze 50 e 60 m s.l.m., presenta un flusso idrico con direzione prevalente NNW - SSE ed andamento verso SSE; evidente e pronunciato è l'effetto drenante esercitato dal F. Mella ([Allegato n. 6](#)).

L'effetto drenante del F. Mella è confermato da studi precedenti, condotti dallo scrivente nell'area in oggetto; tali studi indicano anche la presenza di un asse drenante, molto più debole, in corrispondenza del paleoalveo della Seriola Lusignolo, che rappresenterebbe quindi uno scolo drenante non solo per le acque superficiali ma anche per le acque della falda freatica.

A scala locale, la citata direzione di deflusso principale subisce delle variazioni connesse alla presenza di numerosi pozzi idrici che soprattutto durante la stagione irrigua determinano coni di depressione di una certa importanza; l'andamento della superficie freatica può inoltre subire oscillazioni legate al variare delle stagioni e al regime pluviometrico.

Alla data attuale non sono disponibili serie storiche di letture freaticometriche e piezometriche che determinino in dettaglio l'entità di tali oscillazioni; considerata la buona permeabilità dei materiali, si può tuttavia supporre che il livello freatico possa subire delle oscillazioni, legate alle variazioni dei regimi pluviometrici, contenute comunque entro m 1.0 (+/- 0.5 m).

L'approvvigionamento idrico del Comune di San Gervasio Bresciano è garantito da 1 pozzo comunale che alimenta la rete dell'acquedotto civico a servizio sia del capoluogo sia della frazione Casacce.

Di seguito sono riassunte le principali caratteristiche tecnico-costruttive del citato pozzi idrici, così denominato:

- **pozzo N. 1 - "Turbina"**

N.	DENOMINAZIONE	QUOTA m s.l.m.	PROF. m	STRAT.	PROF. 1° flt. m	PROF. ult. flt. m	DATI IDRAULICI			
							data	l.s. (m)	l.d. (m)	Q (l/sec)
1	Turbina	60	178.5	si	80.5-85.17	168-172.5	09/96	9.6	14.3	20

I livelli prevalentemente sabbiosi-ghiaiosi, emunti dal pozzo in oggetto, sono localizzati alle seguenti profondità:

- Pozzo N. 1:       80.57 - 85.17  
                          97.60 - 101.21  
                          114.66 - 123.77  
                          147.08 - 151.58  
                          168.00 - 172.51

Nella citata CARTA DELLE RISORSE IDRICHE E DELLA VULNERABILITA', sono rappresentate, per il pozzo in oggetto, le relative fasce di rispetto (ai sensi del D. Lgs. 152/2006) finalizzate alla tutela delle risorse idriche da fenomeni locali di inquinamento; queste aree di salvaguardia sono puramente indicative se riferite all'edificio esistente, ma assumono un significato importante relativamente alla gestione del territorio ed alla realizzazione di nuovi insediamenti nelle aree circostanti pozzi nuovi e/o già esistenti.

## 8.1 VULNERABILITA' DELL'ACQUIFERO SUPERFICIALE

La carta sopracitata riassume le principali caratteristiche idrogeologiche del territorio in esame; nell'elaborato, le litologie di superficie sono state, infatti, classificate secondo: tipo e "range" di permeabilità, grado di vulnerabilità e potenzialità dell'acquifero<sup>(4)</sup>.

Nel caso specifico i litotipi affioranti sono stati raggruppati in un'unica unità in quanto presentano un comportamento idrogeologico omogeneo ed una circolazione idrica simile.

<sup>(4)</sup> Riferimento:

"PIANO REGIONALE DI RISANAMENTO DELLE ACQUE - INDAGINE IDROGEOLOGICA TERRITORIALE - CARTA DELLE RISORSE E CARTA DELLA VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA (Regione Lombardia, Provincia di Brescia, 1993)

Tale unità, in cartografia, è così contraddistinta:

A3→Depositi alluvionali prevalentemente limosi o limoso-sabbiosi, o limosi debolmente argillosi, generalmente intercalati ed interdigitati con orizzonti più francamente grossolani. Costituiscono corpi molto articolati sia lateralmente che verticalmente.

Gli orizzonti acquiferi sono di varia natura, potendosi manifestare come falde libere o come falde sospese o come falde talora dotate di un certo grado di artesianità.

Alimentazione prevalentemente da circolazione sotterranea.

L'unità idrogeologica è, inoltre, classificata sulla base del grado di vulnerabilità; la definizione della vulnerabilità dell'acquifero superficiale è stata effettuata prendendo come riferimento la *"Carta della vulnerabilità delle acque sotterranee – Provincia di Brescia"* elaborata dalla Provincia di Brescia utilizzando il metodo di valutazione DRASTIC.

Ad ampia scala, il territorio comunale di San Gervasio Bresciano è caratterizzato da una VULNERABILITÀ MEDIAMENTE BASSA; le falde idriche sotterranee risultano, infatti, dotate di un grado di protezione da sufficientemente elevato ad elevato per la presenza di orizzonti limosi o limoso-argillosi nelle porzioni più superficiali e comunque caratterizzate da orizzonti acquiferi sovrapposti con spessori relativamente potenti.

Aree caratterizzate da VULNERABILITÀ ELEVATA dell'acquifero superficiale, si individuano a scala locale, al margine meridionale del territorio comunale. Trattasi di aree ribassate da interventi antropici di escavazione di materiale inerte; in alcune aree, l'escavazione ha portato alla venuta a giorno della falda freatica e alla formazione di bacini idrici artificiali. La ridotta soggiacenza della falda unitamente all'assenza di suoli protettivi e all'elevata permeabilità dei depositi (superficiali) determina in queste aree un grado di vulnerabilità elevato dell'acquifero superficiale.

## **FASE DI APPROFONDIMENTO**

### **9. MICROZONAZIONE SISMICA**

Partendo dalla pericolosità sismica di base indicata dalla normativa statale (OPCM 3274/2003 e successive modifiche e integrazioni), viene valutata la risposta sismica locale (microzonazione sismica) necessaria per la pianificazione del territorio e per la progettazione delle opere, secondo quanto previsto dalla D.G.R. 8/1566/2005 e dalla successiva D.G.R. 8/7374/2008.

Attraverso la microzonazione sismica è possibile prevedere e mitigare gli effetti sismici che possono interessare il territorio comunale. Eventi sismici, provenienti da varie zone sismogenetiche, possono assumere caratteristiche diverse, anche a distanze di poche decine di metri, in relazione alle condizioni locali (litologiche, morfologiche e idrogeologiche) tanto da provocare danni assai diversi a parità di tipologie costruttive e stato di conservazione delle costruzioni.

Quindi l'obiettivo della microzonazione sismica è la individuazione delle aree caratterizzate dallo stesso scenario sismico e la verifica della risposta sismica locale con indagini e metodologie affidabili, al fine di prevedere il comportamento dei terreni superficiali interessati dalle costruzioni attuali e future, quando sono sottoposti ad un evento sismico

#### **9.1 SISMICITA' DEL TERRITORIO**

Per conoscere la sismicità di un territorio vengono utilizzati i dati relativi ai terremoti storici, verificatisi sia in epoca prestrumentale che in epoca strumentale e le caratteristiche sismotettoniche della regione.

Attraverso la distribuzione spaziale e temporale dei terremoti del passato è stato possibile infatti attribuire valori di Intensità e di Magnitudo ai singoli eventi sismici, e individuare le strutture sismogenetiche da cui prendono origine.

I dati sismometrici, registrati in epoca strumentale, forniscono informazioni sugli eventi sismici più completi e attendibili e consentono una valutazione più precisa della pericolosità sismica di base del territorio indagato; l'evento atteso può essere descritto sia in termini di scuotimento (Pga: accelerazione di picco attesa) sia in termini di intensità macrosismica ( $I_{MCS}$ ).

#### **9.2 SISMICITA' STORICA**

Per un inquadramento dello stile sismico dell'area in cui ricade il Comune di San Gervasio Bresciano (BS), in questo paragrafo si riportano i dati tratti dal database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani (DBMI04)

utilizzati per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04 realizzato dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia per l'intero territorio Nazionale. Il database è stato realizzato nell'ambito del progetto DPC-S1 a cura del gruppo di lavoro Task 4.

Il database macrosismico utilizzato nel 2004 per la compilazione del catalogo CPTI04 (Gruppo di Lavoro CPTI, 2004) è costituito da due porzioni:

- la prima, fino al 1980, è derivata integralmente dal database utilizzato per la compilazione del catalogo CPTI99 (Gruppo di Lavoro CPTI, 1999). In particolare contiene 697 studi derivati da DOM4.1 (DOM; Monachesi e Stucchi, 1997) e 271 studi derivati dal database CFTI nella sua versione 2 (Boschi et al., 1997).
- la seconda, dal 1981 al 2002, è stata compilata ex novo assemblando gli studi che sono stati selezionati per la compilazione della medesima finestra cronologica del nuovo catalogo. Questi studi derivano dal Bollettino Macrosismico ING (BMING; 29 terremoti), da DOM4.1 (6 terremoti), dalla versione 3 di CFTI (Boschi et al., 2000; 5 terremoti) e dall'Archivio Macrosismico INGV (INGVAM; 33 rilievi macrosismici diretti, di cui 20 contenuti nel Catalogo Macrosismico dei Terremoti Etnei; Azzaro et al., 2000 e 2002).

Provenienza	fino al 1980		1980-2002		Totale	
	Numero osservazioni	Numero terremoti	Numero osservazioni	Numero terremoti	Numero osservazioni	Numero terremoti
DOM	19808	697	2470	6	22278	703
CFTI	22710	271	3046	5	25756	276
BMING			7873	29	7873	29
INGVAM			2239	33	2239	33
<b>Totale</b>	<b>42518</b>	<b>968</b>	<b>15628</b>	<b>73</b>	<b>58146</b>	<b>1041</b>

Il catalogo è stato concepito ed impostato per consentire la consultazione sia "per località" che "per terremoto". La consultazione "per località" permette di visionare la storia sismica di una determinata località presente almeno tre volte in DBMI04.

Si riporta di seguito la storia sismica di Chiari (BS), località vicina al Comune di San Gervasio, basata su un totale di 14 osservazioni effettuate nel periodo che intercorre dal 1979 al 1995



**Storia sismica di Chiari (BS)**

[45.538, 9.932] (Sc=MS)

<b>Effetti Is</b>	<b>Anno Me Gi Or Mi Se</b>	<b>AE</b>	<b>Io</b>	<b>Mw</b>
6 – 7	1802 05 12 09 30	Valle dell'Oglio	8	5.67
6	1894 11 27	FRANCIACORTA	6-7	4.95
5	1951 05 15 22 54	LODIGIANO	6-7	5.24
4 – 5	1914 10 27 09 22	GARFAGNANA	7	5.79
4	1873 06 29 03 58	Bellunese	9-10	6.33
4	1983 11 09 16 29 52	Parmense	6-7	5.10
3 – 4	1995 10 29 13 28	BRESCIA BERGAMO	5-6	4.57
3	1799 05 29 19	CASTENEDOLO	6-7	5.06
3	1909 01 13 45	BASSA PADANA	6-7	5.53
3	1989 09 13 21 53 60	PASUBIO	6	4.96
2	1960 03 23 23 08 49	Vallese	6-7	5.36
NF	1898 11 16	SALO'	5-6	4.63
NF	1907 04 25 04 52	BOVOLONE	6	4.94
NF	1913 12 07 01 28	NOVI LIGURE	5	4.72

In cui:

Is = Intensità al sito (scala MCS)

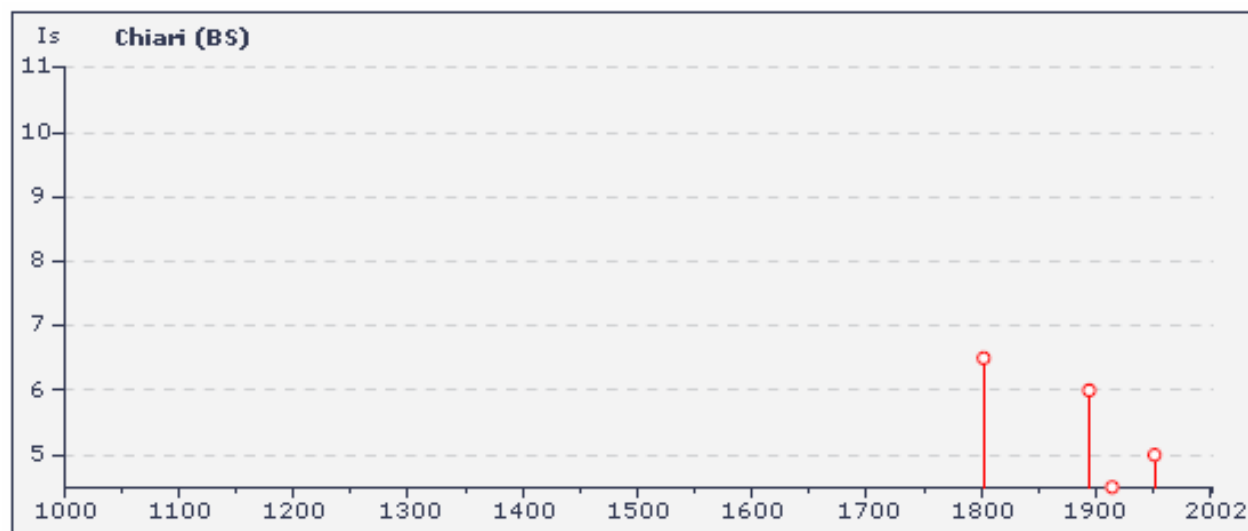
Io= Intensità epicentrale nella scala MCS

Anno, Me, Gi, Or, Mi, Se = Tempo origine

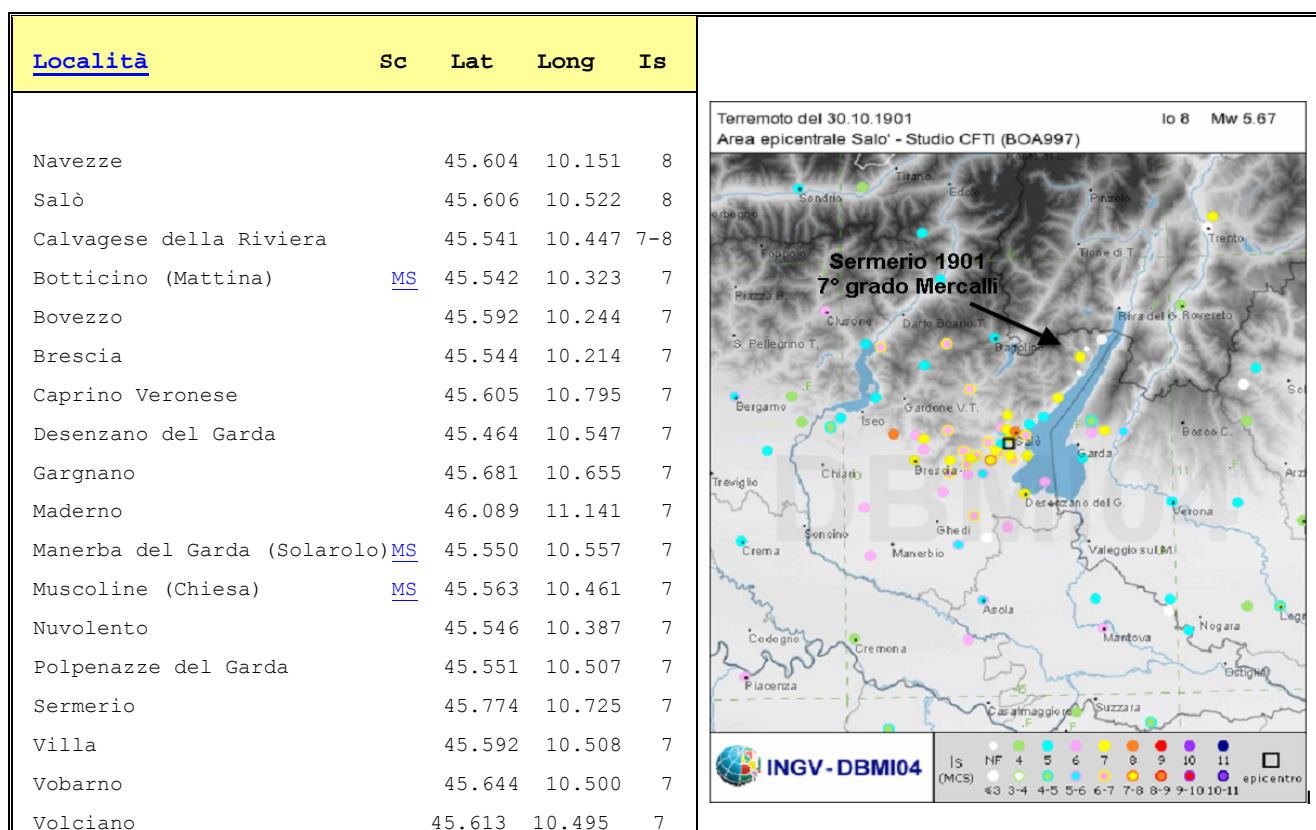
AE= Denominazione dell'area di maggiori effetti

Mw= Magnitudo Momento

Il diagramma della storia sismica di Chiari riporta solo i terremoti con intensità epicentrale uguale o superiore a 4/5:



La consultazione per terremoto, fatta solo per l'evento del 30 ottobre 1901 (Salò), consente la visualizzazione delle osservazioni macrosismiche prossime all'area di interesse, sia in tabella che in mappa (Studio [CFTI - BOA997](#)):

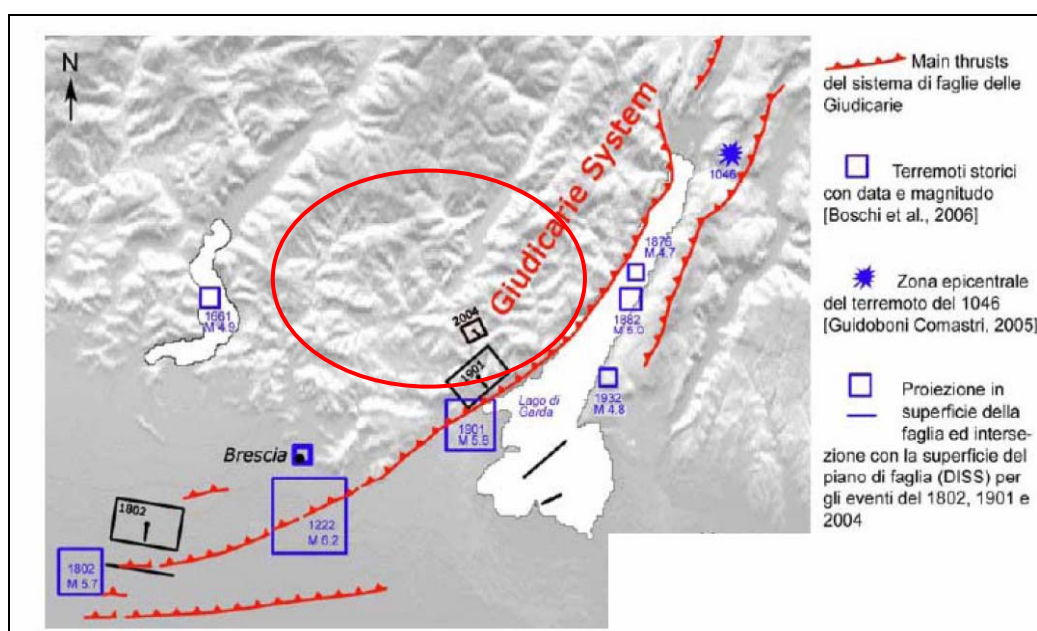
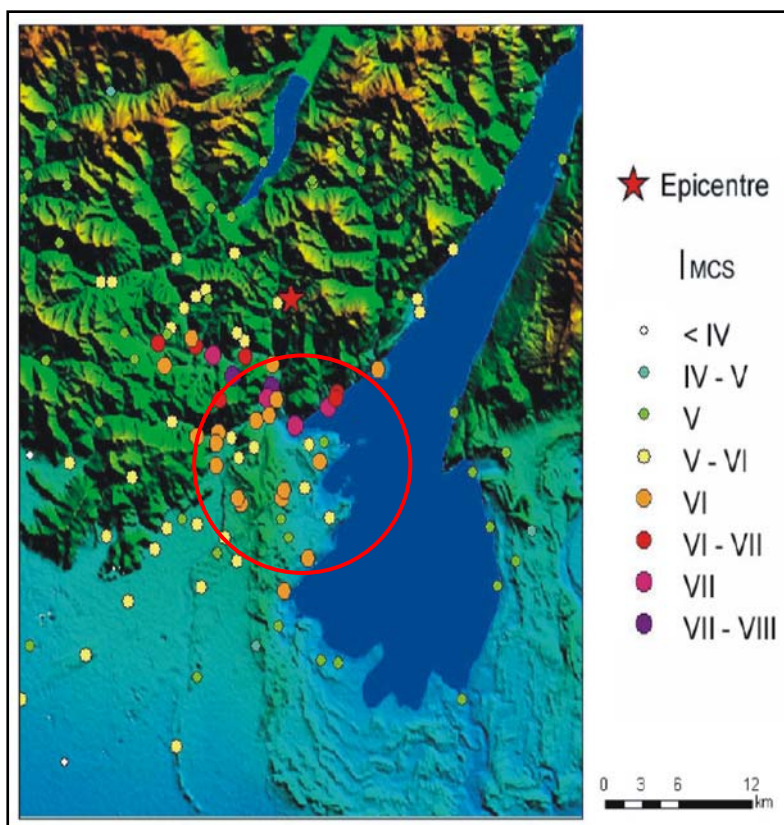


Uno studio pubblicato dall'INGV - sezione di Milano Pavia - nel 1997 a cura di Gianlorenzo Franceschina e Vera Pessina, simula gli scenari di scuotimento sismico per terremoti di magnitudo moderata.

Nella ricerca è stata considerata un'area strategica classificata in Zona 2 e Zona 3 (nuova normativa sismica) nella quale ricadono 66 Comuni interessati dall'evento del 24 novembre 2004 con epicentro nel Comune di Salò.

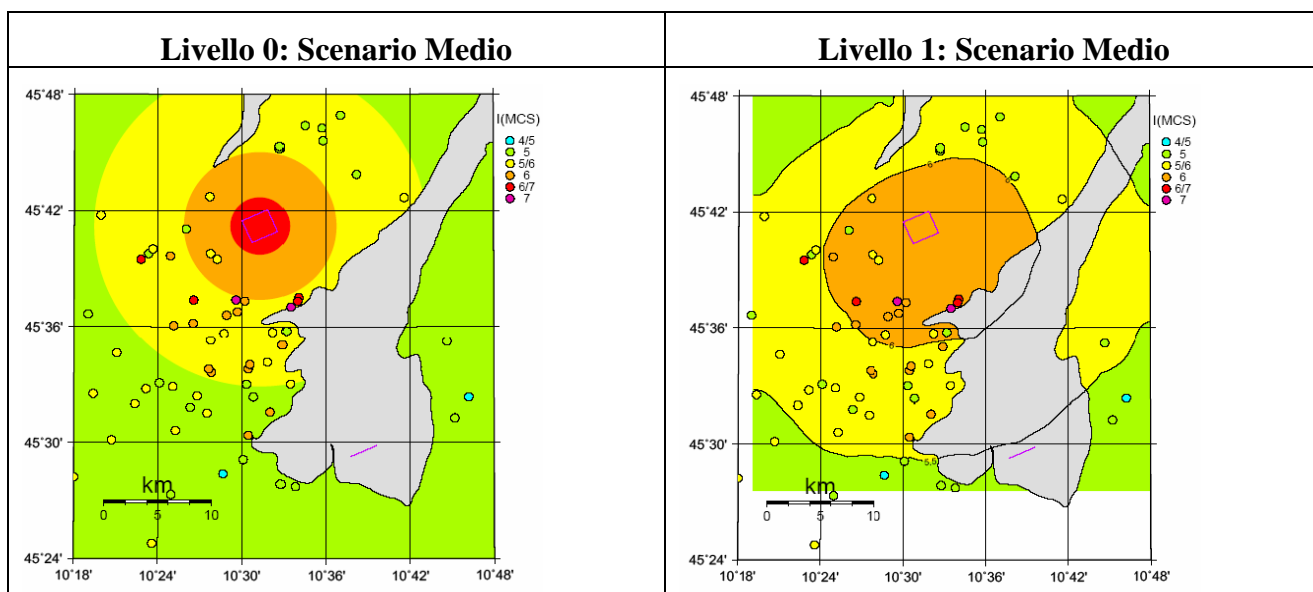
L'analisi del campo macrosismico relativo dal suddetto terremoto ha evidenziato una distribuzione anomala degli effetti sismici, con intensità più elevate in un'area di 10 x 10 Kmq localizzata a SO dell'epicentro, con dispersioni dei valori che variano da V a VI-VIII nei primi 10 Km di distanza epicentrale.

La geometria della sorgente, il meccanismo focale e i parametri di simulazione considerati per il terremoto di Salò sono di seguito riportati:



Parametro	Valore	Dati/Metodo di stima
Latitudine	45683	Dati sismologici e geologici
Longitudine	10529	
Larghezza L	2,6 Km	Relazione Wells e Coppermith (1994)
Lunghezza W	2,5 Km	
Strike	246°	Da Mednet 2006 e dati geologici
Immersione	24°	
Rake	113°	
Slip medio	0,3 m	Relazione di Kanamori & Anderson (1975)

Nell'ambito di tale ricerca sono stati ipotizzati **scenari da sorgente puntiforme (Livello 0)** e **scenari da sorgente estesa (Livello 1)** per addivenire a scenari predittivi plausibili.



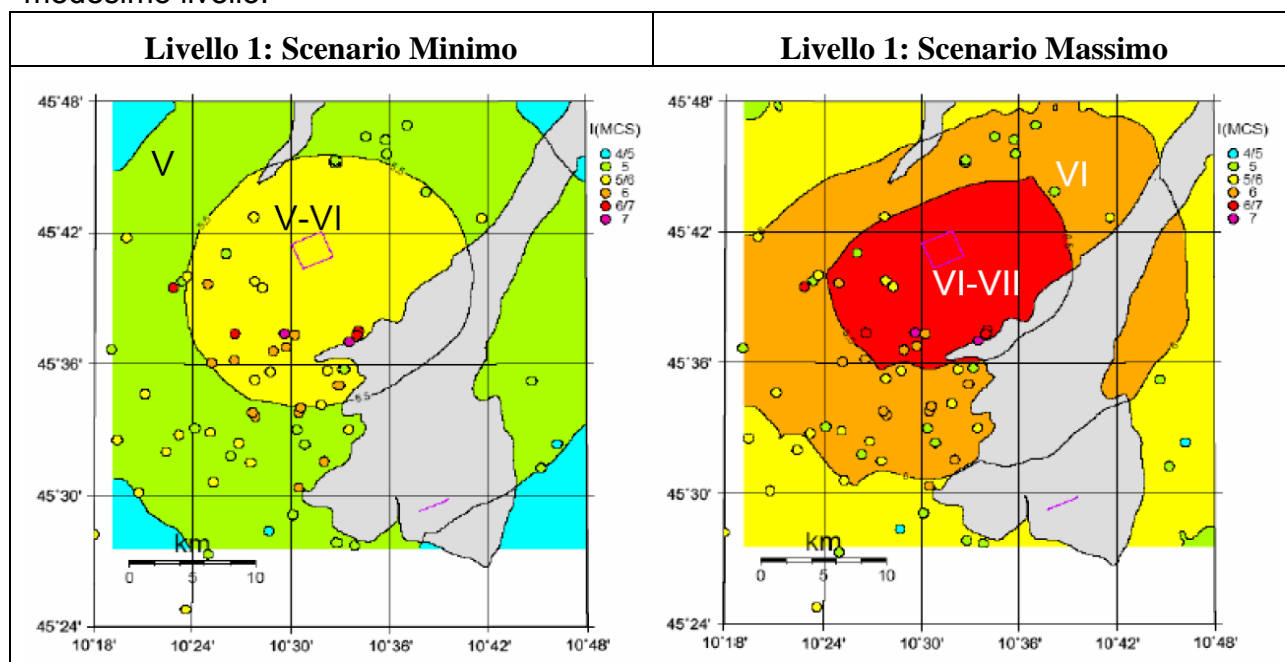
Dall'osservazione dei due modelli si desume che:

- gli scenari predittivi medi di livello 0 e di livello mostrano valori confrontabili di Intensità simulata. Lo scenario di livello I evidenzia inoltre una minore attenuazione dell'Intensità macrosismica con la distanza ma valori di Intensità inferiori in prossimità dell'epicentro;

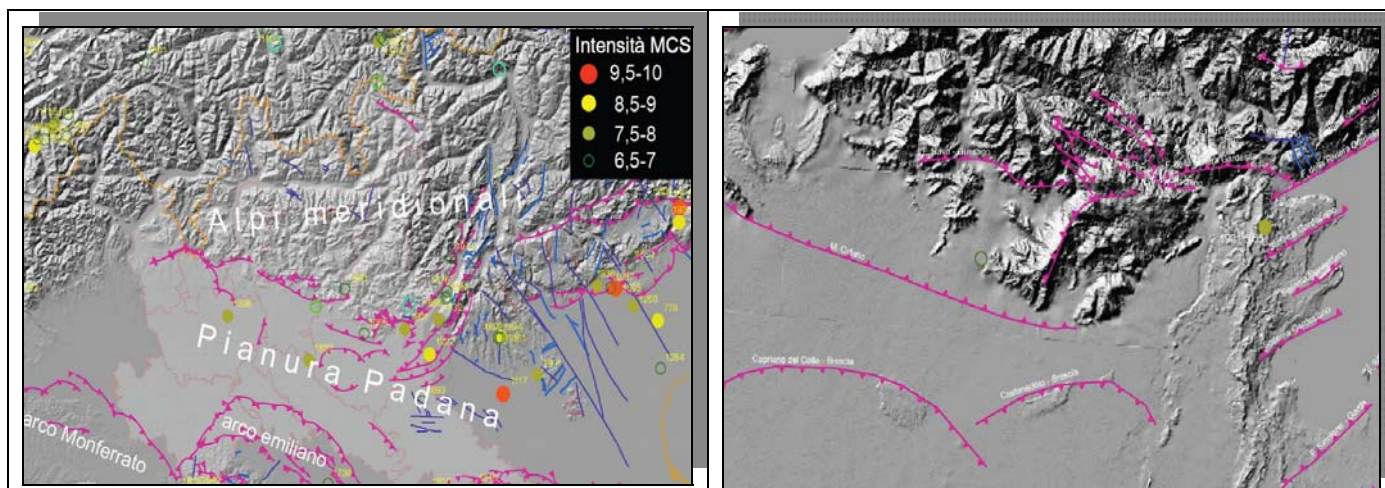


- nonostante la moderata magnitudo dell'evento gli scenari livello I riflettono le caratteristiche geometriche della sorgente estesa ipotizzata e giustificano l'anisotropia del campo di scuotimento osservato, che risulta essere non simmetricamente distribuito rispetto all'epicentro.

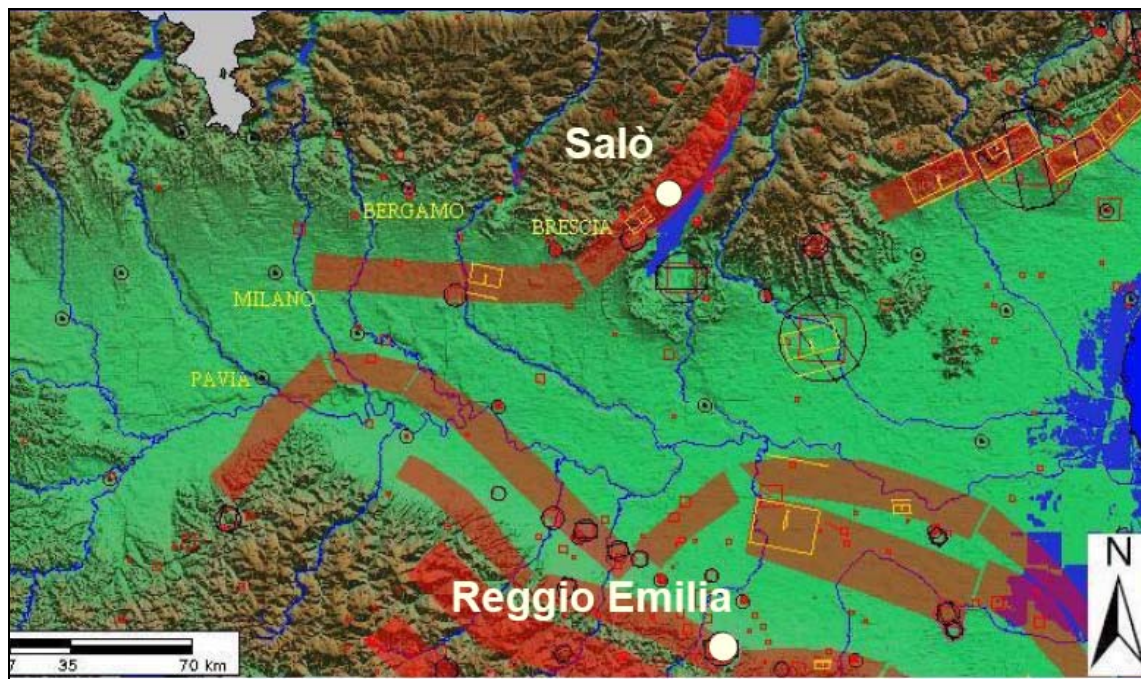
Il quadro si completa pertanto se oltre allo scenario medio del Livello 1 si riportano anche gli scenari predittivi minimo e massimo appartenenti al medesimo livello:



Di seguito si riportano gli stralci di 2 carte molto interessanti: la carta delle massime intensità sismiche storiche e la carta con le faglie sismogenetiche significative e la ricostruzione dei rilievi sepolti dell'area compresa tra il Garda e la Pianura Padana. Tra gli elementi sismogenetici più importanti si segnalano: linea del Montorfano, linea di Capriano del Colle e linea di Castenedolo, (Eutizo Vittori, Brescia 2006).



La mappa di seguito riportata riguarda la proposta di un possibile scenario di terremoto futuro” relativamente all’area sismogenetica Alpi settentrionali, sorgente sismogenetica “*Orzinuovi*” (inserita nel 2006 in DISS 3.02) (Traversa, Lai Strobbia, Corigliano, EUCENTRE Milano 2007).



### 9.3 NUOVA CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO

L'Ordinanza n. 3274 del 20.03.2003 del Presidente del Consiglio dei Ministri ha definito una mappa della pericolosità sismica di base per tutto il territorio italiano, con la individuazione di quattro zone sismiche a pericolosità decrescente (zona 1, zona 2, zona 3, zona 4) e la formazione degli elenchi dei comuni compresi in ciascuna zona. Ogni zona è contrassegnata da un diverso valore del parametro  $a_g$  corrispondente alla accelerazione di picco orizzontale del suolo, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità  $g$ , da adottare in ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale, secondo la seguente tabella:

Zona sismica	Valore di $a_g$
1	0,35g
2	0,25g
3	0,15g
4	0,05g

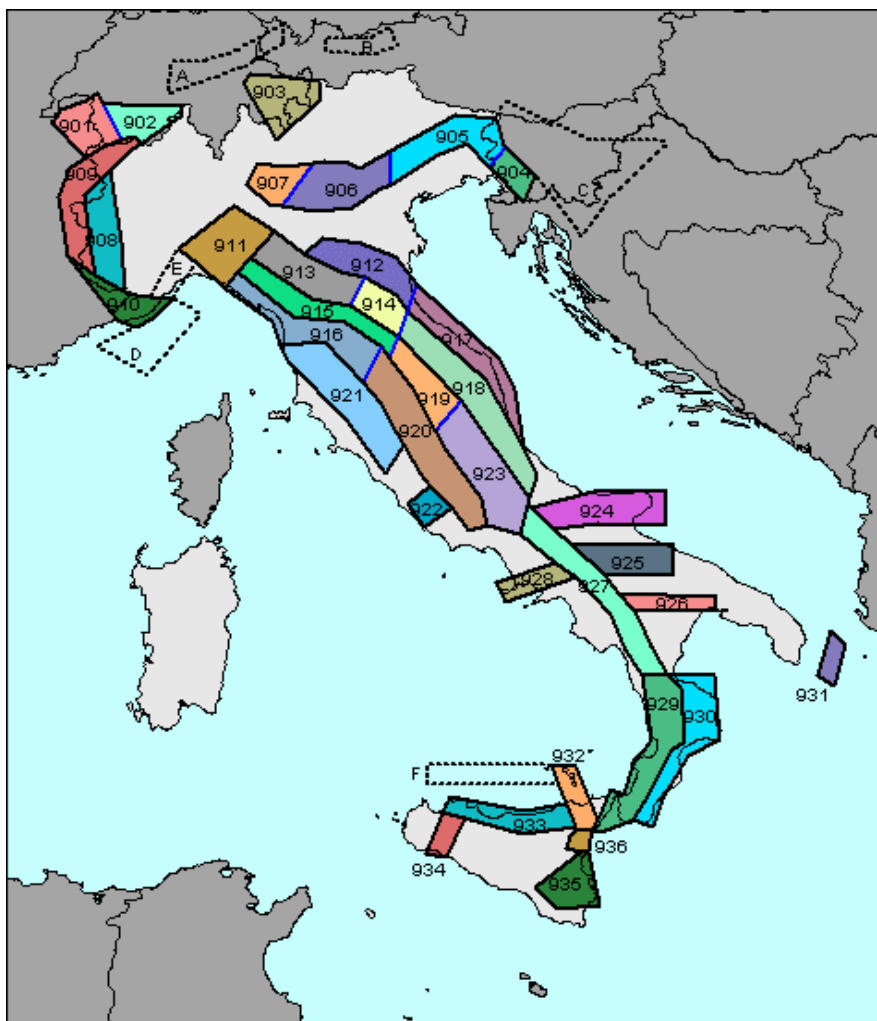
Il Comune di San Gervasio Bresciano si trova in **zona sismica 4 (bassa sismicità:  $a_g = 0,05 g$ )**.

La Regione Lombardia, con la D.G.R. 7 novembre 2003 n. 7/14964 “disposizioni preliminari per l'attuazione dell'ordinanza Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 recante primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”, ha accettato la classificazione sismica dei singoli comuni proposta dalla OPCM sopraccitata ed ha stabilito i modi e i tempi di applicabilità della nuova normativa sismica sia per le costruzioni esistenti che per quelle future.

Recentemente è stata redatta una nuova Mappa di Pericolosità Sismica, approvata con OPCM 28 aprile 2006 n. 3519 [GRUPPO DI LAVORO (2004) – Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003. Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile. INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici].

Questa iniziativa è stata rivolta a soddisfare l'esigenza di una mappa di pericolosità sismica di riferimento per l'individuazione delle zone sismiche, esigenza formulata dall'Ordinanza PCM 20.03.2003 n. 3274, che ne fissa criteri e scadenza.

In particolare è stata elaborata una nuova zonazione sismogenetica, denominata **ZS9**, a partire da un sostanziale ripensamento della precedente zonazione ZS4, alla luce delle evidenze di tettonica attiva e delle valutazioni acquisite negli ultimi anni. ZS9 è corredata, per ogni ZS, da un meccanismo focale prevalente e da un valore di profondità, determinati nella prospettiva di utilizzo con le relazioni di attenuazione. La nuova ZS9 viene riportata nella successiva **Figura 2**.



**Figura 2 - Zonazione Sismogenetica ZS9**

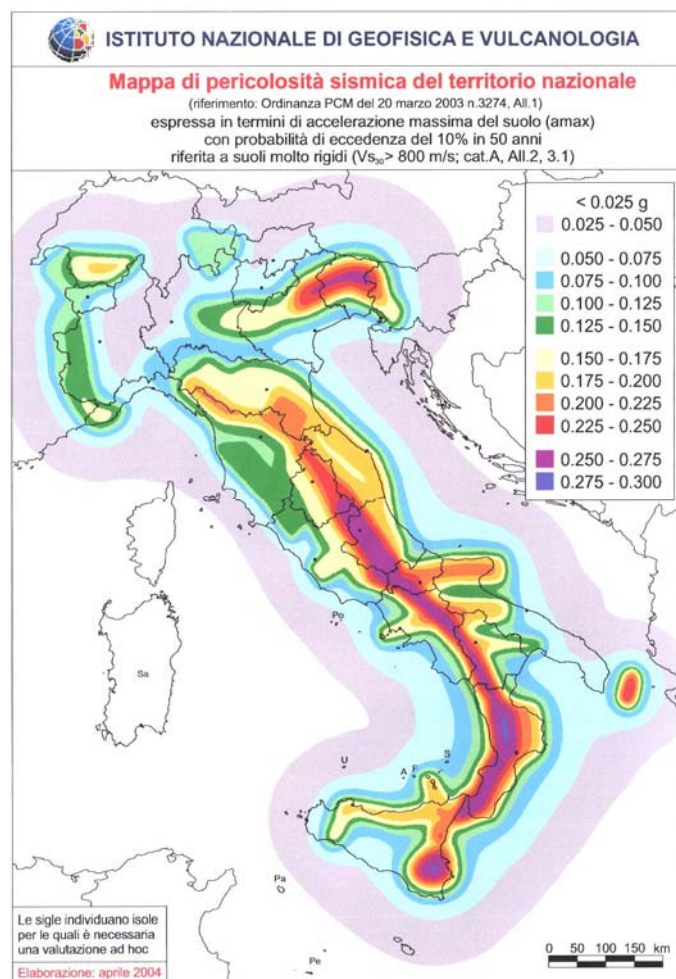
E' stata prodotta una versione aggiornata del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, detta CPTI2, mediante la ricompilazione ex-novo della porzione temporale 1981-1992 e la sua estensione al 2002;

Sono state verificate le relazioni di attenuazione di  $a_{max}$  definite a scala nazionale ed europea;

Sono stati determinati, con approcci storici e statistici, due insiemi di completezza dei dati del Catalogo CPTI2

La nuova mappa di pericolosità sismica (vedasi Ordinanza PCM 28 aprile 2006 n. 3519) risulta essere la seguente (**Figura 3**):

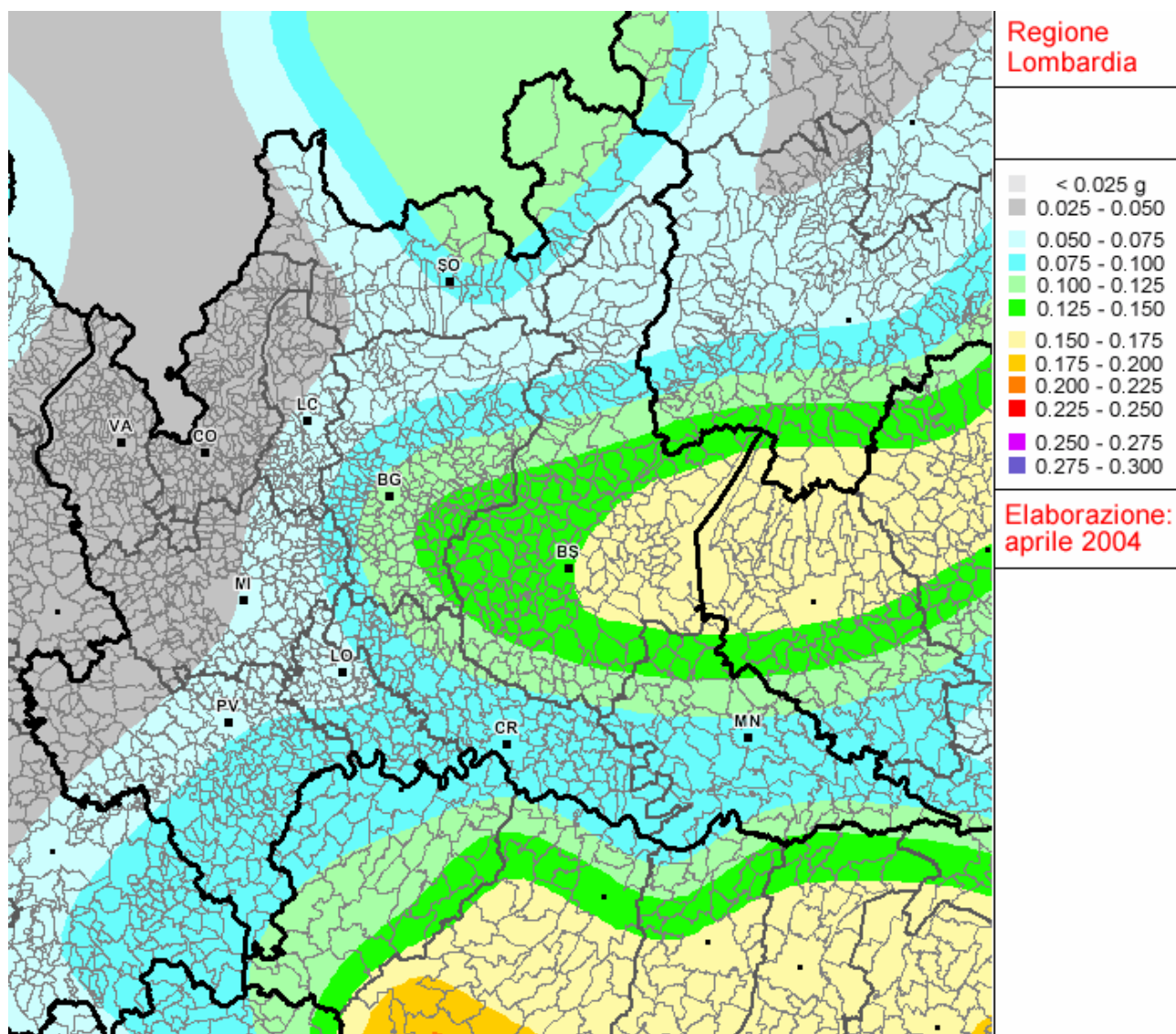




**Figura 3 - Nuova Mappa di Pericolosità Sismica**

Per quanto riguarda la Regione Lombardia, la Provincia di Brescia e il Comune di San Gervasio Bresciano, la nuova Mappa di Pericolosità Sismica viene riportata in **Figura 4**. Nel territorio comunale di San Gervasio Bresciano, la nuova mappa di pericolosità sismica, espressa in termini di accelerazione massima del suolo ( $a_{max}$ ), con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli molto rigidi ( $V_{s30} > 800$  m/s), prevede valori di  $a_{max}$  compresi tra 0,100 e 0,125g.

Nonostante la nuova mappa di pericolosità sismica, alla data attuale è vigente la D.G.R. 14964/2003 che assegna il Comune di San Gervasio Bresciano alla zona sismica 4, in base alla quale viene redatto questo studio di approfondimento della componente sismica.



**Figura 4 - Nuova Mappa di pericolosità Sismica per la Regione Lombardia**

#### 9.4 RISPOSTA SISMICA LOCALE

Quando una struttura sismogenetica ha accumulato una quantità di energia tale da superare la tensione critica di rottura, si verifica uno spostamento di materia con liberazione di energia e la conseguente formazione e propagazione delle onde sismiche. Queste attraversano il mezzo con modalità diverse e arrivano al sito (il Comune in oggetto) con intensità decrescente, funzione della distanza dall'epicentro, valutata dalle note leggi di attenuazione. Tenuto conto della sismicità storica della zona e dei sistemi attuali di rilevamento dei terremoti, ad ogni Comune è stata attribuita una sismicità (terremoto di riferimento) espressa in % della accelerazione di gravità "g".

Le onde sismiche però, attraversando gli strati superficiali eterogenei, spesso cambiano caratteristiche (velocità, ampiezza, periodo,..) e provocano effetti diversi anche tra aree molto vicine dello stesso Comune. Pertanto la conoscenza delle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei terreni e le loro proprietà fisiche e meccaniche permettono di definire le modifiche che un segnale sismico subisce rispetto a quello di riferimento.. La risposta sismica locale risulta importante sia in fase di pianificazione del territorio sia in fase di progettazione di nuove costruzioni e di verifica dell'esistente.

Per questo la Regione Lombardia ha approvato, con la D.G.R. 1566/2005 e la successiva D.G.R. 7374/ 2008 una metodologia per la valutazione della risposta sismica locale che deve essere applicata da ciascun comune in fase di realizzazione o aggiornamento dello studio geologico nel P.G.T. La stessa D.G.R., oltre alle indicazioni per la fase pianificatoria del territorio comunale, contiene indicazioni per la fase progettuale delle costruzioni nelle diverse zone sismiche, in sintonia con le nuove "Norme tecniche per le costruzioni " del D.M. 14 gennaio 2008 che disciplinano la progettazione e la verifica delle opere e dei sistemi geotecnica soggetti ad azioni sismiche.

Gli effetti derivanti dalle condizioni locali vengono distinti in funzione del comportamento dinamico dei materiali coinvolti; pertanto gli studi finalizzati al riconoscimento delle aree potenzialmente pericolose dal punto di vista sismico sono basati, in primo luogo, sull'identificazione della categoria di terreno presente in una determinata area (Categorie di sottosuolo).

In funzione della categoria del terreno, si distinguono due grandi gruppi di effetti locali: quelli di sito o di amplificazione sismica locale e quelli di instabilità

#### 9.4.1 EFFETTI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA LOCALE

Interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento stabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese; tali effetti sono rappresentati dall'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico (terremoto di riferimento), relativo ad una formazione rocciosa di base (bedrock), può subire, durante l'attraversamento degli strati di terreno sovrastanti il bedrock, a causa dell'interazione delle onde sismiche con le particolari *condizioni locali*.

Gli effetti di amplificazione sono di due tipi e possono essere contemporaneamente presenti nello stesso sito:

- **gli effetti di amplificazione topografica:** si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie superficiali più o meno articolate e da irregolarità topografiche in generale; tali condizioni favoriscono la focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta del rilievo a seguito di fenomeni di riflessione sulla superficie libera e di interazione fra il campo d'onda incidente e quello diffratto; se l'irregolarità topografica è rappresentata da substrato roccioso (bedrock) si verifica un puro effetto di amplificazione topografica, mentre nel caso di rilievi costituiti da materiali non rocciosi l'effetto amplificatorio è la risultante dell'interazione (difficilmente separabile) tra l'effetto topografico e quello litologico di seguito descritto;
- **effetti di amplificazione litologica:** si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie sepolte (bacini sedimentari, chiusure laterali, corpi lenticolari, eteropie ed interdigitazioni, gradini di faglia etc..) e da particolari profili stratigrafici costituiti da litologie con determinate proprietà meccaniche; tali condizioni possono generare esaltazione locale delle azioni sismiche trasmesse dal terreno, fenomeni di risonanza fra onda sismica incidente e modi di vibrare del terreno e fenomeni di doppia risonanza fra periodo fondamentale del moto sismico incidente e modi di vibrare del terreno e della sovrastruttura.

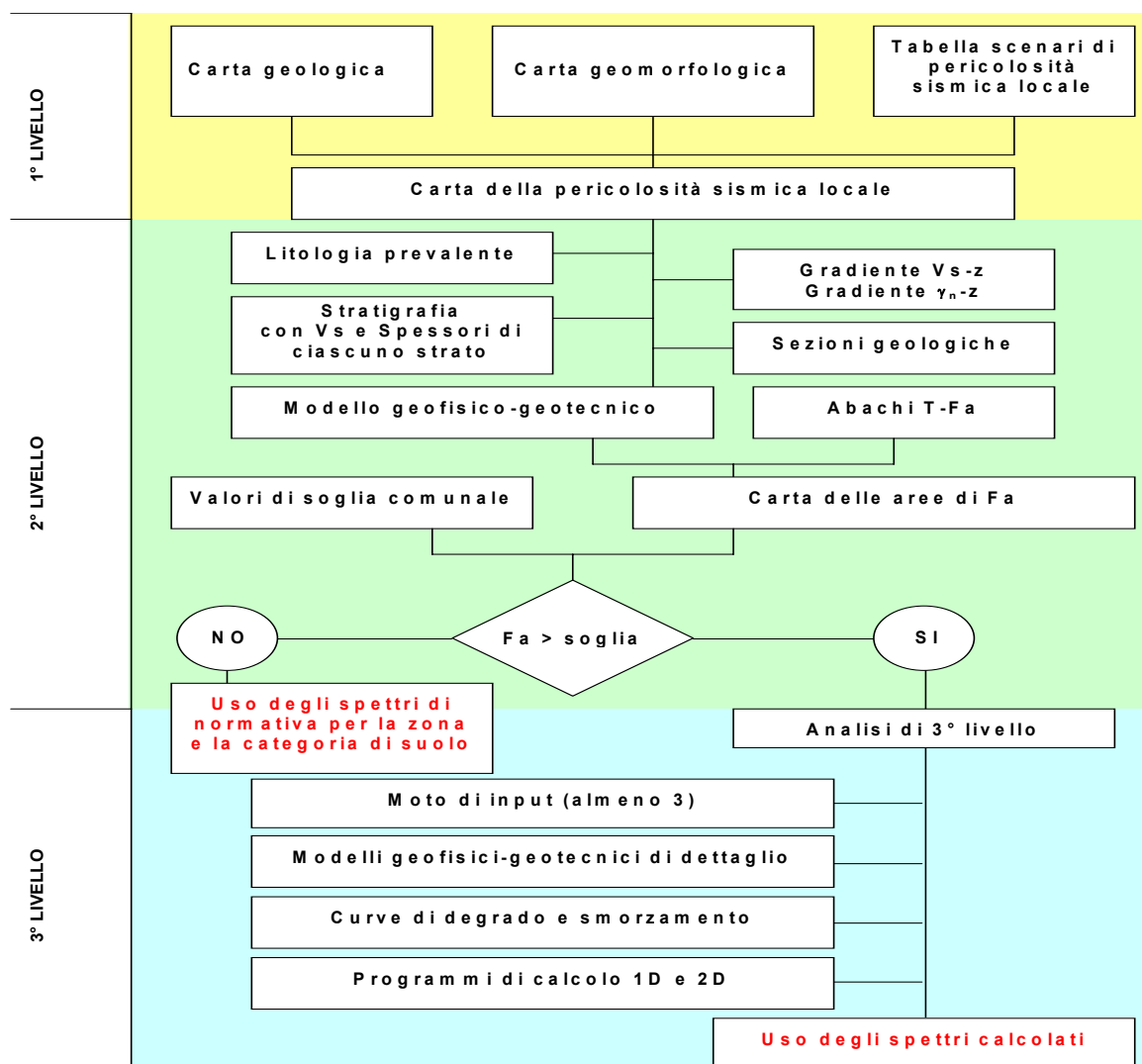
#### 9.4.2 EFFETTI DI INSTABILITA'

Interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento instabile o potenzialmente instabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese e sono rappresentati in generale da fenomeni di instabilità consistenti in veri e propri collassi e talora movimenti di grandi masse di terreno incompatibili con la stabilità delle strutture; tali instabilità sono rappresentate da fenomeni diversi a seconda delle condizioni presenti nel sito.

Nel territorio di San Gervasio Bresciano possono essere presenti aree con terreni particolarmente scadenti dal punto di vista delle proprietà fisico meccaniche.

## 10. ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI. NORMATIVA REGIONALE

In Allegato 5 della D.G.R. 28.05.2008 n. 7374 è riportata, in *Figura 1 – Diagramma di flusso dei dati necessari e dei percorsi da seguire nei tre livelli di indagine*, la metodologia e lo schema operativo per la valutazione dell'amplificazione sismica locale:



I tre livelli di approfondimento possono essere sintetizzati come segue:

### **1° LIVELLO**

Il 1° livello di approfondimento è obbligatorio per tutti i Comuni, consiste in un approccio di tipo qualitativo e costituisce lo studio propedeutico ai successivi livelli di approfondimento; è un metodo empirico che trova le basi nella continua e sistematica osservazione diretta degli effetti prodotti dai terremoti. Il metodo permette l'individuazione delle zone ove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica sono, con buona attendibilità, prevedibili, sulla base di osservazioni geologiche e sulla raccolta dei dati disponibili per una determinata area, quali la cartografia topografica di dettaglio, la cartografia geologica e dei dissesti ed i risultati di indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche già svolte e che saranno oggetto di un'analisi mirata alla definizione delle condizioni locali (spessore delle coperture e condizioni stratigrafiche generali, posizione e regime della falda, proprietà indice, caratteristiche di consistenza, grado di sovraconsolidazione, plasticità e proprietà geotecniche nelle condizioni naturali, etc..).

Lo studio consiste nella raccolta dei dati esistenti e nella redazione di un'apposita cartografia a scala 1:10000 - 1:2000 rappresentata dalla:

- carta geologica con le relative sezioni, in cui viene rappresentato il modello geologico e tettonico dell'area, le formazioni, le discontinuità e i lineamenti tettonici in essa presenti;
- carta geomorfologica, in cui vengono distinte le varie forme e i processi (dinamica dei versanti, dinamica fluviale, etc.) in atto, quiescenti o relitti presenti nell'area in esame;
- **carta della pericolosità sismica locale**, derivata dalle precedenti carte di base e in cui è riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo in grado di determinare gli effetti locali descritti nella *Tabella 1 – Scenari di pericolosità sismica locale*, dell'Allegato n. 5 della DGR 28.05.2008 n. 7374, sottoriportata:



Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
<b>Z1a</b>	<b>Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi</b>	<b>Instabilità</b>
<b>Z1b</b>	<b>Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti</b>	
<b>Z1c</b>	<b>Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana</b>	
<b>Z2</b>	<b>Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)</b>	<b>Cedimenti e/o liquefazioni</b>
<b>Z3a</b>	<b>Zona di ciglio <math>H &gt; 10</math> m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)</b>	<b>Amplificazioni topografiche</b>
<b>Z3b</b>	<b>Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate</b>	
<b>Z4a</b>	<b>Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi</b>	<b>Amplificazioni litologiche e geometriche</b>
<b>Z4b</b>	<b>Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre</b>	
<b>Z4c</b>	<b>Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)</b>	
<b>Z4d</b>	<b>Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale</b>	
<b>Z5</b>	<b>Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse</b>	<b>Comportamenti differenziali</b>

## **2° LIVELLO**

Il 2° livello di approfondimento è obbligatorio (in fase pianificatoria) per i Comuni ricadenti nelle zone sismiche 2 - 3 nei quali siano state individuate, con l'applicazione del 1° livello, aree con scenari suscettibili di amplificazioni sismiche (morfologiche Z3 e litologiche Z4) interferenti con l'urbanizzato e/o interferenti con le aree di espansione urbanistica, ad esclusione di quelle considerate inedificabili per situazioni geologiche, geomorfologiche e ambientali o perché sottoposte a vincolo da particolari normative. Per i Comuni ricadenti in zona sismica 4, come San Gervasio Bresciano, il 2° livello di approfondimento deve essere applicato (in fase pianificatoria) solo alle costruzioni strategiche e rilevanti di nuova previsione, ai sensi della D.G.R.14964/2003 e della d.d.u.o. n. 19904 del 21.11.2003, ferma restando la facoltà del Comune di estenderlo alle altre categorie di costruzioni.

La procedura consiste in un approccio di tipo semiquantitativo e fornisce la stima quantitativa della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di amplificazione; gli studi sono condotti con metodi quantitativi semplificati, validi per la valutazione delle amplificazioni litologiche e geometriche e sono utilizzati per zonare l'area di studio in funzione del valore di  $F_a$ .

La procedura semplificata (punto 2.2.2 - Allegato 5 della D.G.R. 7374/2008) richiede la conoscenza dei seguenti parametri:

- litologia dei materiali presenti nel sito (litologie ghiaiose e litologie argillose limose);
- stratigrafia del sito;
- andamento con la profondità delle  $V_s$  fino a valori pari o superiori a 800 m/s; in mancanza del raggiungimento del bedrock ( $V_s \geq 800$  m/s) con le indagini è possibile ipotizzare un opportuno gradiente di  $V_s$  con la profondità sulla base dei dati ottenuti dall'indagine, tale da raggiungere il valore di 800 m/s.
- spessore, peso di volume e velocità di ciascun strato;
- sezioni geologiche, conseguente modello geofisico-geotecnico ed identificazione dei punti rappresentativi sui quali effettuare l'analisi.

In funzione della litologia prevalente presente nel sito, del gradiente di velocità  $V_s$  e del gradiente del peso di volume naturale con la profondità si sceglie la scheda litologica di riferimento.

Una volta individuata la scheda litologica di riferimento, viene verificata la validità in base ai valori di  $V_s$  con la profondità scegliendo tra la scheda di tipo 1 o di tipo 2.

In funzione poi dello spessore e della velocità  $V_s$  dello strato superficiale si sceglie la curva più appropriata per la valutazione del valore di  $F_a$  nell'intervallo  $0.1-0.5 \text{ s}^1$ , in base al valore del periodo proprio del sito.

Il periodo proprio del sito necessario per l'utilizzo dell'abaco di correlazione deve essere calcolato considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità  $V_s$  è uguale o superiore a 800 m/s ed utilizzando la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left( \frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

ove  $h_i$  e  $V_{s_i}$  sono lo spessore e la velocità dello strato  $i$ -esimo.

<sup>1</sup> Nel caso il valore di  $V_s$  dello strato superficiale risulta pari o superiore ad 800 m/s non si applica la procedura semplificata per la valutazione del  $F_a$  in quanto l'amplificazione litologica attesa è nulla ( $F_a = 1.0$ ).



Il valore di  $F_a$  determinato dovrà essere approssimato alla prima cifra decimale e dovrà essere utilizzato per valutare il grado di protezione raggiunto al sito dall'applicazione della nuova normativa sismica vigente.

La valutazione del grado di protezione viene effettuata in termini di contenuti energetici, confrontando il valore di  $F_a$  ottenuto dalle schede di valutazione con un parametro di analogo significato calcolato per ciascun Comune e per le diverse categorie di suolo (Norme Tecniche per le Costruzioni) soggette ad amplificazioni litologiche (B, C, D ed E) e per i due intervalli di periodo 0.1-0.5 e 0.5-1.5 s.

Il parametro calcolato per ciascun Comune della Regione Lombardia è riportato nella banca dati in formato .xls (soglie\_lomb.xls) e rappresenta il valore di soglia oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.

La procedura prevede pertanto di valutare il valore di  $F_a$  con le schede di valutazione e di confrontarlo con il corrispondente valore di soglia, considerando una variabilità di + 0.1 che tiene conto della variabilità del valore di  $F_a$  ottenuto.

Si possono presentare quindi due situazioni:

- il valore di  $F_a$  è inferiore o uguale al valore di soglia corrispondente: la nuova normativa è da considerarsi sufficiente per tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa;

- il valore di  $F_a$  è superiore al valore di soglia corrispondente: la normativa è insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi è necessario, in fase di progettazione edilizia, o effettuare analisi più approfondite (3° Livello) o, in alternativa, utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore, con il seguente schema (punto 1.4.3 della D.G.R. 7374/2008):

- anziché lo spettro della categoria B di suolo si utilizzerà quello della categoria di suolo C; nel caso in cui la soglia non fosse ancora sufficiente si utilizzerà lo spettro della categoria di suolo D;
- anziché lo spettro della categoria C di suolo si utilizzerà quello della categoria di suolo D;
- anziché lo spettro della categoria E di suolo si utilizzerà quello della categoria di suolo D.

Nel caso di presenza contemporanea di effetti litologici (Z4) e morfologici (Z3) si analizzeranno entrambi i casi e si sceglierà quello più sfavorevole.

### **3° LIVELLO**

Il 3° Livello si applica in fase progettuale, al fine di ottimizzare l'opera e gli eventuali interventi di mitigazione della pericolosità, agli scenari di pericolosità sismica locale suscettibili di instabilità (Z1b e Z1c), di cedimenti e/o liquefazioni (Z2) e di amplificazioni sismiche (morfologiche Z3 e litologiche Z4) che sono caratterizzate da un valore di  $F_a$  superiore al valore di soglia corrispondente così come ricavato dall'applicazione del 2° Livello.

Nelle aree caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazioni (Z1 e Z2), si applica a tutte le costruzioni nelle Zone sismiche 2 e 3, mentre nella Zona sismica 4 si applica solo nel caso di costruzioni di nuovi edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. n. 19904/2003, ferma restando la facoltà del Comune di estenderlo anche alle altre categorie di edifici.

Nel caso di sovrapposizione di più scenari sul medesimo ambito territoriale si dovrà procedere con il grado di approfondimento più cautelativo.

Per il calcolo del **potenziale di liquefazione e dei possibili cedimenti** si fa riferimento alle prove in situ e si utilizzano le procedure note in letteratura.

Per il calcolo degli **effetti di amplificazione morfologica e litologica** si prevede un approccio di tipo quantitativo e costituisce lo studio di maggior dettaglio, in cui la valutazione della pericolosità sismica locale è effettuata ricorrendo a metodologie classificate come strumentali o numeriche.

La metodologia strumentale richiede l'acquisizione di dati strumentali attraverso campagne di registrazione eseguite in sito con l'utilizzo di strumentazioni specifiche, variabili a seconda del parametro di acquisizione scelto (velocimetri ed accelerometri).

La metodologia numerica consiste nella modellazione di situazioni reali mediante un'appropriata e dettagliata caratterizzazione geometrica e meccanica del sito e nella valutazione della risposta sismica locale tramite codici di calcolo matematico più o meno sofisticati, basati su opportune semplificazioni e riduzioni del problema, necessarie ma comunque di influenza abbastanza trascurabile sul risultato finale. L'applicazione della metodologia numerica richiede una caratterizzazione geometrica di dettaglio del sottosuolo con un programma specifico di indagini geotecniche da aggiungere a quelle effettuate per il 1° e 2° Livello. è inoltre necessaria l'individuazione di uno o più input sismici sotto forma di spettri di risposta e/o di accelerogrammi.

Al fine di effettuare le analisi di 3° Livello la Regione Lombardia ha predisposto due banche dati:

- **475-codice provincia.zip** contenente, per ogni comune, 7 diversi accelerogrammi attesi caratterizzati dal periodo di ritorno di 475 anni;

- **Curve\_lomb.xls** contenente i valori del **modulo di taglio normalizzato** ( $G/G_0$ ) e del **rapporto di smorzamento** ( $D$ ) in funzione della deformazione ( $\gamma$ ), per le diverse litologie.

Nella Tabella seguente vengono sintetizzati gli adempimenti di approfondimento ed i campi di applicabilità in funzione delle zone di pericolosità sismica locale (PSL) individuate e della zona sismica di appartenenza del Comune.

	Livelli di approfondimento e fasi di applicazione		
	1° Livello Fase pianificatoria	2° Livello Fase pianificatoria	3° Livello Fase progettuale
Zona sismica 2 - 3	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con l'urbanizzato e urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili	- Nelle aree indagate con il 2° Livello quando $F_a$ calcolato > valore soglia comunale. - Nelle Zone PSL Z1 e Z2
Zona sismica 4	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti di nuova previsione (elenco tipologico di cui al D.d.u.o. n. 19904/03)	- Nelle aree indagate con il 2° Livello quando $F_a$ calcolato > valore soglia comunale. - Nelle Zone PSL Z1 e Z2 per edifici strategici rilevanti

### 10.1 ANALISI DI 1° LIVELLO

Come precedentemente indicato l'analisi di primo livello consiste in un approccio di tipo qualitativo e costituisce la base dalla quale partire per i successivi livelli di approfondimento. In questa fase di analisi sono stati utilizzati tutti i dati di natura geotecnica, idrogeologica e litostratigrafica reperiti, nonché le diverse cartografie tematiche d'inquadramento realizzate. Sulla base di tutte le informazioni reperite si è proceduto alla stesura della **CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE in scala 1:10.000 (TAV. 2)** in cui il territorio comunale è suddiviso sulla base delle diverse situazioni indicate nella *Tabella 1 – Scenari di pericolosità sismica locale*, dell'Allegato n. 5 della DGR 28.05.2008 n. 7374.

Nel caso specifico del comune di San Gervasio Bresciano l'analisi territoriale ha definito un generale scenario di Pericolosità Sismica Locale "*Z4a - Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi*", esteso all'intero ambito comunale: l'effetto atteso nei confronti delle onde sismiche è quindi quello di una amplificazione litologica.

**Vista la suddivisione effettuata si ritiene idonea la rappresentazione della Carta della pericolosità sismica locale esclusivamente alla scala 1:10.000.**

Considerati lo scenario di pericolosità sismica locale (Z4a) individuato nel territorio comunale e **considerato che il Comune di San Gervasio Bresciano ricade in zona sismica 4, il 2° livello di approfondimento è richiesto obbligatoriamente nelle aree di espansione urbanistica, dove sono ipotizzabili edifici strategici e rilevanti** ai sensi della D.G.R. n. 14964/2003 e secondo l'elenco tipologico di cui al D.d.u.o. n. 19904/03.

Pur non essendo prevista, allo stato attuale, la pianificazione e/o progettazione, nel territorio comunale di San Gervasio Bresciano, di strutture strategiche e rilevanti (classificate dal D.d.u.o. n. 19904/03 della Regione Lombardia), nel corso della presente indagine si è, comunque, proceduto ad un'analisi di 2° livello, applicata agli scenari di amplificazione litologica (Z4a) individuati.

## 10.2 ANALISI DI 2° LIVELLO

### Effetti litologici.

Per la stima degli effetti di amplificazione litologica sono state condotte, nel territorio comunale in oggetto, indagini di sismica passiva (ReMI e Nakamura test) e successivamente è stata applicata la procedura semplificata prevista in Allegato 5 alla D.G.R. 28 maggio 2008 n. 8/7374.

Per la definizione dell'assetto litologico locale si è tenuto conto delle informazioni bibliografiche esistenti e di tutti i dati acquisiti negli ultimi anni nel corso di studi, indagini geognostiche e ricerche di acque sotterranee effettuate dagli scriventi sia per la committenza privata che pubblica.

La stima dei valori di  $V_s$  è stata effettuata mediante l'esecuzione di n. 10 indagini sismiche passive, condotte adottando la tecnica di analisi del sottosuolo mediante l'uso dei microtremori (ReMI), mentre per la determinazione del periodo di vibrazione proprio del terreno  $T$  sono state eseguite n. 10 indagini strumentali basate sul metodo di Nakamura (1989). I siti investigati sono stati selezionati in modo da ottenere dati rappresentativi utili per tutto il territorio comunale, tenendo conto in modo particolare delle previsioni di espansione urbanistica. Le indagini sono state eseguite dalla *GG Service Prospezioni Geofisiche* con sede in Cles (Tn) che dispone di personale con esperienza pluriennale nell'applicazione del metodo.

Per una descrizione dettagliata della metodologia d'indagine, della strumentazione utilizzata per l'esecuzione, l'acquisizione e l'elaborazione dei dati e per una disamina dei risultati integrali ottenuti mediante le sopraccitate indagini sismiche combinate, si rimanda all'Allegato n. 8 della presente relazione.

I principali dati acquisiti nel corso delle suddette indagini, riportati in modo dettagliato nelle schede appositamente predisposte per ogni singolo sito investigato Allegato n. 9, sono di seguito riepilogati:

Numero indagini e	Località	Descrizione litologia prevalente	Re.Mi.	
			T	Fa
1		Depositi sabbioso – argillosi (Wurm)	1.33	1.0
2		Depositi sabbioso – argillosi (Wurm)	1.30	1.0
3		Depositi sabbioso – argillosi (Wurm)	1.33	1.0
4		Depositi sabbioso – argillosi (Wurm)	1.33	1.0
5		Depositi sabbioso – argillosi (Wurm)	1.33	1.0
6		Depositi sabbioso – argillosi (Wurm)	1.28	1.0
7		Depositi sabbioso – argillosi (Wurm)	1.33	1.0
8		Depositi sabbioso – argillosi (Wurm)	1.32	1.0
9		Depositi sabbioso – argillosi (Wurm)	1.34	1.0
10		Depositi sabbioso – argillosi (Wurm)	1.28	1.0

Come si può rilevare dai profili di velocità contenuti nelle schede allegate l'andamento delle velocità nel sottosuolo denota la presenza di una porzione superficiale dello spessore di circa 10 – 15 m caratterizzato da valori medi di  $V_s$  piuttosto contenuti ( $< 200$  m/s), seguito in profondità da materiali con condizioni di significativa omogeneità fino alla profondità di indagine di circa una 80 metri.

Le variazioni verticali di velocità sono generalmente contenute e compatibili con le variazioni granulometriche in un contesto deposizionale di elevata energia. Ci si trova quindi in presenza di materiali con condizioni di addensamento medio basso con sensibili riduzioni limitate all'orizzonte superficiale. Si precisa inoltre che in nessun caso è stato possibile individuare la presenza del bedrock sismico fino alla profondità di indagine e quindi, seguendo le indicazioni della L.r. 12/05, si è ritenuto necessario ipotizzare un opportuno gradiente di  $V_s$  con la profondità sulla base dei dati ottenuti dall'indagine, fino al raggiungimento del valore di 800 m/s.

Le condizioni di generale moderato addensamento e l'assenza di significativi contrasti di velocità sono confermati dalle curve dei rapporti spettrali dove la condizione dominante è la presenza di pochissimi picchi di bassa ampiezza ( $< 2$ ) nell'intero range di frequenza esaminato.

Nelle schede riprodotte in Allegato n. 8 sono riportati per ogni sito i risultati dell'elaborazione ReMi (profilo  $V_s$ , Curve di dispersione e spettro  $p/f$ ) e del Test di Nakamura (HVSr e spectral amplitude) ed una tabella che riporta i valori di

Vs30 per quattro differenti profondità del piano di imposta fondazionale (Hf) e la categoria del sottosuolo di fondazione.

I valori di Vs30 indicano che i siti indagati ricadono in **categoria C** a causa di una velocità media tendenzialmente bassa, anche se in assenza di situazioni di sensibile contrasto di addensamento.

I valori di Fa calcolati con le schede di valutazione sono stati confrontati con il valore di soglia corrispondente al suolo di categoria C (1.9), considerando un valore di + - 0.1 che tiene conto della variabilità del valore di Fa ottenuto dalla procedura semplificata. Tali valori **sono inferiori ai valori di soglia fissati dalla normativa vigente; ne consegue che la normativa è da ritenersi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla legislazione regionale e nazionale.**

**Considerato che il territorio comunale ha un'estensione molto elevata rispetto a quella dei siti investigati, si sottolinea che si dovrà valutare, di volta in volta, in funzione delle reali condizioni litologiche riscontrate nell'area di interesse, l'opportunità di eseguire ulteriori indagini per la stima della profondità del riflettente (bedrock sismico  $V_s \geq 800$  m/s), a supporto di quelle già compiute nell'ambito del presente lavoro, o di limitarsi a stimare il parametro Vs<sub>30</sub>, così come stabilito dalla normativa nazionale.**

## **11. RACCORDO CON GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE SOVRAORDINATA**

Le D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e successiva D.G.R. 28 maggio 2008 n. 8/7374 riportanti i “Criteri per la redazione della componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T.” prevedono che lo Studio Geologico comunale recepisca quanto riportato negli strumenti di pianificazione sovracomunale esistenti in materia di rischio idrogeologico, consentendone anche la modifica.

### **11.1 PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL BACINO DEL FIUME PO (PAI)**

Il comune di San Gervasio Bresciano non è assoggettato al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Po.

### **11.2 PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO DELLA PROVINCIA DI BRESCIA (PTCP)**

Per quanto riguarda il Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia (PTCP), viste le finalità del presente studio, si è proceduto all'analisi di:

- Tavole Ambiente e Rischi –, Atlante dei Rischi idraulici ed idrogeologici – Tav. n. 3a 30
- Tavola Ambiente e Rischi - Carta Inventario dei dissesti – Tav. n. 3b.30

In entrambi gli elaborati, relativamente al territorio comunale di San Gervasio Bresciano, non sono segnalati rischi e dissesti

### **11.3 PROGRAMMA DI TUTELA E USO DELLE ACQUE SOTTERRANEE (PTUA)**

I dati conoscitivi riguardanti le acque sotterranee del territorio comunale di San Gervasio Bresciano, desunti dal “Programma di Tutela e Uso delle Acque” (PTUA) approvato con la D.G.R. 29 marzo 2006 N. 8/2244, sono i seguenti:

#### **1. Struttura idrogeologica del territorio**

Nella struttura idrogeologica del territorio lombardo di pianura sono individuati i seguenti acquiferi:

- acquifero superficiale
- acquifero tradizionale
- acquifero profondo

Nel territorio comunale la base dell'acquifero superficiale è indicata compresa fra l'isobata di 30 e 40 m s.l.m.; quindi rispetto al piano campagna la separazione tra i primi due acquiferi si ha tra 32 m di profondità a Nord e 24 metri a Sud del territorio.

## **2. Bacino idrogeologico "Oglio – Mincio"**

- Settore n. 2: Orzinuovi

## **3. Classificazione quantitativa dei corpi idrici sotterranei**

La classificazione quantitativa PTUA dei corpi idrici sotterranei, ai sensi del D. l.vo 152/99 e successive modificazioni e integrazioni, avviene attraverso quattro classi "A, B, C, D" ad impatto antropico crescente. Il comune di San Gervasio Bresciano è classificato in **Classe A** con le seguenti caratteristiche:

Giudizio: impatto antropico è nullo o trascurabile con condizioni di equilibrio idrogeologico. Le estrazioni di acqua o alterazioni della velocità naturale di ravvenamento sono sostenibili sul lungo periodo.

Indicazioni per la gestione: situazione attuale di compatibilità fra disponibilità e uso della risorsa. Uso sostenibile delle acque sotterranee senza prevedibili sostanziali conseguenze negative nel breve-medio periodo

## **4. Classificazione qualitativa dei corpi idrici sotterranei**

La classificazione qualitativa PTUA dei corpi idrici sotterranei, ai sensi del D.L.vo 152/99 e successive modificazioni e integrazioni, avviene attraverso cinque classi "1, 2, 3, 4, 0" ad impatto antropico crescente. Il comune di San Gervasio Bresciano è classificato in **Classe 3** con le seguenti caratteristiche:

Giudizio: impatto antropico significativo e con caratteristiche idrochimiche generalmente buone, ma con alcuni segnali di compromissione.

## **5. Classificazione Stato ambientale (quali-quantitativo) dei corpi idrici sotterranei**

La classificazione PTUA dello "Stato Ambientale" dei corpi idrici sotterranei, ai sensi del D.L.vo 152/99 e successive modificazioni e integrazioni, viene definito incrociando le classi chimiche e quelle quantitative (valutando lo stato quantitativo dell'acquifero e lo stato qualitativo definito sulla base della determinazione di parametri chimici principali e addizionali). Lo stato ambientale può essere: elevato, buono, sufficiente scadente, particolare. Il comune di San Gervasio Bresciano è classificato come **sufficiente**.

## **6. Zone di protezione**

- **Aree di ricarica e di riserva di pianura**



Nel comune di San Gervasio Bresciano non sono presenti aree di ricarica degli acquiferi profondi, mentre tutto il territorio comunale è compreso nelle **aree di riserva definite come “Macroarea compresa nei bacini idrogeologici di pianura”**.

**- Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola**

Con riferimento alla individuazione delle aree vulnerabili contenuta nel PTUA, il Comune di San Gervasio Bresciano non rientra nell'elenco dei comuni ricadenti in aree designate come vulnerabili da nitrati di origine agricola, ai fini e per gli effetti dell'art.19 e dell'Allegato 7/A-1 del D.lgs. 152/99; comuni individuati in:

- Tabella A: elenco di comuni ricadenti in zona vulnerabile,
- Tabella B: sottoelenco del precedente di comuni ricadenti in zone vulnerabili da nitrati di origine prevalentemente civile,
- Tabella C: elenco dei comuni ricadenti in zone di attenzione

Appendice D delle Norme tecniche di attuazione.

La Regione Lombardia, nella D.G.R. del 11/10/2006 n. 8/3297 ha riformulato, ai sensi del D. Lgs 152/2006 un nuovo elenco di aree vulnerabili da nitrati.

La suddetta delibera varia il PTUA, in particolare varia la Tav. 8 (Individuazione delle zone vulnerabili ai sensi della Direttiva 91/767/CEE) e la sopraccitata appendice D delle Norme Tecniche di Attuazione.

Secondo questa nuova classificazione, il Comune di San Gervasio Bresciano rientra nell'elenco dei comuni interamente compresi nell'area vulnerabile (*Allegato n. 2 alla sopraccitata D.G.R.*).

In tale area le strategie di intervento previste per il contenimento dei carichi di azoto sono:

- miglioramento delle agrotecniche e degli ordinamenti colturali con previsione di copertura vegetale anche nel periodo autunno vernino;
- ottimizzare la razione alimentare;
- potenziare e migliorare il trattamento dei liquami;
- monitorare i sistemi agricoli per il rilascio di azoto verso la falda;
- incremento, quando possibile della SAU, per l'utilizzazione agronomica degli affluenti, zootecnici;
- definizione di metodologie per ottenere una concimazione azotata di copertura molto precisa.

## FASE DI SINTESI - VALUTAZIONE

### 12. CARTA DEI VINCOLI

La **Carta dei vincoli (TAV: 2)** redatta su tutto il territorio comunale alla scala dello strumento urbanistico, rappresenta le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore di contenuto prettamente geologico con particolare riferimento a:

- ❑ Vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della Legge 183/89.
- ❑ Vincoli di polizia idraulica ai sensi della D.G.R. 25 gennaio 2002 n. 7/7868 e successive modificazioni.
- ❑ Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile.
- ❑ Geositi.

La fase di analisi ha portato all'individuazione, nel territorio comunale di San Gervasio Bresciano, dei seguenti vincoli:

- ❑ **Vincoli di polizia idraulica ai sensi della D.G.R. 25 gennaio 2002 n. 7/7868**

In carta sono riportate le fasce di rispetto dei corsi d'acqua individuati nello studio "*INDIVIDUAZIONE DEL RETICOLO IDRICO MINORE AI SENSI DELLA D.G.R. 25 GENNAIO 2002 N. 7/7868 - D.G.R. 1 AGOSTO 2003 N. 7/13950 – D.D.G. 3 AGOSTO 2007 N. 8943*", sul quale la Regione Lombardia – Sede Territoriale di Brescia ha espresso parere favorevole n. 209 data 08/11/2010.

Tali **fasce di rispetto dei corsi d'acqua, appartenenti al reticolo idrico minore**, presentano estensioni diverse in relazione all'importanza del corso d'acqua e/o alla situazione urbanistica locale.

In particolare:

#### CORSI D'ACQUA A CIELO APERTO

- ✓ metri 10 per ogni lato, per :
  - tratti di corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrico minore situati all'esterno del perimetro del tessuto urbano consolidato
- ✓ metri 5 per ogni lato, per:
  - tratti di corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrico minore situati all'interno del perimetro del tessuto urbano consolidato.

#### CORSI D'ACQUA INTUBATI O COPERTI

- ✓ m 5 per ogni lato, per i tratti di corsi d'acqua intubati o coperti appartenenti al reticolo idrico minore situati all'esterno del perimetro del tessuto urbano consolidato.

- ✓ m 1 per ogni lato, per i tratti di corsi d'acqua intubati o coperti appartenenti al reticolo idrico minore situati all'interno del tessuto urbano consolidato.

Lo specifico **Regolamento Comunale di Polizia Idraulica** individua le attività vietate e soggette ad autorizzazione sui corsi d'acqua e all'interno delle fasce di rispetto del reticolo idrico minore e disciplina le funzioni di polizia idraulica sul reticolo idrico minore attribuite al Comune di San Gervasio Bresciano ai sensi della D.G.R. 25 gennaio 2002 n. 7/7868 e successive modificazioni.

□ **Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile.**

Nell'elaborato cartografico sono, inoltre, rappresentate le aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile, aree finalizzate alla tutela delle risorse idriche da fenomeni locali di inquinamento.

Nel territorio comunale di San Gervasio Bresciano è presente n. 01 pozzo comunale ad uso idropotabile; le zone di rispetto sono state definite mediante il criterio geometrico previsto dalle *“Direttive per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle captazioni di acque sotterranee (pozzi e sorgenti) destinate al consumo umano (art. 9, punto 1, lett. f. del D.P.R. 24 maggio 1988 n. 236) (D.G.R. 27 giugno 1996 n. 6/15137).*

Per il suddetto pozzo sono individuate le seguenti aree di salvaguardia:

- **ZONA DI TUTELA ASSOLUTA:** area immediatamente circostante la captazione, con estensione di raggio uguale a m 10 dal punto di captazione;
- **ZONA DI RISPETTO:** definita geometricamente da cerchi di raggio uguale a m 200 ed aventi il centro coincidente con il punto di captazione.

Nelle aree di salvaguardia i vincoli e le limitazioni d'uso del territorio, atti a tutelare le acque e proteggere la captazione dall'inquinamento, sono indicati nel comma 4 dell'art. 94 del D. Lgs. n. 152 del 3 aprile 2006.

L'attuazione degli interventi o delle attività elencate all'art.94 comma 5 del citato Decreto Legislativo (tra le quali edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione, fognature, opere viarie, ferroviarie e in genere infrastrutture di servizio) entro le zone di rispetto, è subordinata all'applicazione delle *Direttive per la disciplina delle attività all'interno delle zone di rispetto*, contenute nella D.G.R. 10 aprile 2003 n.7/12693.

Si ricorda, inoltre, l'esistenza del vincolo della ex Legge Galasso nelle aree entro 150 m dagli alvei dei corsi d'acqua.

### 13. CARTA DI SINTESI

Da una attenta valutazione dei caratteri:

- geologico-geopedologico,
- morfologico-paesaggistico,
- idrologico ed idrogeologico,

riportati nelle relative carte di inquadramento precedentemente descritte, è emerso che il territorio comunale di San Gervasio Bresciano presenta, nel complesso, una omogeneità con limitate condizioni di rischio; è stato, comunque, possibile individuare aree a differente sensibilità nei confronti delle suddette caratteristiche geologiche-geopedologiche ed idrogeologiche.

La **Carta di sintesi (TAV. 4) in scala 1:5.000** riunisce, pertanto, aree omogenee dal punto di vista della pericolosità/vulnerabilità riferita allo specifico fenomeno che la genera.

L'azzoneamento prioritario per la definizione degli ambiti di pericolosità è risultato quello relativo alla **natura litologica dei terreni** a cui sono stati sovrapposti **l'azzoneamento delle unità di paesaggio** e della **vulnerabilità dell'acquifero**, elemento quest'ultimo maggiormente condizionante le trasformazioni d'uso del territorio, soprattutto nel caso di insediamenti produttivi a rischio di inquinamento; ai suddetti elementi si sono, inoltre, aggiunte le **aree vulnerabili dal punto di vista idraulico**.

Per la **caratterizzazione litologico-geotecnica del suolo e primo sottosuolo** sono stati utilizzati tutti i dati geotecnici e stratigrafici sia in possesso della scrivente sia messi a disposizione dall'Amministrazione Comunale, dati relativi ad interventi realizzati sul territorio comunale in relazione al D.M. 11/03/88 e successiva normativa in materia.

Le indagini di riferimento sono elencate in [Allegato n. 7](#) alla presente relazione. I dati disponibili indicano che, in generale, il territorio comunale di San Gervasio Bresciano è caratterizzato da alternanze di sabbia, sabbia limoso-argillosa e argilla, litologie che presentano **caratteristiche geotecniche nel complesso mediocri**; queste indicazioni hanno lo scopo di fornire esclusivamente un inquadramento delle caratteristiche litotecniche generali del territorio comunale.

Nel territorio comunale di San Gervasio Bresciano si evidenziano i seguenti ambiti di pericolosità:

1 AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDROGEOLOGICO

Sono incluse in questo ambito le:

- **aree caratterizzate da vulnerabilità dell'acquifero alta**

Trattasi di aree ribassate da interventi antropici di escavazione di materiale inerte; in alcune aree, l'escavazione ha portato alla venuta a giorno della falda freatica e alla formazione di laghetti artificiali.

L'elevata vulnerabilità è attribuibile all'affioramento della falda acquifera in corrispondenza dei laghetti di cava e alla bassa soggiacenza della falda e all'assenza dell'azione protettiva esplicata dai suoli in corrispondenza dei terreni ribassati.

2 AREE DI INTERESSE MORFOLOGICO-PAESAGGISTICO

Sono incluse in questo ambito:

- **incisioni dei corsi d'acqua principali**

Trattasi di aree a diretto contatto della Seriola Lusignolo; soprattutto nel tratto a valle della località Casacce, si presentano in terrazzi bassi e di ampiezza variabile. Spesso le originali forme e differenze altimetriche sono state cancellate da interventi di livellamento e ricomposizione fondiaria. Sono aree di interesse geomorfologico-paesaggistico per la presenza di forme di erosione e di deposito del corso d'acqua, nonché di vegetazione spontanea e semi-spontanea.

## FASE DI PROPOSTA

### 14. CARTA DI FATTIBILITA' E NORME GEOLOGICHE DI PIANO

Dall'esame delle problematiche evidenziate nella CARTA DI SINTESI e nella CARTA DEI VINCOLI, sono scaturite le proposte per una suddivisione del territorio in differenti classi di fattibilità agli interventi, così come rappresentato nella **Carta di fattibilità delle azioni di piano (TAV. 5)**.

La carta è stata redatta alla scala 1:10.000 e alla scala di dettaglio 1:5.000 per l'intero territorio comunale e sulla stessa base topografica dello strumento urbanistico (rilievo aerofotogrammetrico fornito dall'Amministrazione Comunale).

Seguendo lo schema per l'attribuzione delle classi di ingresso, proposto dalla normativa di riferimento, le classi di fattibilità individuate sono state distinte in sottoclassi in funzione sia dei diversi fattori e problematiche che interessano il territorio sia dei vincoli esistenti.

La carta deve essere utilizzata congiuntamente alle norme geologiche di piano che riportano la specifica normativa d'uso relativa a ciascuna classe di fattibilità; in particolare le prescrizioni per gli interventi urbanistici, gli studi geologici, gli approfondimenti delle indagini finalizzati alla corretta progettazione delle opere.

#### 14.1 NORME GENERALI

Per ciascuna classe di fattibilità individuata, sono evidenziate, **specifiche prescrizioni** comprendenti un elenco di indagini di approfondimento da effettuarsi prima degli eventuali interventi urbanistici. Il tipo di indagine di approfondimento e la metodologia più adeguata (scavi di prospezione e/o prove geotecniche in situ e/o di laboratorio) saranno scelti dal professionista incaricato e **dovranno essere commisurati alle problematiche individuate per la specifica classe di fattibilità, al tipo di intervento da realizzare ed alle caratteristiche progettuali proprie di ciascuna opera**, anche al fine di consentire la corretta progettazione strutturale (definizione della tipologia della fondazione, del carico ammissibile e dei cedimenti).

Copia della Relazione geologica e della Relazione geotecnica devono essere consegnate, congiuntamente alla restante documentazione di progetto, in sede di presentazione dei Piani Attuativi (L.R. 12/2005, Art. 14) o in sede di richiesta di qualsiasi autorizzazione per le costruzioni (Permesso di costruire, DIA, ecc..).

La normativa di riferimento per il progetto delle opere e dei sistemi geotecnici è contenuta nel "**Decreto Ministeriale 14.01.2008** *“Norme Tecniche per le Costruzioni”* e nella successiva **Circolare 2 febbraio 2009, n. 617** *“Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni”* del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, entrate definitivamente in vigore li 1° luglio 2009.

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (N.T.C.) regolano la progettazione antisismica del territorio italiano, per tutte le tipologie di edifici e per qualsiasi trasformazione del territorio. La progettazione antisismica è obbligatoria inoltre per le costruzioni esistenti nei casi previsti al capitolo 8 delle N.T.C.; in particolare: sopralzi, interventi sulle strutture portanti con variazione e ridistribuzione dei carichi, variazione della “classe d’uso” della costruzione.

Nell’ambito della progettazione antisismica devono essere effettuati studi geologici, indagini geotecniche e geofisiche e le verifiche previste dalle N.T.C. Le Indagini geotecniche e geofisiche per la caratterizzazione e la modellazione geotecnica dell’area, commisurate alle dimensioni ed al tipo di opera, devono permettere una adeguata caratterizzazione geotecnica del “volume significativo” del terreno, inteso come parte del sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione dell’opera e che influenza l’opera stessa.

La documentazione specifica, da allegare al progetto, è la seguente:

La Relazione geologica comprende lo studio geologico per la caratterizzazione e la modellazione geologica del sito, per una zona adeguata al tipo di opera ed al contesto geologico locale; pertanto illustra i lineamenti geomorfologici, stratigrafici, litologici, idrografici, idrogeologici e sismici locali.

La Relazione geotecnica comprende:

- la illustrazione delle prove geotecniche e delle prove geofisiche effettuate;
- la individuazione della categoria di sottosuolo;
- la identificazione dei parametri geotecnici appropriati ai fini progettuali;
- la determinazione dei valori caratteristici e di progetto dei parametri geotecnici da utilizzare nelle diverse verifiche;
  - verifiche agli stati limite;
  - verifiche alle tensioni ammissibili (Metodo ammesso solo per le costruzioni di tipo 1 e 2 e per la classe d’uso I e II limitatamente ai siti ricadenti in “Zona sismica 4”, come il Comune di San Gervasio Bresciano (N.C.T./2008 par. 2.7)
- valutazione dell’amplificazione stratigrafica nei casi indicati dalle N.T.C. al par. 3.2.3;



- verifica della suscettibilità alla liquefazione nei casi indicati dalle N.T.C. al par. 7.11.3.4;
- verifiche di sicurezza dell'opera in relazione al tipo di costruzione, in condizioni statiche e, quando richiesto dalla normativa vigente, in condizioni dinamiche.

Le norme tecniche del D.M. 14.01.2008 riguardano tutte le costruzioni. Comunque nel caso di costruzioni o interventi di modesta rilevanza, che ricadano in zone ben conosciute dal punto di vista geotecnico, la progettazione potrà essere basata sull'esperienza e sulle conoscenze disponibili, ferma restando la piena responsabilità del progettista sulle ipotesi e sulle scelte progettuali (N.T.C., par. 6.2.2, ultimo comma).

Per quanto riguarda la pericolosità sismica locale del territorio comunale, sono stati individuati, con il 1° Livello di approfondimento, lo scenario di pericolosità sismica Z4a, cartografati in TAV. 2 – Carta della pericolosità sismica locale.

Nelle aree di scenario Z4a, a seguito dell'applicazione del 2° Livello di approfondimento previsto dalla D.G.R. 7374/2008, è stato calcolato il fattore di amplificazione **Fa**.

Il valore di Fa calcolato risulta inferiore al valore di soglia comunale corrispondente stabilito dalla Regione Lombardia; perciò la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa.

Considerato che in tutto il territorio comunale è stato riconosciuto il livello di pericolosità sismica Z4a, per la progettazione di nuovi edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. n. 19904 del 21 novembre 2003, devono essere obbligatoriamente applicate le norme specifiche del D.M. 01/2008 per la valutazione delle azioni sismiche.

Si specifica inoltre (paragrafo 1.4.3. della DGR 7374/2008) che in fase di progettazione di una costruzione, ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008, la determinazione delle azioni sismiche non è più valutata riferendosi ad una zona sismica territorialmente definita, bensì sito per sito, secondo i valori riportati nell'Allegato B del sopraccitato D.M.; pertanto la suddivisione del territorio in zone sismiche (ai sensi della OPCM 3274/2003) individua unicamente l'ambito di approfondimento in fase pianificatoria.

Si sottolinea infine che le indagini effettuate per il PGT e per i Piani Attuativi, non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste per le singole costruzioni dal D. M. 14.01.2008 “*Norme Tecniche per le Costruzioni*”.

## **14.2 CLASSI DI FATTIBILITA' E NORME GEOLOGICHE DI PIANO**

Il territorio comunale di San Gervasio Bresciano è stato suddiviso nelle seguenti classi e sottoclassi di fattibilità, con le colorazioni indicate dalla D.G.R. 7374/2008:

- **Classe 2 (gialla) – Fattibilità con modeste limitazioni**
- **Classe 3 (arancione) – Fattibilità con consistenti limitazioni**

Le varie classi di fattibilità individuate sono di seguito descritte.

---

**CLASSE 2 - FATTIBILITA' SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI**

---

La classe comprende le zone nelle quali **non sono state individuate particolari limitazioni** all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica delle destinazioni d'uso. In relazione alla specificità degli elementi di pericolo individuati è stato possibile suddividere la classe in 2 sottoclassi:

- a. AREE APPARTENENTI AL LIVELLO FONDAMENTALE DELLA PIANURA E AREE DEBOLMENTE DEPRESSE CORRISPONDENTI AD ANTICHI PERCORSI DELLE ACQUE SUPERFICIALI. IL SUBSTRATO E' COSTITUITO DA SABBIE POCO GRADATE CON ARGILLA E GHIAIA, LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE
- b. AREE DI PALEOALVEO GENERALMENTE APPENA RIBASSATE RISPETTO LE CIRCOSTANTI E AREE A FORTE CONCENTRAZIONE DI LINEE DI DEFLUSSO DI ACQUE SUPERFICIALI. IL SUBSTRATO È COSTITUITO IN PREVALENZA DA SEDIMENTI SABBIOSO-LIMOSI E SECONDARIAMENTE SABBIOSO-GHIAIOSI.

**SOTTOCLASSE 2A**

Sono cartografate in questa classe:

- AREE DEL LIVELLO FONDAMENTALE DELLA PIANURA A MORFOLOGIA PREVALEMENTEMENTE PIATTA
- AREE DEBOLMENTE DEPRESSE CORRISPONDENTI AD ANTICHI PERCORSI DELLE ACQUE SUPERFICIALI.

Trattasi nel complesso di aree stabili:

- leggermente sopraelevate a morfologia piatta non disturbate da significativi fenomeni erosivi; presentano substrati a granulometria sabbiosa con suoli profondi a drenaggio generalmente buono;
- a morfologia piatta o debolmente convessa in prossimità di corsi d'acqua, con substrato limoso, talvolta argilloso o sabbioso molto fine;

Sono inoltre comprese le aree piatte o lievemente depresse interessate da fenomeni deposizionali secondari (corrispondenti ad antichi percorsi delle acque superficiali) con suoli profondi o moderatamente profondi; il substrato è costituito in prevalenza da sedimenti sabbioso-limosi e secondariamente sabbioso-ghiaiosi.

**Principali caratteristiche e problematiche:** si tratta nel complesso di aree stabili, pianeggianti, con caratteristiche geotecniche dei terreni generalmente discrete (sabbie molto fini, subordinatamente sabbie con intercalazioni limoso-argillose); in alcune zone si possono, tuttavia, riscontrare elementi di pericolo più o meno consistente, riferibili alla presenza di limi e argille con caratteristiche geotecniche mediocri oppure con limitata soggiacenza della falda.

La falda freatica risulta, in generale, dotata di un medio grado di protezione per la presenza di suoli protettivi profondi e/o di orizzonti argillosi nelle porzioni più superficiali del substrato.

**Indagini di approfondimento:** i progetti di nuove costruzioni e gli interventi su costruzioni esistenti (previsti nel cap. 8 del D.M. 14.01.2008 “Norme Tecniche delle costruzioni”) dovranno essere supportati da indagini geologiche, idrogeologiche e geotecniche commisurate all’importanza ed alla estensione dell’opera.

Tenuto conto di quanto disposto dal sopraccitato D.M, le indagini di approfondimento devono raggiungere i seguenti risultati:

- valutazione del carico unitario ammissibile e dei cedimenti assoluti e relativi dei terreni di fondazione;
- verifiche agli stati limite;
- verifica della profondità del livello della falda freatica con particolare attenzione alle relative oscillazioni stagionali in caso di strutture sotterranee che possano interessare la falda stessa;
- indicazioni sulle metodologie di abbattimento temporaneo della falda e dei sistemi di impermeabilizzazione nei casi di realizzazione di strutture sotto falda;

La modifica di destinazione d’uso di ambiti produttivi necessita la verifica dello stato di qualità ambientale dei terreni da determinarsi ai sensi della normativa vigente.

Quale norma generale a salvaguardia della falda idrica sotterranea, è necessario che:

- a. per tutte le tipologie di insediamenti che alterano o potenzialmente potrebbero alterare la qualità delle acque sotterranee, la realizzazione sia subordinata ad una specifica indagine che verifichi la compatibilità dell’intervento con lo stato di vulnerabilità delle risorse idriche sotterranee e, se necessario, darà apposite prescrizioni sulle modalità di attuazione degli interventi stessi;
- b. per ogni nuovo insediamento sia residenziale che non, sia previsto ed effettivamente realizzabile il collettamento degli scarichi idrici in fognatura;
- c. si prevedano interventi di regimazione idraulica per la raccolta e lo smaltimento delle acque superficiali.

**SOTTOCLASSE 2B**

- AREE DI PALEOALVEO GENERALMENTE APPENA RIBASSATE RISPETTO LE CIRCOSTANTI
- AREE A FORTE CONCENTRAZIONE DI LINEE DI DEFLUSSO DI ACQUE SUPERFICIALI

Sono state cartografate in questa sottoclasse le aree distribuite in prossimità della Seriola Lusignolo nel tratto a monte della località Cassacce fino a nord, al confine con il Comune di Bassano; sono, inoltre comprese alcune aree prossime a corsi d'acqua minori (Seriola Longhena e Seriola Luzzaga). Trattasi di aree con suoli moderatamente profondi, limitati da substrato sabbioso-limoso o sabbioso molto fine a drenaggio da rapido a buono. Costituiscono le superfici di raccordo con le aree maggiormente stabili circostanti e sono spesso interessate da modesta attività erosiva superficiale

**Principali caratteristiche e problematiche:** aree costituite da terreni con caratteristiche geotecniche generalmente discrete, in alcune zone si possono, tuttavia, riscontrare elementi di pericolo più o meno consistente, riferibili alla presenza di limi e argille con caratteristiche geotecniche mediocri oppure con limitata soggiacenza della falda.

La falda è libera, poco o punto protetta, alimentata direttamente da corpi idrici superficiali e dai loro apparati; il valore di trasmissività varia da molto elevato a buono.

La potenzialità degli acquiferi è direttamente connessa agli apporti meteorici.

Il grado di protettività dell'acquifero in generale è basso; localmente, l'acquifero può risultare più protetto per la presenza di orizzonti superficiali limosi o limoso-sabbiosi.

Le limitazioni relative alle zone inserite in questa classe di fattibilità riguardano tutte le tipologie di insediamenti che potrebbero alterare le caratteristiche chimico-fisiche delle acque sotterranee; si raccomanda, quindi, di subordinare la loro realizzazione ad una specifica indagine che verifichi la compatibilità dell'intervento con lo stato di vulnerabilità delle risorse idriche sotterranee e, se necessario, darà apposite prescrizioni sulle modalità di attuazione degli interventi stessi.

**Indagini di approfondimento:** i progetti di nuove costruzioni e gli interventi su costruzioni esistenti (previsti nel Cap. 8 del D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche delle costruzioni") dovranno essere supportati da indagini geologiche, idrogeologiche e geotecniche commisurate all'importanza ed alla estensione dell'opera.

Tenuto conto di quanto disposto dal sopracitato D.M., le indagini di approfondimento devono raggiungere i seguenti risultati:

- valutazione del carico unitario ammissibile e dei cedimenti assoluti e relativi dei terreni di fondazione;
- verifiche agli stati limite;

- verifica della profondità del livello della falda freatica con particolare attenzione alle relative oscillazioni stagionali in caso di strutture sotterranee che possano interessare la falda stessa;
- indicazioni sulle metodologie di abbattimento temporaneo della falda e dei sistemi di impermeabilizzazione nei casi di realizzazione di strutture sotto falda;

La modifica di destinazione d'uso di ambiti produttivi necessita la verifica dello stato di qualità ambientale dei terreni da determinarsi ai sensi della normativa vigente.

Quale norma generale a salvaguardia della falda idrica sotterranea, è necessario che:

- a. per tutte le tipologie di insediamenti che alterano o potenzialmente potrebbero alterare la qualità delle acque sotterranee, la realizzazione sia subordinata ad una specifica indagine che verifichi la compatibilità dell'intervento con lo stato di vulnerabilità delle risorse idriche sotterranee e, se necessario, darà apposite prescrizioni sulle modalità di attuazione degli interventi stessi;
- b. per ogni nuovo insediamento sia residenziale che non, sia previsto ed effettivamente realizzabile il collettamento degli scarichi idrici in fognatura;
- c. si prevedano interventi di regimazione idraulica per la raccolta e lo smaltimento delle acque superficiali.

---

**CLASSE 3 - FATTIBILITA' CON MODESTE LIMITAZIONI**

---

La classe comprende le zone nelle quali **sono state riscontrate consistenti limitazioni** all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modificazione della destinazione d'uso per le condizioni di pericolosità e vulnerabilità individuate. In relazione alla specificità degli elementi di pericolo è possibile suddividere la classe in 3 sottoclassi:

- a. AREE DI INTERESSE MORFOLOGICO-PAESAGGISTICO.
- b. FASCE DI RISPETTO CORSI D'ACQUA APPARTENENTI AL RETICOLO IDRICO MINORE INDIVIDUATO AI SENSI DELLA D.G.R. 25 GENNAIO 2002 N. 7/7868 E SUCCESSIVE MODIFICAZIONI
- c. AREE AD ELEVATA VULNERABILITA' DELL'ACQUIFERO SUPERFICIALE

**SOTTOCLASSE 3A**

AREE DI INTERESSE MORFOLOGICO-PAESAGGISTICO

Trattasi di aree a diretto contatto della Seriola Lusignolo; soprattutto nel tratto a valle della località Casacce si presentano in terrazzi bassi e di ampiezza variabile spesso interessati da rimaneggiamento di natura antropica. Sono aree di interesse geomorfologico-paesaggistico per la presenza di forme di erosione e di deposito del corso d'acqua, nonché di vegetazione spontanea e semi-spontanea.

**Principali caratteristiche e problematiche:** aree caratterizzate dalla presenza di sabbie poco gradate con argilla e/o sabbie limose, ascrivibili alle alluvioni fluviali medio-recenti; i suoli sono sottili e a drenaggio rapido in quanto presentano una tessitura moderatamente grossolana in superficie e grossolana in profondità.

La presenza di suoli sottili (poco protettivi) e di falda freatica alimentata direttamente o da corpi idrici superficiali e dai loro apparati determina in queste aree un grado di vulnerabilità dell'acquifero superficiale medio-elevato.

Il valore di trasmissività varia da molto elevato a buono; la potenzialità degli acquiferi è direttamente connessa agli apporti meteorici.

Questi elementi impongono delle limitazioni d'uso del territorio per tutte le tipologie di insediamenti che alterano o potenzialmente potrebbero alterare la qualità delle acque sotterranee; la realizzazione di questi interventi sarà quindi subordinata ad una specifica indagine che verifichi la compatibilità dell'intervento con lo stato di vulnerabilità delle risorse idriche sotterranee e, se necessario, darà apposite prescrizioni sulle modalità di attuazione degli interventi stessi.



**Indagini di approfondimento:** i progetti di nuove costruzioni e gli interventi su costruzioni esistenti (previsti nel cap. 8 del D.M. 14.01.2008 “Norme Tecniche delle costruzioni”) dovranno essere supportati da indagini geologiche, idrogeologiche e geotecniche commisurate all’importanza ed alla estensione dell’opera.

Tenuto conto di quanto disposto dal sopracitato D.M, le indagini di approfondimento devono raggiungere i seguenti risultati:

- valutazione del carico unitario ammissibile e dei cedimenti assoluti e relativi dei terreni di fondazione;
- verifiche agli stati limite;
- verifica della profondità del livello della falda freatica con particolare attenzione alle relative oscillazioni stagionali in caso di strutture sotterranee che possano interessare la falda stessa;
- indicazioni sulle metodologie di abbattimento temporaneo della falda e dei sistemi di impermeabilizzazione nei casi di realizzazione di strutture sotto falda;

La modifica di destinazione d’uso di ambiti produttivi necessita la verifica dello stato di qualità ambientale dei terreni da determinarsi ai sensi della normativa vigente.

Quale norma generale a salvaguardia della falda idrica sotterranea, è necessario che:

- d. per tutte le tipologie di insediamenti che alterano o potenzialmente potrebbero alterare la qualità delle acque sotterranee, la realizzazione sia subordinata ad una specifica indagine che verifichi la compatibilità dell’intervento con lo stato di vulnerabilità delle risorse idriche sotterranee e, se necessario, darà apposite prescrizioni sulle modalità di attuazione degli interventi stessi;
- e. per ogni nuovo insediamento sia residenziale che non, sia previsto ed effettivamente realizzabile il collettamento degli scarichi idrici in fognatura;
- f. si prevedano interventi di regimazione idraulica per la raccolta e lo smaltimento delle acque superficiali.

### **SOTTOCLASSE 3B**

FASCE DI RISPETTO DEI CORSI D’ACQUA APPARTENENTI AL RETICOLO IDRICO MINORE INDIVIDUATO AI SENSI DELLA D.G.R. 25 GENNAIO 2002 N. 7/7868 E SUCCESSIVE MODIFICAZIONI

Sono incluse in questa sottoclasse le fasce di rispetto dei corsi d’acqua appartenenti al reticolo idrico minore, individuate ai sensi della D.g.r. 25 gennaio 2002 n. 7/7868, D.g.r. 1 agosto 2003 n. 7/13950 e D.d.g. 3 agosto 2007 n. 8943, fasce di estensione pari a:

CORSI D'ACQUA A CIELO APERTO

- ✓ metri 10 per ogni lato, per :
  - tratti di corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrico minore situati all'esterno del perimetro del tessuto urbano.
- ✓ metri 5 per ogni lato, per:
  - tratti di corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrico minore situati all'interno del perimetro del tessuto urbano .

CORSI D'ACQUA INTUBATI O COPERTI

- ✓ m 5 per ogni lato, per i tratti di corsi d'acqua intubati o coperti appartenenti al reticolo idrico minore situati all'esterno del perimetro del tessuto urbano consolidato.
- ✓ m 1 per ogni lato, per i tratti di corsi d'acqua intubati o coperti appartenenti al reticolo idrico minore situati all'interno del tessuto urbano consolidato.

**Principali caratteristiche e problematiche:** trattasi di aree soggette a potenziali problematiche di tipo idraulico (fenomeni di esondazione ed allagamento), unitamente a fenomeni erosivi e di divagazione dell'alveo. Tali aree sono state individuate tenendo conto della necessità di garantire una fascia di rispetto sufficiente a consentire l'accessibilità al corso d'acqua ai fini della sua manutenzione, fruizione e riqualificazione ambientale. Le fasce di rispetto, oltre a garantire la conservazione delle funzioni biologiche caratteristiche dell'ambito ripariale, serviranno, infatti, a garantire la piena efficienza delle sponde, la funzionalità delle opere idrauliche e facilitare le operazioni di manutenzione delle stesse.

Si sottolinea che in TAV. 5 di riferimento, la rappresentazione grafica delle fasce di rispetto del reticolo idrico minore ha un valore puramente indicativo; **la distanza dal corso d'acqua dovrà essere determinata sulla base di misure dirette in situ, come stabilito dalla specifica normativa.** Sulla base della giurisprudenza corrente, infatti, *“le distanze dai corsi d'acqua devono intendersi misurate dal piede arginale esterno o, in assenza di argini in rilevato, dalla sommità della sponda incisa. Nel caso di sponde stabili, consolidate o protette, le distanze possono essere calcolate con riferimento alla linea individuata dalla piena ordinaria”*.

**Indagini di approfondimento:** gli interventi consentiti, ai sensi delle norme specifiche contenute nel Regolamento Comunale di Polizia Idraulica allegato allo studio *“Individuazione del reticolo idrico minore ai sensi della D.G.R. 25 gennaio 2002 n. 7/7868 - D.G.R. 1 agosto 2003 n. 7/13950 - D.D.G. 3 agosto 2007 n. 894”*, devono dimostrare la loro compatibilità con la situazione di rischio potenziale presente.

Le indagini geologiche, geotecniche, idrogeologiche e idrauliche devono essere commisurate all'entità dell'intervento e raggiungere i seguenti risultati:

- verifica idraulica della portata del corso d'acqua e attestazione che gli interventi non comportino conseguenze negative sul regime delle acque;
- verifica di compatibilità ambientale con particolare riferimento alla possibilità di accesso, per i lavori di manutenzione, nel tratto del corso d'acqua interessato dagli interventi previsti;
- verifica di stabilità delle opere previste.

### **SOTTOCLASSE 3C**

- AREE AD ELEVATA VULNERABILITA' DELL'ACQUIFERO SUPERFICIALE (AREE RIBASSATE DA INTERVENTI ANTROPICI/AREE RIBASSATE DA INTERVENTI ANTROPICI CON AFFIORAMENTO DI FALDA SUPERFICIALE)

Trattasi di aree ribassate da interventi antropici di escavazione di materiale inerte; in alcune aree, l'escavazione ha portato alla venuta a giorno della falda freatica e alla formazione di laghetti artificiali. Le problematiche che si individuano per queste aree sono sia di carattere morfologico sia legate alla elevata vulnerabilità intrinseca; la ridotta soggiacenza della falda unitamente all'assenza di suoli protettivi e all'elevata permeabilità dei depositi (superficiali) determina, infatti, in queste aree un grado di vulnerabilità elevato.

**Indagini di approfondimento:** i progetti di nuove costruzioni e gli interventi su costruzioni esistenti (previsti nel cap. 8 del D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche delle costruzioni") dovranno essere supportati da indagini geologiche, idrogeologiche e geotecniche commisurate all'importanza ed alla estensione dell'opera.

Tenuto conto di quanto disposto dal sopraccitato D.M., le indagini di approfondimento devono raggiungere i seguenti risultati:

- valutazione del carico unitario ammissibile e dei cedimenti assoluti e relativi dei terreni di fondazione;
- verifiche agli stati limite;
- verifica della profondità del livello della falda freatica con particolare attenzione alle relative oscillazioni stagionali in caso di strutture sotterranee che possano interessare la falda stessa;
- indicazioni sulle metodologie di abbattimento temporaneo della falda e dei sistemi di impermeabilizzazione nei casi di realizzazione di strutture sotto falda;

Quale norma generale a salvaguardia della falda idrica sotterranea, è necessario che:

- a. per tutte le tipologie di insediamenti che alterano o potenzialmente potrebbero alterare la qualità delle acque sotterranee, la realizzazione sia

subordinata ad una specifica indagine che verifichi la compatibilità dell'intervento con lo stato di vulnerabilità delle risorse idriche sotterranee e, se necessario, darà apposite prescrizioni sulle modalità di attuazione degli interventi stessi;

- b. per ogni nuovo insediamento sia residenziale che non, sia previsto ed effettivamente realizzabile il collettamento degli scarichi idrici in fognatura;
- c. si prevedano interventi di regimazione idraulica per la raccolta e lo smaltimento delle acque superficiali.

#### 14.2.1 FATTIBILITÀ E COMPONENTE SISMICA

Alle classi di fattibilità individuate in precedenza devono essere sovrapposti gli ambiti soggetti ad amplificazione sismica locale che non concorrono a definire la classe di fattibilità, ma ai quali é associata una specifica normativa che si concretizza nelle fasi attuative delle previsioni del PGT.

Nel caso specifico del comune di San Gervasio Bresciano l'analisi e valutazione degli effetti sismici locali (1° livello) ha definito un generale scenario di Pericolosità Sismica Locale "*Z4a - Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi*", esteso all'intero ambito comunale: l'effetto atteso nei confronti delle onde sismiche é quindi quello di una amplificazione litologica

Il risultato delle indagini sismiche effettuate nel territorio comunale ed il confronto tra i valori di Fa ottenuti dalla valutazione di 2° livello ed i valori soglia di riferimento ha evidenziato **valori di Fa calcolati inferiori ai valore soglia forniti dalla Regione Lombardia; la normativa é, pertanto, da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa.**

Alla luce dei risultati emersi non si indica, nel territorio comunale di San Gervasio Bresciano, la presenza di aree per le quali, in fase progettuale, é necessario applicare il 3° livello di approfondimento secondo le indicazioni contenute nell'allegato 5 ai criteri attuativi della l.r. 12/05.

Si sottolinea, tuttavia, che nel caso gli approfondimenti d'indagine a scala di dettaglio, richiesti per ciascuna classe di fattibilità, rilevassero la presenza di locali situazioni di terreni di fondazione con caratteristiche geotecniche scadenti che possano ricadere nello scenario di pericolosità sismica locale definito dalla D.g.r. 8/7374 come Z2, soggetti quindi a cedimenti e/o liquefazione, sarà necessario procedere alla specifica analisi sismica di 2° ed eventuale 3° livello così come previsto dalla normativa regionale per tali scenari di rischio.

Qualora in sede d'indagine preliminare a supporto di progetti di edificazione, si riscontrasse la presenza di una situazione geotecnica e stratigrafica tale da considerare reale la possibilità d'innescare fenomeni di liquefazione, si dovrà procedere ad un'analisi finalizzata alla valutazione di tale rischio ed all'adozione delle opere di mitigazione eventualmente necessarie.

Alfianello, giugno 2011

DR.SSA GEOL.  
ANDREINA BONETTA