



COMUNE DI BREZZO DI BEDERO
VIA ROMA N. 60 – 21010 BREZZO DI BEDERO (VA)

**VARIANTE GENERALE AL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO
STUDIO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO
AGGIORNAMENTO E REVISIONE**

Ai sensi della d.g.r. n. IX/2616 del 30/11/2011 e della d.g.r. n. X/6738 del 19/06/2017



NORME GEOLOGICHE DI PIANO

Ottobre 2020



Studio Associato di Geologia
Sede legale: via Rossini 18, 21100 Varese
Sede operativa: via F. Turati 31, 20083 Gaggiano (MI)

IL TECNICO
Dott. Geol.
Turasi



SOMMARIO

SOMMARIO	1
FASE DI PROPOSTA.....	2
NORME GEOLOGICHE DI PIANO	2
Articolo 1 – DEFINIZIONI	2
Articolo 2 – INDAGINI E APPROFONDIMENTI GEOLOGICI	10
Articolo 3 – CLASSI DI FATTIBILITA' GEOLOGICA	11
<i>CLASSE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA 4 – FATTIBILITA' CON GRAVI LIMITAZIONI.....</i>	<i>14</i>
<i>CLASSE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA 3 – FATTIBILITA' CON CONSISTENTI LIMITAZIONI</i>	<i>16</i>
<i>CLASSE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA 2 – FATTIBILITA' CON MODESTE LIMITAZIONI</i>	<i>22</i>
Articolo 4 – NORME DERIVANTI DALLA PIANIFICAZIONE DI BACINO	26
Articolo 5 – NORME DERIVANTI DAL PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI.....	27
Articolo 6 – NORME DI POLIZIA IDRAULICA	29
Articolo 7 – NORME DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE.....	29
Articolo 8 - GESTIONE DELLE ACQUE SUPERFICIALI, SOTTERRANEE E DI SCARICO.....	34
Articolo 9 – NORME AMBIENTALI	35
Articolo 10 – NORME SIMICHE.....	37

FASE DI PROPOSTA

NORME GEOLOGICHE DI PIANO

Articolo 1 – DEFINIZIONI

Vengono riportate e descritte le voci di riferimento per le norme geologiche di piano.

Rischio: entità del danno atteso in una data area e in un certo intervallo di tempo in seguito al verificarsi di un particolare evento.

Elemento a rischio: popolazione, proprietà, attività economica, ecc. esposta a rischio in una determinata area.

Vulnerabilità: attitudine dell'elemento a rischio a subire danni per effetto dell'evento.

Pericolosità: probabilità di occorrenza di un certo fenomeno di una certa intensità in un determinato intervallo di tempo ed in una certa area.

Dissesto: processo evolutivo di natura geologica o idraulica che determina condizioni di pericolosità a diversi livelli di intensità.

Pericolosità sismica locale: previsione delle variazioni dei parametri della pericolosità di base e dell'accadimento dei fenomeni di instabilità dovute alle condizioni geologiche e geomorfologiche del sito; è valutata a scala di dettaglio partendo dai risultati degli studi di pericolosità sismica di base (terremoto di riferimento) e analizzando i caratteri geologici, geomorfologici e geologico-tecnici del sito. La metodologia per la valutazione dell'amplificazione sismica locale è contenuta nell'Allegato 5 alla d.g.r. 30 novembre 2011 n. IX/2616 *“Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei Piani di Governo del Territorio”*.

Vulnerabilità intrinseca dell'acquifero: insieme delle caratteristiche dei complessi idrogeologici che costituiscono la loro suscettività specifica ad ingerire e diffondere un inquinante idrico o idroveicolato.

Invarianza idraulica: principio in base al quale le portate massime di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione, di cui all'articolo 58 bis, comma 1, lettera a) della l.r. 12/2005.

Invarianza idrologica: principio in base al quale sia le portate sia i volumi di deflusso meteorico scaricati dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione, di cui all'articolo 58 bis, comma 1, lettera b) della l.r. 12/2005.

Studi ed indagini preventive e di approfondimento: insieme degli studi, rilievi, indagini e prove in situ e in laboratorio, commisurate alla importanza ed estensione delle opere di progetto e alle condizioni al contorno, necessarie alla verifica della fattibilità dell'intervento in progetto, alla definizione del modello geotecnico del sottosuolo e a indirizzare le scelte progettuali ed esecutive per qualsiasi opera/intervento interagente con i terreni.

Gli studi e le indagini a cui si fa riferimento sono i seguenti:

- Indagini geognostiche: indagini con prove in situ e laboratorio, comprensive di rilevamento geologico di dettaglio, assaggi con escavatore, prove di resistenza alla penetrazione dinamica o statica, indagini geofisiche in foro, indagini geofisiche di superficie, caratterizzazione idrogeologica ai sensi del D.M. 17 gennaio 2018 “Aggiornamento alle Norme Tecniche per le Costruzioni”.
- Valutazione di stabilità dei fronti di scavo e dei versanti: valutazione preliminare, ai sensi del D.M. 17 gennaio 2018 “Aggiornamento alle Norme Tecniche per le Costruzioni” della stabilità dei fronti di scavo o di riporto a breve termine, in assenza di opere di contenimento, determinando le modalità di scavo e le eventuali opere provvisorie necessarie a garantire la stabilità del pendio durante l'esecuzione dei lavori. Nei terreni/ammassi rocciosi posti in pendio, o in prossimità a pendii, oltre alla stabilità localizzata dei fronti di scavo, deve essere verificata la stabilità del pendio nelle condizioni attuali, durante le fasi di cantiere e nell'assetto definitivo di progetto, considerando a tal fine le sezioni e le ipotesi più sfavorevoli, nonché i sovraccarichi determinati dalle opere da realizzare, evidenziando le opere di contenimento e di consolidamento necessarie a garantire la stabilità a lungo termine. Le indagini geologiche devono inoltre prendere in esame la circolazione idrica superficiale e profonda, verificando eventuali interferenze degli scavi e delle opere in progetto, nonché la conseguente compatibilità degli stessi con la suddetta circolazione idrica.
- Studio compatibilità idraulica: studio finalizzato a valutare la compatibilità idraulica delle previsioni degli strumenti urbanistici e territoriali o più in generale delle proposte di uso del suolo, ricadenti in aree che risultino soggette a possibili esondazioni secondo i criteri dell'Allegato 4 alla d.g.r. 30 novembre 2011 n. IX/2616 ”Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle previsioni urbanistiche e delle proposte di uso del suolo nelle aree a rischio idraulico” e della direttiva “Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B” approvata con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 dell'11 maggio 1999, aggiornata con deliberazione n. 10 del 5 aprile 2006, come specificatamente prescritto nelle diverse classi di fattibilità geologica (art. 3).

- Studio compatibilità geomorfologica: studio finalizzato a valutare la compatibilità geomorfologica delle previsioni degli strumenti urbanistici e territoriali o più in generale delle proposte di uso del suolo, ricadenti in aree che risultino soggette a possibili fenomeni di dinamica di versante secondo i criteri dell'Allegato 2 alla d.g.r. 30 novembre 2011 n. IX/2616 *"Procedure per la valutazione e zonazione della pericolosità e del rischio da frana"*.
- Recupero morfologico e ripristino ambientale: studio volto alla definizione degli interventi di riqualificazione ambientale e paesaggistica, che consentano di recuperare il sito alla effettiva e definitiva fruibilità per la destinazione d'uso conforme agli strumenti urbanistici.
- Indagini preliminari sullo stato di salubrità dei suoli ai sensi del Regolamento di Igiene comunale (o del Regolamento di Igiene Tipo regionale) e/o dei casi contemplati nel D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 *"Norme in materia ambientale"*: insieme delle attività che permettono di ricostruire gli eventuali fenomeni di contaminazione a carico delle matrici ambientali (suolo, sottosuolo e acque sotterranee). Nel caso di contaminazione accertata (superamento delle concentrazioni soglia di contaminazione – CSC) devono essere attivate le procedure di cui al D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 *"Norme in materia ambientale"*, comprendenti la redazione di un Piano di caratterizzazione e il Progetto operativo degli interventi di bonifica in modo da ottenere le informazioni di base su cui prendere decisioni realizzabili e sostenibili per la messa in sicurezza e/o bonifica del sito.
- Verifica della qualità degli scarichi e della portata addotta per la corretta gestione delle acque sotto il profilo qualitativo e quantitativo.
- Compatibilità idrogeologica: studio finalizzato a valutare la compatibilità idrogeologica delle previsioni degli strumenti urbanistici e territoriali o più in generale delle proposte di uso del suolo, ricadenti in aree che risultino interessate da ridotta soggiacenza della falda. Lo studio dovrà prevedere il monitoraggio del livello piezometrico e analisi storica dell'escursione della falda, al fine di definire la possibile interazione della superficie piezometrica con gli interventi edificatori, sia in fase realizzativa (depressione per getto fondazioni) che di esercizio (sottospinte idrostatiche).

Interventi di tutela ed opere di mitigazione del rischio da prevedere in fase progettuale: complesso degli interventi e delle opere di tutela e mitigazione del rischio, di seguito elencate.

- Opere di regimazione idraulica e smaltimento delle acque meteoriche superficiali e sotterranee; individuazione dell'idoneo recapito finale delle acque in funzione della normativa vigente e sulla base delle locali condizioni idrogeologiche.
- Interventi di recupero morfologico e/o di funzione e/o paesistico ambientale;
- Opere per la difesa del suolo, contenimento e stabilizzazione dei versanti;
- Predisposizione di sistemi di controllo ambientale per gli insediamenti a rischio di inquinamento da definire in dettaglio in relazione alle tipologie di intervento (piezometri di controllo della falda a monte e a valle flusso dell'insediamento, indagini nel terreno non saturo per l'individuazione di eventuali contaminazioni in atto, ecc.);
- Interventi di bonifica ai sensi del D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 “Norme in materia ambientale”, qualora venga accertato uno stato di contaminazione dei suoli;
- Collettamento in fognatura degli scarichi e delle acque non smaltibili in loco.

Zona di tutela assoluta dei pozzi e sorgenti ad uso idropotabile: è costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni; deve avere un'estensione di almeno 10 m di raggio dal punto di captazione, deve essere adeguatamente protetta e deve essere adibita esclusivamente a opere di captazione e ad infrastrutture di servizio (D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 “Norme in materia ambientale”, art. 94, comma 3).

Zona di rispetto dei pozzi e sorgenti a scopo idropotabile: è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta, da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata e può essere suddivisa in zona di rispetto ristretta e zona di rispetto allargata, in relazione alla tipologia dell'opera di captazione e alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa (D.Lgs 3 aprile 2006 n. 152 “Norme in materia ambientale”, art. 94, comma 4).

Edifici ed opere strategiche di cui al d.d.u.o. 21 novembre 2003 n. 19904 “*Approvazione elenco tipologie degli edifici e opere infrastrutturali e programma temporale delle verifiche di cui all'art. 2, commi 3 e 4 dell'ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003, in attuazione della D.G.R. n. 14964 del 7 novembre 2003*”: categorie di edifici e di opere infrastrutturali di interesse strategico di competenza regionale, la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile.

- Edifici:
 - a) Edifici destinati a sedi dell'Amministrazione Regionale (prioritariamente gli edifici ospitanti funzioni/attività connesse con la gestione dell'emergenza);
 - b) Edifici destinati a sedi dell'Amministrazione Provinciale (prioritariamente gli edifici ospitanti funzioni/attività connesse con la gestione dell'emergenza);
 - c) Edifici destinati a sedi dell'Amministrazione Comunale (prioritariamente gli edifici ospitanti funzioni/attività connesse con la gestione dell'emergenza);
 - d) Edifici destinati a sedi di Comunità Montane (prioritariamente gli edifici ospitanti funzioni/attività connesse con la gestione dell'emergenza);
 - e) Strutture non di competenza statale individuate come sedi di sale operative per la gestione delle emergenze (COM, COC, ecc.);
 - f) Centri funzionali di protezione civile;
 - g) Edifici ed opere individuate nei piani d'emergenza o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza;
 - h) Ospedali e strutture sanitarie, anche accreditate, dotati di Pronto Soccorso o dipartimenti di emergenza, urgenza e accettazione;
 - i) Sedi Agenzie Sanitarie Locali (limitatamente gli edifici ospitanti funzioni/attività connesse con la gestione dell'emergenza);
 - j) Centrali operati 118.

Edifici ed opere rilevanti di cui al d.d.u.o. 21 novembre 2003 n. 19904 “*Approvazione elenco tipologie degli edifici e opere infrastrutturali e programma temporale delle verifiche di cui all'art. 2, commi 3 e 4 dell'ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003, in attuazione della D.G.R. n. 14964 del 7 novembre 2003*”: categorie di edifici e di opere infrastrutturali di competenza regionale che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso.

- Edifici:
 - a) Asili nido e scuole, dalle materne alle superiori;
 - b) Strutture ricreative, sportive e culturali, locali di spettacolo e di intrattenimento in genere;
 - c) Edifici aperti al culto non rientranti tra quelli di cui all'allegato 1, elenco B, punto 1.3 del Decreto del Capo del Dipartimento della Protezione civile, n. 3685 del 21.10.2003 (edifici il cui collasso può determinare danni significativi al patrimonio storico, artistico e culturale – musei, biblioteche, chiese);

- d) Strutture sanitarie e/o socioassistenziali con ospiti non autosufficienti (ospizi, orfanotrofi, ecc.);
- e) Edifici e strutture aperti al pubblico destinate alla erogazione di servizi, adibiti al commercio (*il centro commerciale viene definito, D.L.gs. 114/1998, quale una media o una grande struttura di vendita nella quale più esercizi commerciali sono inseriti in una struttura a destinazione specifica e usufruiscono di infrastrutture comuni e spazi di servizio gestiti unitariamente. I centri commerciali possono comprendere anche pubblici esercizi e attività paracommerciali, quali servizi bancari, servizi alla persona, ecc*) suscettibili di grande affollamento.
- Opere infrastrutturali:
 - a) Punti sensibili (ponti, gallerie, tratti stradali, tratti ferroviari) situati lungo strade strategiche provinciali e comunali non comprese tra la grande viabilità di cui al citato documento del Dipartimento della Protezione Civile, nonché quelle considerate strategiche nei Piani di Emergenza Provinciali e Comunali;
 - b) Stazioni di linee ferroviarie a carattere regionale;
 - c) Porti, aeroporti ed eliporti non di competenza statale individuati nei piani di emergenza o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza;
 - d) Strutture non di competenza statale connesse con la produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica;
 - e) Strutture non di competenza statale connesse con la produzione, trasporto e distribuzione di materiali combustibili (oleodotti, gasdotti, ecc.);
 - f) Strutture connesse con il funzionamento di acquedotti locali;
 - g) Strutture non di competenza statale connesse con i servizi di comunicazione (radio, telefonia fissa e mobile, televisione);
 - h) Strutture a caratteri industriale, non di competenza statale, di produzione e stoccaggio di prodotti insalubri e/o pericolosi;
 - i) Opere di ritenuta di competenza statale.

Polizia idraulica: comprende tutte le attività che riguardano il controllo degli interventi di gestione e trasformazione del demanio idrico e del suolo in fregio ai corpi idrici, allo scopo di salvaguardare le aree di espansione e di divagazione dei corsi d'acqua e mantenere l'accessibilità al corso d'acqua stesso.

Interventi edilizi: tipologia di opere a cui si fa riferimento nella definizione del tipo di intervento ammissibile per le diverse classi di fattibilità:

- a) Manutenzione ordinaria (art. 3 comma 1 lett. a DPR 380/2001 e s.m.i.): interventi edilizi che riguardano le opere di riparazione, rinnovamento e sostituzione delle finiture degli edifici e quelle necessarie ad integrare o mantenere in efficienza gli impianti tecnologici esistenti.
- b) Manutenzione straordinaria (art. 3 comma 1 lett. b DPR 380/2001 e s.m.i.): opere e modifiche necessarie per rinnovare e sostituire parti anche strutturali degli edifici, nonché per realizzare ed integrare i servizi igienico-sanitari e tecnologici, sempre che non alterino la volumetria complessiva degli edifici e non comportino modifiche delle destinazioni d'uso. Nell'ambito degli interventi di manutenzione straordinaria sono ricompresi anche quelli consistenti nel frazionamento o accorpamento delle unità immobiliari con esecuzione di opere anche se comportanti la variazione delle superfici delle singole unità immobiliari nonché del carico urbanistico purché non sia modificata la volumetria complessiva degli edifici e si mantenga l'originaria destinazione d'uso.
- c) Restauro e risanamento conservativo (art. 3 comma 1 lett. c DPR 380/2001 e s.m.i.): interventi edilizi rivolti a conservare l'organismo edilizio e ad assicurarne la funzionalità mediante un insieme sistematico di opere che, nel rispetto degli elementi tipologici, formali e strutturali dell'organismo stesso, ne consentono anche il mutamento delle destinazioni d'uso purché con tali elementi compatibili, nonché conformi a quelle previste dallo strumento urbanistico generale e dai relativi piani attuativi. Tali interventi comprendono il consolidamento, il ripristino e il rinnovo degli elementi costitutivi dell'edificio, l'inserimento degli elementi accessori e degli impianti richiesti dalle esigenze dell'uso, l'eliminazione degli elementi estranei all'organico edilizio.
- d) Ristrutturazione edilizia (art. 3 comma 1 lett. d DPR 380/2001 e s.m.i.): interventi rivolti a trasformare gli organismi edilizi mediante un insieme sistematico di opere che possono portare ad un organismo edilizio in tutto o in parte diverso dal precedente. Tali interventi comprendono il ripristino o la sostituzione di alcuni elementi costruttivi dell'edificio, l'eliminazione, la modifica e l'inserimento di nuovi elementi ed impianti. Nell'ambito degli interventi di ristrutturazione edilizia sono ricompresi anche quelli consistenti nella demolizione e ricostruzione con la stessa volumetria di quella preesistente, fatte salve le sole innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica nonché quelli volti al ripristino di edifici, o parti di essi, eventualmente crollati o demoliti, attraverso la loro ricostruzione, purché sia possibile accertarne la preesistente consistenza. Rimane fermo che, con riferimento agli immobili sottoposti a vincoli ai sensi del

DLgs 22 gennaio 2004 n. 42 e successive modificazioni, gli interventi di demolizione e ricostruzione e gli interventi di ripristino di edifici crollati o demoliti costituiscono interventi di ristrutturazione edilizia soltanto ove sia rispettata la medesima sagoma dell'edificio preesistente.

- e) Nuova costruzione (art. 3 comma 1 lett. e DPR 380/2001 e s.m.i.) quelli di trasformazione edilizia e urbanistica del territorio non rientranti nelle categorie definite in precedenza. Sono comunque da considerarsi tali:
 - 1) Costruzione di manufatti edilizi fuori terra o interrati, ovvero l'ampliamento di quelli esistenti all'esterno della sagoma esistente, fermo restando, per gli interventi pertinenziali, quanto previsto al numero 6;
 - 2) Gli interventi di urbanizzazione primaria e secondaria realizzati da soggetti diversi dal comune;
 - 3) La realizzazione di infrastrutture e di impianti, anche per pubblici servizi, che comportino la trasformazione in via permanente di suolo inedificato;
 - 4) L'installazione di torri e tralicci per impianti radio-ricetrasmettenti e di ripetitori per i servizi di telecomunicazione;
 - 5) L'installazione di manufatti leggeri, anche prefabbricati, e di strutture di qualsiasi genere, quali roulotte, campers, case mobili, imbarcazioni, che siano utilizzati come abitazioni, ambienti di lavoro, oppure come depositi, magazzini e simili e che non siano diretti a soddisfare esigenze meramente temporanee;
 - 6) Gli interventi pertinenziali che gli atti di pianificazione territoriale e i regolamenti edilizi, anche in relazione al pregio ambientale paesaggistico delle aree, qualifichino come interventi di nuova costruzione, ovvero che comportino la realizzazione di un volume superiore al 20 per cento del volume dell'edificio principale;
 - 7) La realizzazione di depositi di merci o di materiali, la realizzazione di impianti per attività produttive all'aperto ove comportino l'esecuzione di lavori cui consegua la trasformazione permanente del suolo inedificato.
- f) Ristrutturazione urbanistica (art. 3 comma 1 lett. f DPR 380/2001 e s.m.i.): rivolti a sostituire l'esistente tessuto urbanistico con altro diverso, mediante un insieme sistematico di interventi edilizi, anche con la modifica del disegno dei lotti, degli isolati e della rete stradale.

Articolo 2 – INDAGINI E APPROFONDIMENTI GEOLOGICI

Il presente aggiornamento allo studio geologico di supporto alla pianificazione comunale “Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio ai sensi della L.R. 12/2005 e s.m.i e secondo i criteri della D.G.R. n. IX/2616/2011”, contenuto integralmente nel Documento di Piano – Variante al Piano di Governo del Territorio del Comune di Brezzo di Bedero, ha la funzione di orientamento urbanistico, ma non può essere sostitutivo delle relazioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018 “Aggiornamento alle Norme tecniche per le costruzioni”, che costituisce l'unica normativa di riferimento per la progettazione.

Tutte le indagini e gli approfondimenti geologici prescritti per le diverse classi di fattibilità (cfr. articolo 3 e Tavv. 9* e 10*) dovranno essere consegnati contestualmente alla presentazione dei Piani Attuativi (L.R. 12/05 art. 14) o in sede di richiesta di permesso di costruire (L.R. 12/05 art. 38) o di presentazione della denuncia di inizio attività (L.R. 12/05 art. 42) e valutati prima dell'approvazione del piano o del rilascio del permesso.

Gli approfondimenti di indagine non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste dal D.M. 17 gennaio 2018.

PIANI ATTUATIVI: rispetto alla componente geologica ed idrogeologica, la documentazione minima da presentare a corredo del piano attuativo dovrà necessariamente contenere tutte le indagini e gli approfondimenti geologici prescritti per le classi di fattibilità geologica in cui ricade il piano attuativo stesso, che a seconda del grado di approfondimento, potranno essere considerati come anticipazioni o espletamento di quanto previsto dal D.M. 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”.

In particolare dovranno essere sviluppati, sin dalla fase di proposta, gli aspetti relativi a:

- Interazioni tra il piano attuativo e l'assetto geologico-geomorfologico e l'eventuale rischio idrogeologico e idraulico;
- Interazioni tra il piano attuativo e il regime delle acque superficiali e sotterranee;
- Fabbisogni e smaltimenti delle acque (disponibilità dell'approvvigionamento potabile, differenziazione dell'utilizzo delle risorse in funzione della valenza e della potenzialità idrica, possibilità di smaltimento in loco delle acque derivanti dalla impermeabilizzazione dei suoli e presenza di un idoneo recapito finale per le acque non smaltibili in loco).

Gli interventi edilizi di nuova costruzione, di ristrutturazione edilizia, di restauro e risanamento conservativo e di manutenzione straordinaria (quest'ultima solo nel caso in cui comporti all'edificio esistente modifiche strutturali di particolare rilevanza) dovranno essere progettati adottando i criteri di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

La documentazione tecnica a corredo della modulistica delle pratiche sismiche, ai sensi della d.g.r. 30 marzo 2016 n. X/5001 “*Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica (art. 3, comma 1 e 13, comma 1 della l.r. 33/2015)*”, dovrà contenere le seguenti indagini/approfondimenti:

- Indagini geognostiche per la determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, in termini di caratteristiche granulometriche e di plasticità e di parametri di resistenza e deformabilità, spinte sino a profondità significative in relazione alla tipologia di fondazione da adottare e alle dimensioni dell'opera da realizzare;
- Determinazione della velocità di propagazione delle onde di taglio Vs al di sotto del prescelto piano di posa delle fondazioni, ottenibile a mezzo di indagini geofisiche in foro (down-hole o cross-hole), indagini geofisiche di superficie (SASW – Spectral Analysis of Surface Waves, MASW – Multichannel Analysis of Surface Waves - o REMI – Refraction Microtremor for Shallow Shear Velocity, HVSR - Horizontal to Vertical Spectral Ratio), o attraverso correlazioni empiriche di comprovata validità con prove di resistenza alla penetrazione dinamica o statica. La scelta della metodologia di indagine dovrà essere commisurata all'importanza dell'opera e dovrà in ogni caso essere adeguatamente motivata;
- Definizione della categoria di sottosuolo di fondazione in accordo al D.M. 17 gennaio 2018 par. 3.2.2, sulla base del profilo di Vs ottenuto e del valore della velocità equivalente, $V_{s\text{eq}}$, delle onde di taglio calcolato;
- Definizione dello spettro di risposta elastico in accordo al D.M. 17 gennaio 2018.

Articolo 3 – CLASSI DI FATTIBILITA' GEOLOGICA

La Carta di Fattibilità geologica delle azioni di piano (cfr. Tavole n. 9* e 10*) è l'elaborato che viene desunto dalla Carta di Sintesi e dalle considerazioni tecniche svolte nella fase di analisi, essendo di fatto una carta che fornisce indicazioni circa le limitazioni e destinazioni d'uso del territorio, le prescrizioni per gli interventi urbanistici, gli studi e le indagini necessarie per gli approfondimenti richiesti e gli interventi di ripristino e di mitigazione del rischio reale o potenziale.

Tutte le analisi condotte permettono la definizione di questo elaborato, redatto alla scala 1:5.000, che mediante la valutazione incrociata degli elementi cartografati, individua e formula una proposta di suddivisione dell'ambito territoriale d'interesse in differenti aree, che rappresentano una serie di "classi di fattibilità geologica".

Nella D.G.R. IX/2616 del 30 novembre 2011 viene proposta una classificazione costituita da quattro differenti classi, in ordine alle possibili destinazioni d'uso del territorio; sono zone per le quali sono indicate sia informazioni e cautele generali da adottare per gli interventi, sia gli studi e le indagini di approfondimento eventuali.

In base alle valutazioni effettuate, considerando gli elementi geologici, geomorfologici, idrogeologici ed idraulici riconosciuti, nel territorio di Brezzo di Bedero sono state individuate le seguenti classi di idoneità all'utilizzazione urbanistica:

Classe 2	Fattibilità con modeste limitazioni
Classe 3	Fattibilità con consistenti limitazioni
Classe 4	Fattibilità con gravi limitazioni

Per quanto riguarda le fasce di rispetto di polizia idraulica, così come riportato nella carta dei vincoli geologici, non si ritiene necessario istituire una classe di fattibilità 4 di "rispetto fluviale" (così come operato nel previgente studio geologico con l'attribuzione di "aree adiacenti a corsi d'acqua da mantenere a disposizione per consentire l'accessibilità per interventi di manutenzione e per la realizzazione di interventi di difesa") lungo i corsi d'acqua, in quanto su tali aree vige già uno specifico vincolo e norma di Polizia Idraulica.

Si sottolinea che in presenza contemporanea di più scenari di pericolosità/vulnerabilità è stato attribuito il valore maggiormente cautelativo di classe di fattibilità. Sono comunque da rispettare le prescrizioni relative ad ogni singolo ambito di pericolosità/vulnerabilità come rappresentato nella carta di sintesi.

Si sottolinea inoltre che la suddivisione territoriale in classi di fattibilità, trattandosi di una pianificazione generale, non sopperisce alla necessità di attuare le prescrizioni operative previste da leggi e decreti vigenti, così come l'individuazione di una zona di possibile edificazione deve rispettare la necessità di redigere un progetto rispettoso delle norme di attuazione.

Alle classi di fattibilità individuate sono inoltre sovrapposti gli ambiti soggetti ad amplificazione sismica locale (cfr. Tavola 10*), che non concorrono a definire la classe di fattibilità, ma ai quali è associata una specifica normativa che si concretizza nelle fasi attuative delle previsioni del P.G.T.

CLASSE DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA 4 – FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI

In questa classe sono individuati i territori ove l'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso.

Le aree a gravi limitazioni sono contraddistinte dalle seguenti tipologie di pericolosità/vulnerabilità e dalle relative classi di sintesi così come descritte nella relazione geologica:

AREE PERICOLOSE DAL PUNTO DI VISTA DELL'INSTABILITÀ DEI VERSANTI

- 1) AREE DI FRANA ATTIVA
- 2) AREE DI FRANA STABILIZZATA
- 3) VERSANTI POTENZIALMENTE INSTABILI SU PENDII CARATTERIZZATI DA VALORI DI ACCLIVITÀ ELEVATA.
PERICOLOSITÀ POTENZIALE ALTA (H4) PER CROLLI E/O SCIVOLAMENTI
- 4) DORSALE IN EROSIONE
- 5) AREE IN DEPOSITI DI ORIGINE GLACIALE SOVRACCOSTITUITI; BUONE CARATTERISTICHE GEOTECNICHE.
PERICOLOSITÀ POTENZIALE ALTA (H4) PER CROLLI E/O SCIVOLAMENTI

Principali caratteristiche: aree di versante ad elevata acclività, interessate o potenzialmente interessabili da fenomeni di instabilità; substrato roccioso localmente subaffiorante. Alla classe 1) corrispondono le aree di frana Fa, mentre alla classe 2) corrispondono le aree di frana Fs, come definite all'art. 9 comma 1 delle N.d.A. del PAI.

Parere sull'edificabilità: non favorevole per gravi limitazioni legate all'instabilità dei versanti.

Tipo di intervento ammissibile: nelle aree Fa sono esclusivamente consentiti gli interventi previsti all'art. 9 comma 2 delle N.d.A. del PAI, come integralmente riportati all'art. 4 delle presenti norme.

Quale norma generale è esclusa qualsiasi nuova edificazione, ivi comprese quelle interrate, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Gli interventi di sistemazione dovranno privilegiare l'uso di tecniche di ingegneria naturalistica.

Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 3, comma 1, lettere a), b), c) del D.P.R. n. 380/2001 e s.m.i., senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.

Per i nuclei abitati esistenti, quando non è strettamente necessario provvedere al loro trasferimento, dovranno essere predisposti idonei piani di emergenza; deve inoltre essere valutata la necessità di

predisporre sistemi di monitoraggio geologico che permettano di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni in atto.

Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili; dovranno comunque essere puntualmente e attentamente valutate in funzione della tipologia di dissesto e del grado di rischio che determinano l'ambito di pericolosità/vulnerabilità omogenea. A tal fine, alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, deve essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico.

Indagini di approfondimento necessarie: tutti gli interventi consentiti sono subordinati ad una verifica tecnica redatta secondo le procedure indicate in allegato 2 della d.g.r. n. IX 2616/2011, condotta anche in ottemperanza alle prescrizioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018, volta a valutare la compatibilità tra l'intervento, le condizioni di dissesto e il livello di rischio esistente, sia per quanto riguarda possibili aggravamenti delle condizioni di instabilità presenti, sia in relazione alla sicurezza dell'intervento stesso, nonché al dimensionamento degli interventi di sistemazione e ripristino. Tale verifica, redatta e firmata da un tecnico abilitato, deve essere allegata al progetto dell'intervento e validata dall'Autorità competente.

Indicativamente sono necessarie indagini geotecniche e geognostiche, verifiche di compatibilità idraulica, valutazione di stabilità dei fronti di scavo e di versante.

Interventi da prevedere in fase progettuale: a fronte di qualsiasi azione sono da prevedere contestualmente interventi di recupero morfologico e paesistico ambientale delle aree interessate. Sono da prevedere in tutti i casi interventi di difesa del suolo, la predisposizione di accorgimenti per lo smaltimento delle acque meteoriche e quelle di primo sottosuolo, studi per il dimensionamento delle opere di difesa passiva e/o attiva e loro realizzazione prima degli interventi ammessi, studi di compatibilità idrogeologica dell'intervento con le condizioni idrogeologiche locali, finalizzato alla determinazione delle potenziali interferenze negative della falda con le strutture.

CLASSE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA 3 – FATTIBILITA' CON CONSISTENTI LIMITAZIONI

Questa classe comprende le zone nelle quali si sono riscontrate consistenti limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni, per l'entità e la natura delle condizioni di pericolosità nelle aree. Queste condizioni possono essere per lo più rimosse con interventi idonei alla eliminazione o minimizzazione del rischio, realizzabili nell'ambito del singolo lotto edificatorio o di un suo intorno significativo. L'utilizzo delle zone, ai fini urbanistici è subordinato alla realizzazione di supplementi d'indagine per acquisire una maggiore conoscenza geologico-tecnica dell'area e del suo intorno, per consentire di precisare le esatte volumetrie e ubicazioni, le idonee destinazioni d'uso, nonché le eventuali opere di difesa. Nel caso in esame sono state individuate una serie di aree in classe 3 che presentano problematiche geologiche variabili; si tratta in genere di ambiti, sia di pianura sia di versante, che coincidono con aree, caratterizzate da condizioni morfologiche sfavorevoli (pendenze-medio elevate), pericolose e/o vulnerabili definite nell'unità di sintesi:

AREE PERICOLOSE DAL PUNTO DI VISTA DELL'INSTABILITÀ DEI VERSANTI

- 1) AREE IN ROCCIA AFFIORANTE, SUB-AFFIORANTE O CON RIDOTTI SPESSORI DI COPERTURA. PERICOLOSITÀ POTENZIALE MEDIA (H₃) PER CROLLI E/O SCIVOLAMENTI
- 2) AREE IN DEPOSITI DI ORIGINE GLACIALE SOVRACONSOLIDATI; BUONE CARATTERISTICHE GEOTECNICHE. PERICOLOSITÀ POTENZIALE MEDIA (H₃) PER CROLLI E/O SCIVOLAMENTI
- 3) AREE IN DEPOSITI DI ORIGINE FLUVIOGLACIALE, BUONE CARATTERISTICHE GEOTECNICHE. PERICOLOSITÀ POTENZIALE MEDIA (H₃) PER CROLLI E/O SCIVOLAMENTI

Principali caratteristiche: aree di versante a media acclività caratterizzate da potenziale predisposizione a fenomeni di dissesto gravitativo ed erosione ad opera delle acque non regimate, nonché aree potenzialmente coinvolgibili dai fenomeni di dissesto. Substrato roccioso affiorante o subaffiorante (1).

Parere sull'edificabilità: favorevole con consistenti limitazioni legate al rischio idrogeologico e all'instabilità potenziale dei versanti.

Tipo di intervento ammissibile: fatte salve norme diverse e/o più restrittive derivanti dalla sovrapposizione di altri ambiti di pericolosità/vulnerabilità, sono ammessi gli interventi di nuova costruzione così come definiti all'art. 3 comma 1, lettera e) del D.P.R. 380/01 e s.m.i.

Per le opere esistenti sono ammessi gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro,

risanamento conservativo e di ristrutturazione edilizia così come definiti all'art. 3 comma 1, lettere a), b), c), d) del D.P.R. 380/01 e s.m.i.

Indagini di approfondimento necessarie: gli interventi ammessi devono essere subordinati all'esecuzione di uno studio geologico-geomorfologico di dettaglio anche in riferimento alle procedure indicate in allegato 2 della d.g.r. 2616/2011, supportato da indagini geognostiche e/o geotecniche specifiche e puntuali, condotto in ottemperanza alle prescrizioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018, al fine di valutare il grado di pericolosità e conseguente rischio per le nuove edificazioni e verificare la stabilità dei versanti interessati dall'intervento progettuale e di un suo intorno significativo. Analisi degli scavi/sbancamenti relativamente alla stabilità a breve e lungo termine, con verifica delle possibili interazioni areali; valutazione degli effetti della proposta sulla sicurezza locale di eventuali strutture-infrastrutture pubbliche e private limitrofe.

Interventi da prevedere in fase progettuale: sono comunque da prevedere interventi di difesa del suolo, opere di regimazione idraulica per lo smaltimento delle acque superficiali e di primo sottosuolo, con individuazione del recapito finale, nel rispetto della normativa vigente. Dovrà essere assolutamente evitato l'instaurarsi di fenomeni di ruscellamento incontrollato (concentrato o diffuso) delle acque meteoriche.

Eventuali tagli di versante dovranno essere adeguatamente protetti da opere di difesa, adeguatamente dimensionati, passiva e/o attiva realizzati prima degli interventi edificatori ammessi.

4) AREE ESTRATTIVE ATTIVE, DISMESSE O NON ANCORA RECUPERATE

Principali caratteristiche: area della cava Trigo (Rg7-Piano cave Provincia di Varese, anno 2016): presenza di terreni sciolti, ad elevata permeabilità, su pendii modificati antropicamente. Sono possibili settori a drenaggio lento e difficoltoso, nonché fenomeni di erosione e ruscellamento concentrato.

In riferimento alle previsioni del Piano Cave:

Mitigazioni previste: in fase di attività è, comunque, necessario provvedere a realizzare opere atte a migliorare la sicurezza dell'accesso alla cava (la soluzione deve essere condivisa con i Comuni interessati territorialmente) e prevedere una valutazione periodica dell'efficacia degli interventi idraulici di regolazione dei deflussi che risulta indispensabile, considerando la possibilità che gli apporti di materiale detritico o i fenomeni erosivi possano nel tempo produrre inconvenienti.

Modalità di recupero finale:

- Destinazione finale: naturalistica;
- Recupero scarpate: semina e impianti arborei-arbustivi;
- Recupero fondo cava: semina e impianti arbustivi;
- Altre prescrizioni per il recupero finale: il piano di recupero dovrà assicurare la funzionalità del varco n. 6 “Ticinallo” individuato nello schema di rete ecologica della Comunità Montana Valli del Verbano, garantendo l’assenza di elementi fisici costituenti ostacolo al transito della fauna e la presenza di un adeguato corredo floristico-vegetazionale.

AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO E IDROGEOLOGICO

1) AREE SOGGETTE AD ESONDAZIONI LACUALI, ALLAGABILI PER PIENA FREQUENTE; FALDA IDRICA A BASSA SOGGIACENZA

Principali caratteristiche: aree costiere coinvolgibili da fenomeni di esondazione del lago Maggiore per piena frequente; presenza di terreni con scadenti caratteristiche geotecniche e falda idrica a bassa soggiacenza.

Parere sull’edificabilità: favorevole con consistenti limitazioni legate all’interferenza con la dinamica esondativa del lago.

Tipo di intervento ammissibile: fatte salve norme diverse e/o più restrittive derivanti dalla sovrapposizione di altri ambiti di pericolosità/vulnerabilità, sono ammessi gli interventi di nuova costruzione così come definiti all’art. 3 comma 1, lettera e) del d.p.r. 380/01. Piani interrati e seminterrati dovranno essere dotati di sistemi di autoprotezione e idonei accorgimenti edilizi dimensionati sulla base degli esiti dello studio di compatibilità idraulica; ne è comunque vietato l’uso che preveda la presenza continuativa di persone.

Per le opere esistenti sono ammessi gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo e di ristrutturazione edilizia così come definiti all’art. 3 comma 1, lettere a), b), c), d) del d.p.r. 380/01.

Indagini di approfondimento necessarie: gli interventi edilizi sono subordinati alla realizzazione di uno studio di compatibilità idraulica, che l’Amministrazione comunale è tenuta ad acquisire in sede di rilascio del titolo edilizio, finalizzato a definire i limiti e gli accorgimenti da assumere per rendere l’intervento compatibile con le criticità rilevate, in base al livello di esposizione locale con specifico riferimento ai valori di quota della piena indicati dal PGRA per diversi scenari, così come riportati in allegato 4 alla d.g.r. n. X/6738 del giugno 2017. Detto studio può essere omesso per gli interventi edilizi che non

modificano il regime idraulico dell'area allagabile, accompagnando il progetto da opportuna asseverazione del progettista (es. recupero di sottotetti, interventi edilizi a quote di sicurezza).

Interventi da prevedere in fase progettuale: progettare e realizzare le trasformazioni consentite in modalità compatibili, senza danni significativi, con la sommersione periodica per più giorni consecutivi, e tenendo conto delle oscillazioni piezometriche tipiche di un territorio perilacuale. Progettare gli interventi in modo da favorire il deflusso/infiltrazione delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l'accumulo ovvero che comportino l'aggravio delle condizioni di pericolosità/rischio per le aree circostanti.

Dovrà essere garantita l'applicazione di misure volte al rispetto del principio dell'invarianza idraulica, finalizzate a salvaguardare e non peggiorare la capacità ricettiva del sistema idrogeologico e a contribuire alla difesa idraulica del territorio.

Prevedere, dove sia possibile, aperture nei muri e nelle solette che permettano l'entrata di acqua all'interno dell'edificio in modo da bilanciare la spinta idrostatica dall'esterno dell'edificio che potrebbe compromettere la stabilità.

AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDROGEOLOGICO E CHE PRESENTANO SCADENTI CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

- 1) DEPOSITI FLUVIALI DI FONDOVALLE; FALDA IDRICA A BASSA SOGGIACENZA
- 2) DEPOSITI COSTIERI AVENTI SCADENTI CARATTERISTICHE GEOTECNICHE; FALDA IDRICA A BASSA SOGGIACENZA

Principali caratteristiche: terreni con caratteristiche geotecniche da scarse a mediocri, con bassa soggiacenza della falda idrica. Possibile presenza di settori a drenaggio lento o difficoltoso con possibilità di ristagno sul fondo di scavi aperti e con problematiche connesse allo smaltimento delle acque meteoriche.

Parere sull'edificazione: favorevole con consistenti limitazioni legate alle scarse caratteristiche geotecniche e all'interferenza con le acque di falda e alla salvaguardia dell'acquifero libero.

Tipo di intervento ammissibile: fatte salve norme diverse e/o più restrittive derivanti dalla sovrapposizione di altri ambiti di pericolosità/vulnerabilità, sono ammessi gli interventi di nuova costruzione così come definiti all'art. 3 comma 1, lettera e) del D.P.R. 380/01 e s.m.i.

Per le opere esistenti sono ammessi gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo e di ristrutturazione edilizia così come definiti all'art. 3 comma 1, lettere a), b), c), d) del D.P.R. 380/01 e s.m.i..

Ogni intervento sull'esistente e ogni nuova opera deve assicurare e garantire il mantenimento e/o il miglioramento delle caratteristiche fisico chimiche delle acque della falda superficiale e, qualora possa essere interessata, anche quella profonda.

Potranno essere realizzati vani interrati compatibilmente con le situazioni idrogeologiche locali, ospitanti magazzini e/o depositi di sostanze non pericolose, parcheggi sotterranei e uffici. Si sconsiglia comunque la realizzazione di piani interrati impostati ad una quota inferiore a quella piezometrica (considerando un intervallo di oscillazione adeguato).

Indagini di approfondimento necessarie: le opere ammesse devono essere subordinate all'esecuzione di indagini geognostiche e/o geotecniche previste dalla normativa vigente (D.M. 17/01/2018) finalizzate alla verifica, nel dettaglio del singolo lotto edificatorio, di compatibilità geologica, geotecnica e idrogeologica del progetto, con particolare approfondimento sulla possibile interazione delle acque di falda con l'opera stessa nonché la conseguente compatibilità degli interventi con la circolazione idrica sotterranea, anche mediante monitoraggio piezometrico e studio storico dell'escursione della falda.

Ricostruzione della stratigrafia del sottosuolo a mezzo di indagini spinte fino alla profondità massima raggiungibile dai carichi previsti e per un intorno significativo; caratterizzazione, mediante indagini e prove geognostiche puntuali e/o di laboratorio, estese ad un intorno significativo, della meccanica dei terreni di fondazione e definizione dell'interazione strutture-terreno; analisi degli scavi relativamente alla stabilità a breve e lungo termine, con verifica delle possibili interazioni areali; valutazione degli effetti della proposta sulla sicurezza locale di eventuali strutture-infrastrutture pubbliche e private.

Inoltre sono da prevedere studi di valutazione della fattibilità e dell'impatto delle opere in progetto sulla situazione locale nei riguardi della vulnerabilità della risorsa idrica sotterranea, contenenti prescrizioni dettagliate per la prevenzione e la mitigazione del rischio e la messa in sicurezza di attività produttive o infrastrutture potenzialmente inquinanti.

Interventi da prevedere in fase progettuale: quale norma generale a salvaguardia della falda idrica sotterranea è necessario che per ogni nuovo insediamento, già in fase progettuale, sia prevista la predisposizione di accorgimenti/sistemi per la regimazione e lo smaltimento delle acque meteoriche e di quelle di primo sottosuolo, con individuazione del recapito finale, nel rispetto della normativa vigente e sulla base delle condizioni idrogeologiche del sito, prevedendo il collettamento in fognatura delle acque reflue e delle acque non smaltibili in loco.

Dovrà essere garantita l'applicazione di misure volte al rispetto del principio dell'invarianza idraulica (r.r. n. 7 del 23/11/2017 e ss.mm.ii.), finalizzate a salvaguardare e non peggiorare la capacità ricettiva del sistema idrogeologico.

Sono da prevedere interventi di difesa del suolo e sistemi di controllo e monitoraggio di eventuali attività che possono rappresentare centri di potenziale pericolo per la falda acquifera. Nel caso sia impossibile il collettamento delle acque reflue e meteoriche in apposita rete comunale le proposte alternative dovranno contenere una valutazione e un dimensionamento delle soluzioni tecniche adottate, con particolare riferimento alla stabilità dei luoghi ed alle interferenze con il regime idrogeologico ed idrologico.

Piani interrati e seminterrati dovranno essere dotati di sistemi di autoprotezione e idonei accorgimenti edilizi dimensionati sulla base degli esisti dello studio di compatibilità idrogeologica.

CLASSE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA 2 – FATTIBILITA' CON MODESTE LIMITAZIONI

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni. Sono tuttavia indicate le specifiche costruttive degli interventi edificatori e gli eventuali approfondimenti per la mitigazione del rischio.

Ricadono in questa classe le aree comprese nelle seguenti tipologie di pericolosità, con le relative unità di sintesi:

AREE PERICOLOSE DAL PUNTO DI VISTA DELL'INSTABILITÀ DEI VERSANTI

1) AREE IN ROCCIA AFFIORANTE, SUB-AFFIORANTE O CON RIDOTTI SPESSORI DI COPERTURA. PERICOLOSITÀ POTENZIALE BASSA (H2) PER CROLLI E/O SCIVOLAMENTI

Principali caratteristiche: aree di versante a medio bassa acclività caratterizzate da potenziale predisposizione a fenomeni di dissesto gravitativo ed erosione ad opera delle acque non regimate.

Parere sull'edificabilità: favorevole con modeste limitazioni legate alla valutazione puntuale delle caratteristiche geotecniche dei terreni e alla potenziale instabilità dei versanti oggetto di modifica morfologica.

Tipo di intervento ammissibile: fatte salve norme diverse e/o più restrittive derivanti dalla sovrapposizione di altri ambiti di pericolosità/vulnerabilità, sono ammessi gli interventi di nuova costruzione così come definiti all'art. 3 comma 1, lettera e) del D.P.R. 380/01 e s.m.i.

Per le opere esistenti sono ammessi gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo e di ristrutturazione edilizia così come definiti all'art. 3 comma 1, lettere a), b), c), d) del D.P.R. 380/01 e s.m.i.

Indagini di approfondimento necessarie: gli interventi ammessi devono essere subordinati all'esecuzione di uno studio geologico-geomorfologico di dettaglio anche in riferimento alle procedure indicate in allegato 2 della d.g.r. 2616/2011, supportato da indagini geognostiche e/o geotecniche specifiche e puntuali, condotto in ottemperanza alle prescrizioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018, al fine di valutare il grado di pericolosità e conseguente rischio per le nuove edificazioni e verificare la stabilità dei versanti interessati dall'intervento progettuale e di un suo intorno significativo. Analisi degli scavi/sbancamenti relativamente alla stabilità a breve e lungo termine, con verifica delle possibili interazioni areali; valutazione degli effetti della proposta sulla sicurezza locale di eventuali strutture-infrastrutture pubbliche e private limitrofe.

Interventi da prevedere in fase progettuale: sono comunque da prevedere interventi di difesa del suolo, opere di regimazione idraulica per lo smaltimento delle acque superficiali e di primo sottosuolo, con individuazione del recapito finale, nel rispetto della normativa vigente.

Eventuali tagli di versante dovranno essere adeguatamente protetti da opere di difesa, adeguatamente dimensionati, passiva e/o attiva realizzati prima degli interventi edificatori ammessi.

AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO E IDROGEOLOGICO

1) AREE SOGGETTE AD ESONDAZIONI LACUALI, ALLAGABILI PER PIENA POCO FREQUENTE E RARA; FALDA IDRICA A BASSA SOGGIACENZA

Principali caratteristiche: aree costiere coinvolgibili da fenomeni di esondazione del lago Maggiore per piena poco frequente e rara; presenza di terreni con scadenti caratteristiche geotecniche e falda idrica a bassa soggiacenza.

Parere sull'edificabilità: favorevole con consistenti limitazioni legate all'interferenza con la dinamica esondativa del lago.

Tipo di intervento ammissibile: fatte salve norme diverse e/o più restrittive derivanti dalla sovrapposizione di altri ambiti di pericolosità/vulnerabilità, sono ammessi gli interventi di nuova costruzione così come definiti all'art. 3 comma 1, lettera e) del d.p.r. 380/01. Piani interrati e seminterrati dovranno essere dotati di sistemi di autoprotezione e idonei accorgimenti edilizi dimensionati sulla base degli esiti dello studio di compatibilità idraulica; ne è comunque vietato l'uso che preveda la presenza continuativa di persone.

Per le opere esistenti sono ammessi gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo e di ristrutturazione edilizia così come definiti all'art. 3 comma 1, lettere a), b), c), d) del d.p.r. 380/01.

Indagini di approfondimento necessarie: gli interventi edilizi sono subordinati alla realizzazione di uno studio di compatibilità idraulica, che l'Amministrazione comunale è tenuta ad acquisire in sede di rilascio del titolo edilizio, finalizzato a definire i limiti e gli accorgimenti da assumere per rendere l'intervento compatibile con le criticità rilevate, in base al livello di esposizione locale con specifico riferimento ai valori di quota della piena indicati dal PGRA per diversi scenari, così come riportati in allegato 4 alla d.g.r. n. X/6738 del giugno 2017. Detto studio può essere omesso per gli interventi edilizi che non modificano il regime idraulico dell'area allagabile, accompagnando il progetto da opportuna asseverazione del progettista (es. recupero di sottotetti, interventi edilizi a quote di sicurezza).

Interventi da prevedere in fase progettuale: progettare e realizzare le trasformazioni consentite in

modalità compatibili, senza danni significativi, con la sommersione periodica per più giorni consecutivi, e tenendo conto delle oscillazioni piezometriche tipiche di un territorio perilacuale. Progettare gli interventi in modo da favorire il deflusso/infiltrazione delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l'accumulo ovvero che comportino l'aggravio delle condizioni di pericolosità/rischio per le aree circostanti.

Dovrà essere garantita l'applicazione di misure volte al rispetto del principio dell'invarianza idraulica, finalizzate a salvaguardare e non peggiorare la capacità ricettiva del sistema idrogeologico e a contribuire alla difesa idraulica del territorio.

Prevedere, dove sia possibile, aperture nei muri e nelle solette che permettano l'entrata di acqua all'interno dell'edificio in modo da bilanciare la spinta idrostatica dall'esterno dell'edificio che potrebbe compromettere la stabilità.

AREE SENZA PARTICOLARI FENOMENI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI

- 1) AREE CON CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DA MEDIOCRI A DISCRETE, CON TERRENI A COMPORTAMENTO PREVALENTEMENTE INCOERENTE. PERMEABILITÀ DA MEDIA AD ELEVATA. VULNERABILITÀ DELL'ACQUIFERO MOLTO ELEVATA
- 2) AREE IN DEPOSITI DI ORIGINE GLACIALE SOVRACONSOLIDATI; BUONE CARATTERISTICHE GEOTECNICHE. PERICOLOSITÀ POTENZIALE BASSA (H2) PER CROLLI E/O SCIVOLAMENTI
- 3) AREE IN DEPOSITI FLUVIOGLACIALI; BUONE CARATTERISTICHE GEOTECNICHE. PERICOLOSITÀ POTENZIALE BASSA (H2) PER CROLLI E/O SCIVOLAMENTI
- 4) AREE PIANEGGIANTI O A DEBOLE PENDENZA IN DEPOSITI FLUVIOGLACIALI CON BUONE CARATTERISTICHE GEOTECNICHE; ASSENZA DI PROCESSI GEOMORFICI IN ATTO

Principali caratteristiche: aree pianeggianti o di versante localmente a media bassa acclività; possibile presenza di falde sospese per l'eterogeneità dei sedimenti. Settori a drenaggio lento o difficoltoso con possibilità di ristagno sul fondo di scavi aperti e con problematiche connesse allo smaltimento delle acque meteoriche.

Parere sull'edificabilità: favorevole con modeste limitazioni legate alla valutazione puntuale delle caratteristiche geotecniche dei terreni e alla potenziale instabilità dei versanti oggetto di modifica morfologica.

Tipo di intervento ammissibile: fatte salve norme diverse e/o più restrittive derivanti dalla sovrapposizione di altri ambiti di pericolosità/vulnerabilità, sono ammessi gli interventi di nuova costruzione così come definiti all'art. 3 comma 1, lettera e) del d.p.r. 380/01 e s.m.i.

Per le opere esistenti sono ammessi gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo e di ristrutturazione edilizia così come definiti all'art. 1 comma 1, lettere a), b), c), d) del d.p.r. 380/01 e s.m.i..

Indagini di approfondimento necessarie: gli interventi ammessi devono essere subordinati all'esecuzione di uno studio geologico di compatibilità, supportato da prove geognostiche specifiche e puntuali atte ad accettare, nel dettaglio del singolo lotto edificatorio, le caratteristiche geotecniche dei terreni di imposta delle fondazioni e l'interazione con la circolazione idrica superficiale e sotterranea. In aree di pendio è richiesto un approfondimento geomorfologico al fine di verificare la stabilità del versante interessato dall'intervento progettuale e in un suo intorno significativo.

È richiesta una valutazione di stabilità dei fronti di scavo.

Le suddette indagini geognostiche dovranno essere commisurate al tipo di intervento da realizzare ed alle problematiche progettuali proprie di ciascuna opera anche al fine di considerare la corretta progettazione strutturale e degli idonei sistemi di raccolta e di smaltimento delle acque meteoriche secondo la normativa vigente.

Interventi da prevedere in fase progettuale: gli interventi edificatori dovranno prevedere lo smaltimento delle acque meteoriche e degli scarichi delle acque reflue. È altresì da evitare la realizzazione di pozzi perdenti e/o di sistemi di subirrigazione se non a seguito di specifici studi volti ad una corretta regimazione dei reflui.

Dovrà essere assolutamente evitato l'instaurarsi di fenomeni di ruscellamento incontrollato (concentrato o diffuso) delle acque meteoriche.

Inoltre per tali zone i progetti degli interventi di urbanizzazione dovranno porre particolare attenzione al rapporto tra opera e versante in relazione al possibile verificarsi di instabilità dei terreni oggetto di modifica morfologica, prevedendo eventuali sistemi attivi e/o passivi di protezione e sostegno.

Articolo 4 – NORME DERIVANTI DALLA PIANIFICAZIONE DI BACINO

Di seguito si riportano integralmente le limitazioni alle attività di trasformazione e d’uso del suolo derivanti dalle condizioni di dissesto idraulico e idrogeologico per le diverse tipologie di fenomeni presenti in territorio comunale.

Art. 9 comma 2 N.d.A. del PAI (Fa-aree interessate da frane attive)

*Fatto salvo quanto previsto dall’art. 3 ter del D.L. 12 ottobre 2000, n. 279, convertito in L. 11 dicembre 2000, n. 365, nelle aree **Fa** sono esclusivamente consentiti:*

- *gli interventi di demolizione senza ricostruzione;*
- *gli interventi di manutenzione ordinaria degli edifici, così come definiti alla lettera a) dell’art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457 (ora art. 3 comma 1 lettera a) del d.p.r. 380/01 e s.m.i.);*
- *gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d’uso che comportino aumento del carico insediativo;*
- *gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche o di interesse pubblico e gli interventi di consolidamento e restauro conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;*
- *le opere di bonifica e di sistemazione dei movimenti franosi;*
- *le opere di regimazione delle acque superficiali e sotterranee;*
- *la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, previo studio di compatibilità dell’intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall’Autorità competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell’esercizio delle finzioni per cui sono destinati, tenuto conto dello stato di dissesto in essere.*

Art. 9 comma 4 N.d.A. del PAI (Fs-aree interessate da frane stabilizzate)

*Nelle aree **Fs** compete alle Regioni e agli Enti locali, attraverso gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti, tenuto anche conto delle indicazioni dei programmi di previsione e prevenzione ai sensi della L. 24 febbraio 1992, n. 225. Gli interventi ammissibili devono in ogni caso essere soggetti ad uno studio di compatibilità con le condizioni del dissesto validato dall’Autorità competente.*

Articolo 5 – NORME DERIVANTI DAL PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI

1) Disposizioni relative alle Aree Costiere Lacuali (ACL)

- a) Entro le aree circumlacuali, allagabili per la piena frequente (P3/H) sussistono consistenti limitazioni alla modifica della destinazione d'uso del territorio; sono pertanto applicate le limitazioni relative alla classe 3 di fattibilità geologica. È necessario:
- *subordinare gli eventuali interventi edilizi alla realizzazione di uno studio di compatibilità idraulica, che l'Amministrazione comunale è tenuta ad acquisire in sede di rilascio del titolo edilizio, finalizzato a definire i limiti e gli accorgimenti da assumere per rendere l'intervento compatibile con le criticità rilevate, in base al livello di esposizione locale con specifico riferimento ai valori di quota della piena indicati dal PGRA per diversi laghi e per i diversi scenari, così come riportati in Allegato 4. Detto studio può essere omesso per gli interventi edilizi che non modificano il regime idraulico dell'area allagabile, accompagnando il progetto da opportuna asseverazione del progettista (es. recupero di sottotetti, interventi edilizi a quote di sicurezza);*
 - *garantire l'applicazione di misure volte al rispetto del principio dell'invarianza idraulica, finalizzate a salvaguardare e non peggiorare la capacità ricettiva del sistema idrogeologico e a contribuire alla difesa idraulica del territorio;*
 - *vietare la realizzazione di piani interrati o seminterrati, non dotati di sistemi di autoprotezione e idonei accorgimenti edilizi;*
 - *nei piani interrati o seminterrati, dotati di sistemi di autoprotezione e idonei accorgimenti edilizi dimensionati sulla base degli esiti dello studio compatibilità idraulica, vietare un uso che preveda la presenza continuativa di persone;*
 - *progettare e realizzare le trasformazioni consentite in modalità compatibili, senza danni significativi, con la sommersione periodica per più giorni consecutivi, e tenendo conto delle oscillazioni piezometriche tipiche di un territorio pericolacuale;*
 - *progettare gli interventi in modo da favorire il deflusso/infiltrazione delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l'accumulo ovvero che comportino l'aggravio delle condizioni di pericolosità/rischio per le aree circostanti.*
- b) Entro le aree allagabili per la piena poco frequente (P2/M) sussistono moderate limitazioni alla modifica della destinazione d'uso del territorio; sono pertanto applicate le limitazioni relative alla

classe di fattibilità geologica 2. È facoltà del comune di prevedere in tutto o in parte le limitazioni e le prescrizioni previste per le aree P3/H

- c) Entro le aree esondabili per la piena rara (P1/L) vigono le norme previste per la fascia C PAI.

Ad integrazione di quanto già riportato nell'allegato 4 alla d.g.r. IX/2616/2011 "Procedure per la valutazione e la zonazione della pericolosità e del rischio di esondazione" al punto 3.5, in merito ai possibili accorgimenti edilizi che devono essere utilizzati per la mitigazione del rischio e che devono essere assunti in sede di progettazione, al fine di garantire la compatibilità degli interventi con le condizioni di pericolosità di cui al quadro conoscitivo specifico di riferimento, si aggiungono i seguenti, riferiti specificamente ai piani interrati e seminterrati:

- pareti perimetrali, pavimenti e solette realizzati a tenuta d'acqua;
- presenza di scale/rampe interne di collegamento tra il piano dell'edificio potenzialmente allagabile e gli altri piani;
- impianti elettrici realizzati con accorgimenti tali da assicurare la continuità del funzionamento anche in caso di allagamento;
- aperture con sistemi di chiusura a tenuta stagna e/o provviste di protezioni idonee;
- rampe di accesso provviste di particolari accorgimenti tecnico-costruttivi (dossi, sistemi di paratie, etc.) per impedire l'ingresso dell'acqua;
- sistemi di sollevamento delle acque da ubicarsi in condizioni di sicurezza idraulica.

Per l'individuazione delle misure di riduzione della vulnerabilità può essere, anche, utilizzato come riferimento il documento "EDIFICI IN AREE A RISCHIO DI ALLUVIONE COME RIDURNE LA VULNERABILITÀ" redatto a cura dell'Autorità di bacino del Fiume Po e dell'Università degli Studi di Pavia (febbraio 2009).

Il Comune provvede a inserire nelle certificazioni di cui all'art. 5 comma 2 lettera d) del D.P.R. n. 380/2001 e s.m.i., anche la classificazione di pericolosità e di rischio derivanti dal PGRA nonché dalle presenti disposizioni normative.

In analogia con quanto previsto all'art. 18, comma 7 delle N.d.A. del PAI, i soggetti attuatori di interventi sono tenuti a sottoscrivere un atto liberatorio che escluda ogni responsabilità dell'Amministrazione pubblica in ordine a eventuali futuri danni a cose e a persone comunque derivanti dai fattori di pericolosità idraulica e idrogeologica segnalati nelle certificazioni di cui sopra.

Il comune istituisce un registro degli atti liberatori, aggiornato e reso pubblico secondo modalità stabilite dallo stesso comune.

Articolo 6 – NORME DI POLIZIA IDRAULICA

Le norme di polizia idraulica, relative al reticolo idrografico principale e minore, sono contenute nell'Elaborato Normativo, a cui si rimanda, facente parte del nuovo Documento di Polizia Idraulica, redatto nel 2020 dallo scrivente studio geoSferA, e ancora in fase di approvazione da parte dell'UTR competente.

Articolo 7 – NORME DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE

Le norme relative alle aree di rispetto delle captazioni ad uso idropotabile devono essere adeguate alle disposizioni previste dalla D.G.R. 10 aprile 2003, n. 7/12693 “*Direttive per la disciplina delle attività all'interno delle zone di rispetto*” e dal D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 “Norme in materia ambientale” Art. 94. “*Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano*”.

Zona di tutela assoluta

Nella zona di tutela assoluta valgono le limitazioni d'uso di cui all'art. 94 comma 3 del D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152. La zona di tutela assoluta è costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni; ha estensione di 10 metri di raggio dal punto di captazione, deve essere adeguatamente protetta e deve essere adibita esclusivamente a opere di captazione o presa e ad infrastrutture di servizio.

Zona di rispetto

La zona di rispetto è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta; nella zona di rispetto sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:

- a) Dispersione di fanghi e acque reflue, anche se depurati;
- b) Accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
- c) Spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;

- d) Dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade;
- e) Aree cimiteriali;
- f) Apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;
- g) Apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione dell'estrazione ed alla protezione delle caratteristiche qualitative quantitative della risorsa idrica;
- h) Gestione di rifiuti;
- i) Stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- j) Centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- k) Pozzi perdenti;
- l) Pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. È comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.

Per gli insediamenti o le attività di cui sopra, preesistenti, ove possibile, e comunque ad eccezione delle aree cimiteriali, sono adottate le misure per il loro allontanamento; in ogni caso deve essere garantita la loro messa in sicurezza.

Nella D.G.R. 10/04/2003 n. 7/12693 sono descritti i criteri e gli indirizzi in merito alla realizzazione di strutture e all'esecuzione di attività ex novo nelle zone di rispetto delle opere di captazione esistenti; in particolare, all'interno dell'All. 1 – punto 3 della detta delibera, sono elencate le direttive per la disciplina delle seguenti attività all'interno delle zone di rispetto:

- 3.1 Realizzazione di fognature;
- 3.2 Realizzazione di opere e infrastrutture di edilizia residenziale e relativa urbanizzazione;
- 3.3 Realizzazione di infrastrutture viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio;
- 3.4 Pratiche agricole.

Per quanto riguarda la realizzazione di fognature (punto 3.1) la delibera cita le seguenti disposizioni:

I nuovi tratti di fognatura da situare nelle zone di rispetto devono:

- Costituire un sistema a tenuta bidirezionale, cioè dall'interno verso l'esterno e viceversa, e recapitare esternamente all'area medesima;
- Essere realizzati evitando, ove possibile, la presenza di manufatti che possano costituire elemento di discontinuità, quali i sifoni e opere di sollevamento.

Ai fini della tenuta, tali tratti potranno in particolare essere realizzati con tubazioni in cunicolo interrato

dotato di pareti impermeabilizzate, avente fondo inclinato verso l'esterno della zona di rispetto, e corredata di pozzetti rompitratta i quali dovranno possedere analoghe caratteristiche di tenuta ed essere ispezionabili, oggetto di possibili manutenzioni e con idonea capacità di trattenimento.

In alternativa, la tenuta deve essere garantita con l'impiego di manufatti in materiale idoneo e valutando le prestazioni nelle peggiori condizioni di esercizio, riferite nel caso specifico alla situazione di livello liquido all'intradosso dei chiusini delle opere d'arte.

Nella Zona di Rispetto di una captazione da acquifero non protetto:

- Non è consentita la realizzazione di fosse settiche, pozzi perdenti, bacini di accumulo di liquami e impianti di depurazione;
- È in generale opportuno evitare la dispersione di acque meteoriche, anche provenienti da tetti, nel sottosuolo e la realizzazione di vasche di laminazione e di prima pioggia.

Per tutte le fognature nuove (principali, secondarie, allacciamenti) insediate nella Zona di Rispetto sono richieste le verifiche di collaudo.

I progetti e la realizzazione delle fognature devono essere conformi alle condizioni evidenziate e la messa in esercizio delle opere interessate è subordinata all'esito favorevole del collaudo.

Per quanto riguarda la realizzazione di opere e infrastrutture di edilizia residenziale e relativa urbanizzazione (punto 3.2), al fine di proteggere le risorse idriche captate i Comuni, nei propri strumenti di pianificazione urbanistica, favoriscono la destinazione delle zone di rispetto dei pozzi destinati all'approvvigionamento potabile a "verde pubblico", ad aree agricole o ad usi residenziali a bassa densità urbanistica.

Nelle zone di rispetto:

- Per la progettazione e la costruzione degli edifici e delle infrastrutture di pertinenza non possono essere eseguiti sondaggi e indagini di sottosuolo che comportino la creazione di vie preferenziali di possibile inquinamento della falda;
- Le nuove edificazioni possono prevedere volumi interrati che non dovranno interferire con la falda captata, in particolare dovranno avere una distanza non inferiore a 5 m dalla superficie freatica, qualora l'acquifero freatico sia oggetto di captazione. Tale distanza dovrà essere determinata tenendo conto delle oscillazioni piezometriche di lungo periodo (indicativamente 50 anni).

In tali zone, inoltre, non è consentito:

- La realizzazione, a servizio delle nuove abitazioni, di depositi di materiali pericolosi non gassosi,

anche in serbatoi di piccolo volume a tenuta, sia sul suolo sia nel sottosuolo;

- L'insediamento di condotte per il trasporto di sostanze pericolose non gassose;
- L'utilizzo di diserbanti e fertilizzanti all'interno di parchi e giardini, a meno di non utilizzare sostanze antiparassitarie che presentino una ridotta mobilità dei suoli.

Nelle zone di rispetto è consentito l'insediamento di nuove infrastrutture viarie e ferroviarie (punto 3.3), fermo restando il rispetto delle prescrizioni di seguito specificate.

- Le infrastrutture viarie a elevata densità di traffico (autostrade, strade statali, provinciali, urbane a forte transito) devono essere progettate e realizzate in modo da garantire condizioni di sicurezza dallo sversamento ed infiltrazione di sostanze pericolose in falda, prevedendo allo scopo un manto stradale o un cassonetto di base impermeabile e una sistema per l'allontanamento delle acque di dilavamento che convogli gli scarichi al di fuori della zona indicata o nella fognatura realizzata in ottemperanza alle condizioni in precedenza riportate;
- Lungo tali infrastrutture non possono essere previsti piazzali per la sosta, per il lavaggio di mezzi di trasporto o per il deposito, sia sul suolo sia nel sottosuolo, di sostanze pericolose non gassose;
- Lungo gli assi ferroviari non possono essere realizzati binari morti adibiti alla sosta di convogli che trasportano sostanze pericolose.

Nei tratti viari o ferroviari che attraversano la zona di rispetto è vietato il deposito e lo spandimento di sostanze pericolose, quali fondenti stradali, prodotti antiparassitari ed erbicidi, a meno di non utilizzare sostanze che presentino una ridotta mobilità nei suoli.

Per le opere viarie o ferroviarie da realizzare in sottosuolo deve essere garantita la perfetta impermeabilizzazione delle strutture di rivestimento e le stesse non dovranno interferire con l'acquifero captato, in particolare dovrà essere mantenuta una distanza di almeno 5 m dalla superficie freatica, qualora l'acquifero freatico sia oggetto di captazione. Tale distanza dovrà essere determinata tenendo conto delle oscillazioni piezometriche di lungo periodo (indicativamente 50 anni).

È opportuno favorire la costruzione di cunicoli multiuso per il posizionamento di varie infrastrutture anche in tempi successivi, in modo da ricorrere solo in casi eccezionali ad operazioni di scavo all'interno della zona di rispetto.

Nelle zone di rispetto (punto 3.4-pratiche agricole) sono consigliate coltivazioni biologiche, nonché bosco o prato stabile, quale ulteriore contributo alla fitodepurazione.

È vietato lo spandimento di liquami e la stabulazione, l'utilizzo di fertilizzanti di sintesi e di fanghi di origine urbana o industriale. Inoltre l'utilizzo di antiparassitari è limitato a sostanze che presentino una

ridotta mobilità all'interno dei suoli.

Nuovi pozzi ad uso potabile

L'ubicazione di nuovi pozzi ad uso potabile deve essere di norma prevista in aree non urbanizzate o comunque a bassa densità insediativa. L'accertamento della compatibilità tra le strutture e le attività in atto e la realizzazione di una nuova captazione, con la delimitazione della relativa zona di rispetto ai sensi della d.g.r. 15137/96, è effettuata dalla provincia sulla base degli studi prescritti, integrati dai risultati delle indagini effettuate sulle strutture e attività presenti nella zona medesima.

Aree scarsamente urbanizzate: la delimitazione della zona di rispetto è operata sulla base del criterio idrogeologico o temporale, non essendo consentita, per le nuove captazioni, l'applicazione del criterio geometrico. Allo scopo di proteggere le risorse idriche captate, i Comuni favoriscono, negli strumenti di pianificazione urbanistica, la localizzazione di pozzi captanti acque da acquiferi non protetti in aree a bassa densità abitativa.

Aree densamente urbanizzate: qualora un nuovo pozzo debba essere realizzato in aree densamente urbanizzate, con sfruttamento di acquiferi vulnerabili ai sensi della d.g.r. n. 15137/96, la richiesta di autorizzazione all'escavazione dovrà documentare l'assenza di idonee alternative sotto il profilo tecnico/economico.

La richiesta, fermi restando i contenuti previsti dalla citata deliberazione, sarà inoltre corredata da:

- L'individuazione delle strutture e attività presenti nella zona di rispetto;
- La valutazione delle condizioni di sicurezza della zona, contenente le caratteristiche e le verifiche idrologiche e di tenuta delle eventuali fognature presenti, documentate che mediante ispezioni, le modalità d'allontanamento delle acque, comprese quelle di dilavamento delle infrastrutture viarie e ferroviarie e di quelle eventualmente derivanti da volumi edificati soggiacenti al livello di falda;
- Il programma d'interventi per la messa in sicurezza della captazione, che potrà prevedere a tale fine interventi sulle infrastrutture esistenti, identificando i relativi costi e tempi di realizzazione.

Nel caso considerato, non essendo possibile la delimitazione di una vera e propria zona di rispetto, il criterio di protezione della captazione sarà di tipo dinamico e la concessione di derivazione d'acqua indicherà le prescrizioni volte alla tutela della qualità della risorsa idrica interessata, quali la realizzazione del predetto programma degli interventi, la messa in opera di piezometri per il controllo lungo il flusso di falda e la previsione di programmi intensivi di controllo della qualità delle acque emunte.

Articolo 8 - GESTIONE DELLE ACQUE SUPERFICIALI, SOTTERRANEE E DI SCARICO

I principali riferimenti normativi, a cui si rimanda, per la gestione delle acque superficiali e sotterranee sono:

- **PAI-Autorità di Bacino del fiume Po:** persegue l'obiettivo di garantire al territorio del bacino un livello di sicurezza adeguato rispetto ai fenomeni di dissesto idraulico ed idrogeologico. Tra i principi fondamentali del PAI vi è quello di mantenere/aumentare la capacità di deflusso dell'alveo, migliorare le condizioni di funzionalità idraulica ai fini principali dell'invaso e delle laminazioni delle piene, porre dei limiti alle portate scaricate dalle reti di drenaggio artificiali.
- **Programma di Tutela ed Uso delle Acque (PTUA)**
- **D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152:** costituisce il riferimento normativo principale sugli obiettivi di qualità ambientale e sugli strumenti di tutela delle acque superficiali e sotterranee.
- **Legge Regionale 12 dicembre 2003 n 26 – Disciplina dei servizi di interesse economico generale. Norme in materi di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche.**
- **Regolamento Regionale 24 marzo 2006 n. 2 - Disciplina dell'uso delle acque superficiali e sotterranee, dell'utilizzo delle acque a uso domestico, del risparmio idrico e del riutilizzo dell'acqua in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera c) della legge regionale 12 dicembre 2003 n. 26.** Il presente regolamento disciplina l'uso delle acque superficiali e sotterranee, l'utilizzo delle acque a uso domestico, il risparmio idrico e il riutilizzo dell'acqua, ivi compreso l'uso per scambio termico, delle acque sotterranee rinvenute a profondità inferiori a 400 metri nel caso in cui presentino una temperatura naturale inferiore a 25 gradi centigradi.
- **Regolamento Regionale 24 marzo 2006 n. 3 – Disciplina e regime autorizzativo degli scarichi di acque reflue domestiche e di reti fognarie, in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003 n. 26.** Il presente regolamento disciplina gli scarichi di acque reflue domestiche e di acque reflue ad esse assimilate; disciplina gli scarichi delle reti fognarie; definisce il regime autorizzativo degli scarichi di acque reflue domestiche, di acque reflue assimilate e di reti fognarie; disciplina i campionamenti e gli accertamenti analitici.
- **Regolamento Regionale 24 marzo 2006 n. 4 – Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera**

a) della legge regionale 12 dicembre 2003 n. 26. Il presente regolamento disciplina lo smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne.

- **Regolamento Regionale 23 novembre 2017 n. 7 – Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005 n. 12 (Legge per il governo del territorio), così come modificato dal Regolamento Regionale 19 aprile 2019 n. 8 – Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica.**

Il presente regolamento, al fine di perseguire l'invarianza idraulica e idrogeologica delle trasformazioni d'uso del suolo e di conseguire, tramite la separazione e gestione locale delle acque meteoriche e monte dei recettori, la riduzione quantitativa dei deflussi, il progressivo riequilibrio del regime idrologico e idraulico e la conseguente attenuazione del rischio idraulico, nonché la riduzione dell'impatto inquinante sui corpi idrici ricettori tramite la separazione e la gestione locale delle acque meteoriche non esposte ad emissioni e scarichi inquinanti, definisce criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica. Definisce inoltre criteri e metodi per la disciplina, nei regolamenti edilizi, delle modalità per conseguimento dell'invarianza idraulica e idrologica.

Il Comune di Brezzo di Bedero è dotato del *Documento semplificato del Rischio Idraulico*, ai sensi dell'art. 14 del suddetto regolamento regionale, redatto dallo scrivente studio geoSferA nell'ottobre 2020 e a cui si rimanda per la lettura dettagliata dei contenuti.

Articolo 9 – NORME AMBIENTALI

1) Tutela della qualità dei suoli

Indipendentemente dalla classe di fattibilità di appartenenza, stante il grado di vulnerabilità, potranno essere proposti e predisposti o richiesti sistemi di controllo ambientale per gli insediamenti con scarichi industriali, stoccaggio temporaneo di rifiuti pericolosi e/o materie prime che possono dar luogo a rifiuti pericolosi al termine del loro ciclo produttivo.

I sistemi di controllo ambientale potranno essere costituiti, in relazione alla tipologia dell'insediamento produttivo, da:

- realizzazione di piezometri per il controllo idrochimico della falda, da posizionarsi a monte ed a valle dell'insediamento (almeno 2 piezometri);

- esecuzione di indagini negli strati superficiali del terreno insaturo dell'insediamento, per l'individuazione di eventuali contaminazioni in atto, la cui tipologia e strettamente condizionata dal tipo di prodotto utilizzato e indagini con analisi dei gas interstiziali per quelle volatili.

Tali sistemi e indagini di controllo ambientale saranno da attivare nel caso in cui nuovi insediamenti, ristrutturazioni, ridefinizioni abbiano rilevanti interazioni con la qualità del suolo, del sottosuolo e delle risorse idriche, e potranno essere richiesti dall'Amministrazione Comunale ai fini del rilascio di concessioni edilizie e/o rilascio di nulla osta esercizio attività, ad esempio nei seguenti casi:

- nuovi insediamenti produttivi potenzialmente a rischio inquinamento;
- subentro di nuove attività in aree già precedentemente interessate da insediamenti potenzialmente a rischio di inquinamento per le quali vi siano ragionevoli dubbi di una potenziale contaminazione dei terreni;
- ristrutturazioni o adeguamenti di impianti e strutture la cui natura abbia relazione diretta o indiretta con il sottosuolo e le acque, quali ad esempio rifacimenti di reti fognarie interne, sistemi di raccolta e smaltimento acque di prima pioggia, impermeabilizzazioni e pavimentazioni, asfaltatura piazzali, rimozione o installazione di serbatoi interrati di combustibili, ecc.

2) Bonifica siti contaminati e riconversione aree industriali dismesse

Per le aree industriali dismesse e le zone ove si abbia fondata ragione di ritenere che vi sia un'alterazione della qualità del suolo, previa verifica dello stato di salubrità dei suoli mediante indagini preliminari, ogni intervento è subordinato all'esecuzione del Piano della Caratterizzazione ed alle eventuali bonifiche secondo le procedure di cui al D.Lgs. 3 aprile 2006, n.152 e s.m.i..

Tali sistemi e indagini di controllo ambientale saranno da attivare nel caso in cui nuovi insediamenti (la cui tipologia edificatoria può essere condizionata dai limiti raggiunti al termine degli interventi di bonifica), ristrutturazioni, cambi di destinazioni abbiano rilevanti interazioni con la qualità del suolo, del sottosuolo e delle risorse idriche, e potranno essere richiesti dall'Amministrazione Comunale ai fini del rilascio di concessioni edilizie e/o rilascio di nulla osta esercizio d'attività, ad esempio nei seguenti casi:

- ✓ Nuovi insediamenti produttivi potenzialmente a rischio di inquinamento;
- ✓ Subentro di nuove attività in aree già precedentemente interessate da insediamenti potenzialmente a rischio di inquinamento per le quali vi siano ragionevoli dubbi di una potenziale contaminazione dei terreni;
- ✓ Cambi di destinazione d'uso;

- ✓ Ristrutturazioni o adeguamenti di impianti e strutture la cui natura abbia relazione diretta o indiretta con il sottosuolo e le acque, quali ad esempio rifacimenti di reti fognarie interne, sistemi di raccolta e smaltimento acque di prima pioggia, impermeabilizzazioni e pavimentazioni, asfaltatura piazzali, rimozione o installazione di serbatoi interrati di combustibili.

3) Trattamento terre e rocce da scavo

La disciplina per la gestione delle terre e rocce da scavo è regolamentata dal D.P.R. 13 giugno 2017 n. 120 – *“Regolamento recante la disciplina della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell’articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014 n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014 n. 164”*. Il decreto ha la finalità di migliorare l’uso delle risorse naturali e di prevenire la produzione dei rifiuti. Tali finalità sono perseguiti stabilendo i criteri qualitativi e quantitativi da soddisfare affinché i materiali da scavo siano classificabili come sottoprodotti e non come rifiuti. Le terre e rocce da scavo, ottenute quali sottoprodotti, possono essere utilizzate per reinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati purché sia accertato che non provengono da siti contaminati o sottoposti ad interventi di bonifica, e che le loro caratteristiche chimiche e chimico-fisiche siano tali che il loro impiego nel sito prescelto non determini rischi per la salute e per la qualità delle matrici ambientali interessate ed avvenga nel rispetto delle norme di tutela delle acque superficiali e sotterranee.

4) Scarichi acque

Nel caso di richieste di scarico acque si dovrà fare riferimento alla normativa vigente in materia di tutela delle acque all’inquinamento, come il D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. al quale si affiancano le disposizioni dei Regolamenti Regionali del 24-03-2006, pubblicati sul BURL n. 13 del 28-03-2006:

- “Disciplina e regime autorizzatorio degli scarichi di acque reflue domestiche e di reti fognarie, in attuazione dell’art.52 comma 1, lettera a) della Legge Regionale 12-12-2003 n.26”;
- “Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell’art.52 comma 1, lettera a) della Legge Regionale 12-12-2003 n. 26”.

Articolo 10 – NORME SIMICHE

Nel territorio di Brezzo di Bedero sono state individuate le seguenti classi di Pericolosità Sismica Locale:

Z1a – Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi

Z1b – Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti

Z1c – Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio frana

In caso di evento sismico gli effetti attesi sono riconducibili a effetti di instabilità.

Z3a – Zona di ciglio H>10 m (scarpata, bordo cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc)

In caso di evento sismico gli effetti attesi sono riconducibili ad amplificazioni topografiche.

Z4a – Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi.

Z4b – Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre

Z4c – Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)

In caso di evento sismico gli effetti attesi sono riconducibili ad amplificazioni litologiche e geometriche.

Z5 – Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto differenti

In caso di evento sismico gli effetti attesi sono riconducibili a componenti differenziali.

Essendo il comune di Brezzo di Bedero classificato in zona sismica 4 sono da prevedere, in caso vengano realizzate costruzioni strategiche e rilevanti (di cui al D.D.U.O. n. 19904/2003):

- Scenari PSL Z1: definizione delle azioni sismiche di progetto a mezzo di approfondimenti relativi agli aspetti sismici per instabilità, mediante le procedure di cui alla d.g.r. 30 marzo 2016 n. X/5001 (App5-INSTABILITA');
- Scenari Z3, Z4 e Z5: definizione delle azioni sismiche di progetto a mezzo di approfondimenti relativi agli aspetti sismici di amplificazione t, mediante le procedure di cui alla d.g.r. 30 marzo 2016 n. X/5001 (App5-AMPLIFICAZIONE);

Ai lavori relativi a opere pubbliche o private localizzate nelle zone dichiarate sismiche, comprese le varianti influenti sulla struttura che introducano modifiche tali da rendere l'opera stessa, in tutto o in parte, strutturalmente diversa dall'originale o che siano in grado di incidere sul comportamento sismico complessivo della stessa, di cui all'art. 93, comma 1, del D.P.R. 380/2001, si dovranno applicare, ai sensi della D.G.R. n. X/2015, le linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica, ai sensi degli artt. 3, comma 1 e 13 della L.R. 33/2015.

Prima dell'avvio dei lavori, essendo il Comune di Brezzo di Bedero in zona sismica 4, si dovrà obbligatoriamente depositare tutta la documentazione relativa al progetto, come previsto dall'allegato 4 “contenuto minimo della documentazione e dell'istanza” della D.G.R. n. X/2015. Le istanze dovranno

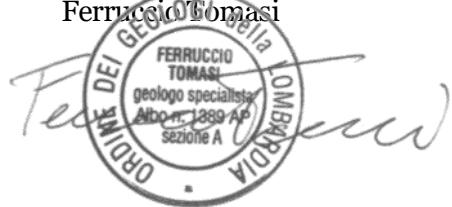
essere presentate compilando una modulistica on-line, attraverso un sistema informativo appositamente dedicato.

L'Amministrazione comunale dovrà effettuare sia un controllo sistematico degli interventi relativi a opere o edifici pubblici o, in genere, edifici destinati a servizi pubblici essenziali, ovvero progetti relativi ad opere comunque di particolare rilevanza sociale o destinate allo svolgimento di attività, che possono risultare, in caso di evento sismico, pericolose per la collettività, sia un controllo "a campione" su tutti gli altri tipi di edifici.

Gaggiano, ottobre 2020

GeoSFerA
Studio Associato di Geologia

Dott. Geol.
Ferruccio Tomasi





COMUNE DI BREZZO DI BEDERO
VIA ROMA N. 60 – 21010 BREZZO DI BEDERO (VA)

**VARIANTE GENERALE AL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO
STUDIO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO
AGGIORNAMENTO E REVISIONE**

Ai sensi della d.g.r. n. IX/2616 del 30/11/2011 e della d.g.r. n. X/6738 del 19/06/2017



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Ottobre 2020



Studio Associato di Geologia
Sede legale: via Rossini 18, 21100 Varese
Sede operativa: via F. Turati 31, 20083 Gaggiano (MI)

IL TECNICO
Dott. Geol.
Turasi



SOMMARIO

PREMESSA	3
ARTICOLAZIONE DELLO STUDIO E ASPETTI METODOLOGICI	5
PRIMA PARTE	7
FASE DI ANALISI	7
1 RICERCA STORICA E BIBLIOGRAFICA E QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO.....	7
1.1 Documentazione preesistente	7
1.2 Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Varese (PTCP).....	9
1.3 Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA)	10
2 INQUADRAMENTO METEO CLIMATICO	14
3 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA	24
3.1 Geologia.....	24
3.1.1 INQUADRAMENTO STRUTTURALE	24
3.1.2 LITOSTRATIGRAFICA	26
3.1.3 DESCRIZIONE DELLE SEZIONI STRATIGRAFICHE	32
3.2 Geomorfologia.....	38
3.2.1 CARATTERI GEOMORFOLOGICI GENERALI.....	38
3.2.2 ELABORAZIONE DEL MODELLO DIGITALE DEL TERRENO – IDENTIFICAZIONE CLASSI DI ACCLIVITÀ ...	40
3.2.3 DINAMICA GEOMORFOLOGICA.....	41
3.2.4 ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DA FRANE	44
4 INQUADRAMENTO LITOTECNICO	55
5 IDROGRAFIA.....	57
5.1 Reticolo idrico principale.....	57
5.2 Reticolo idrico minore.....	58
6 IDROGEOLOGIA.....	61
6.1 Classificazione delle unità idrogeologiche	61
6.2 Assetto idrostrutturale.....	63
6.3 Censimento pozzi e sorgenti.....	65
7 PERICOLOSITÀ SISMICA	66
7.1 Introduzione	66
7.2 Analisi della sismicità del territorio	67
7.2.1 SISMEOLOGIA STORICA E MACROISMICA	67
7.2.2 SORGENTI SISMOGENETICHE.....	69
7.3 Pericolosità sismica di base	69
7.4 Pericolosità sismica locale	71
7.4.1 PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE PER IL TERRITORIO DI BREZZO DI BEDERO: ANALISI DI I LIVELLO... ..	73
SECONDA PARTE.....	76
FASE DI SINTESI E VALUTAZIONE	76

8	QUADRO DEI VINCOLI NORMATIVI PRESENTI SUL TERRITORIO	76
8.1	<i>Vincoli derivati dalla Pianificazione di Bacino-Piano per l'Assetto Idrogeologico</i>	76
8.1.1	PIANO DI GESTIONE DEI RISCHI DI ALLUVIONI (PGRA).....	77
8.2	<i>Vincoli di Polizia Idraulica</i>	78
8.3	<i>Salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile</i>	78
9	SINTESI DELLE CONOSCENZE ACQUISITE	79
9.1	<i>Ambiti di pericolosità e vulnerabilità rinvenuti sul territorio.....</i>	79
9.1.1	AREE PERICOLOSE DAL PUNTO DI VISTA DELL'INSTABILITÀ DEI VERSANTI.....	79
9.1.2	AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO E IDROGEOLOGICO.....	80
9.1.3	AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDROGEOLOGICO E CHE PRESENTANO SCADENTI CARATTERISTICHE GEOTECNICHE.....	81
9.1.4	AREE SENZA PARTICOLARI FENOMENI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI.....	81
	TERZA PARTE.....	82
	FASE DI PROPOSTA.....	82
10	FATTIBILITA' GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO	82
10.1	<i>Classe di fattibilità geologica 4 – fattibilità con gravi limitazioni.....</i>	83
10.2	<i>Classe di fattibilità geologica 3 – fattibilità con consistenti limitazioni</i>	83
10.3	<i>Classe di fattibilità geologica 2 – fattibilità con modeste limitazioni</i>	84
11	CARTA PAI-PGRA	85

PREMESSA

Con Delibera di Consiglio Comunale n. 8 del 11 giugno 2013 è stato approvato il Piano di Governo del Territorio (P.G.T.) di Brezzo di Bedero, già adottato con deliberazione di Consiglio Comunale n. 22 del 28 dicembre 2012. Il P.G.T. è entrato ufficialmente in vigore il 9 aprile 2014 con pubblicazione sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia serie avvisi e concorsi n. 15. Tra i documenti tecnici di supporto al P.G.T. è presente lo studio Geologico, Idrogeologico e Sismico, redatto da Idrogea Servizi S.r.l. nell'aprile 2010, conformemente ai criteri della d.g.r. n. VIII/7374 del 28 maggio 2008.

Nel 2011, con d.g.r. n. IX/2616, è stato emanato l'aggiornamento dei *“Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, [...] , approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008 n. 8/7374”*.

Il 19 giugno 2017 con d.g.r. n. X/6738 sono poi entrate in vigore, a integrazione dei criteri della d.g.r. n. IX/2616/2011, le disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA). *Le amministrazioni e gli enti pubblici, nell'ambito delle procedure di propria competenza, prendono atto dei contenuti del PGRA, in particolare delle mappature della pericolosità e del rischio, delle informazioni associate, relative alle caratteristiche dell'alluvione potenziale e della normativa vigente su tali aree, già presente nelle Norme di Attuazione del PAI così come approvato con DPCM 24 maggio 2001, introdotta da nuovo Titolo V delle N.d.A. del PAI nonché delle dette disposizioni e ne tengono conto da subito in sede di attuazione dei propri strumenti pianificatori e in funzione dei loro successivi aggiornamenti e riesami.*

Ulteriori integrazioni alla d.g.r. n. IX/2616/2011 sono state emanate il 9 settembre 2019 con d.g.r. n. 2120, con cui è stato aggiornato l'Allegato 1 che riporta l'elenco degli studi e dati geografici di riferimento per la redazione e aggiornamento della componente geologica del P.G.T.

L'Amministrazione comunale di Brezzo di Bedero, non avendo ancora definito il reticolo idrico di propria competenza, ha dato incarico allo scrivente di redigere uno studio volto all'identificazione del Reticolo Idrico Minore e del relativo Documento di Polizia Idraulica, in attuazione ai criteri ed indirizzi di cui alla d.g.r. 18 dicembre 2017 n. X/7581.

Pertanto è sorta la necessità, avviato il procedimento di variante generale al Piano di Governo del Territorio, di predisporre un aggiornamento/revisione parziale al vigente studio relativo alla Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica; aggiornamento che da un lato riguarda il recepimento delle disposizioni di attuazione del PGRA e del nuovo Documento di Polizia Idraulica e dall'altro lo integra con una valutazione della pericolosità potenziale da frane (cfr. art. 82 e 84 delle N.d.A del P.T.C.P.) e conseguente ridefinizione degli scenari di pericolosità sismica locale.

In sintesi, quindi, sono aggiornati e integrati rispetto allo studio geologico vigente, i seguenti elaborati:

- Relazione illustrativa: per completezza e facilità di lettura la presente relazione illustrativa riporta integralmente i contenuti del precedente studio geologico dell'aprile 2010, fatti salvi i capitoli e gli specifici contenuti che si è ritenuto di aggiornare, revisionare e integrare anche a fronte di nuove analisi. I contenuti originali sono riportati con **testo in corsivo** per distinguerli da quanto aggiunto come aggiornamento presente.
- Predisposizione di un'analisi della pericolosità potenziale da frane (ai sensi dell'art. 82 delle NdA del PTCP di Varese) con metodo SINMAP.

- Revisione degli scenari di Pericolosità Sismica Locale di I livello.
- Predisposizione della Carta PAI-PGRA, in recepimento della mappa di pericolosità della Direttiva Alluvioni, con proposta di aggiornamento eliminando le aree esondabili del lago Maggiore precedentemente classificate ai sensi dell'art. 9 delle NdA del PAI come *“Esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio lungo le aste dei corsi d’acqua, coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità media o moderata (Em)”*, ora tracciate omogeneamente sull’intero tratto lacuale in riferimento ai valori di quota per le tre piene di riferimento riportati in allegato 4 alla d.g.r. n. X/6738 del 19/06/2017.
- Aggiornamento parziale della Carta dei Vincoli geologici e relativo quadro normativo in recepimento delle norme di indirizzo della Direttiva Alluvioni, nonché al nuovo Documento di Polizia Idraulica (geoSFerA Studio Associato di Geologia, agosto 2020).
- Aggiornamento e revisione della Carta di Sintesi.
- Aggiornamento della Carta di Fattibilità Geologica per le azioni di Piano.
- Revisione delle Norme Geologiche di Piano

ARTICOLAZIONE DELLO STUDIO E ASPETTI METODOLOGICI

L'aggiornamento parziale dello studio Geologico, Idrogeologico e Sismico vigente, fa riferimento a quanto indicato nella d.g.r. 30 novembre 2011 n. IX/2616 – “Aggiornamento dei Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione della l.r. 11 marzo 2005 n. 12 [...]” e s.m.i.

Pertanto il presente studio risulta così articolato:

- Relazione illustrativa;
- Norme geologiche di piano;
- Elaborati cartografici

Relativamente al processo di acquisizione, elaborazione e restituzione dei dati questo si fonda su fasi di lavoro fra loro concatenate ed in logica successione:

1) Fase di analisi, che comprende a sua volta:

- Ricerca storica e bibliografica, cartografia di inquadramento. Non avendo, a grandi linee, riscontrato modifiche nell'assetto geologico, geomorfologico e idrogeologico del territorio, sono stati tenuti validi i contenuti e le informazioni, sia descrittivi sia cartografici, riportati nello studio Geologico, Idrogeologico e Sismico dell'aprile 2010.
- Studio di dettaglio, relativo alla valutazione della pericolosità potenziale da frane.
- Analisi della pericolosità sismica. È stata rivista l'analisi di I Livello della Pericolosità Sismica Locale.

2) Fase di sintesi e valutazione: questa fase è definita tramite:

- Vincoli: sono individuate le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative in vigore di contenuto prettamente geologico. In particolare viene aggiornato il quadro dei vincoli geologici esistente, recependo il nuovo Documento di Polizia Idraulica e la proposta di aggiornamento al PAI-PGRA vigente.
- Sintesi: consiste essenzialmente in una valutazione incrociata di tutti gli elementi emersi nella precedente fase di analisi, in cui vengono rappresentate aree omogenee dal punto di vista della pericolosità geologica e della vulnerabilità idrogeologica del territorio comunale. La carta di sintesi mantiene per lo più le aree omogenee definite nello studio geologico vigente, tenendo conto dell'analisi della pericolosità da frane e gli ambiti connessi ai diversi scenari di pericolosità derivanti dal PGRA.

3) Fase di proposta: definita attraverso la redazione di:

- Fattibilità geologica e delle norme geologiche di piano: viene proposto un aggiornamento parziale della carta di fattibilità geologica e una revisione delle norme geologiche di piano, in recepimento delle valutazioni di dettaglio effettuate.
- Carta PAI-PGRA: in riferimento alla d.g.r. 19 giugno 2017 n. X/6738 viene redatta la carta PAI-PGRA, in cui vengono recepiti i contenuti del PAI e del PGRA vigenti, includendo la proposta di modifica derivanti dalla perimetrazione delle aree allagabili lacustri e conseguente eliminazione delle aree Em PAI.

Gli elaborati cartografici, allegati al presente aggiornamento, sono stati redatti utilizzando come base topografica il Data Base Topografico regionale (realizzato dalla Comunità Montana Valli del Verbano), con sistema di coordinate UTM-WGS84.

In particolare sono stati aggiornati i seguenti elaborati cartografici (indicati con “*”), che andranno a sostituire le rispettive tavole indicate al vigente studio della Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica:

- Tavola 5* Carta della rete idrografica ed elementi di dinamica geomorfologica (scala 1:5.000);
- Tavola 6* Carta della Pericolosità Sismica Locale (scala 1:5.000);
- Tavola 7* Carta dei vincoli geologici (scala 1:5.000);
- Tavola 8* Carta di Sintesi (scala 1:5.000);
- Tavola 9* Carta di Fattibilità Geologica (scala 1:5.000);
- Tavola 10* Carta di Fattibilità geologica con elementi di Pericolosità Sismica Locale (scala 1:5.000);
- Tavola 11* Carta PAI-PGRA (scala 1:5.000).

Si ricorda sempre che trattandosi di un lavoro che ha lo scopo di delineare le caratteristiche e gli effetti della componente geologica sulla pianificazione comunale, tutti gli elementi raccolti nelle fasi descritte hanno questa specifica vocazione. Pertanto gli elaborati descrittivi e cartografici hanno puramente una funzione di supporto alla pianificazione urbanistica e territoriale e non possono essere considerati come esaustivi di problematiche geologico – tecniche specifiche. In particolare, le informazioni o i dati deducibili dalla cartografia allegata al presente documento non possono venire utilizzati per la soluzione di problemi progettuali a carattere puntuale e non devono in alcun modo essere considerati sostitutivi delle indagini geognostiche di maggior dettaglio prescritte dal D.M. 17 gennaio 2018 – “Norme tecniche per le costruzioni”.

PRIMA PARTE

FASE DI ANALISI

1 RICERCA STORICA E BIBLIOGRAFICA E QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO

Al fine della conoscenza e dell'inquadramento generale del territorio di Brezzo di Bedero, la ricerca di informazioni bibliografiche si è basata sulla raccolta della documentazione esistente (già utilizzata per la redazione dello studio dell'aprile 2010 a cura di Idrogea Servizi S.r.l.) presso:

- *archivio comunale;*
- *informazioni raccolte durante i rilievi di campo;*
- *documentazione tecnica di carattere generale disponibile, riguardante gli aspetti geologici, idrogeologici, geotecnici ed idraulici del territorio.*

La ricerca si è basata anche sulla consultazione on line del geoPortale regionale e sull'analisi e il confronto con la seguente documentazione relativa agli strumenti di programmazione e pianificazione territoriale su scala sovracomunale:

- Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale-Provincia di Varese;
- Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA).

1.1 DOCUMENTAZIONE PREESISTENTE

Nella fase di analisi è stata effettuata una ricerca bibliografica ed una raccolta della documentazione tecnica di carattere generale disponibile, riguardante gli aspetti geologici, idrogeologici, geotecnici ed idraulici del territorio di Brezzo di Bedero e di seguito elencata.

- ✓ *AUTORITÀ AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE (A.A.T.O.) - PROVINCIA DI VARESE (2007): Studio Idrogeologico ed idrochimico della Provincia di Varese a supporto delle scelte di gestione delle risorse idropotabili (AA.VV.);*
- ✓ *BIGIOGGERO B., CASATI P., COLOMBO A. (1981): Carta tettonica delle Alpi Meridionali (alla scala 1:200.000). Foglio 31-Varese. Castellarin A. (a cura di). Pubblicazione n. 441, Progetto Finalizzato Geodinamica (S.P.5), C.N.R.;*
- ✓ *CESTARI F. (1990): Prove geotecniche in sito;*
- ✓ *CIVITA M. (1990): Legenda unificata per la carta della vulnerabilità intrinseca dei corpi idrici sotterranei/Unified legend for the aquifer pollution vulnerability maps. Pitagora Edit., Bologna, 13 p.;*
- ✓ *CIVITA M. (1991): La valutazione della vulnerabilità degli acquiferi. - Atti 1º Convegno Nazionale "Protezione e gestione delle acque sotterranee: Metodologie, Tecnologie ed Obiettivi". Marano s.P., 3, 39-86;*
- ✓ *CIVITA M., DE REGIBUS C., MARINI P. (1992): Metodologie di comparazione e comparazione di metodologie per la valutazione della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi all'inquinamento. - I Convegno nazionale dei giovani ricercatori di geologia applicata. Gargnano (BS), 22-23 ottobre 1991. Supplemento n.93 di Ricerca scientifica ed educazione permanente;*
- ✓ *COMUNITÀ MONTANA VALLI DEL LUINESE (2005): Piano di Emergenza Intercomunale per i comuni rivieraschi del Lago Maggiore (Approfondimento di Brezzo di Bedero) A cura dei Dott. Campoleoni e Brignoli;*
- ✓ *CNR - G.N.D.C.I - FRANCANI V, CIVITA M. (1988): Proposta di normativa per l'istituzione*

delle fasce di rispetto delle opere di captazione di acque sotterranee;

- ✓ DA ROLD Ornella (1990): *L'apparato glaciale del Lago Maggiore, settore orientale.* - Tesi di dottorato di ricerca, Dip. Scienze della Terra, Università di Milano;
- ✓ FUNARI E., BASTONE A., VOLTERRA L. (1992): *Acque potabili, Parametri chimici, chimico-fisici e indesiderabili;*
- ✓ IDROGEA SERVIZI (2009) - *Escavazione di nuovo pozzo a servizio del "Villaggio Olandese" – Relazione tecnica di fine lavori e delimitazione della Zona di Rispetto (Comm. Vereniging Villaggio Di Sunclass Bedero;*
- ✓ IDROGEA SERVIZI (2009) - *Relazione tecnica di supporto alla richiesta di escavazione di un pozzo sostitutivo ad uso potabile, igienico sanitario ed antincendio a servizio del "Villaggio Belmonte" di Brezzo di Bedero (Comm. Condominio Belmonte)*
- ✓ NANGERONI G. (1932): *Carta geologico-geognostica della Provincia di Varese. Regio Istituto Tecnico*
- ✓ NANGERONI G. (1965): *I terreni pleistocenici nell'anfiteatro morenico del Verbano e del territorio varesino - Estr. Atti Reg. Accad. Sc., TIspra*
- ✓ REGIONE LOMBARDIA & ENI-AGIP (2002): *Geologia degli acquiferi Padani della Regione Lombardia. S.EL.CA. (Firenze).*
- ✓ REGIONE LOMBARDIA, Direzione Generale Servizi di Pubblica Utilità, Unità Organizzativa Risorse Idriche (2006): *Programma di Tutela e Uso delle Acque.*
- ✓ REGIONE LOMBARDIA, Assessorato alla Sicurezza, Polizia Locale e Protezione Civile (2004): *Sviluppo di un sistema di gestione dei rischi idrogeologici nell'area del Lago Maggiore. Azione 2 - Pianificazione di emergenza sull'area del lago maggiore con particolare riguardo al rischio idrogeologico. P.I.C. Interreg IIIA Italia-Svizzera 2000-2006.*
- ✓ SOCIETÀ GEOLOGICA ITALIANA (1990): *Guide Geologiche Regionali "Alpi e Prealpi Lombarde" (Be Ma Editrice).*
- ✓ SOIL SURVEY STAFF - USDA (1992): *Keys to soil Taxonomy. 5th edition. SMSS technical monograph N. 19, Blacksburg, Virginia*
- ✓ SCHUMACHER (1990): *Alpine basement thrusts in the eastern Seenbirge, Southern Alps (Italy/Switzerland). Eclogae Geol. Helv., 83, 645-663*
- ✓ UGGERI (2005): *Pozzi comunali a servizio dell'Acquedotto di Brezzo di Bedero – Analisi dello stato delle opere di captazione (Comm. Comune di Brezzo di Bedero e Aspem S.p.A.)*
- ✓ UGGERI (2009): *Perforazione di un nuovo pozzo ad uso potabile a servizio dell'acquedotto di Brezzo di Bedero - Relazione tecnica finale e delimitazione della Zona di Rispetto (Comm. Aspem S.p.A.)*

La documentazione specifica acquisita presso l'ufficio comunale è la seguente:

- ✓ DORDI A. (1998): *Relazione Geologica (ai sensi della D.G.R.L. 18 maggio 1993, n 5/36147) - Piano Regolatore Generale (variante generale) - Comune di Brezzo di Bedero*
- ✓ MELONI F. (2006): *Studio per l'individuazione del reticololo idrografico minore. Relazione professionale per l'Amministrazione Comunale di Brezzo di Bedero*

Ad essa si sommano, oltre a quelli già citati nella bibliografia del precedente studio geologico comunale, alcuni recenti lavori professionali, rappresentati principalmente da indagini geotecniche a supporto della progettazione sempre forniti dall'U.T. comunale:

- ✓ MELONI F. (2005): *Fabbricati ad uso residenziale in Via Belmonte – Relazione Geologicotecnica* (committente *Il Trifoglio s.n.c.*);
- ✓ MELONI F. (2007): *Ristrutturazione fabbricato ad uso residenziale – Relazione Geologica* (committente *Geom. Giovanni Iemma*);
- ✓ MELONI F. (2007): *Progetto fabbricato plurifamiliare in via Germignaga* (committente *Gruppo Leccese s.a.s.*);
- ✓ MELONI F. (2007): *Fabbricato ad uso residenziale in via Beatrice* (committente: *n.d.*);
- ✓ BIANCHI D. (2009): *Realizzazione di una abitazione unifamiliare in via Beatrice a Brezzo di Bedero – Relazione geologica* (committente: *sig. Brenna Giancarlo*);
- ✓ DORDI A. (2003): *Costruzione di fabbricati ad uso residenziale in Via per Germignaga a Brezzo di Bedero (VA) – Relazione geologica* (committente: *Sig. Bruno Giuliani*);
- ✓ DORDI A. (2004): *Realizzazione del complesso residenziale “La Canonica” a Brezzo di Bedero (VA) – Relazione geologico-tecnica* (committente: *Hydra Immobiliare s.r.l.*);
- ✓ DORDI A. (2004): *Realizzazione di sei unità residenziali in Via Trieste a Brezzo di Bedero (VA)* (committente: *Gen.Co s.n.c.*);
- ✓ DORDI A. (2005): *Realizzazione nuovo edificio residenziale in via Trento a Brezzo di Bedero – Relazione geologica* (committente: *Sig.ra Tamara Ridder*);
- ✓ DE DOMINICIS D. (2005): *Indagine geognostica di supporto alla realizzazione di edificio plurifamiliare in Via Europa Unita a Brezzo di Bedero – Rapporto geologico tecnico ai sensi del D.M. 11/03/88 n.47* (committente *Studio Bignotti s.r.l.-Studio di engineering*).

Sono infine state acquisite tutte le stratigrafie disponibili dei pozzi presenti nel territorio comunale e nei comuni limitrofi (Germignaga, Brissago-Valtravaglia).

1.2 PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO DELLA PROVINCIA DI VARESE (PTCP)

Il PTCP della Provincia di Varese è stato approvato con Delibera di Consiglio Provinciale n. 27 del 11 aprile 2007 e pubblicato sul B.U.R.L. n. 18 del 2 maggio 2007.

Il PTCP è uno strumento per programmare il futuro del territorio perseguitandone lo sviluppo in forme ambientalmente compatibili e socialmente equi. Il campo di azione riguarda le destinazioni del territorio, la localizzazione delle principali linee di comunicazione e delle grandi attrezzature urbane, le aree protette e i Parchi Locali di Interesse Sovracomunale, l'assetto idrogeologico e la sostenibilità ambientale e la valorizzazione paesistica.

Come previsto dalla l.r. 12/05 la Provincia opera la verifica di compatibilità degli strumenti urbanistici comunali con il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale.

La valutazione di compatibilità è volta alla verifica della coerenza complessiva delle strategie e delle previsioni degli strumenti urbanistici rispetto agli indirizzi provinciali nonché al recepimento delle disposizioni di PTCP.

Nelle tematiche delle pericolosità naturali (idrauliche, idrogeologiche, sismiche e di versante), il PTCP ha compiti di programmazione generale e di indirizzo territoriale, predisponendo il Sistema informativo della pericolosità, costituito dalle banche dati relative alle geometrie degli alvei e relative opere di attraversamento, ai bacini idrogeologici, alle stime dell'entità del trasporto solido lungo le aste torrentizie minori, alle delimitazioni della pericolosità per i conoidi attivi, al monitoraggio dei movimenti franosi e delle acque sotterranee.

Nelle Norme di Attuazione vengono fornite specifiche disposizioni (indirizzi, programmi, direttive e prescrizioni) per la prevenzione del rischio idrogeologico e la difesa del suolo in generale. Tali norme sono state prese in considerazione nella stesura delle Norme di fattibilità geologica contenute nel presente documento.

In particolare, per quanto riguarda gli aspetti geologici ed ambientali del PTCP, sono stati presi in considerazione le NdA – Titolo IV “Rischio” e la cartografia relativa (RIS1-Carta del Rischio; RIS2-Carta Censimento dissesti; RIS3-Carta della pericolosità frane; RIS4-Carta della pericolosità frane di crollo; RIS5-Carta tutela risorse idriche).

1.3 PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI (PGRA)

Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, predisposto in attuazione del D.Lgs. 49/2010 di recepimento della Direttiva 2007/60/CE (“Direttiva Alluvioni”), è stato adottato con deliberazione 17 dicembre 2015 n. 4, approvato con deliberazione 3 marzo 2016 n. 2 dal Comitato Istituzionale dell’Autorità di bacino del fiume Po e successivamente con DPCM 27 ottobre 2016. Il Piano ha come finalità quella di ridurre le conseguenze negative derivanti dalle alluvioni per la salute umana, il territorio, i beni, l’ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali. A tal fine nel Piano vengono individuate le aree potenzialmente esposte a pericolosità per alluvioni, stimato il grado di rischio al quale sono esposti gli elementi che ricadono entro tali aree allagabili, individuate le “Aree a Rischio Significativo (ARS)” e impostate misure per ridurre il rischio medesimo, suddivise in misure di prevenzione, protezione, preparazione, ritorno alla normalità ed analisi, da attuarsi in maniera integrata.

La delimitazione e la classificazione delle aree allagabili sono contenute nelle mappe di pericolosità, la classificazione del grado di rischio al quale sono soggetti gli elementi esposti è rappresentata nelle mappe di rischio. Le mappe, aggiornate al 2019, contengono la delimitazione delle aree allagabili per diversi scenari di pericolosità [**P3/H**-aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti; **P2/M**-aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti; **P1/L**-aree potenzialmente interessate da alluvioni rare], in diversi “ambiti territoriali” [Reticolo principale di pianura e di fondovalle (RP); Reticolo secondario collinare e montano (RSCM); Reticolo secondario di pianura naturale e artificiale (RSP); Aree costiere lacuali (ACL)].

Le mappe di rischio classificano, secondo 4 gradi di rischio crescente [**R1**-rischio moderato o nullo; **R2**-rischio medio; **R3**-rischio elevato; **R4**-rischio molto elevato], gli elementi che ricadono entro le aree allagabili.

Le mappe di pericolosità e rischio, contenute nel PGRA, rappresentano un aggiornamento e integrazione del quadro conoscitivo rappresentato negli Elaborati del PAI in quanto:

- contengono la delimitazione delle aree allagabili su corsi d’acqua del Reticolo principale di pianura e di fondovalle (RP) non interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali PAI;
- aggiornano la delimitazione delle aree allagabili dei corsi d’acqua già interessati dalle delimitazioni delle fasce fluviali del PAI e per i corsi d’acqua Mella, Chiese e Serio la estendono verso monte;
- contengono la delimitazione delle aree allagabili in ambiti RSP e ACL non considerati nel PAI;
- contengono localmente aggiornamenti delle delimitazioni delle aree allagabili dei corsi d’acqua del reticolo secondario collinare e montano (RSCM) rispetto a quelle presenti nell’Elaborato 2 del PAI, così come aggiornato dai Comuni;
- classificano gli elementi esposti ricadenti entro le aree allagabili in quattro gradi di rischio crescente (da R1, rischio moderato a R4, rischio molto elevato).

Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, ai sensi dell'art.3 comma 1 del DPCM 27 ottobre 2016, costituisce stralcio funzionale del Piano di Bacino del distretto idrografico padano e ha valore di Piano territoriale di settore. Ai sensi dell'art. 3 comma 3 del DPCM 27 ottobre 2016, le amministrazioni e gli enti pubblici si conformano alle disposizioni del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni in conformità con l'art. 65, commi 4, 5 e 6 del D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 e successive modificazioni.

In particolare, nell'ambito delle procedure di propria competenza, le amministrazioni e gli enti pubblici:

- prendono atto dei contenuti del PGRA, in particolare delle mappature della pericolosità e del rischio, delle informazioni associate – relative alle caratteristiche dell'alluvione potenziale – e della normativa vigente su tali aree, già presente nelle N.d.A. del PAI così come approvato con DPCM 24 maggio 2001, introdotta dal nuovo Titolo V delle N.d.A. del PAI nonché delle disposizioni della d.g.r. n. X/6738 del 19 giugno 2017 tenendone conto da subito in sede di attuazione dei propri strumenti pianificatori e in funzione dei loro successivi aggiornamenti e riesami;
- ne veicolano il più possibile la conoscenza presso i propri portatori di interesse e i cittadini.

In comune di Brezzo di Bedero, come meglio descritto di seguito, sono presenti, come indicato nell'allegato 2 della d.g.r. n. X/6738 del 19 giugno 2017 "Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del piano di gestione dei rischi alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza [...]", aree allagabili per i seguenti ambiti:

Reticolo Secondario Collinare e Montano (RSCM)

L'ambito territoriale di riferimento è quello corrispondente alla parte montana e collinare del territorio regionale già oggetto, a seguito dell'approvazione del PAI, all'obbligo di effettuare le verifiche di compatibilità di cui all'art. 18 delle N.d.A. del PAI e proporre aggiornamento all'Elaborato 2 del PAI.

Le aree allagabili presenti nelle mappe PGRA, per l'ambito RSCM, corrispondono, per il comune di Brezzo di Bedero, alle aree già classificate ai sensi dell'art. 9 delle NdA del PAI come Em (ovvero esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio: aree a pericolosità media o moderata).

Tali aree erano state perimetrare e inserite nel quadro del dissesto PAI a seguito del verificarsi di fenomeni di esondazione lacustre durante episodi alluvionali particolarmente intensi, recependo quanto indicato nel "Piano di Emergenza Intercomunale per i comuni rivieraschi del Lago Maggiore – Approfondimento Brezzo di Bedero".

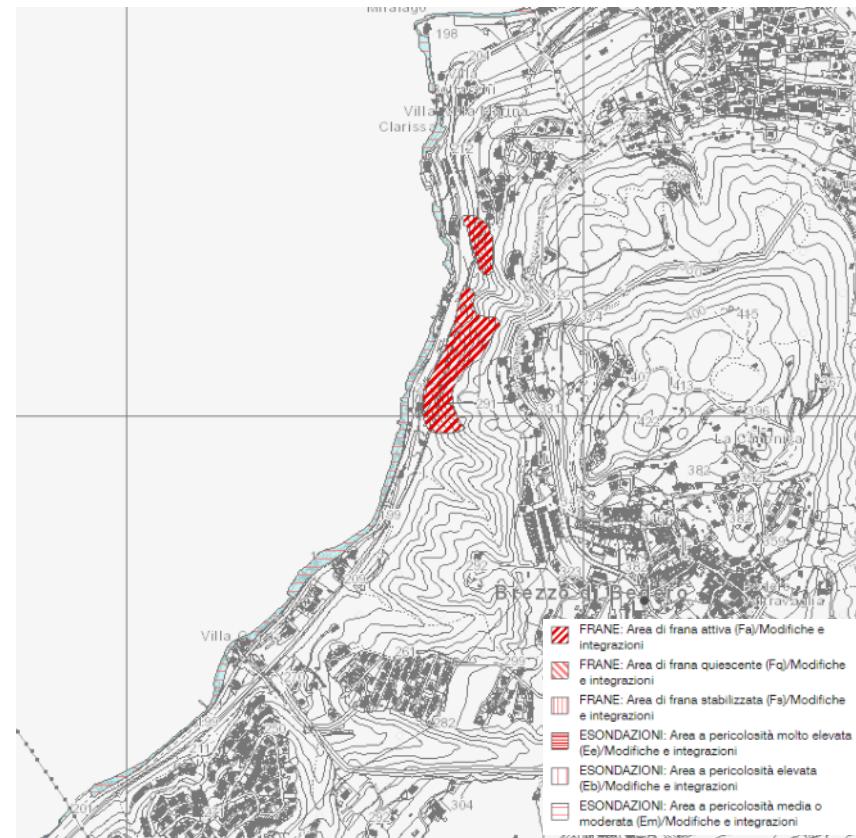


Fig. 1.1 – Sovrapposizione delle aree allagabili da PGRA (blu scuro: piena frequente; azzurro: piena rara) e gli ambiti Em di cui all'Elaborato 2 del PAI, in comune di Brezzo di Bedero.

Arearie Costiere Lacuali (ACL)

L'ambito ACL corrisponde al territorio che circonda i grandi laghi e che può essere influenzato, o che lo è già stato in passato, da esondazioni del lago medesimo. Nelle mappe di pericolosità del PGRA le aree allagabili sono state delimitate, seguendo la metodologia di cui all'Allegato 4 della d.g.r. n. X/6738/2017, secondo tre livelli lacuali corrispondenti ad altrettanti tempi di ritorno (15, 100 anni e massimo storico registrato). I livelli lacuali riportati nell'Allegato 4 della d.g.r. n. X/6738/2017 si riferiscono al lago Maggiore, nello specifico all'idrometro di Sesto Calende.



Fig. 1.2 – Aree allagabili da PGRA (blu scuro: piena frequente; blu chiaro: piena poco frequente; azzurro: piena rara) per l’ambito ACL, in comune di Brezzo di Bedero

In caso le aree allagabili delimitate dal PGRA sui laghi si sovrappongano a precedenti delimitazioni di aree esondabili dal lago classificate però ai sensi dell’art. 9 delle N.d.A. del PAI (come il caso di Brezzo di Bedero), il principio generale è che viga la norma più restrittiva, fino all’adeguamento del Piano di Governo del Territorio. In sede di adeguamento è opportuno che le perimetrazioni ai sensi dell’art. 9 siano eliminate, lasciando spazio alle nuove perimetrazioni tracciate omogeneamente sull’intero lago.

Sulla base di tale principio il presente lavoro di aggiornamento allo studio geologico comunale propone aggiornamenti al quadro del dissesto, con eliminazione delle aree Em classificate ai sensi dell’art. 9 delle NdA del PAI.

2 INQUADRAMENTO METEO CLIMATICO

Il territorio comunale di Brezzo di Bedero si inserisce nell'ambiente fisioclimatico della zona collinare morenica, a ridosso dei rilievi montuosi prealpini.

REGIME TERMICO

I dati meteorologici utilizzati per la determinazione dei tipi climatici si riferiscono alle seguenti stazioni di misura:

- Brebbia (Stazione Aves)
- Gavirate
- Ispra
- Varano Borghi
- Azzate
- Presa Ticino
- Miorina
- Varese (Stazione Vidoletti)

La stazione di Gavirate copre il periodo 1921-1950, 1957-1968; la stazione di Ispra copre il periodo 1921-1944 e 1959-1972; la stazione di Varano Borghi copre il periodo 1921-1950 e 1957-1964; la stazione di Azzate copre i periodi 1921-1950, 1957-1961, 1964 e 1967-1968; la stazione di Presa Ticino copre il periodo 1921-1947 e la Stazione di Miorina copre il periodo 1957-1968; la stazione di Brebbia (dati forniti da AVES) copre il periodo 1983-2007.

La stazione Varese Vidoletti copre gli anni 1992-2007 mentre la stazione Varese C.G.P. è relativa agli anni 1986-ottobre 2008.

La **temperatura** dell'aria presenta un valore medio annuo per le stazioni considerate di circa 12°C con un'escursione media di circa 20.9°C tipica di climi continentali. Le temperature raggiungono i valori massimi nei mesi di luglio e agosto. I minimi si registrano in gennaio e febbraio.

periodo di osservazione	stazione	g	f	m	a	m	g	l	a	s	o	n	d	tm annua
58-64	Varano Borghi min	-2,7	-1,4	2,3	7,9	12	15,8	17,8	17,1	13,4	8,3	4,1	-1,2	7,8
58-64	Varano Borghi	0,7	2,9	6,9	12,6	17,4	21,2	23,2	22,5	18,2	12,5	7,2	2,1	12,3
58-64	Varano Borghi max	4	7,1	11,4	17,6	22,8	26,7	28,6	27,8	22,9	16,6	10,3	5,3	16,3
58-67	Azzate min	-1,1	0,2	3,5	8,1	11,5	15,7	17,1	16,4	13,4	9,4	4,3	0	8,2
58-67	Azzate	1,9	4	7,7	12,7	16,7	20,5	22,3	21,4	17,9	13,1	7,1	2,9	12,4
58-67	Azzate max	4,9	7,9	12	17,4	21,9	25,4	27,6	27	22,4	16,9	9,9	5,8	16,6
59-72	Ispra min	-2	-0,2	2,5	7	10,3	14	16	15,5	12,6	8,1	3,5	0,8	7,3
59-72	Ispra	1,5	3,6	7,3	11,6	15,3	18,8	21,3	20,2	17	12	6,7	2,4	11,5
59-72	Ispra max	5,7	8,7	12,5	17	21,3	24,2	26,9	25,9	22,2	17	10,6	6,4	16,5
86-96	Brebbia min	-6,7	-6,6	-3,28	-0,14	5,83	8,38	12,4	11	6,77	2,43	-2,97	-6,4	1,7
86-96	Brebbia	3,38	5,39	9,56	12,6	16,3	20,3	23	22	17,3	12,7	7,04	3,52	12,8
86-96	Brebbia max	13,4	17,4	22,4	25,3	26,8	32,2	33,5	33,1	27,9	22,9	17,1	13,4	23,8

Tabella 2.1 – Temperature medie mensili: °C

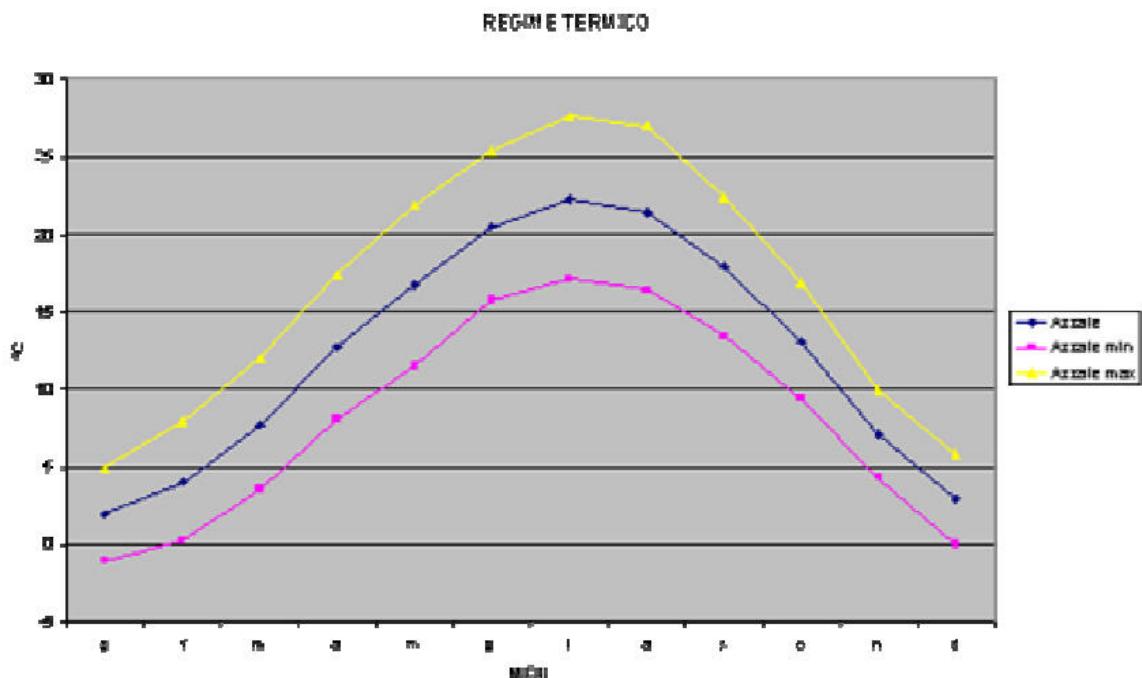


Fig. 2.1 – Regime Termico (Azzate)

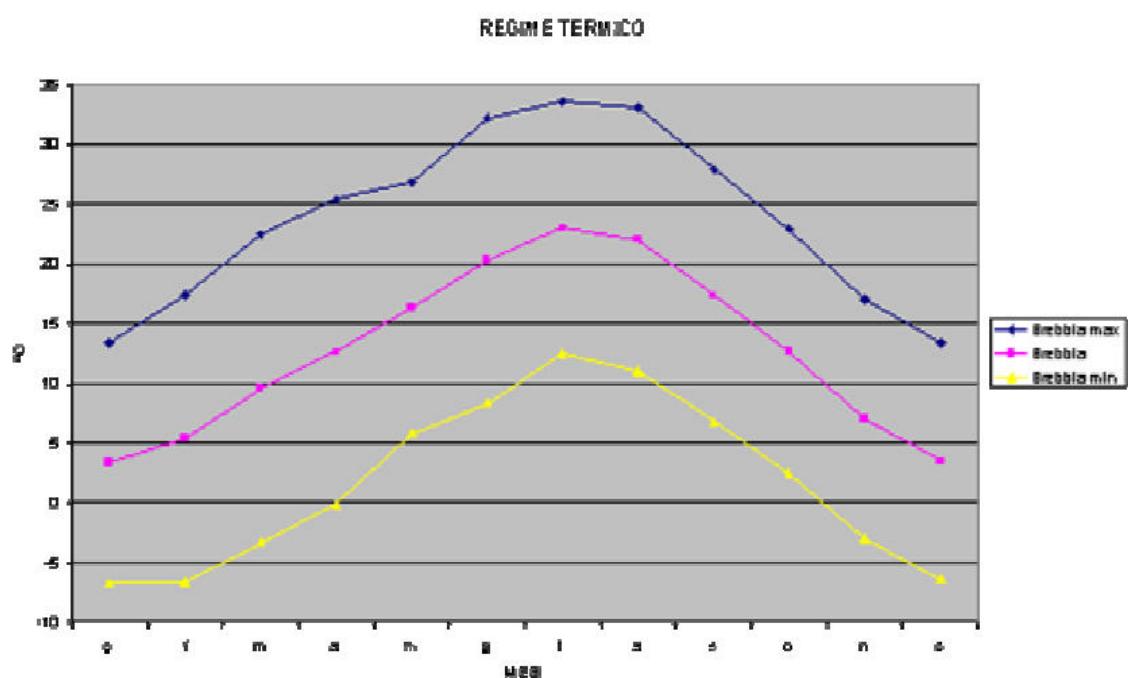


Fig. 2.2 – Regime Termico (Brebbia)

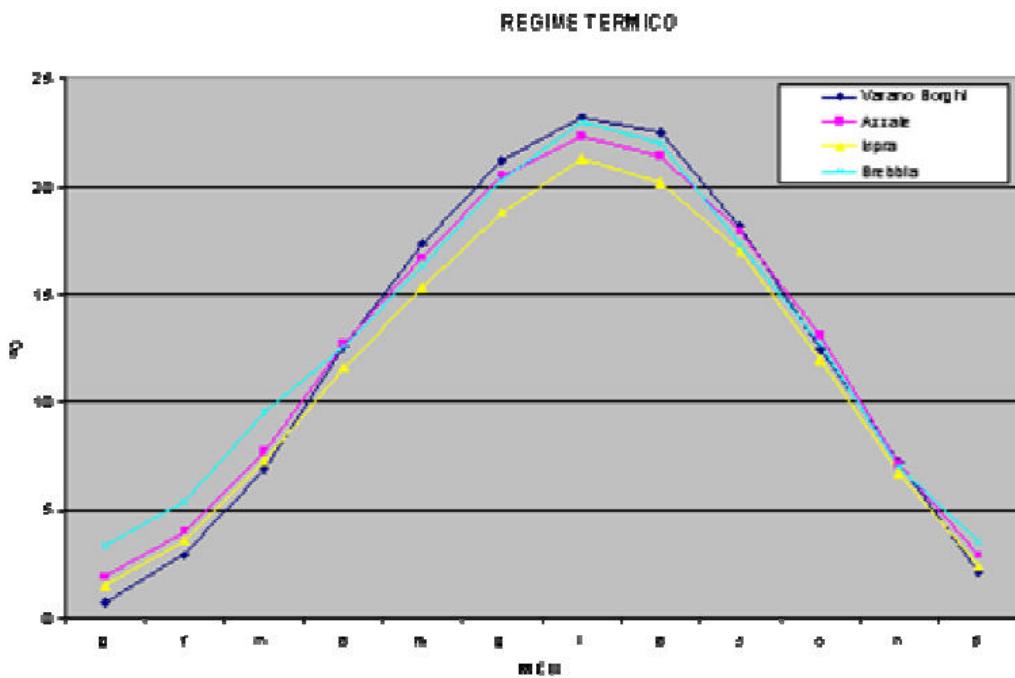


Fig. 2.3 – Regime Termico (Varano Borghi, Azzate, Ispra, Brebbia)

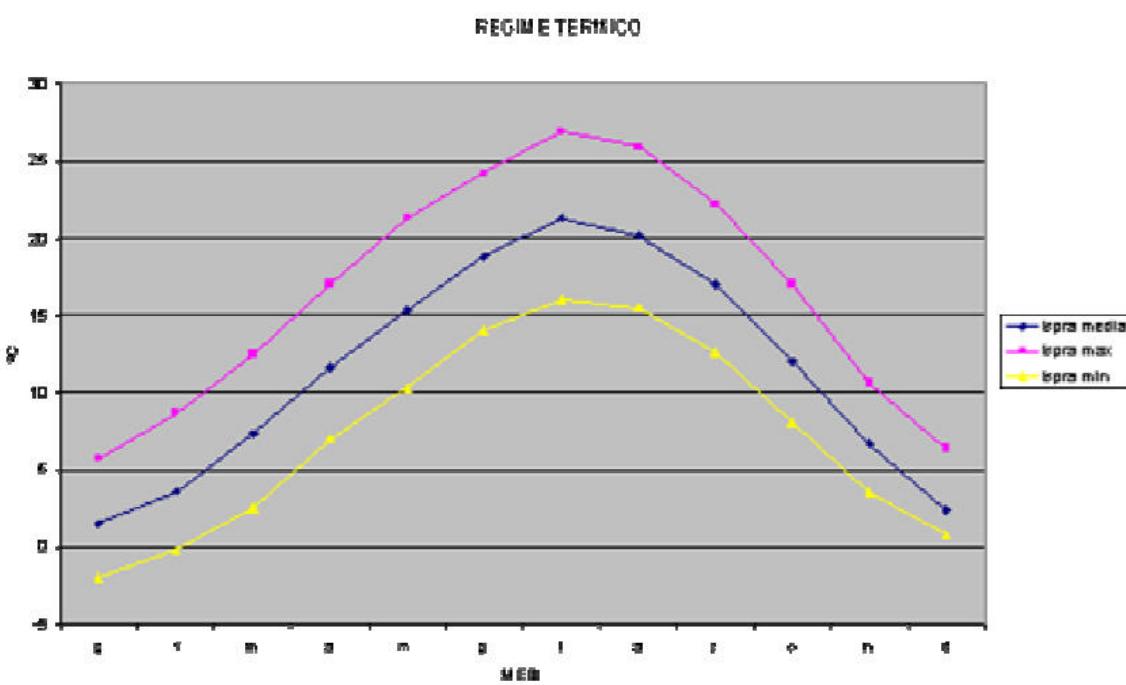


Fig. 2.4 – Regime Termico (Ispra)

La curva termometrica della stazione di Varese Vidoletti, visualizzata nei grafici seguenti, mostra un minimo invernale nel mese di dicembre (circa 2,96°C) ed un massimo nel mese di luglio (23,11°C).

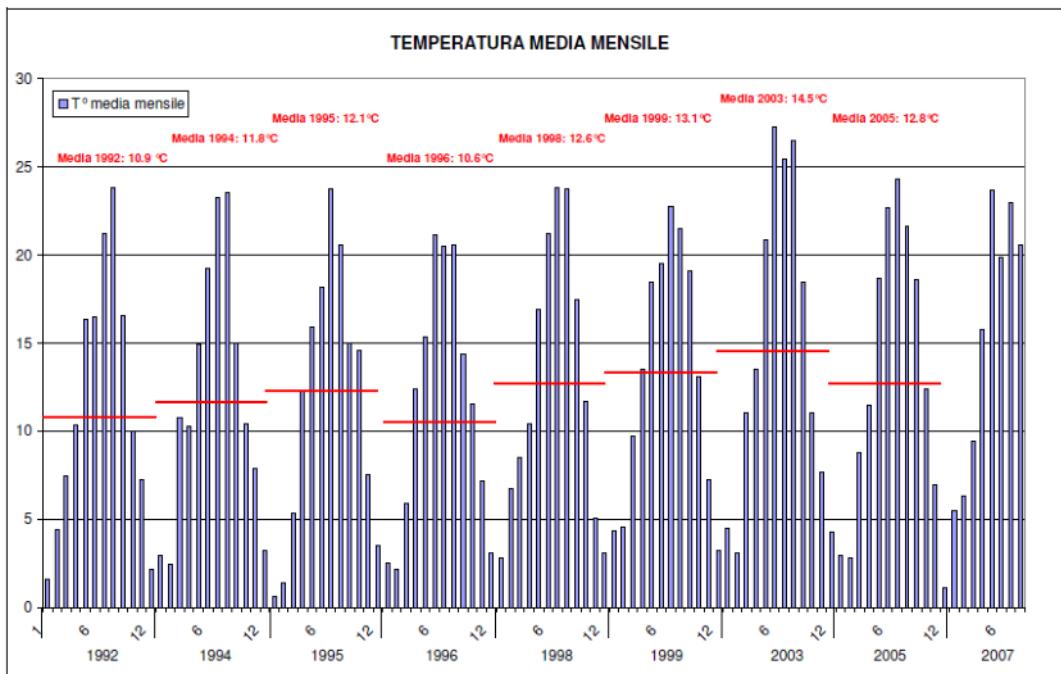


Fig. 2.5 – Temperature medie mensili e annuali (°C), calcolate dalle misure della stazione meteorologica di Varese Vidoletti negli anni dal 1992 al 2007

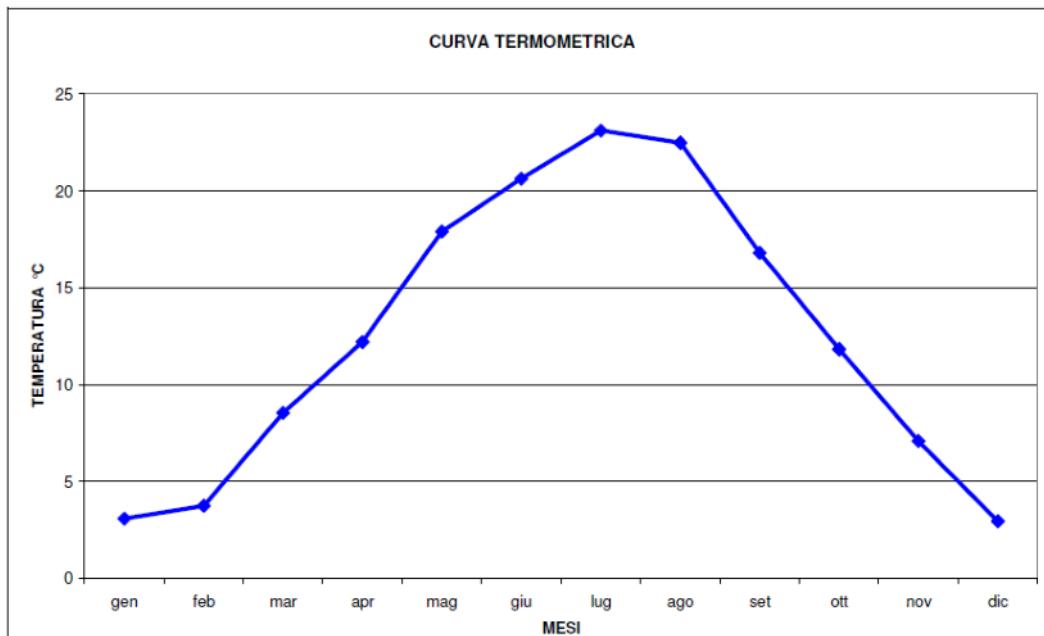


Fig. 2.6 – Curva termometrica calcolata dalle misure della stazione meteorologica di Varese Vidoletti

PRECIPITAZIONI

Le precipitazioni sono abbondanti e mediamente si aggirano intorno a 1500/1600 mm annui nelle stazioni di Ispra, Varano Borghi, Azzate e Brebbia.

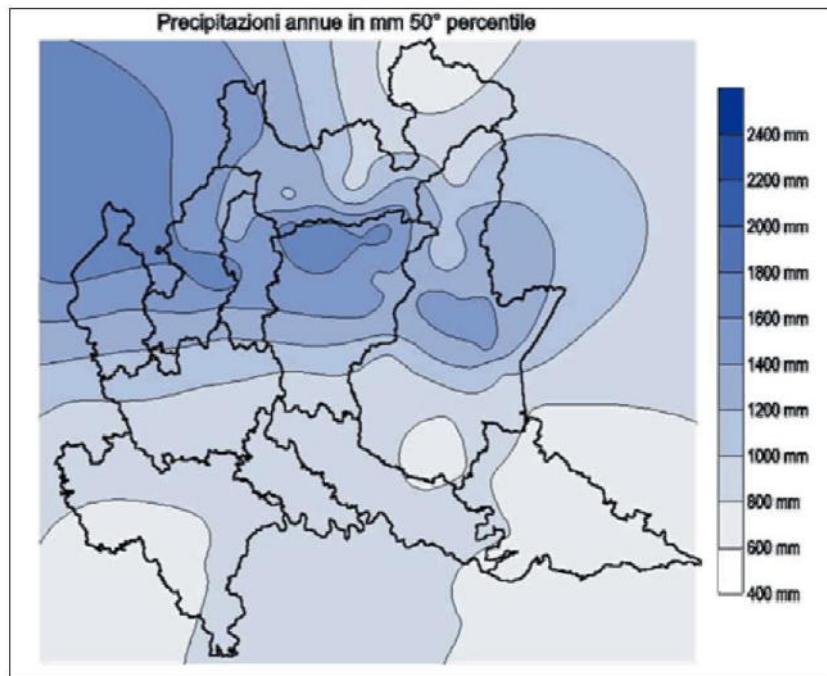


Fig. 2.7 – Precipitazioni medie annue, fonte ERSAL Lombardia

La distribuzione è abbastanza difforme durante l'anno: presenta il massimo assoluto autunnale nei mesi di ottobre o novembre.

Altri due massimi si registrano in primavera nei mesi di aprile e giugno.

Il minimo si registra nel mese di gennaio.

Periodo di osservazione	stazione	g	f	m	a	m	g	I	a	s	o	n	d	totale
59-67	Ispra	44,5	63,5	104,7	167,5	124,4	143,1	109,1	114,6	165,0	251,6	221,9	78,0	1541,9
55-64	Varano Borghi	77,0	75,7	103,1	175,3	122,7	170,8	143,1	84,9	116,6	168,0	195,4	124,8	1557,3
58-67	Azzate	53,4	74,0	80,1	155,5	123,3	133,6	96,6	113,5	117,8	188,0	208,2	88,2	1432,1
83-06	Brebbia	80,4	65,4	67,7	161,7	171,5	155,7	111,6	141,5	179,8	187,7	153,0	76,3	1552,3

Tabella 2.2 – Precipitazioni medie mensili: mm

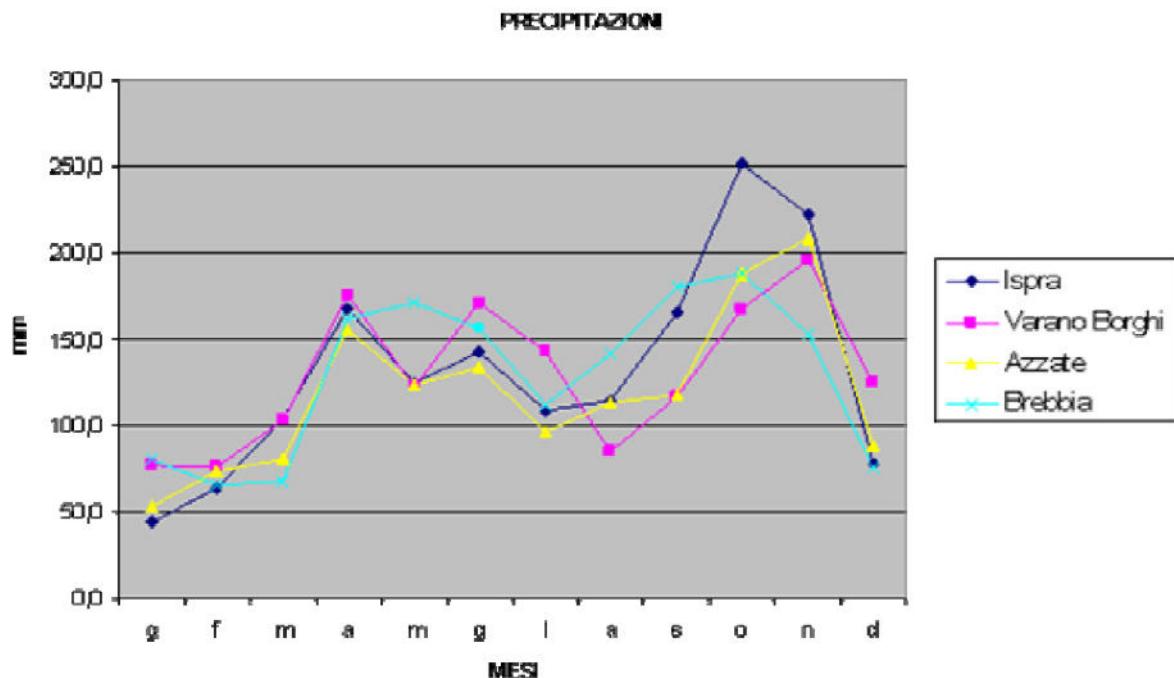


Fig. 2.8 – Precipitazioni in mm (Ispra, Varano Borghi, Azzate, Brebbia)

L'evapotraspirazione è stata ricavata con il metodo di Turc e di Thornthwaite.

Il primo fornisce valori che vengono definiti troppo prudenti nei climi continentali essendo la formula nata per i climi africani.

Anche il secondo metodo fornisce dati approssimativi per difetto ma è ampiamente usato per la facilità di calcolo.

Per la stazione di Ispra il valore di EP annua stimata varia da 585 mm (Turc) a 731 mm (Thornthwaite).

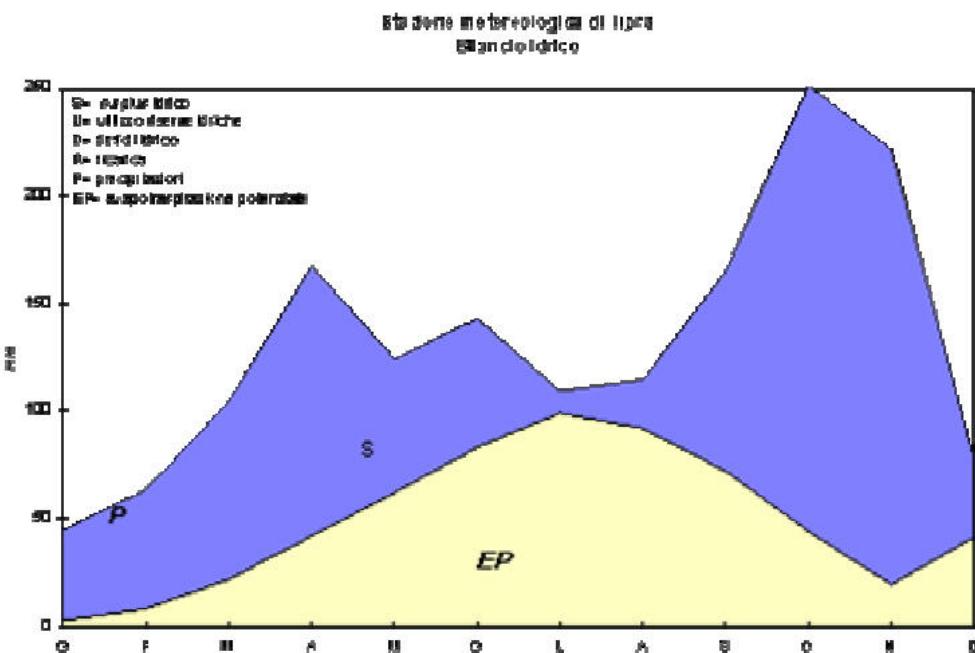
Per la stazione di Varano Borghi il valore di EP stimata varia da 615 mm (Turc) a 730 mm (Thornthwaite).

Per la stazione di Azzate il valore di EP annua varia da 606 mm (Turc) a 718 mm (Thornthwaite).

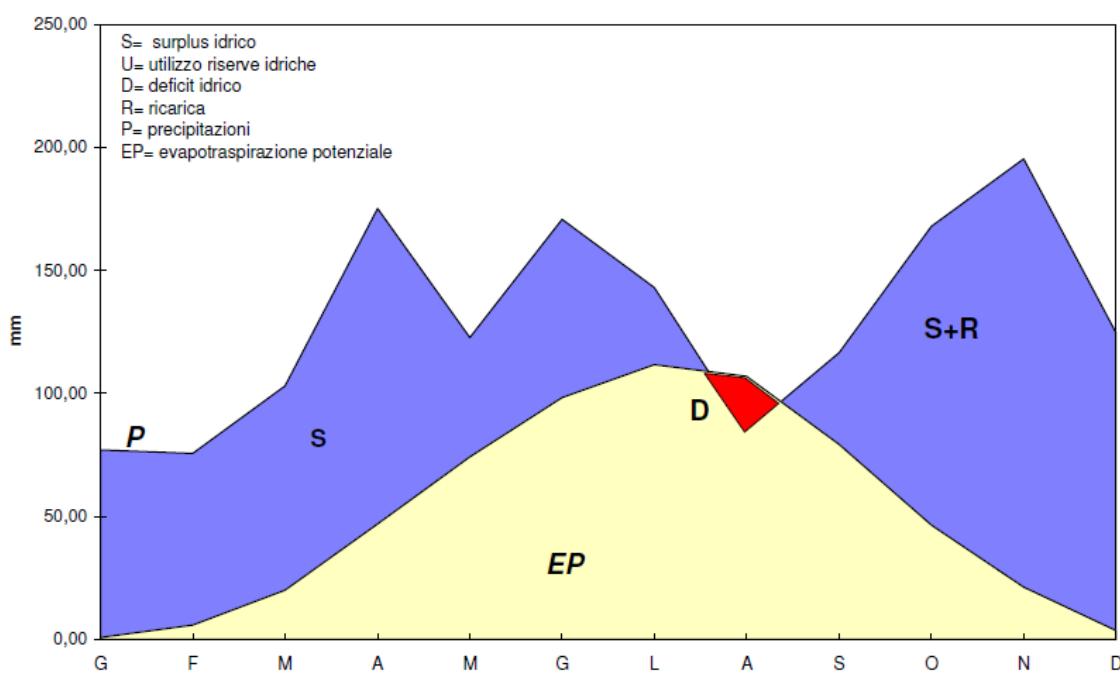
Per la stazione di Brebbia il valore di EP stimata varia da 595 mm (Turc) a 770 mm (Thornthwaite).

Il bilancio idrico definisce la presenza di piccoli deficit idrici nei mesi estivi, in luglio (Azzate e Brebbia) e agosto (Varano Borghi). Nella stazione di Ispra non si registra deficit.

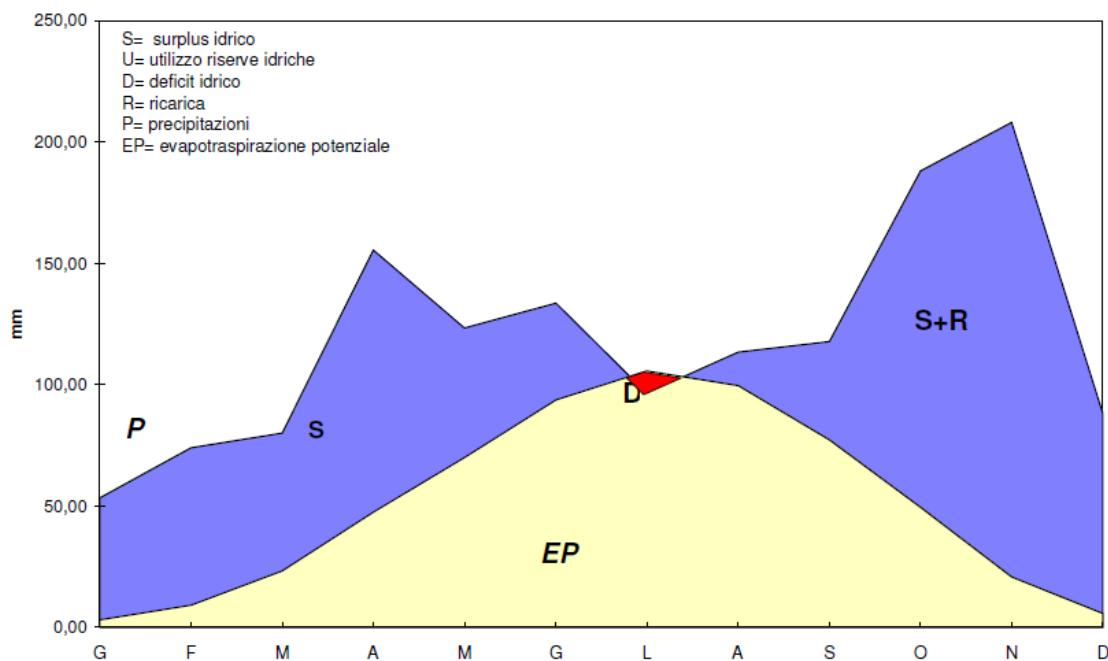
Il notevole surplus idrico dei mesi primaverili e autunnali dà origine all'eliminazione delle acque in eccesso per percolazione superficiale.



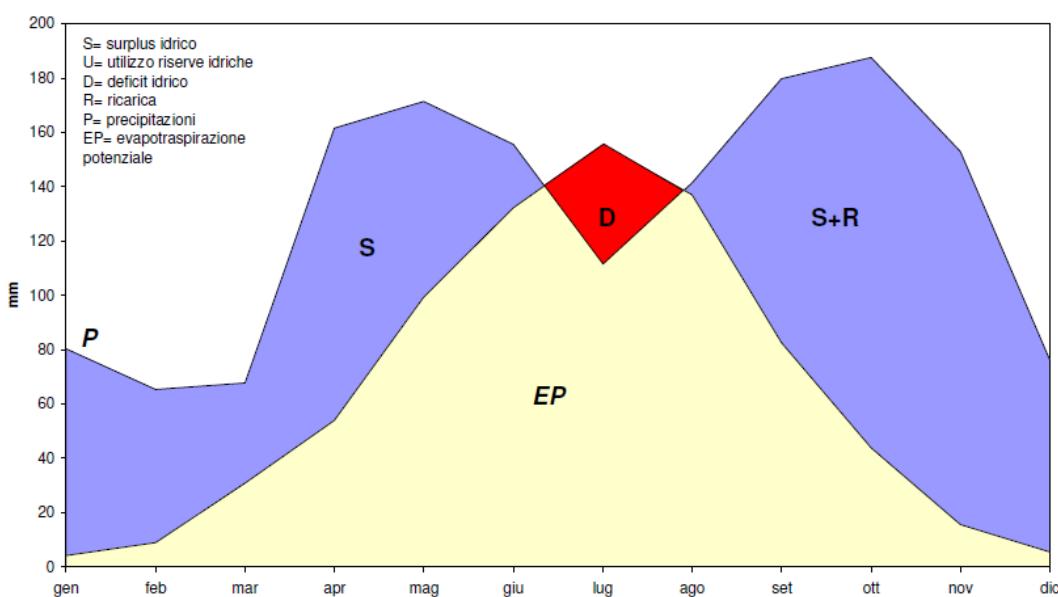
*Stazione meteorologica di Varano Borghi
Bilancio Idrico*



Stazione metereologica di Azzate
Bilancio Idrico



Stazione metereologica di Brebbia
Bilancio Idrico



DEFINIZIONE DEL CLIMA

La zona climatica secondo Pavari (1916) è di tipo “B Castanetum calda I° Tipo”.

Il **climogramma di Péguy** è stato realizzato per quattro stazioni prese in esame: Azzate, Ispra, Varano Borghi e Brebbia.

Nelle figure seguenti sono riportate le caratteristiche climatiche mensili riferite ai periodi di osservazione.

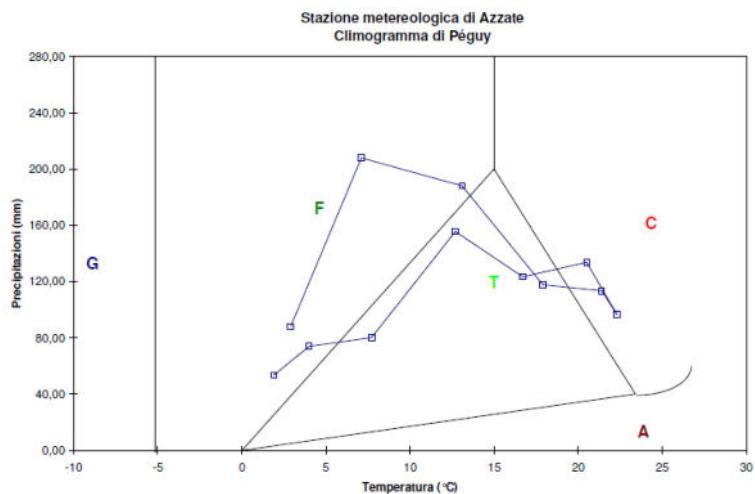
I climogrammi, definiscono i seguenti climi:

AZZATE

Mesi freddi (gennaio, febbraio, ottobre, novembre, dicembre),

Mesi temperati (marzo, aprile, maggio, settembre)

Mesi caldi (giugno, luglio, agosto)

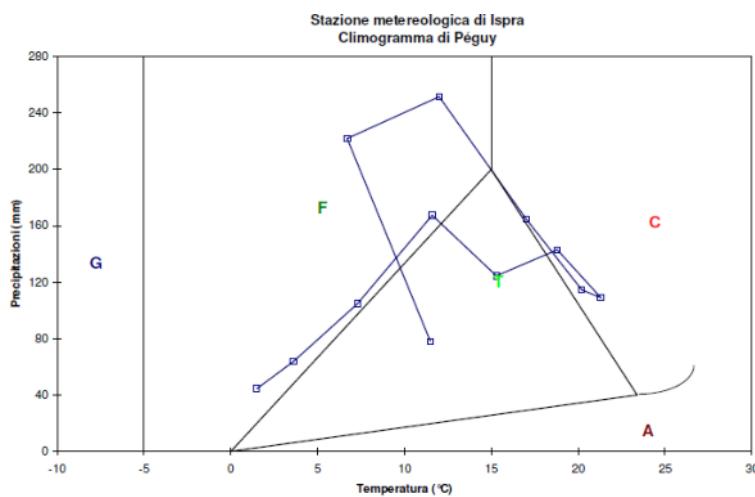


ISPRA

Mesi freddi (gennaio, febbraio, marzo, aprile, ottobre, novembre),

Mesi temperati (maggio, settembre, dicembre)

Mesi caldi (giugno, luglio, agosto)

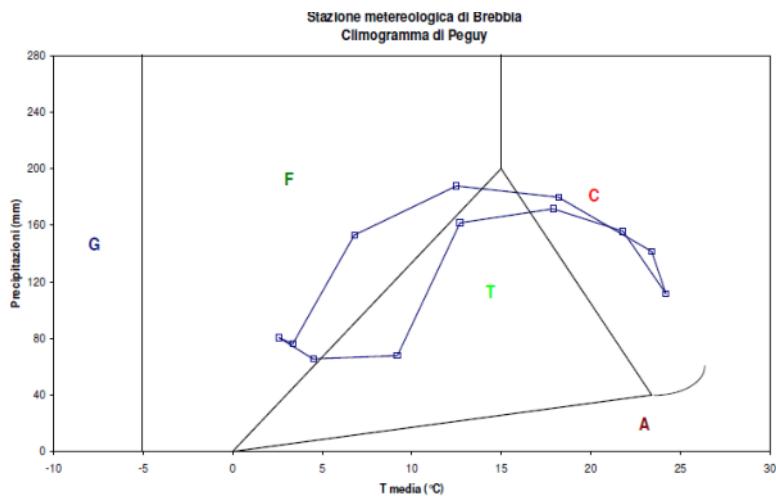


BREBBIA

Mesi freddi (gennaio, febbraio, ottobre, novembre, dicembre)

Mesi temperati (marzo, aprile)

Mesi caldi (maggio, giugno, luglio, agosto, settembre)



In definitiva, da quanto sopra espresso, si nota la presenza di regimi climatici Temperato freddi. Sono stati esaminati alcuni indici climatici riferiti alla stazione di Ispra:

Il **pluviofattore di Lang** ($pf = 115.9 \div 129.8$) indica clima umido e zone a "Fagetum o Castanetum".

L'**angolo di continentalità igrica** ($a = 7.9^\circ \div 8.8^\circ$) indica la zona fitoclimatica relativa a "Zona I Castanetum" (piano fitoclimatico basale) con vegetazione a latifoglie eliofile.

3 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

Il territorio comunale di Brezzo di Bedero è stato cartografato in scala 1:5.000 (Tavola 1), utilizzando come base topografica l'aereofotogrammetrico comunale 1: 5.000, aggiornato a luglio 1998 per quanto riguarda le strutture antropiche.

L'inquadramento geologico areale del territorio comunale ha tenuto conto:

- per la parte montana, della Carta Litologica della Provincia di Varese in scala 1:10.000 e altri studi pregressi.
- per le aree a quaternario prevalente è stato intrapreso un rilevamento integrativo.

Nella Tavola 1 vengono riportati:

- le aree di distribuzione dei depositi quaternari, con indicazioni delle loro litofacies;
- l'area di distribuzione delle formazioni litologiche del substrato roccioso;
- gli elementi tettonici più significativi (giacitura degli strati, faglie e asse di piega).

3.1 GEOLOGIA

3.1.1 INQUADRAMENTO STRUTTURALE

L'area in esame appartiene al basamento metamorfico Sudalpino, il cui assetto tettonico è complesso e, almeno per questo settore, ancora non del tutto noto.

Le metamorfiti (Scisti dei Laghi) sono interessate da una storia deformativa e metamorfica polifasica complessa, evidenziata da fenomeni di trasposizione tettonica (cerniere di pieghe isoclinali, pieghe intrafoliali), pervasivamente diffuse nella compagine rocciosa. L'evento principale della loro strutturazione tettono-metamorfica è riferita all'orogenesi ercinica, che ha generato un imprinting metamorfico in facies anfibolitica.

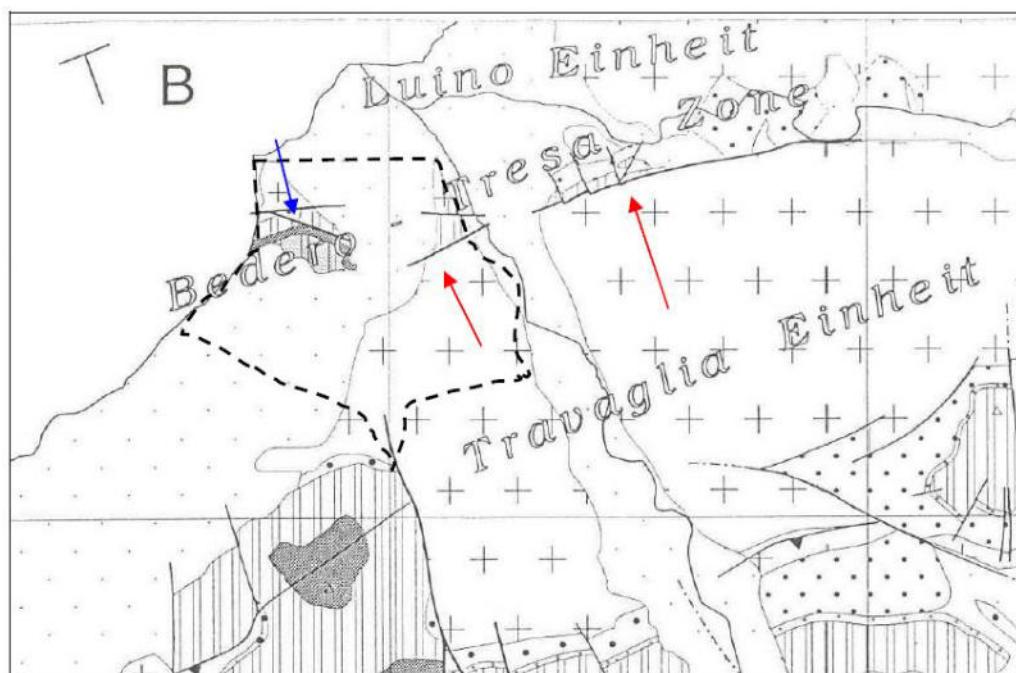


Fig. 3.1 – andamento della Linea del Tresa (frecce rosse), nella ricostruzione di Schumacher (1990). La freccia blu indica il principale ramo di faglia che taglia il territorio comunale (linea a tratteggio)

Nell'ambito del territorio comunale, il basamento cristallino racchiude un lembo sedimentario di rocce carbonatiche della serie triassica, comprese tra l'Anisico e il Norico. Questo lembo, con una disposizione complessivamente E-W, è limitato a N e S da faglie appartenenti ad un elemento tettonico noto in letteratura come Linea del Tresa (Bedero-Tresa Zone di Schumacher; Fig. 3.1 alla pagina precedente).

Questo sistema si sviluppa in direzione WSW-ENE sul versante sinistro del fiume Tresa e prosegue verso ovest fino alla sponda del Lago Maggiore, tagliando il territorio comunale.

Si tratta di elemento tettonico di età alpina, caratterizzato, secondo la Carta tettonica delle Alpi Meridionali (Castellarin et al., 1981), "da una stretta fascia permo-triassica entro il basamento scistoso cristallino che a sud è sollevato in faglia inversa sulla fascia permo-triassica".

Studi più recenti forniscono una diversa interpretazione di questo lineamento. Secondo Schumacher (1990), la Linea del Tresa corrisponderebbe, infatti, ad una faglia trascorrente destra; in questa interpretazione, i lineamenti (valli) con direzione NNW-SSE che solcano il versante sud della valle del Tresa sono considerate faglie trascorrenti antitetiche (conjugates Riedel shear, sistema R'), disposte ad alto angolo rispetto alla principale direzione di taglio, mentre i lineamenti con direzione E-W, come il limite nord del lembo sedimentario, che taglia la dorsale del monte Pian Nave, sono geometricamente congruenti con le faglie trascorrenti sintetiche a basso angolo (tra 10° e 30° rispetto alla direzione di taglio: Riedel shear, sistema R), previste nella deformazione associata a fenomeni di trascorrenza crostale (Fig. 3.2).

Il limite tettonico meridionale del lembo sedimentario corrisponde a un segmento della faglia trascorrente principale (PDZ in Fig. 3.2), coincidente con la valle a direzione WSW-ESE che corre sul versante valcuviano della dorsale poco a sud di Casa Passera.

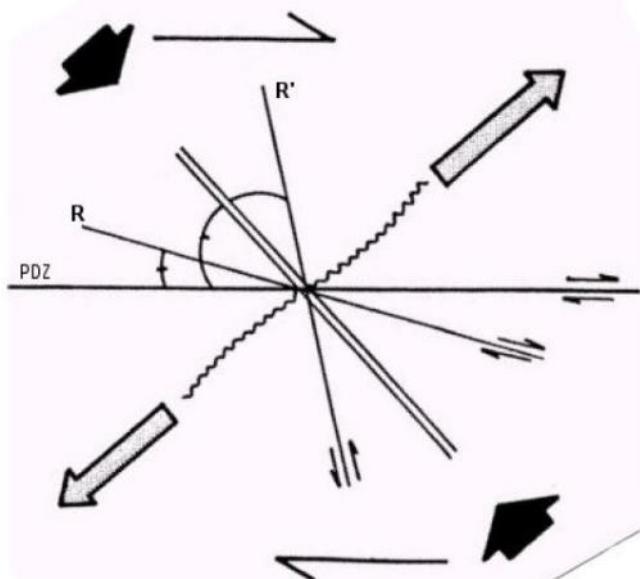


Fig. 3.2 – strutture e geometrie dei sistemi di faglie associate ad una trascorrenza. I limiti tettonici nord e sud del lembo sedimentario apparterrebbero ai sistemi R (Riedel shear) e PDZ (Principal Displacement Zone)

Altri elementi strutturali sono rappresentati:

- dal lineamento tettonico che si pone sulla prosecuzione della faglia del Monte Colonna, un fascio di faglie sub-parallele ad assetto sub-verticale con direzione complessiva NNE-SSW, che disloca la successione mesozoica tra il monte Colonna e il monte Pian Nave e prosegue verso nord sotto copertura quaternaria.
La presenza di tale faglia è segnalata dalla discontinuità nel substrato che si osserva, a partire dall'altezza dell'abitato di Bedero, nel bacino del Torrente San Giovanni, la cui valle si approfondisce per parecchie decine di metri all'interno della successione rocciosa. Il bacino, impostatosi in corrispondenza di rocce di faglia (meccanicamente indebolite, è stato colmato durante le glaciazioni pleistoceniche da spessori pluridecametrici di depositi glacigenici.
- dalla faglia con direzione NW-SE, che taglia la successione triassica tra Canonica e Case Sirpo, determinando la troncatura verso NE della F.ne di Cunardo e della Dolomia Principale.

Dal punto di vista dell'assetto geometrico delle rocce, si registra una marcata concordanza delle giaciture sia nel basamento cristallino che nelle rocce carbonatiche.

Le immersioni sono sensibilmente costanti e mediamente comprese tra 140° e 160°; le inclinazioni presentano un campo di variazione leggermente più ampio, compreso tra 60° e 90°, con concentrazioni secondarie attorno a 30° - 40°.

3.1.2 LITOSTRATIGRAFICA

SUBSTRATO ROCCIOSO

Il substrato è costituito dal basamento cristallino sudalpino e dalla successione tardo paleozoica-mesozoica del bacino lombardo, che comprende litotipi carbonatici e, in netto subordine, terrigeni, di età compresa tra il Carbonifero superiore e il Norico.

Vengono di seguito descritti i principali caratteri delle formazioni litostratigrafiche riconosciute, esposte in successione stratigrafica, partendo dai termini inferiori della serie.

Scisti dei laghi (Pre Carbonifero)

Il basamento cristallino a W del lago di Lugano assume il nome di Serie dei Laghi e viene suddiviso in due domini litologici, definiti come Zona Strona-Ceneri (settore nord) e Scisti dei Laghi (settore sud).

Le metamorfiti affioranti nel territorio comunale, posto al limite meridionale di affioramento del basamento, appartengono agli Scisti dei Laghi e sono costituite da paragneiss e subordinati micascisti a biotite, muscovite e, localmente, granato.

La genesi è legata ad un metamorfismo prealpino in facies anfibolitica, con paragenesi caratterizzate da plagioclasio calcico, biotite e granato, a cui può essere associata staurolite e, localmente cianite.

Le rocce presentano una scistosità più o meno marcata, conferita dall'alternanza di letti quarzoso-feldspatici e micacei.

Nel territorio comunale prevalgono paragneiss: rocce a scistosità poco accentuata, con superfici fresche di colore grigio, caratterizzate da letti quarzoso-feldspatici e da letti micacei, entrambi di spessore submillimetrico. La relativa scarsità della componente micacea determina una riduzione della scistosità e migliori caratteristiche geomeccaniche.

Superiormente gli scisti passano, con limite discordante, a conglomerati carboniferi (area casa Sirpo) e, con limite tettonico, alla Dolomia di San Salvatore (fianco occidentale della Valcuvia, settore Forno-Casa Passera-Casa Fiorali).

Conglomerato Basale (Carbonifero superiore – Permiano inferiore)

L'unità è costituita dalla seguente litologia: conglomerato a supporto di matrice o al limite tra supporto clastico e di matrice; ciottoli subspigolosi, da decimetrici a centimetrici, di quarzo, metamorfiti e tufi, a cemento micaceo-sericitico. Verso l'alto, in letteratura, è segnalato il passaggio a termini arenaceo-siltitici.

La formazione giace in leggera discordanza angolare sul basamento cristallino, con limite tettonizzato; contro di essa poggia, in contatto tettonico per faglia, la Dolomia di San Salvatore. Lo spessore, nel territorio comunale, è stimato in poche decine metri.

L'unità, incluso il limite inferiore, affiora per un breve tratto, ma con buona esposizione, lungo la strada Germignaga-Bedero, all'altezza di Case Sirpo.

Dolomia del San Salvatore (Trias medio, Anisico – Ladinico)

È costituita da dolomie microcristalline chiare, a stratificazione piano parallela variabile da sottile a massiccia, con presenza di strati amalgamati, soprattutto verso l'alto stratigrafico.

Inferiormente l'unità è in contatto tettonico per faglia con gli Scisti dei Laghi e il Conglomerato Basale. Superiormente passa, con limite stratigrafico netto, alla Formazione di Cunardo.

L'unità affiora o sub-affiora estesamente a nord e a est dell'abitato di Bedero.

Formazione di Cunardo (Trias superiore, Carnico)

È costituita da un'irregolare alternanza di dolomie calcaree e calcari dolomitici di colore biancastro in strati generalmente centimetrici, sottilmente laminati. Localmente si rinvengono sottili interstrati marnosi e/o argillosi, di colore grigio/nerastro.

Lo spessore massimo si aggira attorno ai 100 metri. Il passaggio alla sottostante Dolomia del San Salvatore è netto. Superiormente è in contatto sia stratigrafico che per faglia con la Dolomia Principale. Le Marne del Pizzella, usualmente associate alla formazione risultano assenti.

L'unità affiora:

- 1) in una ristretta fascia con direzione ENE-WSW all'altezza di Canonica;
- 2) nella parte meridionale della frazione di Bedero.

Dolomia Principale (Trias superiore, Norico)

Monotona sequenza di dolomie microcristalline biancastre, alternate a dolomie stromatolitiche o dolomie calcaree; stratificazione da media a massiccia (strati da 40-50 cm fino a bancate di 1,5 m). Rappresenta il termine più recente della successione rocciosa presente nel territorio comunale, deposto in un ambiente di piattaforma carbonatica peritidale.

Gli affioramenti sono frequentemente deformati in modo pervasivo.

DEPOSITI DI COPERTURA QUATERNARIA

I depositi quaternari sono stati cartografati utilizzando le Unità Allostratigrafiche, di introduzione relativamente recente (Bini, 1987) in Italia. Un'unità allostratigrafica corrisponde ad un corpo di rocce sedimentarie identificato sulla base delle discontinuità che lo delimitano; essa comprende pertanto tutti i sedimenti appartenenti ad un determinato ciclo deposizionale.

A differenza delle unità litostratigrafiche, distinte in base ai caratteri interni, derivanti principalmente dall'ambiente sedimentario, nelle unità allostratigrafiche i sedimenti vengono raggruppati indipendentemente dalla facies sedimentaria, che viene distinta in carta mediante un sovr simbolo.

Per la caratterizzazione litologica dei sedimenti si è fatto riferimento, sia per la geologia di superficie che per il sottosuolo, a dati di letteratura integrati da un rilievo speditivo.

Nel territorio comunale sono state riconosciute due unità allostratigrafiche: l'Alloformazione di Cantù e l'Unità Postglaciale.

Alloformazione di Cantù

L'Alloformazione di Cantù (Bini, 1987) raggruppa sedimenti depositi durante l'ultima avanzata glaciale pleistocenica (LGM=Last Glacial Maximum) del ghiacciaio del Verbano.

L'unità è costituita da depositi glacigenici, che comprendono le seguenti litofacies:

Depositi glaciali s.s.

Sono costituiti da diamicton (miscela di sedimenti fini, dalle sabbie alle argille, e grossolani, in genere priva di organizzazione interna) a supporto di matrice limosa/limoso sabbiosa, in prevalenza a basso contenuto clastico (in media 5-10%), da massivi a grossolanamente stratificati.

Il colore dominate varia tra il bruno/bruno giallastro e il bruno pallido, con hue 10YR e 2,5Y.

Clasti prevalentemente centimetrici e millimetrici, subarrotondati/arrotondati, poligenici, con prevalenza di rocce cristalline (metamorfiti, rocce intrusive, quarzo) e subordinati carbonati.

Alterazione assente o di grado basso/molto basso.

In base alla litofacies sono interpretati come till di alloggiamento o till depositi in posizioni basali dal ghiacciaio.

Gli spessori dei diamicton sono comunemente elevati (da plurimetrici a pluridecametrici); solo in corrispondenza dell'abitato di Bedero risultano assenti o estremamente limitati (da pellicolari a metrici).

I depositi glaciali sono diffusi nell'intero territorio comunale, a partire dalla quota più elevata (800 m circa) della dorsale nord del Monte Pian Nave fino al suo termine.



Fig. 3.3 – depositi glaciali in corrispondenza dell'alveo del T. San Giovanni

Depositi fluvioglaciali

Sono costituiti da ghiaie con matrice sabbiosa in quantità variabile alternate a sabbie ghiaiose; lenti sabbiose e sabbioso ghiaiose. Alla sommità copertura di sedimenti limosi e sabbiosi che può raggiungere spessori metrici (Cava di Trigo).

Affiorano estesamente nella piana sviluppata tra Bedero e Muceno (lunghezza di oltre 2 Km e larghezza di 1 Km circa), che strutturano fino alla base. Sono presenti, inoltre, su molti ripiani terrazzati che incidono la successione quaternaria in vari punti del territorio comunale.

In area Trigo, lo spessore massimo di questi depositi, ricavato dall'integrazione dei dati di terreno e di sondaggio (nuovo pozzo ASPEM, presso la località Belmonte), è di circa 120 m (superficie superiore 300 m slm circa; limite inferiore, da sondaggio, 180 m circa [in questa stima possono essere compresi anche sedimenti continentali appartenenti a cicli sedimentari differenti, non discriminabili in base alla descrizione litologica dei sondaggi]).

Depositi lacustri

Sono costituiti da: limi, limi sabbiosi e limi debolmente argillosi, privi di clasti, a stratificazione molto sottile o laminati.

Comuni screziature e livelli ossidati. Spesso si rinvengono intercalati in successioni di diamicton glaciali (Fig. 3.4).



Fig. 3.4 – depositi lacustri intercalati ai diamicton (valle del Rio Tagesso)

Depositi deltizi

Sono costituita da: limi e limi sabbiosi con clasti sparsi. Stratificazione inclinata (fino a 40°), da sottile a media; strati piano paralleli, debolmente ondulati; i clasti assumono la pendenza dello strato che li contiene.

Si osservano unicamente alla base della successione del torrente San Giovanni (Fig. 3.5).

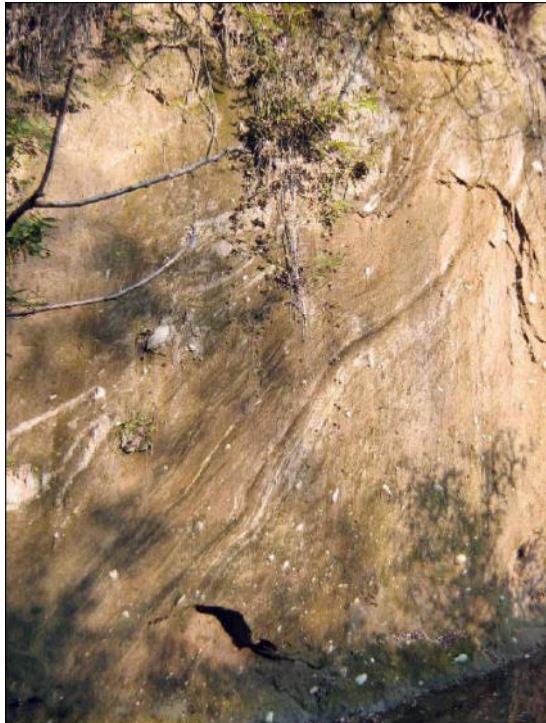


Fig. 3.5 – depositi deltizi lungo la valle del Torrente San Giovanni

I depositi dell'alloformazione, con l'eccezione di quelli fluvioglaciali, sono sistematicamente induriti per sovraconsolidazione e, lungo la valle del Torrente San Giovanni, presentano vistose evidenze di glaciotettonica, che consistono nella verticalizzazione di sedimenti lacustri e glaciali (Fig. 3.6) e nella formazione di strutture plicative a scala decametrica.



Fig. 3.6 – depositi lacustri verticalizzati lungo l'alveo del T. San Giovanni

Nel bacino dei torrenti San Giovanni e Tagesso, la successione glacigenica si differenzia rispetto agli altri depositi per: presenza di deformazione glaciorettonica, grado di sovraconsolidazione più elevato, colori sistematicamente più intensi (tendenti al bruno e bruno forte).

La sua stratigrafia può essere, indicativamente, così sintetizzata (dal basso): depositi glaciali, depositi lacustri e deltizi-depositi glaciali con intercalazioni di lacustri-depositi glaciali sommitali.

Dal punto di vista paleoambientale si registra, pertanto una prima avanzata del ghiacciaio, seguita:

- *dal suo arretramento con conseguente sbarramento della valle (formazione di un bacino lacustre e di un delta che progradava da est verso ovest);*
- *da una nuova avanzata, corrispondente allo LGM, che sovraconsolida e deforma i sedimenti precedentemente depositi.*

In questo contesto, per le differenze elencate, non è da escludere che la parte basale della successione (sedimenti glaciali + sedimenti lacustro-deltizi) rappresenti una fase glaciale pre-LGM. L'alloformazione di Cantù ricopre ubiquitariamente il substrato roccioso. Lungo le principali valli torrentizie è incisa e, a sua volta, coperta da depositi fluviali dell'Unità Postglaciale.

Unità Postglaciale

L'unità comprende sedimenti depositi successivamente al ritiro dei ghiacciai dall'area.

Nell'ambito del territorio comunale si distinguono:

Depositi fluviali

Si distinguono:

- *depositi in alveo: ghiaie e ciottoli arrotondati, con matrice assente o in quantità limitata; sabbie ghiaiose e sabbie, organizzate in barre fluviali, particolarmente sviluppate sul lato interno delle anse.*
- *depositi terrazzati: ghiaie, ciottoli e massi con matrice sabbiosa e sabbioso limosa.*

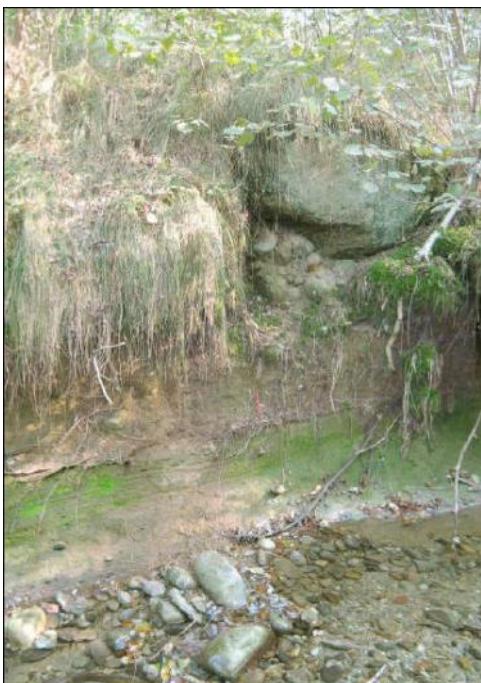


Fig. 3.7 – depositi lacustri ricoperti da sedimenti fluviali di piena (sabbie a ghiaie e massi)

Lungo i torrenti minori, nella matrice dei depositi è presente una significativa componente organica, derivata dalla mobilizzazione di materiale humico dai versanti degli impluvi. Lungo il T. San Giovanni sono relativamente frequenti depositi di piena catastrofica, di spessore limitato (1-2 m), caratterizzati da massi di dimensioni metriche, in appoggio a depositi lacustri/glaciali dell'Alloformazione di Cantù (Fig. 3.7).

Depositi di conoide

In corrispondenza dello sbocco fluviale dei torrenti Varesella e Trigo e di altri brevi elementi del reticolo idrico secondario, si sono sviluppati conoidi (fan delta), ora terrazzati, di larghezza etometrica e con dislivelli fino a 10-15 m rispetto all'attuale linea di costa.

Litologicamente sono costituiti da sedimenti clastici grossolani (ghiaie, ciottoli e massi) con matrice da sabbioso limosa a limoso sabbiosa.

Coni/conoidi di dimensioni ridotte (da decametriche a etometriche) sono presenti anche al raccordo con il fondovalle della Valcuvia (aree Fornaci - C.na Predazzi), in corrispondenza delle principali valli di faglia che tagliano la dorsale del Pian Nave.

Depositi costieri

Sono costituiti da: sabbie ghiaiose, sabbie medie e grossolane, ghiaie fini con sabbia; clasti arrotondati per rimaneggiamento da onda, di dimensioni in prevalenza comprese tra 0,5-4 cm. I depositi sono associati alle aree di battigia, uniformemente distribuite lungo la costa.

3.1.3 DESCRIZIONE DELLE SEZIONI STRATIGRAFICHE

Vengono di seguito descritte le stratigrafie utilizzate per la ricostruzione dell'assetto litostratigrafico dell'area.

La lettera che precede il numero progressivo indica la tipologia del punto di controllo stratigrafico:

- *T* = Trincea esplorativa;
- *Sn* = sondaggio geognostico;
- *S* = Sezione o spaccato (naturale o artificiale);
- *Pz* = Piezometro con stratigrafia nota.

L'ubicazione dei punti di indagine è riportata in Tavola 1 e in Tavola 2.

Trincea T1

Località: Nonedo-Alcio

Quota: 315 m

Morfologia: superficie subpianeggiate sospesa

Profondità da p.c. (m)	Litologia	Angolo di resistenza (φ)	Peso di volume (γ)	Densità relativa (Dr%)	Modulo di deformazione (E)
0 - 0,60	Terreno humico vegetale	-	-	-	-
n.d.	Sabbie e ghiaie limose con abbondanti ciottoli e talvolta massi	28° / 30°	1,7 / 1,8 t/m³	20% / 40%	50 / 70 kg/cm²

Trincea T2 (n.4 scavi)

Località: Trigo (via Belmonte)

Quota: 282 m

Morfologia: superficie subpianeggiate, con debole pendenza verso lago

Profondità da p.c. (m)	Litologia	Angolo di resistenza (ϕ)	Peso di volume (γ)	Densità relativa (Dr%)	Coesione (c)
0 – 1,40	Terreno humico vegetale e di riporto	34° / 36°	1,9 / 2,0 t/m ³	40% / 50%	0 kN/m ²
1,40 – 3,50	Sabbia fine limosa di colore grigio con ciottoli e ghiaia e tracce di materiale organico. Ciottoli arrotondati di natura metamorfica	28° / 32°	1,7 / 1,8 t/m ³	30% / 40%	0,1 kN/m ²

Profondità da p.c. (m)	Litologia	Angolo di resistenza (ϕ)	Peso di volume (γ)	Densità relativa (Dr%)	Coesione (c)
0 – 0,40	Terreno humico vegetale	34° / 36°	1,9 / 2,0 t/m ³	40% / 50%	0 kN/m ²
0,40 – 2,00	Sabbia medio-grossolana di colore bruno, con ghiaia e ciottoli sub-arrotondati di natura metamorfica. Compatta	28° / 32°	1,7 / 1,8 t/m ³	30% / 40%	0,1 kN/m ²

Profondità da p.c. (m)	Litologia	Angolo di resistenza (ϕ)	Peso di volume (γ)	Densità relativa (Dr%)	Coesione (c)
0 – 0,40	Terreno humico vegetale	34° / 36°	1,9 / 2,0 t/m ³	40% / 50%	0 kN/m ²
0,40 – 2,50	Ciottoli e massi sub-arrotondati con ghiaia e sabbia debolmente limosa molto compatta e umida	28° / 32°	1,7 / 1,8 t/m ³	30% / 40%	0,1 kN/m ²

Profondità da p.c. (m)	Litologia	Angolo di resistenza (ϕ)	Peso di volume (γ)	Densità relativa (Dr%)	Coesione (c)
0 – 0,40	Terreno humico vegetale	34° / 36°	1,9 / 2,0 t/m ³	40% / 50%	0 kN/m ²
0,40 – 2,00	Sabbia limosa con ciottoli e ghiaia di colore bruno	28° / 32°	1,7 / 1,8 t/m ³	30% / 40%	0,1 kN/m ²

Trincea T3 (n.2 scavi)

Località: Brezzo (via Trento)

Quota: 310 m

Morfologia: transizione piana-versante

Profondità da p.c. (m)	Litologia	Angolo di resistenza (ϕ)	Peso di volume (γ)	Modulo di deformazione (E)	Coesione (c)
0 – 0,60	Terreno humico vegetale	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
0,60 – 1,30	Ciottoli, ghiaie, sabbie	35° / 37°	1,9 / 2,0 t/m ³	18 / 22 MPa	-
1,30 – 2,80	Ciottoli, ghiaie, sabbie debolmente limose. Ciottoli arrotondati con diametro massimo di 30cm	33° / 36°	1,9 / 2,0 t/m ³	22 / 25 MPa	0 / 10 kPa

Profondità da p.c. (m)	Litologia	Angolo di resistenza (ϕ)	Peso di volume (γ)	Modulo di deformazione (E)	Coesione (c)
0 – 0,60	Terreno umico vegetale	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
0,60 – 1,30	Ciottoli, ghiaie, sabbie	35° / 37°	1,9 / 2,0 t/m³	18 / 22 MPa	-
1,30 – 1,50	Ciottoli, ghiaie, sabbie con limo	33° / 36°	1,9 / 2,0 t/m³	22 / 25 MPa	0 / 10 kPa
1,50 – 1,80	Livello di ciottoli e ghiaie	35° / 37°	1,9 / 2,0 t/m³	18 / 22 MPa	-
1,80 – 2,50	Ciottoli, ghiaie, sabbie con limo	33° / 36°	1,9 / 2,0 t/m³	22 / 25 MPa	0 / 10 kPa

Trincea T5

Località: Brezzo (via Trieste)

Quota: 341 m

Morfologia: transizione piana-versante

Profondità da p.c. (m)	Litologia
0 – 0,30	Terreno vegetale da bruno a nocciola
0,30 – 3,50	Sabbie debolmente fini, di colore nocciola, da debolmente limose a limose, con ciottoli decimetrici e massi di diametro massimo 60-80cm, di origine gneissica, posti sul fondo dello scavo

Trincea T6 (n. 3 scavi)

Località: Brezzo Valtravaglia (via Germignaga)

Quota: 338 m

Morfologia: superficie mediamente acclive (versante)

Profondità da p.c. (m)	Litologia
0 – 0,50	Terreno vegetale
0,50 – 2,40	Sabbie medio-fini grigie, debolmente limose con ghiaia e ciottoli, prevalentemente di natura metamorfica, da sub-angolosi a sub-arrotondati in stato di addensamento crescente con la profondità. Presenza di massi con diametro superiore a 30cm

Profondità da p.c. (m)	Litologia
0 – 1,10	Terreno vegetale e di riporto. Sabbia fine limosa colore bruno
1,10 – 2,50	Sabbie medio-fini grigie, debolmente limose con ghiaia e ciottoli, prevalentemente di natura metamorfica, da sub-angolosi a sub-arrotondati in stato di addensamento crescente con la profondità. Presenza di livelli limosi

Profondità da p.c. (m)	Litologia
0 – 0,40	Terreno vegetale e di riporto. Sabbia fine limosa colore bruno con massi
0,40 – 3,60	Sabbie medio-fini grigie, debolmente limose con ghiaia e ciottoli, prevalentemente di natura metamorfica, da sub-angolosi a sub-arrotondati in stato di addensamento crescente con la profondità. Presenza di massi con diametro superiore a 30cm

Parametrizzazione di massima terreni incoerenti

Angolo di attrito (φ)	Peso di volume (γ)	Modulo di deformazione (E)	Densità relativa (Dr%)
30° – 32°	1,6 / 1,8 t/m ³	100 – 150 kg/cm ²	30 - 50

Trincea T7

Località: Brezzo Valtravaglia (via Beatrice)

Quota: 360 m

Morfologia: area di raccordo piana-versante

Litologia	
Terreno umico vegetale e di riporto	
Sabbia media con ciottoli e ghiaia in debole matrice limosa	
Substrato roccioso di natura carbonatica alterato e fratturato	

Parametrizzazione di massima terreni incoerenti

Angolo di attrito (φ)	Peso di volume (γ)	Modulo di deformazione (E)	Densità relativa (Dr%)
28° – 32°	1,6 / 1,8 t/m ³	100 – 150 kg/cm ²	30 - 40

Trincea T8 (n. 11 scavi)

Località: Brezzo (via Trieste)

Quota: 307 m

Morfologia: transizione piana-versante

Profondità da p.c. (m)	Litologia	
0 – 1,00 circa	Terreno umico vegetale	
1,00 – 3,00 circa	Mediamente si rinvengono sabbie, limi con ciottoli e massi nella parte sommitale dello scavo passanti a sedimenti costituiti da ciottoli, ghiaie e sabbie. Locale presenza di livelli torbosi a fondo scavo.	

Trincea T9 (n. 5 scavi)

Località: Brezzo (via Pianezza)

Quota: 347 m

Morfologia: sub-pianeggiante (debole pendenza in direzione NE)

Profondità da p.c. (m)	Litologia	Angolo di resistenza (φ)	Peso di volume (γ)	Modulo di deformazione (E)	Coesione (c)
0 – 1,10	Terreno umico vegetale	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1,10 – 4,00	Ciottoli, ghiaie, sabbie debolmente limose, di colore marrone chiaro. Ciottoli di dimensioni da 2cm a 80cm, eterogenei ed arrotondati. Aumento dei ciottoli a fondo scavo	33° / 37°	19/20 kN/m ³	22 – 24 MPa	-

Profondità da p.c. (m)	Litologia	Angolo di resistenza (φ)	Peso di volume (γ)	Modulo di deformazione (E)	Coesione (c)
0 – 1,10	Terreno umico vegetale	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1,10 – 3,80	Ciottoli, ghiaie, sabbie debolmente limose, di colore marrone chiaro. Ciottoli di dimensioni da 2cm a 40cm.	33° / 37°	19/20 kN/m ³	22 – 24 MPa	-

Profondità da p.c. (m)	Litologia	Angolo di resistenza (ϕ)	Peso di volume (γ)	Modulo di deformazione (E)	Coesione (c)
0 – 1,20	Terreno umico vegetale	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1,20 – 2,30	Ciottoli, ghiaie, sabbie debolmente limose, di colore marrone chiaro. Ciottoli di dimensioni da 1cm a 50cm, eterogenei ed arrotondati	33° / 37°	19/20 kN/m³	22 – 24 MPa	-
2,30 – 3,70	Limo sabbioso, di colore grigio, con ciottoli e massi. Ciottoli di dimensioni da 1cm a 50cm	26° / 30°	19/20 kN/m³	18 – 22 MPa	0 – 10 KPa

Profondità da p.c. (m)	Litologia	Angolo di resistenza (ϕ)	Peso di volume (γ)	Modulo di deformazione (E)	Coesione (c)
0 – 1,50	Terreno umico vegetale	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1,50 – 2,30	Ciottoli, ghiaie, sabbie debolmente limose, di colore marrone chiaro. Ciottoli di dimensioni da 1cm a 40cm, eterogenei ed arrotondati	33° / 37°	19/20 kN/m³	22 – 24 MPa	-
2,30 – 3,80	Limo sabbioso, di colore grigio, con ciottoli e massi. Ciottoli di dimensioni da 1cm a 50cm	26° / 30°	19/20 kN/m³	18 – 22 MPa	0 – 10 KPa

Profondità da p.c. (m)	Litologia	Angolo di resistenza (ϕ)	Peso di volume (γ)	Modulo di deformazione (E)	Coesione (c)
0 – 0,70	Terreno umico vegetale	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
0,70 – 1,50	Ciottoli, ghiaie, sabbie debolmente limose, di colore marrone chiaro. Ciottoli di dimensioni da 1cm a 40cm, eterogenei ed arrotondati	33° / 37°	19/20 kN/m³	22 – 24 MPa	-
1,50 – 3,80	Sabbie limose, di colore grigio, con ciottoli e massi. Ciottoli di dimensioni da 1cm a 40cm, da sub-arrotondati ad arrotondati	26° / 30°	19/20 kN/m³	18 – 22 MPa	0 – 10 KPa

Trincea T10 (n. 3 scavi)

Località: Brezzo Valtravaglia (via Beatrice)

Quota: 350 m

Morfologia: superficie subpianeggiante terrazzata

Profondità da p.c. (m)	Litologia	Angolo di attrito (ϕ)	Peso di volume (γ)	Coesione (c)
0 – 0,60	Terreno umico vegetale	n.d.	n.d.	n.d.
0,60 – 1,60	Sabbie limose con ciottoli e massi; ciottoli di natura metamorfica e sedimentaria, da spigolosi a sub-arrotondati, con diametro compreso in genere tra 5cm e 20cm. Deposito da poco a mediamente addensato	32° / 34°	19/20 kN/m³	0 KPa
1,60	Probabile cappellaccio del substrato roccioso sedimentario	-	-	-

Profondità da p.c. (m)	Litologia	Angolo di attrito (φ)	Peso di volume (γ)	Coesione (c)
0 – 0,40	Terreno umico vegetale	n.d.	n.d.	n.d.
0,40 – 1,50	Sabbie limose con ciottoli e massi; ciottoli di natura metamorfica e sedimentaria, da spigolosi a sub-arrotondati, con diametro compreso in genere tra 5cm e 20cm. Deposito da poco a mediamente addensato	32° / 34°	19/20 kN/m³	0 KPa
1,50	Probabile cappellaccio del substrato roccioso sedimentario	-	-	-
Profondità da p.c. (m)	Litologia	Angolo di attrito (φ)	Peso di volume (γ)	Coesione (c)
0 – 0,50	Terreno umico vegetale	n.d.	n.d.	n.d.
0,50 – 0,80	Sabbie limose con ciottoli e massi; ciottoli di natura metamorfica e sedimentaria, da spigolosi a sub-arrotondati, con diametro compreso in genere tra 5cm e 20cm. Deposito da poco a mediamente addensato	32° / 34°	19/20 kN/m³	0 KPa
0,80	Probabile cappellaccio del substrato roccioso sedimentario	-	-	-

Prova Penetrometrica P1

Località: Brezzo (via Trieste)

Quota: 341 m

Morfologia: transizione piana-versante

Prova n.	Profondità da p.c.
1	9,0 m
2	6,9 m
3	7,2 m
4	6,3 m
5	6,3 m

Strato	1	2	3 / 4
Dr (%)	30 – 35	50 – 60	> 70
γ (kN/m³)	16	17,5	18 – 20
φ (°)	24 – 26	26 – 29	36 – 38
c (kPa)	0 – 0,01	0,01 – 0,02	0
E (kg/cm²)	22 – 33	37 – 56	510 – 670

Analisi geomeccanica T4

Località: Strada provinciale n. 31

Quota: 330 m

Morfologia: area di versante mediamente acclive

Famiglia	Immersione (°)	Inclinazione (°)
ST	330	65
K1	120	42
K2	200	40
K3	145	40

Classificazione di Beniawsky

Parametro	Valore	Coefficiente
Co (Mpa)	70	7
RQD (%)	50	10
Spaziatura (m)	0,21	8
Condizione dei giunti		20
Venute d'acqua	-	15

Risultati

RMR di base	60
Correzione giacitura	-15
RMR corretto	45
Classe ammasso	Classe III
Qualità ammasso	Mediocre

Parametri secondo Beniawsky

Angolo d'attrito	35°
Coesione	300 kPa
Modulo elastico	20 GPa

3.2 GEOMORFOLOGIA

3.2.1 CARATTERI GEOMORFOLOGICI GENERALI

Il territorio comunale si estende tra il ramo settentrionale della Valcuvia e il lago Maggiore; dal punto di vista morfologico corrisponde ad un'area collinare che culmina nella dorsale nord del monte Pian Nave. Il territorio è compresa tra quota 750 m (massima quota raggiunta al margine meridionale del confine comunale) e 200 m circa (sponda del Lago Maggiore). Su base fisiografica, il territorio può essere suddiviso, nei seguenti settori:

Dorsale del Monte Pian Nave:

Si tratta di una dorsale arrotondata, con una cresta a bassa inclinazione e di larghezza paragonabile a quella basale (circa 1,5 km), che corre in direzione nord, tra la cima del Monte Pian Nave (1000 m) e l'abitato di Bedero (q. 300 m circa).

Su tutti i lati la dorsale è limitata da superfici a bassa pendenza, a vario grado di articolazione interna.

La quasi totalità della dorsale è non urbanizzata e priva di significative strutture antropiche, ad eccezione di poche aree alla base del versante occidentale, in corrispondenza dell'abitato di Brezzo di Bedero.

Aree a bassa pendenza:

In senso trasversale (E-W) il profilo topografico della dorsale è asimmetrico, in quanto sui versanti si innestano, a differenti quote, superfici subpianeggianti o a bassa pendenza:

- sul versante occidentale (verso il Lago Maggiore) la superficie corrisponde a un'estesa piana fluvio glaciale (all'incirca 2 km di lunghezza per 1 km di larghezza) costituita da depositi sabbioso ghiaiosi dell'Alloformazione di Cantù, che si estende tra Bedero e Muceno. A ovest è delimitata da una scarpata di altezza pluriudecametrica (fino a 50 m) leggermente arretrata rispetto alla linea di costa e incisa dagli impluvi di alcuni corsi d'acqua (T. Varesella; T. Trigo).
- sul versante orientale (verso la Valcuvia) è presente una superficie a bassa acclività (località Pisciò, Lantis, Pralongo), articolata in dossi e piane minori, il cui andamento è in parte controllato dal substrato e in parte dalla distribuzione della copertura quaternaria. Questa superficie, simile per dimensioni alla precedente e indicativamente compresa tra quota 470 e 370 m, è raccordata al fondovalle della Valcuvia da un versante estremamente acclive, localmente subverticale, con roccia (paragneiss) affiorante/subaffiorante fino a quota 350 m circa; al di sopra prevalgono coperture glaciali, che raggiungono i massimi spessore in corrispondenza dei bacini dei torrenti San Giovanni e Tagesso.

La superficie prosegue verso ovest, con quote e morfologie simili, oltre l'ampia incisione valliva del Torrente San Giovanni, strutturando anche il settore a nord della dorsale (Bedero, Canonica) e ricollegandosi con la piana fluvioglaciale di Bedero-Muceno.

In questo settore il substrato, rappresentato da paragneiss e da rocce della successione triassica, (sub)affiora diffusamente, sia sugli alti morfologici che nei tratti a bassa pendenza (abitato di Bedero). Solo a partire da casa Sirpo tornano a prevalere le coperture quaternarie.

Morfologia della fascia costiera:

La linea di costa può essere suddivisa in due tratti morfologicamente omogenei:

• Settore A (Muceno - Bedero Valtravaglia):

La costa è caratterizzata da un grosso terrazzo, intagliato in depositi fluvioglaciali grossolani, con una scarpata di elevata altezza (mediamente 60 m circa). Al limite settentrionale, in prossimità dell'affioramento del substrato roccioso, la scarpata è solcata da profonde incisioni torrentizie (Torrente Varesella e altri corsi d'acqua privi di idronimo), interessati da opere di protezione e regimazione.

In corrispondenza degli sbocchi fluviali si sono sviluppati modesti conoidi (fan delta), ora terrazzati, con larghezza non superiori a 100 m e dislivelli fino a 5-6 m sulla linea di costa (Ca Bianca-Villa Grazia; foce del torrente Trigo).

Lungo la costa corre una spiaggia sabbiosa-ciottolosa di larghezza metrica, localmente interrotta da opere di consolidamento.

• Settore B (Bedero-Villa Marina):

Breve tratto caratterizzato da una costa a picco, con substrato roccioso affiorante/subaffiorante.

• Settore C (Villa Marina-foce del Rio san Giovanni):

Il tratto di costa è bordato da una spiaggia sabbiosa-ghiaiosa di larghezza metrica, limitata verso l'interno da una scarpata, la cui altezza decresce da ovest verso est (da 5-6 m a 2-3 m circa), che incide depositi glaciali o di contatto glaciale terrazzati (parte occidentale del settore). La scarpata è rinforzata a tratti da gabbionate e muri in cemento.

3.2.2 ELABORAZIONE DEL MODELLO DIGITALE DEL TERRENO – IDENTIFICAZIONE CLASSI DI ACCLIVITÀ

Per migliorare ed integrare i dati della carta geomorfologica e, in particolare, per predisporre la valutazione della pericolosità potenziale da frane (Tavola 5*) è stata elaborata la carta dell’acclività, visibile nella figura seguente (Fig. 3.8).

Partendo dal Modello Digitale del Terreno (LIDAR), fornito da Regione Lombardia, caratterizzato da una struttura a griglia con passo di campionamento pari a 1 metro, è stato applicato un opportuno algoritmo di calcolo (slope), con il quale è stata definita l’acclività (in gradi) del territorio comunale.

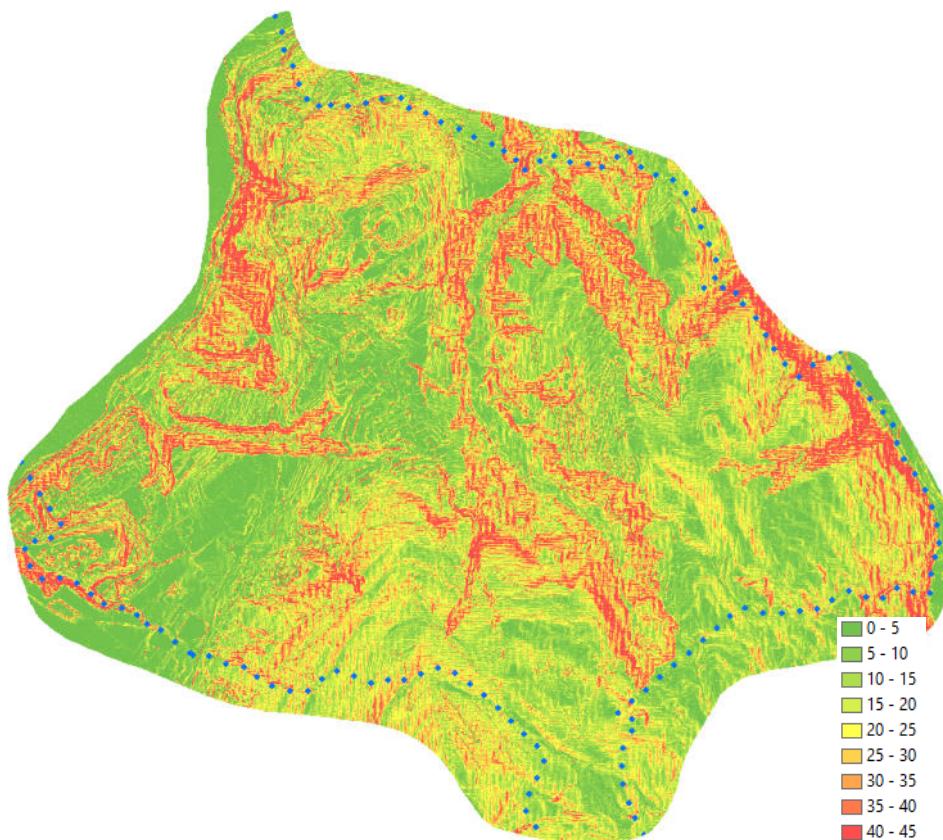


Fig. 3.8 – Clivometria del territorio comunale

Il territorio di Brezzo di Bedero presenta le maggiori pendenze in corrispondenza delle principali incisioni vallive (Varesella, San Giovanni e rio Tagesso), oltre ai versanti che si affacciano sulla Valtravaglia e a lago; qui le pendenze sono generalmente superiori a 30/35°.

Nelle restanti porzioni di territorio le pendenze sono blande, con solo locali zone a pendenze maggiori come il caso del versante a ridosso dell’abitato di Bedero.

L’elaborazione del Modello Digitale del Terreno LIDAR ha permesso, con l’uso di altro algoritmo di calcolo, di ridefinire le isoipse (linee di egual quota), utilizzate, ad esempio, per meglio tracciare l’andamento del reticolo idrografico.

3.2.3 DINAMICA GEOMORFOLOGICA

Di seguito vengono approfonditi gli aspetti geomorfologici relativi ai dissesti idrogeologici (frane, esondazioni, attività torrentizia) presenti sul territorio comunale.

La loro individuazione deriva dalla acquisizione della bibliografia esistente (perlopiù studi professionali di carattere idraulico) e da un rilievo geomorfologico diretto, integrato da informazioni fornite dall'Ufficio Tecnico comunale o ricavate da interviste in loco.

Tutti gli elementi citati sono riportati in **Tavola 5***.

PROCESSI LEGATI ALLA GRAVITÀ

Un quadro complessivo dello stato di dissesto potenziale del territorio di Brezzo di Bedero è offerto dal censimento delle frane contenuto nel database GeoIffi (SIT della Regione Lombardia) (Fig. 3.9).

I dissesti, identificati tramite fotointerpretazione nel 2000 sul volo del 1982 (volo TEM1, alla scala 1:20.000), sono riconducibili sostanzialmente a tre tipologie:

- aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi: sono segnalate ridotte aree soggette a crolli, corrispondenti a pareti rocciose distribuite sia sul fianco orientale (Valcuvia) che occidentale (Lago Maggiore) della dorsale del Monte Pian Nave.
- versanti potenzialmente instabili su pendii ad elevata acclività: si tratta di aree coincidenti con i versanti degli impluvi del Torrente Varesella e di altri corsi d'acqua minori ad esso contigui.
- aree di conoide: sono riportati, con limiti irrealistici, alcuni conoidi sul versante del Lago Maggiore (sbocco dei torrenti Trigo e Varesella).
- corsi d'acqua ad elevato trasporto solido: in questa tipologia sono compresi tutti i corsi d'acqua presenti sul territorio comunale.

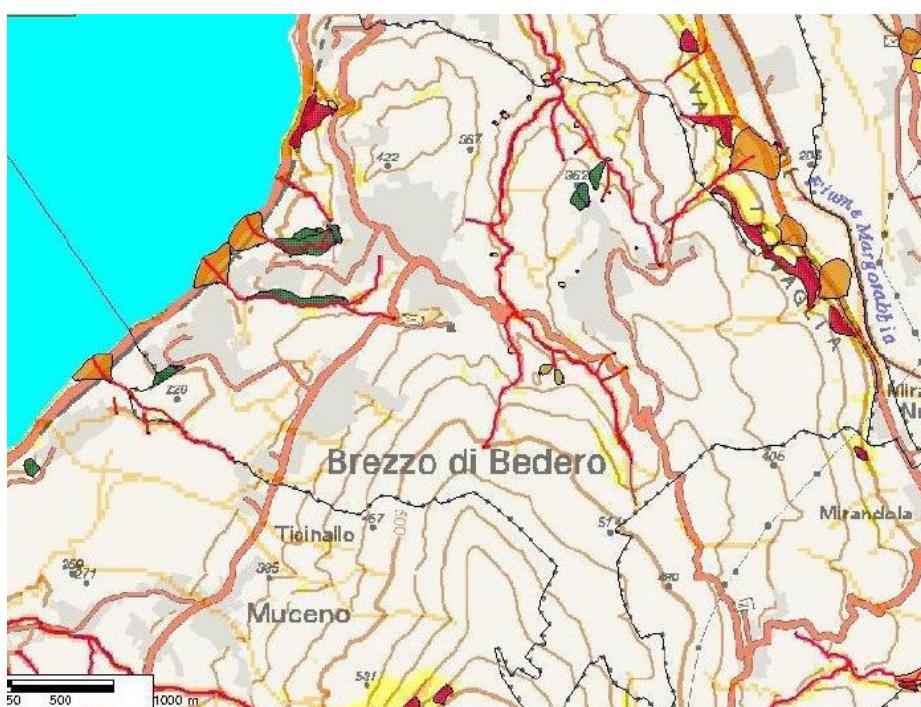


Fig. 3.9 – stato di dissesto nel comune di Brezzo di Bedero secondo GeoIffi (in verde le aree a franosità diffusa; in rosa le aree di potenziale crollo/ribaltamento; in marrone chiaro le aree di conoide)

Il quadro reale della dinamica morfologica del territorio comunale, definita con il rilevamento diretto, è così sintetizzabile:

Arearie di crollo

Versante occidentale della dorsale (Lago Maggiore) (o1CRR – o2CRR)

Area storicamente soggetta a crolli su cui si è intervenuti in passato con opere di messa in sicurezza, a causa dell’interferenza con la linea ferroviaria Luino-Bellinzona e la S.P. 69 (ex S.S. 394).

Dal punto di vista archivistico, le prime notizie relative a interventi di sistemazione risalgono al 1953, anno in cui vengono redatti progetti per il ripristino e la rettifica della strada detta “Salve Regina” (S.P. 69), interessata da frane di crollo (Regione Lombardia, 2004).

Le aree di crollo corrispondono a quelle di affioramento del substrato lungo la costa. In base a quanto riferito da personale tecnico, si è sempre trattato di episodi di bassa intensità, rappresentati da modesti crolli diffusi di massi.

Le opere di sistemazione consistono in: costruzione di una galleria paramassi (lunghezza 20 m circa); chiodatura della parete soprastante la galleria; posa di barriere paramassi lungo la S.P. 69., tra Villa Clarissa e lo sbocco della Valle delle Predelle (vedi Tavola 5).*

Attualmente non si segnalano processi in atto.

Versante orientale della dorsale (Valcuvia) (o3CRR)

Il substrato roccioso, costituito da metamorfiti, affiora alla base di questo versante, con pareti verticali che insistono direttamente sulla S.P. 54. Per mitigare questa situazione di potenziale pericolo per crolli, le pareti rocciose, per una lunghezza di circa 200 m, nel tratto prossimo al confine amministrativo con il comune di Brissago-Valtravaglia, sono state ricoperte con reti in recentissimi lavori di disboscamento all’altezza di C.na Predazzi hanno evidenziato la presenza di altre pareti rocciose, arretrate di circa 10-15 m rispetto alla sede stradale, relativamente tettonizzate, interessate da sistemi di fratture, alcuni dei quali con assetto sfavorevole alla stabilità (franapoggio con inclinazione maggiore del versante).

Si tratta di aree caratterizzate da potenziali eventi di crollo di bassa intensità e frequenza.

Arearie a instabilità superficiale diffusa

In questa tipologia sono compresi i versanti degli impluvi dei corsi d’acqua maggiormente incisi. Si tratta di impluvi caratterizzati da versanti estremamente acclivi, spesso subverticali e di elevata altezza (frequentemente pluridecametrica), impostati in depositi quaternari, con l’eccezione di quelli tributari della Valcuvia, incisi nel substrato roccioso.

Per le accentuate pendenze e gli elevati dislivelli questi versanti mostrano segni di una diffusa, anche se superficiale, instabilità, evidenziata da fenomeni di erosione areale pellicolare, abbattimento o anomalie morfologiche nella vegetazione d’alto fusto (indice di fenomeni di creep), scivolamenti superficiali (soil slip) di bassa o bassissima intensità e debris flow, che individualmente coinvolgono modesti volumi di sedimento.

I fenomeni più accentuati si osservano:

- lungo il torrente Varesella e alcuni corsi d’acqua a nord dello stesso (Valle della Campagna, Valle dei Vigani), incisi in depositi fluvioglaciali incoerenti (ghiaie a matrice sabbiosa, sabbie ghiaiose) con rare intercalazioni di sedimenti più fini (limi, limi sabbiosi).
Il meccanismo di innesco più frequente è rappresentato dall’erosione spondale, che mobilizza sedimenti dalla base del versante o dai terrazzi fluviali interni alle valli. In alcuni casi lo scalzamento al piede innesca scivolamenti superficiali che interessano l’intero versante.
- lungo i torrenti San Giovanni e Tagesso, che scorrono in profonde valli (dislivelli massimi prossimi a 100 m) incise in depositi glacigenici comunemente sovraconsolidati (diamicton,

limi e limi sabbiosi). In questa situazione i dissesti superficiali si impostano al contatto tra la copertura colluviale e il sottostante litosoma consolidato. Per la maggior consistenza dei depositi possono innescarsi, in rari casi, scorrimenti rotazionali di modeste dimensioni (decametriche).

In entrambi gli ambiti, contributi secondari derivano da processi di colluviazione lungo il versante, che apportano sedimenti più fini (sabbie e limi ghiaiosi), al sistema torrentizio.

In relazione a questa tipologia di dissesto, si segnalano, tra le maggiori criticità:

- la stretta dorsale tra Casa Passera e Lantis, percorsa dalla strada comunale Pralongo-Germignaga. Questa dorsale, che funge da spartiacque tra i bacini dei rii Tagesso e Valle della Morte e misura attualmente poche decine di metri di larghezza, è attivamente erosa, sebbene a tassi minimi, su entrambi i fianchi ed è destinata ad un lento ma costante assottigliamento. Allo stato attuale si registrano accenni di cedimenti della banchina stradale e dissesti superficiali poco al di sotto dello spartiacque, sul versante del Rio Tagesso.
- gli affluenti in sponda sinistra del Torrente Varesella, soggetti ad un'intensa erosione spondale ed approfondimento dell'alveo, con esposizione di ghiaie su entrambe le sponde e sul fondo (Fig. 3.10).



Fig. 3.10 – erosione lungo affluenti in sponda sinistra del Torrente Varesella

Area di frana

Nel territorio comunale i dissesti gravitativi sono sistematicamente confinati all'interno delle valli fluviali, dove contribuiscono all'instabilità diffusa sui fianchi degli impluvi.

Frana di Vaira (04SVm)

Scivolamento superficiale attivo, sviluppato sul versante ovest della valle del Torrente san Giovanni. Si tratta di un dissesto caratterizzato da una superficie di scivolamento di larghezza assai ridotta, ma di elevato dislivello (pluridecametrico), il cui coronamento intacca la strada comunale tra Lantis e Vaira;

Frana presso Villaggio Olandese (05SVm)

Scivolamento superficiale ubicato sul versante destro della valle del Torrente San Giovanni, nel settore centro-orientale della località Pralongo. Il dissesto si impone su un versante estremamente ripido ed è stato verosimilmente originato da fenomeni di erosione dovuti alla presenza di uno scarico per le acque bianche provenienti dal vicino insediamento denominato "Villaggio Olandese". Attualmente (primavera 2010) in fase di sistemazione e consolidamento come visibile nella foto di figura 3.11, al dissesto è stato assegnato il grado di attività "stabilizzato".



Fig. 3.11 – lavori di consolidamento e sistemazione del dissesto 05SVm

Entrambi i dissesti appaiono morfologicamente confinati e non interessano aree antropizzate. Nel caso in cui si dovessero verificare fenomeni che possano condurre alla mobilitizzazione di materiale, le zone di transito ed accumulo risulterebbero comunque esterne ai settori urbanizzati.

3.2.4 ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DA FRANE

Ai sensi degli art. 82 e 84 delle NdA del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Varese (PTCP) è stata condotta un'analisi, estesa a tutto il territorio comunale, volta alla perimetrazione della pericolosità da frane, partendo dall'esame delle tavole RIS3 "Carta della pericolosità frane" e RIS4 "Carta della pericolosità frane di crollo", allegate al PTCP.

Nella Tavola RIS3, infatti, il territorio comunale è suddiviso nelle seguenti classi di pericolosità (fig. 3.12):

- *Aree a pericolosità elevata: a questa categoria è attribuito solo una ridotta area in corrispondenza della cava di Trigo.*
- *Aree a pericolosità media: sono associate agli impluvi dei principali corsi d'acqua, con la notevole eccezione dei torrenti San Giovanni e Varesella.*
- *Aree a pericolosità bassa: è la classe maggiormente rappresentata nel territorio comunale*

(circa il 50%), coincidente preferibilmente con aree a pendenza bassa o moderata.

- Aree a pericolosità molto bassa o nulla: è limitata a due ridotte aree in prossimità del limite nord del comune, strutturate su depositi glaciali ad acclività moderata.

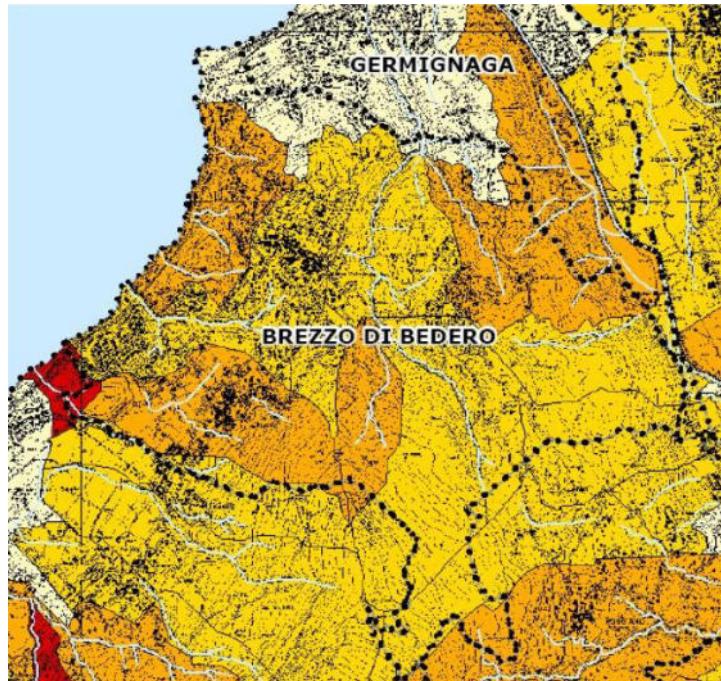


Fig. 3.12 – carta della pericolosità da frane, con esclusione di quelle di crollo. Rosso: pericolosità elevata; arancione: pericolosità media; giallo: pericolosità bassa; giallo chiaro: pericolosità molto bassa o nulla

Nella Tavola RIS4 (fig. 3.13) vengono riportati i medesimi elementi di crollo in roccia identificati e riportati nella tavola RIS2. Si tratta di limitate aree, localizzate in prossimità del fondovalle, sia sul versante valcuviano sia su quello del Lago Maggiore, già sottoposte a interventi di messa in sicurezza a causa della loro interferenza con infrastrutture viarie.

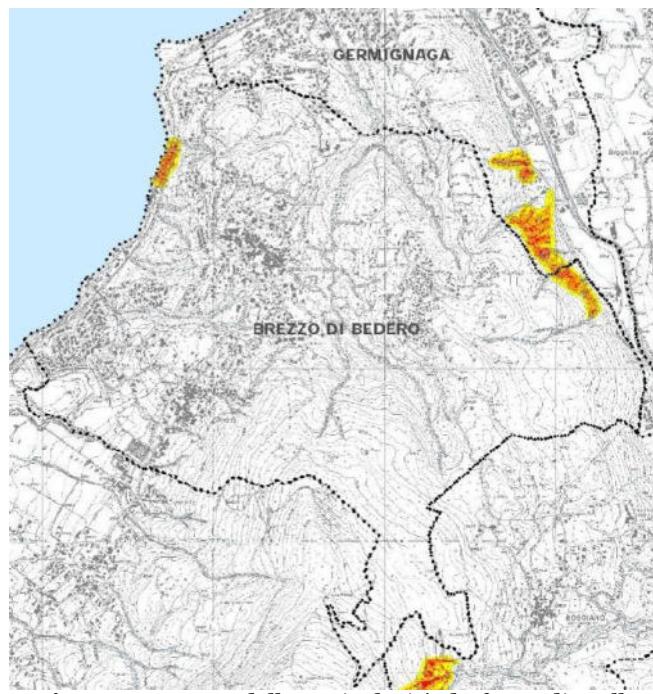


Fig. 3.13 – carta della pericolosità da frane di crollo

Lo studio, di zonazione della pericolosità da frane (di scivolamento e/o crollo), è stato eseguito anche tenendo conto delle indicazioni riportate nell'Allegato 2 della D.G.R. IX/2616 del 30 novembre 2011.

Metodo e risultati dello studio, riportati in apposita cartografia tematica (Tavola n. 5* Carta della rete idrografica ed elementi di dinamica geomorfologica), sono di seguito descritti.

Zonazione della pericolosità da frane: applicazione del modello SINMAP

Il modello SINMAP (Stability INdex MAPing), utile per definire l'indice di stabilità (SI) del territorio, è basato sulla teoria del pendio infinito che bilancia la componente destabilizzante della gravità con le componenti stabilizzanti di angolo d'attrito e coesione su un piano inclinato, infinitamente esteso, parallelo alla superficie del versante. L'indice di stabilità è definito come la probabilità che una zona sia stabile assumendo come uniforme la distribuzione dei parametri considerati; si ricavano perciò alcuni ranges di valori compresi tra 0 (zone più instabili) ed 1 (zone minimamente instabili).

Il valore numerico ottenuto si utilizza per classificare le condizioni di stabilità del versante per ogni cella della griglia che costituisce il Modello di Elevazione del Terreno (DTM).

Per SINMAP, che opera solo valutando frane superficiali, i dati di input per la determinazione dell'indice di stabilità, definito come fattore di sicurezza (FS) probabilistico, sono: fattori topografici (θ), grandezze relative all'area specifica di drenaggio (a) e parametri che caratterizzano le proprietà sia geotecniche (Φ) che idrologiche del terreno (C-coesione, R-pioggia efficace, T-trasmissività).

Il modello di pendio infinito, utilizzato per l'applicazione di SINMAP, è dato dalla seguente formula semplificata (Hammond et al., 1992):

$$FS = [C + \cos\theta \times (1-wr) \times \tan\Phi] / \sin\theta$$

dove: **C** = $(Cr + Cs) / (h \times \rho_s \times g)$ in cui **Cr** è la coesione delle radici, **Cs** è quella del suolo, **h** è la profondità della superficie di rottura (max 1 m), **ρ_s** è la densità del suolo, **g** l'accelerazione di gravità, **w** il contenuto d'acqua e **r** è il rapporto della densità dell'acqua su quella del suolo.

Le variabili topografiche sono automaticamente computate dal DTM/LIDAR (cella 1x1 m) ed assegnate ad ogni cella, mentre i parametri **T**, **R**, **C**, sono riconosciuti come incerti e quindi considerati variabili tra un limite superiore ed uno inferiore assumendo per questi una distribuzione normale.

Il concetto di pendio infinito è valido nei casi in cui lo spessore del terreno al di sopra della superficie di scorrimento sia molto minore rispetto alla lunghezza del versante. Su ciascun elemento finito di versante si applica un modello di stabilità del tipo Mohr-Coulomb.

Il principale output di SINMAP è la perimetrazione di regioni con $SI > 1$ se $FS_{min} > 1$; $0 < SI < 1$ se $FS = 0$; $SI = 0$ se $FS_{max} < 1$.

È possibile, quindi, costruire una tabella in cui si differenziano le classi di stabilità in funzione del valore assunto da **SI** (Tabella 8.1).

Le classi individuate possono essere così interpretate:

- Stabile, Moderatamente Stabile e Quasi-Stabile: regioni nelle quali, in accordo con il modello, non dovrebbero verificarsi fenomeni di instabilità una volta assunti i parametri più conservativi nel range specificato.
- Instabile per Soglia inferiore o Soglia superiore: regioni per cui, in accordo con il range di incertezza dei parametri individuati nel modello, esiste una probabilità di rottura che è rispettivamente minore o maggiore del 50%. In queste regioni non sono richiesti fattori esterni per generare instabilità. L'instabilità si può manifestare semplicemente per una specifica combinazione dei valori assunti dai parametri all'interno del loro range di variazione.
- Instabile: regione in cui i versanti risultano instabili per qualsiasi valore assunto dai parametri nel range specificato.

CONDIZIONE	CLASSE	STATO DI STABILITÀ	VARIABILITÀ PARAMETRI	POSSIBILE INFLUENZA DI FATTORI NON CONSIDERATI
SI>1,5	1	Zona stabile	La variabilità non influisce sulla instabilità	Sono richiesti significati fattori destabilizzanti per l'attività.
1,5>SI>1,25	2	Zona moderatamente stabile	La variabilità non influisce sulla instabilità	Sono richiesti moderati fattori destabilizzanti per l'instabilità
1,25>SI>1	3	Zona quasi stabile	La variabilità non influisce sulla instabilità	Anche lievi fattori destabilizzanti possono determinare l'instabilità
1>SI>0,5	4	Zona instabile per soglia inferiore	E' richiesta la metà peggiore del <i>range</i> dei parametri per la stabilità	Non sono necessari fattori destabilizzanti per l'instabilità
0,5>SI>0	5	Zona instabile per soglia superiore	E' richiesta la metà migliore del <i>range</i> dei parametri per la stabilità	Fattori stabilizzanti possono aiutare la stabilità
SI=0	6	Zona instabile	La variabilità non influisce sulla stabilità	Fattori stabilizzanti sono richiesti per la stabilità

Tab. n. 3.1 – Determinazione delle sei classi di stabilità in relazione ai valori assunti da SI

Le variabili topografiche, come detto, vengono valutate attraverso il modello digitale del terreno, mentre le variabili geotecniche (coesione, angolo di resistenza al taglio, peso di volume) sono state ricavate sulla base delle caratteristiche dei depositi presenti nel territorio e/o assegnati su base formazionale attraverso dati in possesso di questo studio.

Inoltre il modello SINAMP richiede l'inserimento di variabili idrologiche espresse come il rapporto tra la trasmissività (T) e le piogge efficaci (R), ricavate dalle caratteristiche idrogeologiche delle aree e dai dati di pioggia come da cap. 2.

Da quanto descritto nel successivo capitolo 4 è ragionevole considerare nell'elaborazione, per semplificazione, un'unica unità con caratteristiche omogeneamente distribuite su tutto il territorio, stimando per questa dei ranges di parametri geotecnicici. Per cui:

Peso di volume (γ) 18 - 20 kN/mc

Angolo di resistenza al taglio (ϕ') 30° - 40°

Coesione (c) 0 - 20kPa

Pertanto dall'intersezione delle variabili topografiche con quelle geotecniche e idrogologiche SINMAP deriva un indice di stabilità (SI) per il territorio, dal cui valore si ricava il grado di pericolosità preliminare secondo il seguente schema:

- Fs > 2,00 – pericolosità preliminare H1 (molto bassa o nulla)
- Fs = 1.40 – 2,00 – pericolosità preliminare H2 (bassa)
- Fs = 1.20 – 1.40 – pericolosità preliminare H3 (media/moderata)
- Fs = 1.00 – 1.20 – pericolosità preliminare H4 (alta)
- Fs < 1.00 - pericolosità preliminare H5 (molto alta)

PROCESSI E FORME LEGATI ALLE ACQUE SUPERFICIALI

In relazione alle dinamiche delle acque superficiali (intendendo con tale termine sia quelle fluviali che lacustri) nell'ambito del territorio comunale, le problematiche appaiono di rilevanza assolutamente secondaria, come si evince dalla quasi inesistente serie storica degli eventi di esondazione, di seguito riportata (Regione Lombardia, 2004):

- 1900: danni alle strade per un nubifragio nel mese di agosto
- 1914: danni alla strada lacuale consorziale Porto Valtravaglia, Brezzo di Bedero, Germignaga, Castelvaccana, Musadino, Muceno. In una lettera si dichiara di provvedere a riparare un tratto di muro di sostegno della strada travolta dalle onde del Verbano.

Nell'elenco mancano i dati del periodo 1928-1952, anni in cui il comune di Brezzo è stato fuso con quello di Luino.

Esondazioni lacustri

Verso ovest il comune è limitato dalla linea di costa del Lago Maggiore. Ciò introduce potenzialmente criticità territoriali legate alle variazioni del livello lacustre.

Il principale riferimento per questa problematica è rappresentato dalla ricerca, promossa dalla Regione Lombardia (Direzione Generale Sicurezza, Polizia Locale e Protezione Civile) ed effettuata dal CNR-IRPI di Torino (2004).

I dati morfometrici relativi al lago Maggiore e al suo bacino sono così sintetizzabili:

<i>Bacino imbrifero (km²)</i>	6.598,59
<i>Quota massima (m slm)</i>	4.633
<i>Quota minima (stazione di chiusura Miorina)</i>	250
<i>Superficie lago (km²)</i>	210
<i>Massima profondità (m)</i>	370

Il regime pluviometrico del bacino imbrifero è di tipo sub-litoraneo alpino, con minimo assoluto invernale e massimi autunnali ed estivi, che superano, in una vasta area del bacino, 2000 mm/anno. I principali immissari del lago sono: il fiume Ticino prelacuale, il fiume Toce ed i torrenti Maggia e Tresa, che insieme drenano una superficie pari al 73% dell'intero bacino.

L'unico emissario del lago è costituito dal Ticino sublacuale, che inizia tra gli abitati di Sesto Calende e Castelletto Ticino e confluisce nel Po all'altezza di Pavia.

La regolazione delle portate in uscita avviene tramite la traversa della Miorina, una diga a paratoie mobili costruita tra il 1938 e il 1943, ubicata nel Comune di Golasecca, circa 3 km a valle di Sesto Calende, in corrispondenza di una soglia che costituisce l'incile naturale del Lago Maggiore.

Le variazioni del livello del Lago nei periodi di regolazione (stabilite da una commissione italoelvetica, perché oltre la metà del bacino imbrifero ricade in territorio svizzero) sono

contenute entro ristretti limiti: il limite inferiore, fisso, è di -0,50 m rispetto allo zero dell'idrometro di Sesto Calende; quello superiore varia in funzione della variazione stagionale degli afflussi e del rischio di piene: +1,00 m dal 1° marzo a fine ottobre, +1,50 m dal 1° novembre alla fine di febbraio.

Analisi storica

Numerosi sono gli eventi di esondazione che hanno interessato le aree pericolose della sponda orientale del Lago Maggiore.

Per il loro censimento si fa riferimento alle letture sistematiche iniziate nel 1829 (idrometro di Sesto Calende), mentre episodi anteriori sono dedotti da testi e notizie storiche locali.

Le variazioni sono misurate da più idrometri:

- Sesto Calende, con zero idrometrico quotato a 192,87 m.
- Pallanza, con zero idrometrico quotato a 195,5 m
- Ranco, con zero idrometrico fissato a 191,80 m

Nello studio promosso dalla Regione Lombardia sono stati raccolti e analizzati i dati relativi a tutte le piene note a partire dal 1700.

In questo periodo, la piena di maggiore entità risale all'anno 1868 (**199,81 m**), mentre per il periodo successivo al 1942, anno di entrata in funzione della diga di Miorina, i valori massimi si sono registrati nel 2000 (**197,49 m**) e nel 1993 (**197,14 m**) (vedi Fig. 3.14).

L'analisi statistica ha mostrato che:

- nel periodo considerato sono stati registrati 90 eventi di piena superiori a +2,00 metri rispetto allo zero idrometrico di Sesto Calende e che hanno, quindi, raggiunto/superato la quota assoluta di 194,87 m slm.
- la media delle quote assolute raggiunte dai colmi di piena (escludendo il valore dell'ottobre 1868) è di 196,008 m slm
- gli eventi di piena considerati sono così ripartiti:
 - 7 eventi (pari al 7,7%) hanno il colmo compreso tra la quota 194,00 e 195,00 m slm;
 - 37 eventi (pari al 41,2%) hanno il colmo compreso tra la quota 195,00 e 196,00 m slm;
 - 35 eventi (pari al 38,8%) hanno il colmo compreso tra la quota 196,00 e 197,00 m slm;
 - 10 eventi (pari all'11,2%) hanno il colmo compreso tra la quota 197,00 e 198,00 m slm;
 - 1 evento (pari all'1,1%) che presenta un colmo > di 199,00 m slm (evento del 1868).

Ciò dimostra l'eccezionalità dell'evento del 1868, forse superato solo da una piena avvenuta nell'anno 1177, in cui sembra si sia raggiunto un colmo di 10,8 m sopra il livello ordinario. Anche considerando questo episodio incerto, la piena del 1868 costituisce un evento con tempo di ritorno quasi millenario (circa 800 anni).

La distribuzione mensile delle piene nel periodo 1834 ed il 2003 ha evidenziato:

- un massimo assoluto nel mese di ottobre, con 25 eventi di piena
- un massimo relativo nel mese di giugno, con 13 eventi.
- la frequenza totale degli eventi di piena è di 1 evento ogni 18 mesi (117 eventi in 174 anni).

TAB19		Classifica delle maggiori piene del Lago Maggiore dal 1705 ad oggi. Analogamente alla tabella precedente sono riportate la data del colmo (e dei colmi successivi se presenti), l'altezza del colmo rispetto allo zero idrometrico di Sesto C. (192,87 m), l'altezza assoluta sul livello del mare (m) e anche l'altezza assoluta misurata all'idrometro di Pallanza (zero idrometrico 195,50 m). In rosso sono evidenziate le massime piene del XIX e XX secolo; in blu le piene antecedenti il 1829. Una piena del 1604 parrebbe aver raggiunto un'altezza assoluta pari a 198,820 m slm, vale a dire 5,95 m all'idrometro di Sesto Calende.				
Anno		colmo		H acque Lago Maggiore a Sesto Calende (m)	H assoluta (m slm)	H assoluta a Pallanza (m slm)
		giorno	mese			
1868	4		ottobre	6,94	199,810	199,800
1705	3		novembre	6,16	199,030	199,030
1777				5,70	198,570	
1755				4,90	197,770	197,770
1792				4,80	197,670	
1840			novembre	4,77	197,640	197,64
2000	17		ottobre	4,62	197,490	197,940
1872	23		maggio	4,44	197,310	197,300
1834			agosto	4,43	197,300	197,30
1846			ottobre	4,37	197,240	197,24
1855			giugno	4,35	197,220	197,22
1829				4,28	197,150	197,150
1993	15		ottobre	4,27	197,140	197,610
1907	18		ottobre	4,25	197,120	197,150
1846			maggio	4,21	197,080	197,24
1857			ottobre	4,00	196,870	196,87
1872	23		ottobre	4,00	196,870	
1928	2		novembre	3,93	196,800	196,850
1981	28		settembre	3,88	196,750	197,100
1860			settembre	3,85	196,720	196,72
1843			giugno	3,80	196,670	196,67
1920	25		settembre	3,78	196,650	196,600
1951	13		novembre	3,78	196,650	196,600
1856			ottobre	3,72	196,590	196,59
1851			ottobre	3,65	196,520	196,52
1926	22		novembre	3,63	196,500	196,500
1889	30		ottobre	3,62	196,490	195,500
1979	17		ottobre	3,61	196,480	196,900
1918	19		giugno	3,58	196,450	196,400
1977	5		maggio	3,53	196,400	196,750
1926	17		maggio	3,52	196,390	
2002	28		novembre	3,34	196,360	
1848			giugno	3,48	196,350	196,35
1896	1		novembre	3,47	196,340	196,300
1900	28		agosto	3,47	196,340	196,300
1977	10		ottobre	3,47	196,340	
1939	7		agosto	3,42	196,290	196,200

Fig. 3.14 – Maggiori esondazioni del Lago Maggiore dal 1705 (Regione Lombardia, 2004)

Per quanto riguarda il periodo a partire dal 1943, in cui entra pienamente in funzione il manufatto di Miorina e inizia il regime regolato, tuttora vigente, si sono registrati 48 eventi di piena con il colmo superiore a +2,00 m sullo zero idrometrico di Sesto Calende, compresi fra una quota minima assoluta di 194,9 m ad una massima di 197,94 m dell'ottobre 2000 (sull'idrometro di Pallanza), che rappresenta il massimo storico in regime regolato del lago. Ben 15 eventi di piena hanno raggiunto o superato la quota di 196,00 m, tre eventi (2000, 1993 e 1981) la quota dei 197,00 m slm. La frequenza delle piene nell'arco temporale 1943 – 2002, è

stata di una piena ogni 15 mesi, valore simile a quello ricavato per l'intero intervallo considerato (1829-2002).

Nel presente lavoro di aggiornamento allo studio geologico comunale, sono considerate, quali quote di esondazione lacuale, quelle riportate nell'Allegato 4 della d.g.r. n. X/6738 del 19/06/2017, con le quali sono state (con l'ausilio del Modello Digitale del Terreno LIDAR) delimitate, su cartografia di piano, aree allagabili lacuali. Si tratta di aree che possono essere influenzate, o che lo sono già state in passato, da esondazioni del lago.

I dati, relativi al periodo regolato, sono stati elaborati da ARPA Lombardia con la distribuzione GEV (Generalized Extreme Value), individuando poi soglie corrispondenti ai tempi di ritorno di 15 e 100 anni. Per individuare il massimo storico registrato sono stati invece considerati anche i dati del periodo pre-regolazione, in un'ottica cautelativa. I valori ottenuti sono stati sommati alle quote dello zero idrometrico corrispondente quotato da ARPA Lombardia, al fine di ottenere i livelli lacuali corrispondenti.

Lago (idrometro)	Quota zero idrometrico in metri s.l.m. (geoide Italgeo 1999)	Soglie individuate in metri-livello lacuale in metri s.l.m.		
		Tr15	Tr100	Massimo storico registrato
Maggiore Calende)	(Sesto 193,052	3,61 – 196,662	5,07 – 198,122	6,84 – 199,892

Esondazioni fluviali

Le esondazioni fluviali non rientrano tra le criticità territoriali di maggiore impatto.

1) *il reticolo principale (T. San Giovanni, Rio Tagesso), nel tratto comunale, è profondamente confinato all'interno della successione glacigenica.*

I soli possibili elementi di interferenza con le attività antropiche sono rappresentati da:

- *strada Bedero-Brissago che supera il T. San Giovanni con un ponte sopraelevato di 3 m circa rispetto all'alveo. Non sono noti episodi recenti di interruzione della circolazione per esondazione.*
- *dalle aree di fondovalle immediatamente a valle del citato attraversamento, dove sorge un'azienda agricola.*

Negli ultimi decenni non sono stati segnalati fenomeni di esondazione in relazione a questi potenziali elementi critici.

2) *il reticolo minore è costituito da brevi corsi d'acqua, anch'essi scorrenti al fondo di marcate incisioni, che per gli elementi idrici principali (T. Varesella e rio Valle della Morte) assumono i caratteri di forra, non antropizzate e prive di qualunque opera di urbanizzazione.*

Le potenziali criticità sono concentrate agli sbocchi vallivi, in prossimità della linea di costa, dove vengono attraversate in successione la linea ferroviaria e la S.P. 69.

Di particolare interesse è la parte terminale dell'alveo del Torrente Varesella, che appare completamente artificializzato. In tali condizioni sussiste una condizione di potenziale rischio di esondazione, sia per la riduzione della sezione d'alveo (lateralmente occupato dalla strada comunale che collega la S.P. 69 con le frazioni di Brezzo e di Bedero) sia per il confinamento in sponda sinistra, assai ridotto e localmente inesistente (Fig. 3.15). Tuttavia, nel passato recente, in questo tratto, non sono noti fenomeni di esondazione e/o tracimazione legati all'attività del Torrente Varesella.



Fig. 3.15 – tratto terminale del Torrente Varesella; la freccia indica il ridottissimo confinamento dell'alveo in sponda sinistra; si osserva anche la riduzione della sezione per la presenza di una strada

Sovralluvionamento

I fenomeni di sovralluvionamento interessano alcuni corsi d'acqua con recapito nel Lago Maggiore (versante ovest della dorsale) e, in particolare modo, il Torrente Varesella. A partire dalla confluenza dei rami nord e sud, l'alveo di questo torrente è ingombro di materiale clastico (ghiaie, ciottoli e subordinati massi) che deriva da erosione di sponda e da soil slip innescati dallo scalzamento al piede dei versanti dell'impluvio, inciso in depositi grossolani di origine fluvioglaciale. Una parte dei materiali proveniva, presumibilmente, anche dalla testata del ramo nord, in forte erosione prima della sua recente sistemazione.

Oltre al riscontro visivo delle elevate quantità di sedimenti clastici grossolani in alveo, lo stato di sovralluvionamento è evidenziato:

- dalla formazione di uno spesso materasso alluvionale immediatamente a monte di ogni sbarramento naturale causato dalla caduta di materiale vegetale in alveo (fig. 3.16).
- dal parziale seppellimento di alberi in corrispondenza della briglia principale del torrente, posta al termine del tratto inforrato (fig. 3.17).



Fig. 3.16 – interramento a monte di una diga naturale lungo il Torrente Varesella



Fig. 3.17 – seppellimento parziale della vegetazione a monte della briglia principale del Torrente Varesella

Oltre al persistente sovralluvionamento sistematico del T. Varesella, si incontrano anche situazioni di accumulo temporaneo, causate da particolari condizioni locali.

La più evidente è quella osservata lungo il T. San Giovanni all'altezza di Casa Spazio, in corrispondenza di un canale di debris flow recente/attuale, che taglia l'intero versante sinistro della valle, il cui dislivello supera i 70 m. Il sovralluvionamento a monte del canale è legato alla parziale e temporanea occlusione dell'alveo per effetto del trasporto in massa di provenienza laterale.

Indipendentemente dalle finalità pianificatorie del presente studio, si suggerisce un intervento di pulizia e manutenzione dei bacini di laminazione, allo stato attuale completamente intasati, delle briglie terminali del Torrente San Giovanni.

La Carta della dinamica geomorfologica riporta, con apposito sovrasimbolo, le aree su cui sarebbe opportuno mettere in atto un piano di manutenzione straordinaria e ordinaria degli alvei.

4 INQUADRAMENTO LITOTECNICO

La classificazione del territorio su basi geologico-tecniche ha seguito i dettami forniti dalla D.G.R. n. X/2616 del 2011.

Le divisioni effettuate sono basate principalmente sull'integrazione dei dati litologici con altri relativi all'assetto idrico/idrogeologico, morfologico, geognostico (trincee e scavi appositamente eseguiti, stratigrafie di sottosuolo) e di tipo strettamente geotecnico (prove SPT in foro, penetrometrie) che permettano di caratterizzare in modo quantitativo i terreni delle unità geologico-tecniche distinte.

Le indicazioni sotto riportate devono essere interpretate come indirizzi di massima: la corretta progettazione di un intervento edificatorio, ed in particolare di costruzioni di notevole dimensione o di importanza pubblica, deve prevedere una accurata fase di indagini geognostiche propedeutiche (sondaggi, prove penetrometriche) atte alla definizione delle corrette tipologie di fondazione e di drenaggio (come da NTC2018) corredate da relazione geotecnica.

Di seguito vengono illustrate le caratteristiche geologico-tecniche salienti delle aree omogenee riconosciute:

Unità A1

Litologia:

A1) rocce carbonatiche, costituite da dolomie (Dolomia di San Salvatore, Dolomia Principale); dolomie calcaree e calcari dolomitici (F.ne di Cunardo).

A2) prevalenti paragneiss (Scisti de Laghi); conglomerati.

Assetto morfologico: versanti ad acclività da media ad elevata, fino a subverticali (pareti rocciose), in corrispondenza dei versanti della dorsale del monte Pian Nave. Aree a pendenza bassa in corrispondenza dell'abitato di Bedero.

Drenaggio delle acque:

A1) Bassa permeabilità primaria; alta permeabilità secondaria per carsismo e fratturazione. Elevata infiltrazione nelle parti medio-alte dei versanti, che alimenta numerose sorgenti e carsiche, (versante sud e est del Monte Pian nave; versante nord del Monte Colonna).

A2) Bassissima permeabilità primaria; bassa permeabilità secondaria per fratturazione. Alta densità di drenaggio superficiale, favorita da elevati coefficienti di deflusso superficiale.

Caratteri geomecanici:

A1) Ammassi rocciosi carbonatici frequentemente interessati da clivaggi a spaziatura metrica; nella Dolomia Principale. Elevata deformazione plastica interna. Stratificazione da media a massiccia nelle litologie dolomitiche (Dolomia di San salvatore; Dolomia Principale); da molto sottile a sottile nella F.ne di Cunardo.

A2) Basamento cristallino polideformato a scistosità moderatamente espressa.

Giaciture concordanti in entrambe le subunità, caratterizzate da elevata inclinazione (60°-80°; frequentemente subverticali) e immersioni sensibilmente costanti, comprese tra 140°-160°.

Relazione di prevalente neutralità (traverpoggio) rispetto ai versanti. Si tratta di aree prive di problematiche particolari, in cui si riscontrano, complessivamente, discrete condizioni geomeccaniche.

Unità B

Litologia: diamicton massivi a prevalente supporto di matrice limoso sabbiosa o sabbioso limosa (depositi glaciali s.s.); sabbie limose e limi sabbiosi (depositi lacustri); subordinate ghiaie, sabbie ghiaiose e sabbie (depositi fluvioglaciali e di contatto glaciale).

I depositi fluvioglaciali e di contatto glaciale sono intercalati in posizione non prevedibile nella successione prevalentemente glaciale.

Assetto geomorfologico: aree a bassa acclività, omogenee (piana di Bedero-Muceno) o ad elevata articolazione interna (superfici di Pralongo-Lantis, Pisciò, Bedero); aree a pendenza da media ad elevata (dorsale del monte pian Nave, bassi versanti della Valcuvia e del Lago Maggiore).

Assetto idraulico: presenza di falde sospese.

Caratteri geologico-tecnici: terreni massivi, localmente eterogenei, a prevalente comportamento granulare. Qualità geotecnica generalmente elevata, a causa di una diffusa sovraconsolidazione che interessa la maggior parte dei depositi. Solo le porzioni più superficiali, frequentemente rimaneggiate da processi di versante, presentano caratteri geotecnici mediocri.

Unità C

Litologia: sabbie ghiaiose, ghiaie a matrice sabbiosa e sabbie, passanti in profondità (circa – 20 m al di sotto del livello del lago) a depositi lacustri limoso argillosi.

Assetto geomorfologico: aree a bassa pendenza o subpianeggianti, terrazzate ad altezza variabili sulla linea di costa del lago Maggiore. Scarpate decametriche subverticali o ad elevata pendenza.

Assetto idraulico: sedimenti grossolani con permeabilità da media ad elevata. Falda idrica ad elevata soggiacenza.

Caratteri geologico-tecnici: depositi clastici ghiaioso e sabbioso ghiaiosi da mediamente a ben addensati, mediamente di buona qualità geotecnica.

Unità D

Litologia: depositi costieri costituiti da sabbie ghiaiose, sabbie medie e grossolane, ghiaie fini con sabbia, a volte con struttura open work. Clasti arrotondati per rimaneggiamiento da onda (dimensioni comprese tra 0,5 – 4 cm).

Assetto geomorfologico: I depositi sono associati alle aree di battigia, uniformemente distribuite lungo la costa.

Assetto idraulico: aree in condizione di saturazione permanente

Caratteri geotecnici: terreni sciolti a bassissimo grado di addensamento. Comportamento geotecnica scadente.

5 IDROGRAFIA

Nel territorio comunale sono presenti numerosi corsi d'acqua, la maggior parte dei quali di dimensioni molto ridotte (ettometriche), con l'eccezione dei torrenti San Giovanni, Varesella, Trigo e del Rio Tagesso (vedi tabella al termine del paragrafo), tutti caratterizzati da profonde valli, incise nei depositi quaternari o nel substrato.

L'Amministrazione comunale di Brezzo di Bedero, non avendo ancora definito il reticolo idrico di propria competenza, ha dato incarico allo scrivente geoSferA di redigere uno studio volto all'identificazione del Reticolo Idrico Minore e del relativo Documento di Polizia Idraulica, in attuazione ai criteri ed indirizzi di cui alla d.g.r. 18 dicembre 2017 n. X/7581 "Aggiornamento della d.g.r. 23 ottobre 2015 – n. X/4229 e ss.mm.ii. "Riordino dei reticolli idrici di Regione Lombardia e revisione dei canoni di polizia idraulica" e determinazione della percentuale di riduzione dei canoni di polizia idraulica (attuazione della legge regionale 15 marzo 2016 n. 4 art. 13 comma 4)".

Di seguito si riprendono i contenuti del detto studio, come descritti nella relativa relazione tecnica.

5.1 RETICOLO IDRICO PRINCIPALE

Il comune di Brezzo di Bedero è attraversato da due corsi d'acqua facenti parte del Reticolo Idrico Principale, come identificato in Allegato A alla d.g.r. 18 dicembre 2017 n. X/7581.

Num. Prog.	Denominazione	Comuni attraversati	Foce o sbocco	Tratto classificato come principale	Elenco AA.PP.
VA015	Torrente San Giovanni	Brezzo di Bedero, Germignaga	Lago Maggiore	Dallo sbocco alla confluenza con il rio Tagesso	156/C
VA016	Rio Tagesso	Brezzo di Bedero	San Giovanni	Dallo sbocco alla strada sotto Pralongo	157/C

Il **torrente San Giovanni** nasce sulla dorsale Nord del monte Pian Nave all'altezza di Casa Rossi-Casa Fiorini, attorno alla quota 500 metri e sfocia nel lago Maggiore (comune di Germignaga) dove edifica un ampio conoide alluvionale. Il tratto del torrente San Giovanni, che attraversa il territorio di Brezzo di Bedero, ha una lunghezza di poco meno di 2400 metri.

Il torrente scorre per la quasi totalità del percorso nel comune in una profonda valle con sezione piuttosto svasata, in un ambiente boscato, quasi non interessato dalla presenza antropica. L'alveo presenta un andamento moderatamente sinuoso in un fondovalle relativamente ampio e privo di significativi terrazzi.

Complessivamente il torrente San Giovanni appare come un corso d'acqua con una modesta tendenza all'erosione; ciò può essere, almeno in parte, attribuito alle buone caratteristiche dei sedimenti sistematicamente sovraconsolidati, all'interno dei quali scorre il corso d'acqua. Fenomeni di sovralluvionamento sono segnalati per brevissimi tratti.

Il **rio Tagesso**, principale affluente del torrente San Giovanni, nasce all'altezza della località Pralongo, attorno alla quota 400 metri; dopo un percorso di poco più di 1000 metri confluisce nel San Giovanni all'altezza della località Alcio. Il corso d'acqua scorre in direzione NNW-SSE all'interno di una valle profondamente incisa nei depositi glaciali, in ambiente totalmente boscato; ha un andamento subrettilineo con alveo di larghezza costante, localmente inciso fino a 2-3 metri di profondità. Il trasporto solido deve risultare, in alcune occasioni, intenso, come dimostrano gli accumuli di massi presso la confluenza.

5.2 RETICOLO IDRICO MINORE

Constatata la presenza di aste appartenenti al reticolo idrico principale (il torrente San Giovanni è classificato principale solo a valle della confluenza con il rio Tagesso), è stato individuato il Reticolo Idrico Minore, per la determinazione del quale sono state definite tutte le acque superficiali integrando le informazioni contenute nelle basi topografiche ufficiali con analisi e sopralluoghi sul territorio.

Il Reticolo Idrico Minore di competenza comunale è di seguito elencato:

COD RIM	NOME	LUNGHEZZA [M]	FONTE DATO
012020_0001	Torrente San Giovanni	2225	Cartografia ufficiale (IGM, CTR, DBT) mappa catastale
012020_0002	Torrente Mora	920	Cartografia ufficiale (IGM, CTR, DBT) mappa catastale
012020_0003	Torrente Valleggione	573	Cartografia ufficiale (IGM, CTR, DBT) mappa catastale
012020_0004		165	Mappa catastale
012020_0005		112	Cartografia ufficiale (IGM, CTR, DBT)
012020_0006		570	Cartografia ufficiale (IGM)
012020_0007		202	Rilievo in situ
012020_0008		221	Cartografia ufficiale (IGM, CTR, DBT)
012020_0009		118	Mappa catastale
012020_0010		110	Mappa catastale
012020_0011		161	Cartografia ufficiale (IGM, CTR, DBT)
012020_0012		233	Cartografia ufficiale (IGM, CTR, DBT)
012020_0013		425	Cartografia ufficiale (IGM, CTR, DBT) mappa catastale
012020_0014		121	Cartografia ufficiale (IGM, CTR, DBT)
012020_0015		187	Cartografia ufficiale (IGM, CTR, DBT)
012020_0016	Torrente Tagesso Minore	321	Cartografia ufficiale (IGM, CTR, DBT) mappa catastale
012020_0017		107	Cartografia ufficiale (DBT) mappa catastale, Rilievo in situ
012020_0018		162	Cartografia ufficiale (IGM, CTR, DBT)
012020_0019		159	Cartografia ufficiale (IGM, CTR, DBT)
012020_0020		167	Cartografia ufficiale (IGM, CTR, DBT)
012020_0021		119	Cartografia ufficiale (IGM, CTR, DBT)
012020_0022	Valle di Rodera	564	Cartografia ufficiale (IGM, CTR, DBT) mappa catastale

012020_0023		183	Cartografia ufficiale (IGM, CTR, DBT) mappa catastale
012020_0024		46	Rilievo in situ
012020_0025	Valle della Morte	428	Cartografia ufficiale (IGM, CTR, DBT) mappa catastale
012020_0026		37	Cartografia ufficiale (IGM, CTR, DBT)
012020_0027		122	Rilievo in situ
012020_0028	Valle Serta	267	Cartografia ufficiale (IGM, CTR, DBT) mappa catastale
012020_0029		1069	Cartografia ufficiale (IGM, CTR, DBT)
012020_0030		157	Cartografia ufficiale (IGM, CTR, DBT)
012020_0031		154	Rilievo in situ
012020_0032		118	Rilievo in situ
012020_0033	Valle del Bellino	927	Cartografia ufficiale (DBT) mappa catastale
012020_0034		184	Rilievo in situ
012020_0035		291	Cartografia ufficiale (IGM, CTR)
012020_0036	Valle del Gaggiolo	306 (di cui 44 intubati)	Cartografia ufficiale (IGM, CTR, DBT) mappa catastale
012020_0037	Valle Sirpo	213 (di cui 36 intubati)	Mappa catastale
012020_0038	Valle delle Predelle	211 (di cui 21 intubati)	Mappa catastale
012020_0039	Valle della Corona	317 (di cui 58 intubati)	Cartografia ufficiale (IGM, CTR, DBT) mappa catastale
012020_0040	Valle dei Vigani	348 (di cui 58 intubati)	Cartografia ufficiale (IGM, CTR, DBT) mappa catastale
012020_0041	Valle delle Campagne	736 (di cui 128 intubati)	Cartografia ufficiale (IGM, CTR, DBT) mappa catastale
012020_0042		198	Cartografia ufficiale (DBT)
012020_0043		55	Rilievo in situ
012020_0044	Torrente Varesella	1496	Cartografia ufficiale (IGM, CTR, DBT) mappa catastale
012020_0045		318	Rilievo in situ, mappa catastale
012020_0046		312	Cartografia ufficiale (IGM, CTR, DBT) mappa catastale
012020_0047		93	Cartografia ufficiale (IGM, CTR, DBT)
012020_0048		254	Cartografia ufficiale (IGM, CTR, DBT) mappa catastale
012020_0049		136	Cartografia ufficiale (IGM, CTR, DBT) mappa

			catastale
012020_0050	Torrente Brezzo	804 (di cui 577 intubati)	Cartografia ufficiale (IGM, CTR, DBT) mappa catastale
012020_0051	Valle del Rochetto	406 (di cui 100 intubati)	Cartografia ufficiale (IGM, CTR, DBT) mappa catastale
012020_0052	Valle della Pezza	1104 (di cui 137 intubati; circa 300 in cava Trigo)	Cartografia ufficiale (IGM, CTR, DBT) mappa catastale
012020_0053		172	Cartografia ufficiale (IGM, CTR, DBT) mappa catastale
012020_0054	Torrente Trigo/Valle S. Pietro	1005 (di cui 204 intubati)	Cartografia ufficiale (IGM, CTR, DBT) mappa catastale
012020_0055		185	Cartografia ufficiale (IGM, CTR, DBT)
012020_0056		123	Cartografia ufficiale (DBT)
012020_0057		352	Mappa catastale (a tratti)
012020_0058	Valle degli Arisi	987	Cartografia ufficiale (IGM, CTR, DBT) mappa catastale
012020_0059		500	Cartografia ufficiale (DBT), mappa catastale (a tratti)
012020_0060	Valle di Frigo	87	Mappa catastale
012020_0061		180	Cartografia ufficiale (IGM)
012020_0062		108	Rilievo in sito

Torrente Varesella

Il corso d'acqua nasce dalla confluenza di due rami intestati nella piana di Bedero e sfocia, dopo un percorso di circa 1,2 km, nel Lago Maggiore, in corrispondenza di Villa Grazia.

Per tre quarti del percorso scorre in una profonda forra incisa in depositi clastici grossolani (sabbie ghiaiose e ghiaie). Al termine della forra si apre un conoide, edificato presumibilmente durante le fasi iniziali della deglaciazione, attualmente terrazzato di circa 15 m sul livello medio del lago e inciso dal torrente.

La natura incoerente dei depositi in cui è inciso l'impluvio, facilita fenomeni di scalzamento al piede dei versanti dell'impluvio e rende disponibili elevate quantità di sedimenti, che determinano una generale propensione al sovralluvionamento (vedi paragrafo specifico). Nel tempo, questa situazione ha permesso la formazione di discontinui e ridotti terrazzi fluviali sul fondovalle.

Torrente Trigo

Il torrente nasce sulle pendici occidentali della dorsale del monte Pian Nave ad una quota di circa 500 m s.l.m. Alla base del versante (quota 305 m) corre in sotterranea per circa 250 m; nel tratto successivo il corso d'acqua è stato interessato nel recente passato da numerose modificazioni, per adeguare l'andamento dell'alveo alle continue trasformazioni dell'area di cava in cui scorre.

Dall'uscita della cava fino alla foce, l'alveo è completamente artificializzato (difese spondali in scogliera a massi sulle sponde; platea basale).

Corsi d'acqua del versante est della dorsale

Si tratta di corsi d'acqua ad andamento sub-rettilineo, che scorrono in impluvi incassati e pendenti, a controllo strutturale, incisi nel substrato roccioso (valli di faglia legate alla Linea del Tresa) e sfociano nel Fiume Margorabbia dopo aver sottopassato la S.P. n. 54 (Cittiglio Luino). Al loro sbocco hanno edificato coni di modestissime dimensioni che si raccordano nettamente, ma senza discontinuità morfologiche, al fondovalle della Valcuvia.

Corsi d'acqua del versante centrale della dorsale

Oltre il ramo del Torrente San Giovanni a monte della confluenza con il Rio Tagesso, dove termina il tratto classificato come principale, sono inclusi brevi corsi d'acqua (mediamente di lunghezza ettometrica), confinati all'interno del bacino dei torrenti San Giovanni e Tagesso, di cui sono affluenti.

Per i corsi d'acqua sopra elencati non esistono dati idraulici.

6 IDROGEOLOGIA

6.1 CLASSIFICAZIONE DELLE UNITÀ IDROGEOLOGICHE

Il territorio comunale di Brezzo di Bedero è relativamente semplice sotto il profilo idrogeologico, per la presenza di idrostrutture a limiti ben definiti, sia tra elementi del substrato roccioso (sistemi acquiferi in rocce carbonatiche vs sistemi in rocce metamorfiche), sia nell'ambito delle coperture quaternarie (depositi fluvioglaciali associati in modo netto alla piana di Bedero Muceno e depositi glaciali di copertura del substrato nelle aree montane e collinari).

Per la ricostruzione dell'assetto idrostrutturale si è tenuto conto dei seguenti elementi:

- rilievo di superficie, in scala 1:5.000 – 1:2.000;
- stratigrafie dei pozzi pubblici e privati presenti nel territorio comunale e nei comuni limitrofi;
- informazioni bibliografiche derivate principalmente da precedenti indagini professionali.

Il rilevamento idrogeologico di superficie ha consentito l'identificazione di cinque complessi idrogeologici, la cui definizione deriva principalmente dal grado di permeabilità e dal coefficiente di infiltrazione; questo parametro è infatti di considerevole rilevanza ai fini urbanistici.

Tali complessi, sono riportati nella tabella seguente. La distribuzione areale nel territorio comunale è invece rappresentata nella **Tavola 3**.

CARATTERI IDROGEOLOGICI	PERMEABILITÀ'			
	A	M	B	BB
Complesso cristallino. Prevalenti paragneiss (Scisti dei Laghi) e conglomerati (Conglomerato basale)				
Complesso carbonatico intermedio: Dolomie massive nella parte inferiore e dolomie stratificate nella parte superiore del complesso.				
Complesso carbonatico inferiore. Dolomie in strati o banchi, intensamente fratturate; calcari e calcarri marnosi nella parte basale				
Complesso glaciale: Diamicton massivi a prevalente supporto di matrice; sabbie e subordinate ghiaie				
Complesso fluvioglaciale ed alluvionale: Sabbie ghiaiose, ghiaie in matrice sabbiosa e sabbie				

Grado di permeabilità:

A: Alto

M: Medio

B: Basso

BB: Bassissimo

I complessi idrogeologici vengono di seguito descritti a partire dal basso stratigrafico

Complesso cristallino

Il complesso, costituito da paragneiss degli "Scisti dei Laghi", presenta una bassa permeabilità, sia primaria che secondaria, fungendo da livello impermeabile rispetto al localmente soprastante Complesso carbonatico.

Grado di permeabilità: **Bassissimo**

Complesso carbonatico intermedio

È costituito da dolomie (Dolomia di San Salvatore e Dolomia Principale), con stratificazione da media a massiccia. La permeabilità primaria è bassa, mentre quella secondaria è incrementata dalla presenza di fenomeni paracarsici (carsismo attenuato) e dalla fratturazione.

I limiti stratigrafici sono netti: inferiormente poggia sul Complesso Cristallino, con assetto sinclinalico; superiormente è ricoperto dal Complesso Glaciale e, molto limitatamente, dal Complesso Alluvionale.

Il complesso affiora in modo significativo nel tratto compreso tra la località "La Canonica" e la frazione di Bedero valtravaglia.

Grado di permeabilità: da **Medio** ad **Alto**.

Complesso carbonatico inferiore

È costituito da dolomie calcaree/calcaro-dolomitici (Formazione di Cunardo) a prevalente stratificazione sottile.

La permeabilità primaria è bassa, mentre quella secondaria è incrementata dalla presenza di fenomeni paracarsici (carsismo attenuato) e dalla fratturazione.

Anche in questo caso i limiti stratigrafici sono netti: inferiormente poggia sul Complesso Cristallino, con assetto sinclinalico; superiormente è ricoperto dal Complesso Glaciale e, molto limitatamente, dal Complesso Alluvionale.

Il complesso affiora in modo significativo nel tratto compreso tra il Torrente San Giovanni e il Lago Maggiore, all'altezza della frazione di Bedero. Ad est del torrente, il complesso è ricoperto da depositi glaciali a bassissima permeabilità, di notevole spessore e continuità.

*Grado di permeabilità: **Medio**.*

Complesso glaciale

Questo complesso è caratterizzato da una certa eterogeneità delle litologie, tipica dei contesti glaciali. Sono infatti ascritti a questa unità: depositi glaciali (diamicton a supporto di matrice limosa o limoso sabbiosa), depositi lacustri (limi e limi argillosi, particolarmente diffusi lungo i Torrente San Giovanni), depositi fluvioglaciali (presenti in posizione sommitale nel settore di Brezzo) e, sebbene molto scarsamente rappresentati, depositi di versante (brecce a prevalente supporto clastico, con matrice variabile). Le litofacies glaciali e lacustri sono comunemente sovraconsolidate.

Il complesso è diffusamente distribuito nel settore montano, ma raggiunge i massimi spessori nel bacino dei torrenti San Giovanni e Tagesso.

In profondità ricopre il Complesso Cristallino e, in misura ridotta, il Complesso Carbonatico, rispetto al quale riveste il ruolo idrostrutturale di protezione impermeabile.

*Grado di permeabilità: da **Medio** a **Basso**.*

Complesso fluvioglaciale ed alluvionale

L'unità comprende:

- 1) i depositi fluvioglaciali associati al grande terrazzo che decorre parallelamente alla costa tra Bedero e Muceno;
- 2) i depositi dei conoidi edificati dai torrenti che solcano il versante meridionale della dorsale del Pian Nave, "incastrati" e sovrapposti ai precedenti.

In entrambi i casi, si tratta di sedimenti clastici grossolani, costituiti da sabbie ghiaiose e ghiaie, con intercalazioni di lenti sabbiose; alla sommità possono essere presenti sedimenti più fini (sabbie limose e limi sabbiosi) che, per spessori e continuità, non sono in grado di assicurare una efficace protezione della falda.

In base ai dati di sottosuolo (sondaggio ASPEM sul conoide del torrente Varesella all'altezza di Villaggio Belmonte) il complesso poggia in profondità (40 m circa dal p.c.) su depositi a bassa permeabilità di origine lacustre, che rappresentano il livello impermeabile basale.

*Grado di permeabilità: da **Medio** a **Basso**.*

6.2 ASSETTO IDROSTRUTTURALE

Vengono di seguito descritte, nel dettaglio, le caratteristiche delle idrostrutture presenti nell'area del territorio comunale di Brezzo di Bedero; contestualmente sono stati presi in esame, per ogni singola idrostruttura, gli elementi di vulnerabilità intrinseca.

La vulnerabilità intrinseca è una caratteristica areale che rappresenta la facilità con cui un inquinante generico idrogeologico, sversato sulla superficie o nel primo sottosuolo, raggiunge la falda e la contamina.

Nella definizione del grado di vulnerabilità è stato utilizzato il Metodo della Legenda unificata, messo a punto da Civita M. (1990) nell'ambito del progetto VAZAR (Vulnerabilità degli acquiferi ad alto rischio) del CNR. Ad esso sono state applicate alcune modifiche per adattarlo alla situazione locale, tenendo conto di esperienze effettuate in aree con caratteristiche simili (Maestrello et al., 1995).

La vulnerabilità intrinseca di un'area viene definita principalmente in base alle caratteristiche ed allo spessore dei terreni attraversati dalle acque di infiltrazione (e quindi dagli eventuali

inquinanti idroveicolati) prima di raggiungere la falda acquifera, nonché dalle caratteristiche della zona satura.

Nel territorio studiato essa dipende sostanzialmente da quattro fattori:

- caratteristiche di permeabilità dell'unità acquifera e modalità di circolazione delle acque sotterranee in falda. Gli elementi determinanti sono rappresentati dal tipo di acquifero (poroso, fratturato, carsificato), di protezione (acquifero libero / confinato) e dalla permeabilità, deducibile qualitativamente dalle caratteristiche granulometriche (per gli acquiferi porosi) e dalle conoscenze dirette (acquiferi carsificati) e quantitativamente dai test con traccianti e dalle prove di pompaggio;
- soggiacenza della falda: Si tratta di un elemento discriminante nella definizione della vulnerabilità in quanto molti processi autodepurativi si verificano durante l'attraversamento del non saturo, il cui potere tamponante aumenta proporzionalmente allo spessore dei terreni attraversati;
- presenza di corsi d'acqua superficiali sospesi rispetto alla piezometrica e quindi potenzialmente alimentanti: in accordo con quanto riportato sulla Legenda unificata, la presenza di corsi d'acqua superficiali aumenta di un grado la vulnerabilità;
- presenza di cavità carsiche o di altre vie di drenaggio preferenziale in grado di veicolare rapidamente eventuali inquinanti, diminuendo il tempo di contatto tra l'acqua e la matrice solida dell'acquifero.

Nell'area sono presenti due idrostrutture principali: l'Idrostruttura Carbonatica e l'Idrostruttura del Torrente Varesella.

L'Idrostruttura carbonatica è data dal Complesso carbonatico, ad elevata permeabilità per carsismo e fratturazione, disposto in assetto prevalentemente subverticale. L'idrostruttura è ricoperta da spessori rilevanti di depositi glaciali, in grado di impermeabilizzare la superficie solo ad est del T. San Giovanni.

La ricarica del sistema avviene principalmente per infiltrazione delle acque meteoriche, mentre il trasferimento avviene presumibilmente in dreni carsici.

Grado di vulnerabilità: **Medio**.

L'Idrostruttura del Torrente Varesella è costituita dal Complesso fluvio glaciale, composto da depositi sciolti grossolani e caratterizzato, quindi, da un'elevata permeabilità primaria. L'idrostruttura coincide con i depositi fluvio glaciali che costituiscono la grande piana terrazzata di Bedero-Muceno, orientata in direzione NNE-SSW. L'idrostruttura, il cui spessore raggiunge 120 m circa, è limitata inferiormente da limi e limi argillosi (depositi lacustri) verso il lago e dal Complesso Cristallino nelle parti più interne. Superiormente l'acquifero è coperto da depositi sabbioso-limosi di media permeabilità. La falda ha soggiacenza di circa 20 m. La ricarica del sistema avviene per infiltrazione delle precipitazioni dirette e per ricarica dei corsi d'acqua superficiali. Nella parte più settentrionale può anche essere alimentata da travaso dall'Idrostruttura carbonatica.

Tutti i pozzi di maggior produttività presenti nell'ambito del territorio comunale sfruttano questo acquifero.

Grado di vulnerabilità: **Alto**

6.3 CENSIMENTO POZZI E SORGENTI

Il presente paragrafo illustra lo stato di fatto relativamente alle captazioni presenti nel territorio comunale di Brezzo di Bedero e attualmente collegate alla rete distributiva. La consultazione della bibliografia disponibile, con particolare riferimento al Piano Cave provinciale e ad una recente pubblicazione a carattere idrogeologico (AATO, 2007), ha segnalato la presenza delle seguenti opere di captazione per utilizzo pubblico delle acque (Tavola 3 e Tavola 5*):

SORGENTI

Numero	Nome	Quota	Ubicazione	Utilizzo
2	Turiggia	560 m s.l.m.	Casa Rossi	Acquedotto comunale di Brezzo di Bedero
3	Degli Asini	700 m s.l.m.	Valle degli Asini	Acquedotto comunale di Brezzo di Bedero

POZZI

Numero	Utilizzatore	Ubicazione	Uso	Profondità
1	Comune di Brezzo di Bedero	Valle T. Varesella	Idropotabile	62,0 m
2	Comune di Brezzo di Bedero	Valle T. Varesella	Idropotabile	64,0 m
3*	Comune di Brezzo di Bedero	Valle T. Varesella	Idropotabile	60,0 m

*Attualmente il pozzo 3 risulta ultimato, dotato di relazione tecnica di collaudo ma ancora privo di concessione per l'utilizzo delle acque. L'amministrazione intende (nel breve periodo) portare a termine l'iter amministrativo in modo da poter utilizzare le acque emenute dal pozzo e potenziare quindi la rete idrica comunale.

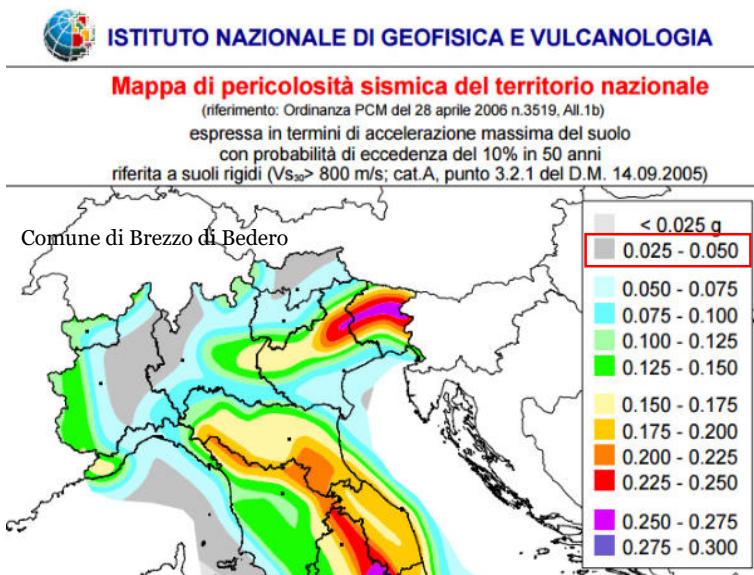
L'approvvigionamento idrico ad uso idropotabile del comune di Brezzo di Bedero è quindi attualmente garantito dalla presenza di n. 2 pozzi ubicati nel settore terminale della valle del Torrente Varesella e da n.2 sorgenti poste in località Valle degli Avisi e località "Casa Rossi".

7 PERICOLOSITÀ SISMICA

7.1 INTRODUZIONE

Con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 si è avviato in Italia un processo per la stima della pericolosità sismica, stabilendo una nuova classificazione sismica del territorio nazionale. La nuova classificazione, che in parte utilizza e aggiorna la classificazione proposta nel 1998 dal Gruppo di Lavoro istituito dal Servizio Sismico Nazionale, è articolata in 4 zone, ciascuna contraddistinta da un diverso valore dell'accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni. Questa iniziativa ha poi portato alla realizzazione della Mappa di Pericolosità Sismica 2004 (MPS04) che, con l'emanazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006, è diventata ufficialmente la mappa di riferimento per il territorio nazionale.

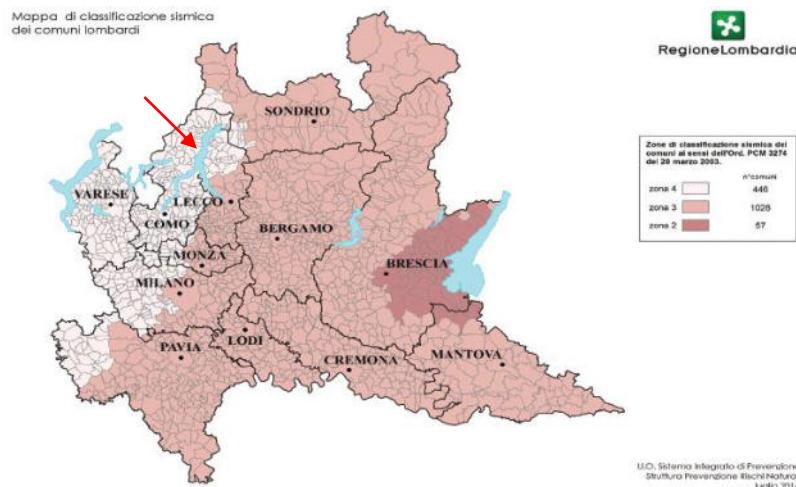
In ottemperanza all'art. 2 della O.P.C.M. 3274/2003, Regione Lombardia, con D.G.R. n. VII/14964 del 7 novembre 2003, ha provveduto alla classificazione sismica del proprio territorio. Secondo tale classificazione (Allegato A alla D.G.R. n. VII/14964 del 7 novembre 2003) il Comune di Brezzo di Bedero è stato classificato in **Zona Sismica 4** (sismicità molto bassa), identificato da un valore di $a_g < 0,05g$.



Come si evince dalla mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (O.P.C.M. n. 3519/2006 All. 1b), il Comune di Brezzo di Bedero ricade in un intervallo di valori di a_g (accelerazione sismica orizzontale massima del suolo con probabilità di superamento del 10% in 50 anni e riferita a suoli rigidi) compresi tra **0,025g e 0,050g**, ponendolo di fatto in **Zona Sismica 4** come si evince dalla tabella riportata nella O.P.C.M. 3274/2003.

zona	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni [a_g/g]	accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [a_g/g]
1	> 0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	< 0,05	0,05

Il 16 aprile 2016 è entrata in vigore la D.G.R. n. X/2129 dell'11 luglio 2014 con la quale Regione Lombardia ha provveduto alla determinazione di un livello di classificazione sismica maggiormente cautelativo rispetto a quello vigente, riclassificando il proprio territorio dal punto di vista sismico coerentemente con la mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, anche in funzione del riordino delle disposizioni della normativa regionale in materia di vigilanza e controllo sulle costruzioni in zona sismica.



Pertanto a seguito della nuova classificazione sismica il Comune di Brezzo di Bedero (indicato dalla freccia rossa nella figura sopra) è stato ufficialmente riconfermato in Zona Sismica 4 (sismicità molto bassa), con valore di a_g pari a **0,041637g**.

Tale classificazione costituisce la pericolosità sismica di base (previsione deterministica o probabilistica che si possa verificare un evento sismico in una certa area in un determinato intervallo di tempo) che deve essere verificata e approfondita in fase di pianificazione territoriale, quindi in sede di predisposizione dello studio geologico, in base alla d.g.r. 30 novembre 2011 – n. IX/2616.

7.2 ANALISI DELLA SISMICITÀ DEL TERRITORIO

Le generali caratteristiche geologiche del territorio lombardo non sono così “drammatiche” come in altre regioni italiane, tant’è che in generale il livello di pericolosità sismica è basso o molto basso, con la sola eccezione della zona del lago di Garda.

La sismicità maggiore sembra concentrarsi nella fascia prealpina orientale. Un discreto livello di sismicità è presente anche nelle zone dell’Oltrepò, mentre una modesta attività è presente in Alta Valtellina e nel Mantovano. Ulteriori zone sismiche, prossime al territorio regionale, sono individuabili in Emilia, nel Veronese e in Engadina.

Gli epicentri dei terremoti storici per il settore lombardo sono prevalentemente concentrati in una fascia allungata in direzione E-W lungo il margine pedemontano, in corrispondenza dell’asse Bergamo-Brescia-lago di Garda. La parte più meridionale della regione risente della sismicità di origine appenninica, comprensiva dell’area dell’Oltrepò pavese.

7.2.1 SISMOLOGIA STORICA E MACROISMICA

La storia sismica locale del territorio varesino è deducibile dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani [CPTI15; Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (eds), 2016. CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia] che abbraccia una finestra temporale di osservazioni macroismiche e strumentali dall’anno 1000 all’anno 2017.



Fig. 7.1 – Catalogo (CPTI15) parametrico dei terremoti italiani dall’anno 1000 al 2017

Consultando il catalogo dei terremoti italiani (CPTI15) si osserva che la provincia di Varese non è stata sede di eventi sismici.

Le località epicentrali per gli eventi che hanno prodotto i maggiori risentimenti (osservazioni macroseismiche) nel Comune di Brezzo di Bedero sono però collocate al di fuori del territorio provinciale. Tali informazioni sono state ricavate dalla consultazione del Database Macroseismico Italiano [DBMI15; Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D’Amico S., Conte S., Rocchetti E. (2016). *DBMI15, the 2015 version of the Italian Macroseismic Database. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia*]. Tale database fornisce un set di dati di intensità macroseismica relativo sia a terremoti italiani che di paesi confinanti (Francia, Svizzera, Austria, Slovenia e Croazia) nella finestra temporale 1000-2017.

Per quanto concerne gli aspetti di sismologia storica pertanto, dalla consultazione dei cataloghi sismici redatti dall’Istituto di Geofisica e Vulcanologia per gli studi di pericolosità sismica, risulta che la provincia di Varese non è stata sede in passato di eventi sismici. Gli eventi sismici che hanno fatto registrare risentimenti in Brezzo di Bedero sono sporadici e localizzati a diverse centinaia di chilometri di distanza.

7.2.2 SORGENTI SISMOGENETICHE

Dalla consultazione della banca dati delle singole sorgenti sismogenetiche (*Database of Individual Seismogenetic Sources, DISS version 3.2.1*), redatta dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia in considerazione a sorgenti per terremoti con Magnitudo maggiore di 5.5 in Italia e aree circostanti, il territorio di Brezzo di Bedero non rientra in alcuna zona sismogenetica (figura sottostante).

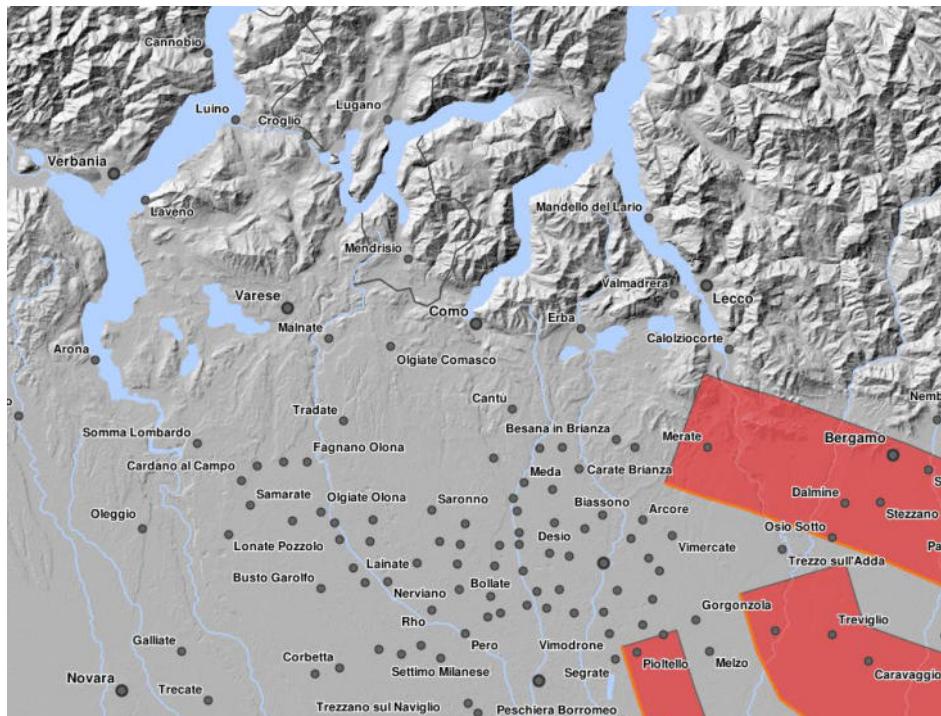


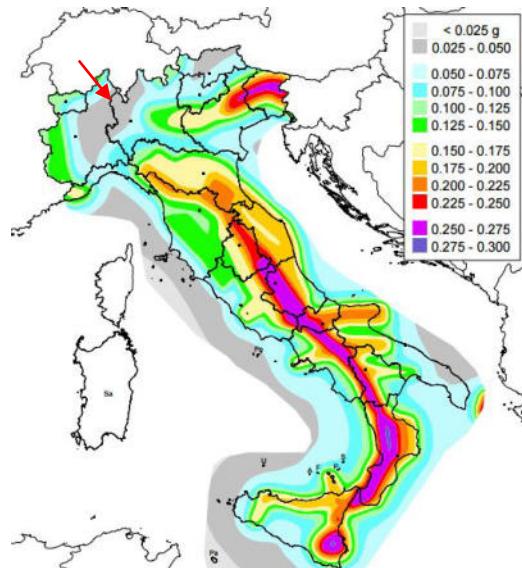
Fig. 7.2 – Sorgenti sismogenetiche (catalogo DISS)

7.3 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

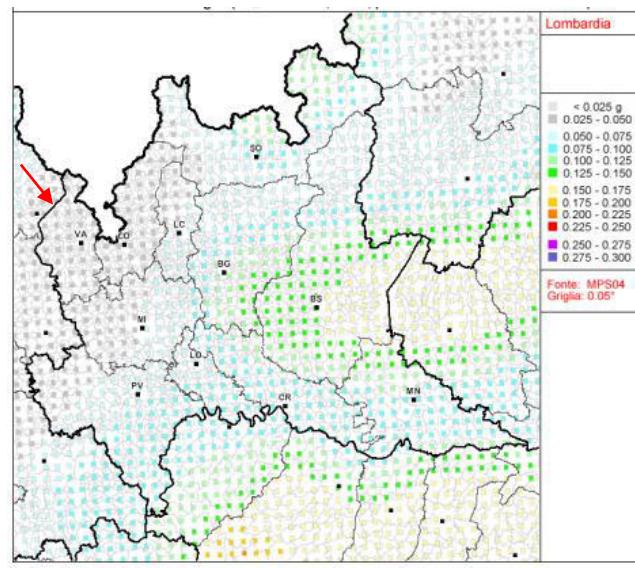
La pericolosità sismica di base è la componente della pericolosità sismica dovuta alle caratteristiche sismologiche dell'area (tipo, dimensioni e profondità delle sorgenti sismiche, energia e frequenza dei terremoti). La pericolosità sismica di base calcola (generalmente in maniera probabilistica), per una certa regione e in un determinato periodo di tempo, i valori dei parametri corrispondenti a prefissate probabilità di eccedenza. Tali parametri (velocità, accelerazione, intensità, ordinate spettrali) descrivono lo scuotimento prodotto dal terremoto in condizioni di suolo rigido e senza irregolarità morfologiche (terremoto di riferimento).

In seguito all'emanazione della O.P.C.M. n. 3274/2003 è stata prodotta, dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, una nuova versione della Mappa della Pericolosità Sismica del territorio nazionale. La mappa riporta il valore dell'accelerazione orizzontale massima " a_g " che ha la probabilità di essere superato almeno una volta nei prossimi 50 anni; tale valore di probabilità, che corrisponde ad un periodo di ritorno di 475 anni, è assunto come riferimento dalla normativa sismica vigente.

Nella figura seguente si riporta un estratto della mappa di pericolosità sismica relativa alla Regione Lombardia, da cui si ricava che per il territorio di Brezzo di Bedero il valore di a_g atteso risulta compreso tra **0,025g** e **0,050g**.



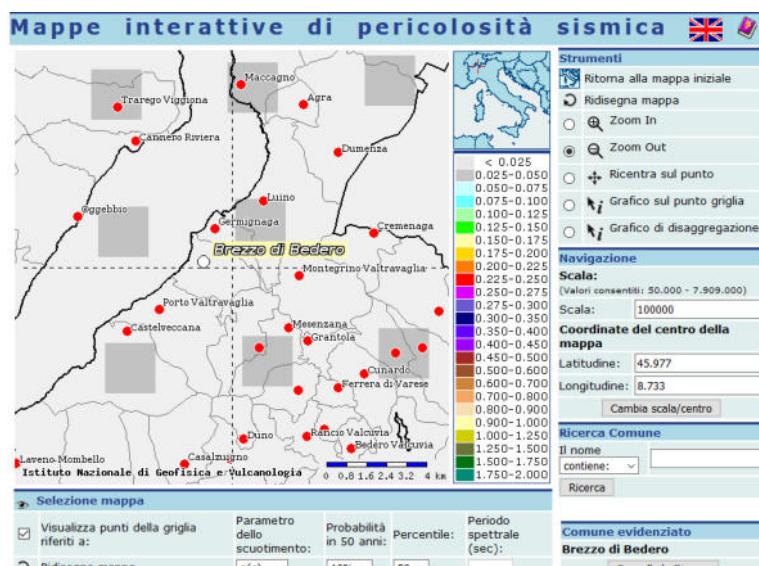
Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (All. 1b, O.P.C.M. n. 3519/2006). Il Comune di Brezzo di Bedero è indicato con la freccia rossa



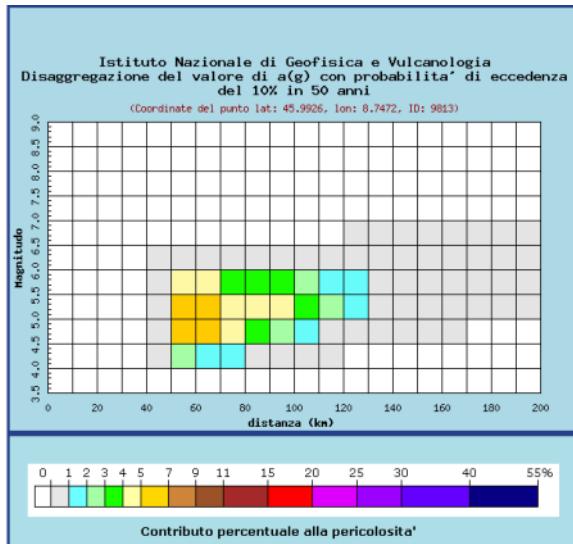
Valori di pericolosità sismica del territorio nazionale (All. 1b, O.P.C.M. n. 3519/2006); Regione Lombardia. Il Comune di Brezzo di Bedero è indicato con la freccia rossa

Dalla consultazione delle mappe interattive di pericolosità sismica (reperibili sul sito <http://esse1-gis.mi.ingv.it>) è anche possibile ricavare il contributo percentuale delle diverse coppie di dati magnitudo-distanza epicentrale alla pericolosità sismica di base.

Individuato il riquadro corrispondente al valore di a_g più vicino al Comune di Brezzo di Bedero, si ricavano i dati di disaggregazione.



Mappa interattiva di pericolosità sismica per il comune di Brezzo di Bedero



Disaggregazione, grafico dei contributi alla pericolosità per intervalli di magnitudo e distanza epicentrale

Per il territorio di Brezzo di Bedero si ha che il contributo percentuale medio alla pericolosità sismica si ha per terremoti di magnitudo 5,26 alla distanza di 84,5 km.

7.4 PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

Quanto sopra esposto rappresenta la pericolosità sismica di base senza però considerare alcuna modifica che può subire il moto del suolo causata dal contesto geologico e geomorfologico di un'area, cioè senza modificazioni dovute ad effetti locali.

Va tuttavia fatto osservare come le locali condizioni geologiche e geomorfologiche possano influenzare, in occasione di eventi sismici, la pericolosità sismica di base producendo effetti diversi da considerare nella valutazione generale della pericolosità sismica dell'area. Tali effetti vengono distinti in funzione del comportamento dinamico dei terreni e 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 dei possibili effetti locali, distinguibili in due grandi gruppi: quelli di sito o di amplificazione sismica locale e quelli dovuti ad instabilità (o effetti cosismici).

Mentre gli effetti di instabilità interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento instabile o potenzialmente tale nei confronti delle sollecitazioni sismiche (esempio i versanti, le frane quiescenti, ecc.), gli effetti di sito o di amplificazione sismica locale interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento stabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese. Quest'ultimi sono rappresentati dall'insieme di 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 strutture locali.

Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 45.9926, lon: 8.7472, ID: 9813)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.067	0.178	0.156	0.109	0.016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	2.070	5.920	5.680	4.280	0.649	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	1.630	5.320	5.800	4.860	0.785	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	1.220	4.130	4.590	3.910	0.622	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.957	3.760	4.460	3.650	0.468	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.428	2.960	4.380	3.590	0.308	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.105	1.690	3.210	2.800	0.248	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.010	0.805	2.090	1.870	0.147	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.312	1.220	1.110	0.075	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.112	0.809	0.857	0.304	0.046	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.036	0.509	0.638	0.345	0.058	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.327	0.519	0.297	0.051	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.183	0.391	0.263	0.048	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.085	0.277	0.265	0.051	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.040	0.194	0.221	0.045	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.019	0.142	0.173	0.035	0.000	0.000	0.000	0.000

Disaggregazione, tabella dei contributi alla pericolosità per intervalli di magnitudo e distanza epicentrale

Gli effetti di sito si distinguono in due gruppi che possono essere contemporaneamente presenti nella stessa area:

- 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 ecc.) 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.

In Regione Lombardia la metodologia per l'approfondimento e la valutazione dell'amplificazione sismica locale è riportata in Allegato 5 alla D.G.R. 30 novembre 2011 – n. IX/2616 “*Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei P.G.T.*”. La metodologia prevede tre livelli di approfondimento con grado di dettaglio crescente, da applicarsi in funzione della zonazione sismica di appartenenza e degli scenari di pericolosità sismica locale. Solo i primi due livelli sono obbligatori in fase di pianificazione; il terzo livello di approfondimento è obbligatorio in fase di progettazione sia quando con il secondo livello si dimostra l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale sia per gli scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di amplificazione morfologica e/o litologica sia per gli scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di instabilità, sedimenti e/o liquefazioni.

I livelli di approfondimento sono di seguito sinteticamente definiti:

I livello: riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche (cartografia di inquadramento) sia di dati esistenti. Questo livello è obbligatorio per tutti i comuni e prevede la redazione della Carta della pericolosità sismica locale, nella quale sono riportate le diverse situazioni tipo (Tabella 1 dell'Allegato 5 alla D.G.R. 30 novembre 2011 – n. IX/2616) in grado di determinare gli effetti sismici locali.

II livello: caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi negli scenari perimetriti nella carta di Pericolosità Sismica Locale, che fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di amplificazione (Fa). Questo livello è obbligatorio, per i comuni ricadenti nelle zone sismiche 2 e 3, negli scenari PSL, individuati attraverso il I livello, suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche (Z3 e Z4 Tabella 1 dell'Allegato 5 alla D.G.R. 30 novembre 2011 – n. IX/2616) interferenti con l'urbanizzato e/o con le aree di espansione urbanistica.

Per i comuni ricadenti in zona sismica 4 tale livello deve essere applicato, negli scenari PSL Z3 e Z4, nel caso di costruzione di nuovi edifici strategici e rilevanti di cui al D.D.U.O n. 19904 del 21 novembre 2003, ferma restando la facoltà dei comuni di estenderlo anche alle altre categorie di edifici.

Per le aree a pericolosità sismica locale caratterizzate da effetti di instabilità, sedimenti e/o liquefazioni (Z1 e Z2 Tabella 1 dell'Allegato 5 alla D.G.R. 30 novembre 2011 – n. IX/2616) non è prevista l'applicazione del II livello di approfondimento, ma il passaggio diretto a quello di III livello.

III livello: definisce gli effetti di amplificazione tramite indagini e analisi più approfondite.

7.4.1 PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE PER IL TERRITORIO DI BREZZO DI BEDERO: ANALISI DI I LIVELLO

L'analisi consiste in un approccio di tipo qualitativo e costituisce lo studio propedeutico ai successivi livelli di approfondimento; si tratta di 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 e i risultati di indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche già svolte. La suddivisione in zone è avvenuta seguendo una suddivisione in situazioni tipo denominate **scenario di pericolosità sismica locale**, (Allegato 5 alla d.g.r. 30 novembre 2011 – n. IX/2616), riportate nella tabella successiva.

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2a	Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc)	Cedimenti
Z2b	Zone con depositi granulari fini saturi	Liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-mecaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Di seguito si riportano i contenuti di tale analisi, riprendendo e aggiornando quanto descritto nello studio geologico precedente dell'aprile 2010.

Z1 – Aree con Instabilità

Z1a-Zone caratterizzate da movimenti franosi attivi

Corrisponde ad una piccola zona di frana attiva ubicata poco a nord del “Villaggio Olandese” in località “Vaira”.

Contrariamente a quanto precedentemente classificato, si è optato di inserire in questo ambito di pericolosità sismica anche le pareti in roccia sub-verticale del versante posto ad ovest della S.P. n. 54 e quella presso il confine comunale tra Germignaga, Brissago Valtravaglia e Brezzo di Bedero.

Z1b-Zone caratterizzate da movimenti franosi quiescenti

Coincide con una piccola area (quota 375m s.l.m.) posizionata nel settore a quota più elevata del versante che dal villaggio Olandese degrada fino al fondovalle del Torrente San Giovanni.

Z1c-Zone potenzialmente franose o esposte a rischio frana

Comprende le aree nelle quali, in base all’analisi della potenziale pericolosità da frane, si ritengono possibili fenomeni di dissesto. Si tratta principalmente delle aree dei versanti del Varesella, del torrente San Giovanni e del rio Tagesso, nonché i versanti che si affacciano sulla piana del Margorabbia.

Z3-Aree con amplificazioni topografiche

Z3a-Zona di ciglio H>10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc)

Sono state attribuite a questo scenario le zone di ciglio delle scarpate con altezza $H > 10$ m e pendenza $> 10^\circ$. Esse comprendono:

- i cigli degli impluvi dei principali corsi d’acqua
- gli orli di scarpata delle cave di Trigo
- gli orli di scarpata dei sistemi terrazzati quaternari. Sono stati selezionate tutte le situazioni che soddisfacevano le condizioni geometriche richieste, alla scala cartografica di lavoro (1:5.000).

Nelle zone PSL Z3 l’andamento della superficie topografica determina fenomeni di rifrazione delle onde incidenti che possono provocare l’amplificazione del segnale sismico atteso.

Z4-Aree con amplificazioni litologiche e geometriche

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

Lo scenario corrisponde:

- a) all’esteso terrazzo fluvioglaciale, a litologia ghiaiosa e sabbiosa, che si sviluppa a sud di Bedero tra quota 280 e 270 m;
- b) ai bassi terrazzi fluviali che corrono paralleli alla linea di costa del lago Maggiore, includendo in essi anche i depositi ciottolosi di spiaggia.

Z4b-Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre

Coincide con una serie di piccoli conoidi alluvionali distribuiti nei seguenti ambiti:

- a) versante sinistro della Valcuvia (località Predazzi);
- b) sponda del lago Maggiore (sbocchi dei torrenti Trigo, Varesella e altri impluvi privi di idronimo posti a nord di quest’ultimo).

Z4c-Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)

Corrisponde alle aree coperte da sedimenti glaciali eterogenei, che comprendono, oltre ai depositi glaciali s.s. (till), anche quelli fluvio-glaciali e glaciolacustri, distribuiti in maniera non prevedibile nella successione glacigenica. Essi ricoprono con una certa continuità il substrato

lapideo lungo la dorsale del monte Pian Nave e il suo fianco orientale.

Nella zona PSL Z4 sono possibili fenomeni di amplificazione in superficie del segnale sismico, per il marcato contrasto di velocità tra i terreni di copertura ed il bedrock.

Z5- Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse

Lo scenario, definito da un elemento lineare, corrisponde al contatto tra litotipi a diverso comportamento fisico-meccanico, rappresentato dal limite tra il substrato roccioso e i depositi quaternari. Tale elemento incorpora un certo grado di incertezza, relativa all'effettiva posizione del limite, spesso tracciabile solo in modo indicativo.

SECONDA PARTE

FASE DI SINTESI E VALUTAZIONE

La fase di sintesi e valutazione è definita, da un lato, tramite l'individuazione delle limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative in vigore di contenuto prettamente geologico (vincoli) e dall'altro dalla zonazione del territorio in funzione dello stato di pericolosità geologico-geotecnica e della vulnerabilità idraulica e idrogeologica (sintesi).

8 QUADRO DEI VINCOLI NORMATIVI PRESENTI SUL TERRITORIO

Nella cartografia dei vincoli (cfr. Tavola n. 7* – Carta dei vincoli geologici) si individuano, per tutto il territorio comunale, quelle aree soggette a limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore di contenuto prettamente geologico.

In base ai criteri attuativi della Componente geologica, idrogeologica e sismica di supporto al Piano di Governo del Territorio contenuti nella d.g.r. 30 novembre 2011 n. IX/2616, i principali elementi di vincolo sovraordinati alla pianificazione urbanistica locale da riportare sulla cartografia di riferimento sono:

- vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino;
- vincoli di polizia idraulica;
- salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile;
- vincoli derivati dal PTR;
- geositi.

La carta dei vincoli qui allegata aggiorna e sostituisce la relativa carta dei vincoli dello studio della Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica (Idrogea, aprile 2010), in quanto recepisce le mappe di pericolosità del PGRA e il nuovo studio di individuazione del Reticolo Idrico Minore (geoSferA, agosto 2020).

Di seguito vengono elencati i vincoli di natura geologica insistenti sul territorio comunale, facendo presente che Brezzo di Bedero non è interessato da vincoli derivanti dal PTR e non sono presenti geositi (cfr. elenco di cui all'Allegato 14 della d.g.r. IX/2616/2011).

8.1 VINCOLI DERIVATI DALLA PIANIFICAZIONE DI BACINO-PIANO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del fiume Po (P.A.I.), approvato con d.p.c.m. del 24 maggio 2001, attraverso le sue disposizioni “persegue l'obiettivo di garantire al territorio del bacino del fiume Po un livello di sicurezza adeguato rispetto ai fenomeni di dissesto idraulico e idrogeologico, attraverso il ripristino degli equilibri idrogeologici e ambientali, il recupero degli ambiti fluviali e del sistema delle acque, la programmazione degli usi del suolo ai fini della difesa, della stabilizzazione e del consolidamento dei terreni, il recupero delle aree fluviali, con particolare attenzione a quelle degradate, anche attraverso usi ricreativi”.

Esso “ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo, tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti l'assetto idraulico e idrogeologico del bacino idrografico”.

In base a questa considerazione ed alle modalità indicate nella Parte 2 dei Criteri di cui alla d.g.r. 30 novembre 2011 – n. IX/2616 (Raccordo con gli strumenti di pianificazione sovraordinata) sono stati riportati i vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino; in particolare sul territorio di Brezzo di Bedero sono presenti:

- 1) Aree di dissesto vigenti, derivate dall'aggiornamento effettuato ai sensi dell'art. 18 delle N.d.A. del PAI:

Frane

- **Fa**, aree interessate da frane attive – (pericolosità molto elevata)

Fa1, Fa2: Si tratta di due aree attigue soggette a crolli in epoca storica su cui si è intervenuti in passato con opere di messa in sicurezza, a causa dell'interferenza con la linea ferroviaria Luino-Bellinzona e la S.P. 69 (ex S.S. 394). Le aree di crollo corrispondono a quelle di affioramento del substrato lungo la costa. In base a quanto riferito da personale tecnico, si è sempre trattato di episodi di bassa intensità, rappresentati da modesti crolli diffusi di massi. Nel corso degli anni sono state realizzate numerose opere di sistemazione che consistono in:

- costruzione di una galleria paramassi (lunghezza 20 m circa);
- chiodatura della parete soprastante la galleria;
- posa di barriere paramassi lungo la S.P. 69. (Villa Clarissa e il T. Valle delle Predelle);

Fa3: Si tratta di pareti in roccia costituite da metamorfiti che insistono direttamente sulla S.P. 54. Tali pareti, arretrate di circa 10-15 m rispetto alla sede stradale, risultano relativamente tettonizzate ed interessate da sistemi di fratture, alcuni dei quali con assetto sfavorevole alla stabilità (franapoggio con inclinazione maggiore del versante). Si tratta di aree caratterizzate da potenziali eventi di crollo di bassa intensità e frequenza.

Fa4: Corrisponde ad uno scivolamento superficiale attivo, sviluppato sul versante ovest della valle del Torrente san Giovanni. Si tratta di un dissesto caratterizzato da una superficie di scivolamento di larghezza assai ridotta, ma di elevato dislivello (pluridecametrico), il cui coronamento intacca la strada comunale tra Lantis e Vaira.

- **Fs**, aree interessate da frane stabilizzate – (pericolosità media o moderata).

Si tratta di un modesto scivolamento superficiale ubicato sul versante destro della valle del Torrente San Giovanni, nel settore centro-orientale della località Pralongo. Il dissesto si impone su un versante estremamente ripido ed è stato verosimilmente originato da fenomeni di erosione dovuti alla presenza di uno scarico per le acque bianche provenienti dal vicino insediamento denominato "Villaggio Olandese".

Esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio lungo le aste dei corsi d'acqua

- **Em**, aree di esondazione a pericolosità media o moderata. Aree ampliate a seguito di studio idraulico, quale proposta di aggiornamento/modifica al quadro del dissesto PAI vigente.

Sono state così classificate le aree di esondazione lacuale come indicate nel "Piano di Emergenza Intercomunale per i comuni rivieraschi del Lago Maggiore – Approfondimento Brezzo di Bedero" (quota al colmo pari a 197,5 m s.l.m.) e tenuto conto dell'assetto morfologico del settore costiero comunale.

Avendo, nella redazione del presente aggiornamento allo studio geologico comunale, tracciato le aree lacuali come indicato nelle disposizioni del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, le perimetrazioni ai sensi dell'art. 9 del PAI sono state eliminate (come proposto in seguito), lasciando spazio alle nuove fasce lacuali tracciate omogeneamente sull'intero tratto di lago.

8.1.1 PIANO DI GESTIONE DEI RISCHI DI ALLUVIONI (PGRA)

Come già anticipato in precedenza le mappe di pericolosità (e rischio) contenute nel PGRA rappresentano un aggiornamento e integrazione del quadro conoscitivo rappresentato negli Elaborati del PAI relativi a pericolosità e rischio di alluvioni.

Come descritto nel precedente par. 1.3, sul comune di Brezzo di Bedero insistono, oltre ad aree allagabili già vigenti e classificate come Em (che però se ne propone l'eliminazione a seguito del tracciamento delle fasce di esondazione lacuale), trovandosi affacciato sul lago Maggiore, aree di potenziale esondazione lacuale (ambito territoriale: Aree Costiere Lacuali – ACL), in particolare:

- P3/H, aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti; livello lacuale soglia pari a 196,662 m s.l.m. (Tempo di Ritorno 15 anni);
- P2/M, aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti; livello lacuale soglia pari a 198,122 m s.l.m. (Tempo di Ritorno 100 anni).
- P1/L, aree potenzialmente interessate da alluvioni rare; livello lacuale soglia pari a 199,892 m s.l.m. (massimo storico registrato).

Le aree costiere lacuali, nel presente aggiornamento, sono state perimetrare interpolando i dati soglia sopra indicati con il Modello Digitale del Terreno di dettaglio LIDAR, apportando locali adeguamenti alla base topografica e alla linea di riva ricavata da ortoforo Lombardia AGEA 2018.

8.2 VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA

Nel luglio 2020 l'Amministrazione comunale di Brezzo di Bedero ha dato incarico, allo scrivente, di redigere il Documento di Polizia Idraulica volto all'identificazione del Reticolo Idrico Minore di competenza comunale.

Il nuovo Documento di Polizia Idraulica (a cui si rimanda per i dettagli), costituito da un elaborato tecnico, elaborato normativo e tavole cartografiche, è stato redatto in attuazione ai criteri ed indirizzi di cui alla d.g.r. 18 dicembre 2017 n. X/7581 “Aggiornamento della d.g.r. 23 ottobre 2015 – n. X/4229 e ss.mm.ii. “Riordino dei reticolli idrici di Regione Lombardia e revisione dei canoni di polizia idraulica” e determinazione della percentuale di riduzione dei canoni di polizia idraulica (attuazione della legge regionale 15 marzo 2016 n. 4 art. 13 comma 4)”.

Il presente aggiornamento allo studio geologico recepisce i contenuti del detto documento, riportando sia i corsi d'acqua classificati come reticolo minore sia i corsi d'acqua classificati come principali in riferimento all'Allegato A della d.g.r. 18 dicembre 2017 n. X/7581, e le relative fasce di rispetto individuate con criterio geometrico e poste pari a 10 metri.

8.3 SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE

Attualmente nel Comune di Brezzo di Bedero sono sfruttati a scopo idropotabile due sorgenti (Turiggia e degli Avisi), ubicate in Loc. Casa Rossi e Valle degli Avisi, e tre pozzi ubicati presso la foce del Varesella.

Relativamente al detto sistema di captazione sono state perimetrare le seguenti fasce di salvaguardia:

Zona di tutela assoluta

Costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni; deve avere un'estensione di almeno dieci metri di raggio dal punto di captazione. Deve essere adeguatamente protetta e deve essere adibita esclusivamente a opere di captazione o presa e ad infrastrutture di servizio.

Zona di rispetto

È la porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta nella quale è vietato l'insediamento di attività giudicate incompatibili (centri di pericolo).

Per le sorgenti è definita con criterio geometrico (raggio = 200 m), con centro nel punto di captazione ed estesa idrogeologicamente a monte dell'opera di presa.

Per i pozzi è invece definita con metodo idrogeologico (metodo delle isocrone).

Il comune di Brezzo di Bedero è anche marginalmente interessato (loc. Casa Ferrini) dall'inviluppo delle zone di rispetto di due sorgenti ubicate, in vicinanza del confine comunale, in territorio comunale di Brissago Valtravaglia, nonché dalla fascia di rispetto del pozzo Predazzi in comune di Germignaga.

9 SINTESI DELLE CONOSCENZE ACQUISITE

Quanto di seguito descritto e rappresentato graficamente nella Tavola n. 8*, riprende in parte i contenuti riportati nel precedente studio geologico (cap. 11 della relazione illustrativa); è meglio organizzata la classificazione degli elementi di pericolosità e vulnerabilità, anche in considerazione della nuova analisi sulla pericolosità da frane, e data una diversa veste grafica alla relativa tavola di sintesi. Gli elementi geo-ambientali riportati nella cartografia di analisi sono stati raggruppati secondo tematiche simili tenendo conto dei fattori prevalenti e significativi, sia in senso qualitativo sia quantitativo, al fine di fornire un quadro sintetico dello stato del territorio ai fini poi della fattibilità geologica.

Il recepimento delle mappe di pericolosità della Direttiva Alluvioni, costituiscono nuovo elemento di analisi utile all'aggiornamento della Carta di sintesi allegata al precedente studio della Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica.

9.1 AMBITI DI PERICOLOSITÀ E VULNERABILITÀ RINVENUTI SUL TERRITORIO

9.1.1 AREE PERICOLOSE DAL PUNTO DI VISTA DELL'INSTABILITÀ DEI VERSANTI

Appartengono a questa categoria di sintesi i settori di territorio comunale interessati da instabilità in atto e potenziale, delimitate considerando le conoscenze pregresse e quanto elaborato dalla nuova analisi sulla potenziale pericolosità da frane.

- Aree di frana attiva
A tale classe di sintesi corrispondono le aree interessate da frane attive Fa di cui all'art. 9 comma 1 delle N.d.A. del PAI.
- Aree di frana stabilizzata
A tale classe di sintesi corrispondono le aree interessate da frane stabilizzate Fs di cui all'art. 9 comma 1 delle N.d.A. del PAI.
- Versanti potenzialmente instabili su pendii caratterizzati da valori di acclività elevata. Pericolosità potenziale alta (H4) per crolli e/o scivolamenti
Si tratta di aree potenzialmente interessabili di fenomeni di instabilità, in genere corrispondenti ai tratti di maggiore acclività dei versanti delle valli dei torrenti San Giovanni, Tagesso e Varesella, valle delle Campagne, della Corona, del Gaggiolo e del versante ad est compreso tra valle della Morte e del Bellino.
- Dorsale in erosione
Si tratta di un'area di modeste dimensioni collocata lungo la strada che collega la località "Pralongo" con la località "Casa Passera". Tale area, costituisce una piccola dorsale che

funge da spartiacque tra i bacini dei rii Tagesso e Valle della Morte. Essa risulta attivamente erosa, sebbene a tassi minimi, su entrambi i fianchi ed è destinata ad un lento ma costante assottigliamento.

➤ **Aree in roccia affiorante, sub-affiorante o con ridotti spessori di copertura. Pericolosità potenziale media (H3) per crolli e/o scivolamenti**

Corrispondono ai versanti rocciosi che degradano verso il lago Maggiore nel settore settentrionale del territorio comunale. Tali aree risultano caratterizzate dall'assenza o dalla presenza, seppur minima o con ridotti spessori, di depositi glaciali in appoggio sul versante. Si tratta di aree potenzialmente interessabili da dinamica di versante con pericolosità media.

➤ **Aree in roccia affiorante, sub-affiorante o con ridotti spessori di copertura. Pericolosità potenziale bassa (H2) per crolli e/o scivolamenti**

Corrispondono ai versanti rocciosi che degradano verso il lago Maggiore nel settore settentrionale del territorio comunale. Tali aree risultano caratterizzate dall'assenza o dalla presenza, seppur minima o con ridotti spessori, di depositi glaciali in appoggio sul versante. Si tratta di aree potenzialmente interessabili da dinamica di versante con pericolosità bassa.

➤ **Aree in depositi di origine glaciale sovraconsolidati; buone caratteristiche geotecniche. Pericolosità potenziale alta (H4) per crolli e/o scivolamenti**

Si tratta di locali porzioni di versante (loc. Casa Rossi – Casa Ferrini) ad elevata acclività caratterizzati dalla diffusa presenza di depositi glaciali grossolani e sovraconsolidati, potenzialmente interessabili da dinamica di versante.

➤ **Aree in depositi di origine glaciale sovraconsolidati; buone caratteristiche geotecniche. Pericolosità potenziale media (H3) per crolli e/o scivolamenti**

Si tratta di porzioni di versante a medio alta acclività caratterizzati dalla diffusa presenza di depositi glaciali grossolani e sovraconsolidati, a media pericolosità di essere interessati da dinamica di versante.

➤ **Aree in depositi di origine fluvioglaciale, buone caratteristiche geotecniche. Pericolosità potenziale media (H3) per crolli e/o scivolamenti**

Si tratta delle aree di transizione poste tra il lago e i rilievi montuosi ubicati nel settore centro meridionale di Brezzo di Bedero. Tale settore è costituito prevalentemente da depositi fluvioglaciali su versanti a medio alta acclività e potenzialmente interessabili da dinamica di versante con pericolosità media.

➤ **Aree estrattive attive, dismesse o non ancora recuperate**

Area estrattiva della cava di ghiaia "Trigo", ubicata nel settore SW del territorio comunale. Attualmente la cava è compresa nell'elenco (cod. Rg7) delle cave di recupero all'interno del Piano Cave della provincia di Varese (anno 2016).

9.1.2 AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO E IDROGEOLOGICO

➤ **Aree soggette ad esondazioni lacuali, allagabili per piena frequente; falda idrica a bassa soggiacenza**

Si tratta di aree soggette o potenzialmente soggette a fenomeni di esondazione lacuale per piena frequente, caratterizzati da un battente d'acqua che raggiunge quota di 196,662 m s.l.m., con bassa soggiacenza della falda tipico dei territori circumlacuali.

- Aree soggette ad esondazioni lacuali, allagabili per piena poco frequente e rara; falda idrica a bassa soggiacenza

Si tratta di aree soggette o potenzialmente soggette a fenomeni di esondazione lacuale per piena poco frequente e rara, caratterizzati da un battente massimo d'acqua che raggiunge quota di 199,892 m s.l.m., con bassa soggiacenza della falda tipico dei territori circumlacuali.

9.1.3 AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDROGEOLOGICO E CHE PRESENTANO SCADENTI CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

- Depositi fluviali di fondovalle; falda idrica a bassa soggiacenza

Costituiscono le aree del fondovalle del Torrente San Giovanni. Tali aree sono caratterizzate dalla presenza di depositi grossolani ad elevata permeabilità e da falda idrica a bassa soggiacenza. I fenomeni di circolazione in falda sono legati alla dinamica torrentizia del corso d'acqua, che localmente percorre tratti in sub-alveo.

- Depositi costieri aventi scadenti caratteristiche geotecniche; falda idrica a bassa soggiacenza

Si tratta delle aree in fascia costiera lacustre, costituite da depositi ad elevata permeabilità e con scadenti caratteristiche geotecniche. In considerazione della vicinanza del lago Maggiore è ipotizzabile la presenza di falda idrica a bassa soggiacenza.

9.1.4 AREE SENZA PARTICOLARI FENOMENI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI

- Aree con caratteristiche geotecniche da mediocri a discrete, con terreni a comportamento prevalentemente incoerente. Permeabilità da media ad elevata. Vulnerabilità dell'acquifero molto elevata

Piccolo lembo di territorio comunale posto a confine con il comune di Germignaga. Si tratta di aree stabili, pianeggianti, costituenti la piana alluvionale del Margorabbia, per le quali non si riscontrano particolari problematiche geologiche e/o geomorfologiche e/o geotecniche.

- Aree in depositi di origine glaciale sovraconsolidati; buone caratteristiche geotecniche. Pericolosità potenziale bassa (H2) per crolli e/o scivolamenti

Si tratta di porzioni di versante poco acclivi caratterizzati dalla diffusa presenza di depositi glaciali grossolani e sovraconsolidati. Le condizioni geotecniche sono buone e sono potenzialmente poco interessabili da processi di dinamica geomorfologica.

- Aree in depositi fluvioglaciali; buone caratteristiche geotecniche. Pericolosità potenziale bassa (H2) per crolli e/o scivolamenti

Si tratta delle aree di transizione poste tra il lago e i rilievi montuosi ubicati nel settore centro meridionale di Brezzo di Bedero. Tale settore è costituito prevalentemente da depositi fluvioglaciali su versanti poco acclivi. Le condizioni geotecniche sono buone e sono potenzialmente poco interessabili da processi di dinamica geomorfologica.

- Aree pianeggianti o a debole pendenza in depositi fluvioglaciali con buone caratteristiche geotecniche; assenza di processi geomorfici in atto

Si tratta delle aree stabili di transizione poste tra il lago e i rilievi montuosi ubicati nel settore centro meridionale di Brezzo di Bedero. Tale settore è costituito prevalentemente da depositi fluvioglaciali su versanti a basso grado di acclività o pianeggianti. Le condizioni geotecniche sono buone.

TERZA PARTE

FASE DI PROPOSTA

10 FATTIBILITA' GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO

La Carta di Fattibilità geologica delle azioni di piano (cfr. Tavola n. 9* e 10*) è l'elaborato che viene desunto dalla Carta di Sintesi e dalle considerazioni tecniche svolte nella fase di analisi, essendo di fatto una carta che fornisce indicazioni circa le limitazioni e destinazioni d'uso del territorio, le prescrizioni per gli interventi urbanistici, gli studi e le indagini necessarie per gli approfondimenti richiesti e gli interventi di ripristino e di mitigazione del rischio reale o potenziale.

Tutte le analisi condotte permettono la definizione di questo elaborato, redatto alla scala 1:5.000, che mediante la valutazione incrociata degli elementi cartografati, individua e formula una proposta di suddivisione dell'ambito territoriale d'interesse in differenti aree, che rappresentano una serie di "classi di fattibilità geologica".

Nella D.G.R. IX/2616 del novembre 2011 viene proposta una classificazione costituita da quattro differenti classi, in ordine alle possibili destinazioni d'uso del territorio; sono zone per le quali sono indicate sia informazioni e cautele generali da adottare per gli interventi, sia gli studi e le indagini di approfondimento eventuali.

In base alle valutazioni effettuate, considerando gli elementi geologici, geomorfologici, idrogeologici ed idraulici riconosciuti, nel territorio di Brezzo di Bedero sono state individuate le seguenti classi di idoneità all'utilizzazione urbanistica:

Classe 2	Fattibilità con modeste limitazioni
Classe 3	Fattibilità con consistenti limitazioni
Classe 4	Fattibilità con gravi limitazioni

Per quanto riguarda le fasce di rispetto di polizia idraulica, così come riportato nella carta dei vincoli geologici, non si ritiene necessario istituire una classe di fattibilità 4 di "rispetto fluviale" (così come operato nel previgente studio geologico con l'attribuzione di "aree adiacenti a corsi d'acqua da mantenere a disposizione per consentire l'accessibilità per interventi di manutenzione e per la realizzazione di interventi di difesa") lungo i corsi d'acqua, in quanto su tali aree vige già uno specifico vincolo e norma di Polizia Idraulica.

Si sottolinea che in presenza contemporanea di più scenari di pericolosità/vulnerabilità è stato attribuito il valore maggiormente cautelativo di classe di fattibilità. Sono comunque da rispettare le prescrizioni relative ad ogni singolo ambito di pericolosità/vulnerabilità come rappresentato nella carta di sintesi.

Si sottolinea inoltre che la suddivisione territoriale in classi di fattibilità, trattandosi di una pianificazione generale, non sopperisce alla necessità di attuare le prescrizioni operative previste da leggi e decreti vigenti, così come l'individuazione di una zona di possibile edificazione deve rispettare la necessità di redigere un progetto rispettoso delle norme di attuazione.

Alle classi di fattibilità individuate sono inoltre sovrapposti gli ambiti soggetti ad amplificazione sismica locale, che non concorrono a definire la classe di fattibilità, ma ai quali è associata una specifica normativa che si concretizza nelle fasi attuative delle previsioni del P.G.T.

10.1 CLASSE DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA 4 – FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI

In questa classe sono individuati i territori ove l'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso.

Le aree a gravi limitazioni sono contraddistinte dalle seguenti tipologie di pericolosità/vulnerabilità e dalle relative classi di sintesi:

Arearie pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti

- Arearie di frana attiva
- Arearie di frana stabilizzata
- Versanti potenzialmente instabili su pendii caratterizzati da valori di acclività elevate.
Pericolosità potenziale alta (H4) per crolli e/o scivolamenti
- Dorsale in erosione
- Arearie in depositi di origine glaciale sovraconsolidati; buone caratteristiche geotecniche.
Pericolosità potenziale alta (H4) per crolli e/o scivolamenti

10.2 CLASSE DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA 3 – FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI

Questa classe comprende le zone nelle quali si sono riscontrate consistenti limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni, per l'entità e la natura delle condizioni di pericolosità nelle aree. Queste condizioni possono essere per lo più rimosse con interventi idonei alla eliminazione o minimizzazione del rischio, realizzabili nell'ambito del singolo lotto edificatorio o di un suo intorno significativo. L'utilizzo delle zone, ai fini urbanistici è subordinato alla realizzazione di supplementi d'indagine per acquisire una maggiore conoscenza geologico-tecnica dell'area e del suo intorno, per consentire di precisare le esatte volumetrie e ubicazioni, le idonee destinazioni d'uso, nonché le eventuali opere di difesa. Nel caso in esame sono state individuate una serie di aree in classe 3 che presentano problematiche geologiche variabili; si tratta in genere di ambiti, sia di pianura sia di versante, che coincidono con aree, caratterizzate da condizioni morfologiche sfavorevoli (pendenze-medio elevate), pericolose e/o vulnerabili definite nell'unità di sintesi:

Arearie pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti

- Arearie in roccia affiorante, sub-affiorante o con ridotti spessori di copertura. Pericolosità potenziale media (H3) per crolli e/o scivolamenti
- Arearie in depositi di origine glaciale sovraconsolidati; buone caratteristiche geotecniche.
Pericolosità potenziale media (H3) per crolli e/o scivolamenti
- Arearie in depositi di origine fluvioglaciale, buone caratteristiche geotecniche. Pericolosità potenziale media (H3) per crolli e/o scivolamenti
- Arearie estrattive attive, dismesse o non ancora recuperate

Arearie vulnerabili dal punto di vista idraulico e idrogeologico

- Arearie soggette ad esondazioni lacuali, allagabili per piena frequente; falda idrica a bassa soggiacenza

Arearie vulnerabili dal punto di vista idrogeologico e che presentano scadenti caratteristiche geotecniche

- Depositi fluviali di fondovalle; falda idrica a bassa soggiacenza
- Depositi costieri aventi scadenti caratteristiche geotecniche; falda idrica a bassa soggiacenza

10.3 CLASSE DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA 2 – FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni. Sono tuttavia indicate le specifiche costruttive degli interventi edificatori e gli eventuali approfondimenti per la mitigazione del rischio.

Ricadono in questa classe le aree comprese nelle seguenti tipologie di pericolosità, con le relative unità di sintesi:

Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti

- Aree in roccia affiorante, sub-affiorante o con ridotti spessori di copertura. Pericolosità potenziale bassa (H2) per crolli e/o scivolamenti

Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico e idrogeologico

- Aree soggette ad esondazioni lacuali, allagabili per piena poco frequente e rara; falda idrica a bassa soggiacenza

Aree senza particolari fenomeni geologici e geomorfologici

- Aree con caratteristiche geotecniche da mediocri a discrete, con terreni a comportamento prevalentemente incoerente. Permeabilità da media ad elevata. Vulnerabilità dell'acquifero molto elevata
- Aree in depositi di origine glaciale sovraconsolidati; buone caratteristiche geotecniche. Pericolosità potenziale bassa (H2) per crolli e/o scivolamenti
- Aree in depositi fluvioglaciali; buone caratteristiche geotecniche. Pericolosità potenziale bassa (H2) per crolli e/o scivolamenti
- Aree pianeggianti o a debole pendenza in depositi fluvioglaciali con buone caratteristiche geotecniche; assenza di processi geomorfici in atto

11 CARTA PAI-PGRA

A seguito dell'entrata in vigore della D.G.R. n. X/6738 del 19 giugno 2017, relativa alle *"disposizioni regionali concernenti l'attuazione del piano di gestione dei rischi alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza [...]"*, si è reso necessario predisporre una carta nella quale sono stati tracciati tutti gli elementi che derivano dal recepimento dei contenuti del PAI e del PGRA, includendo la proposta di modifica/aggiornamento a seguito dell'eliminazione delle aree Em di cui all'art. 9 delle N.d.A. del PAI. Queste, tracciate a suo tempo in considerazione delle esondazioni lacuali, sono qui sostituite dalle aree allagabili lacuali delimitate, omogeneamente sul intero tratto di lago, in base ai tre valori di quota per le tre piene di riferimento riportati in Allegato 4 alla d.g.r. n. X/6738 del 19 giugno 2017.

Gli ambiti riportati nella carta PAI-PGRA del Comune di Brezzo di Bedero (cfr. Tavola 11*) riguardano in particolare:

- Aree interessate da fenomeni di dissesto per la parte collinare e montana, classificate secondo la legenda dell'Elaborato 2 del PAI.
- Aree allagabili sui laghi (proposta di modifica/aggiornamento) – lago Maggiore;

Gaggiano, ottobre 2020

GeoSferA
Studio Associato di Geologia

Dott. Geol.
Ferruccio Tomasi

