



**COMUNE DI  
VERCURAGO (LC)**

**Componente geologica, idrogeologica e  
sismica del Piano di Governo del Territorio  
ai sensi della L.R. 11-03-2005 n. 12**



**RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE  
NORME DI PIANO**

*modificata come da parere RL di cui al protocollo Z1.2010.0017664 del 15/07/2010*

**Dicembre 2010**

***Dott. Geol. Alessandro Chiodelli***

***Dott. Geol. Enrico Mosconi***

***Via Garibaldi, 4 – 24030 Mozzo (BG) – Cell. 338.9041561 – E\_mail: [alechiodelli@yahoo.it](mailto:alechiodelli@yahoo.it)***

***Via Reich, 16 – 24020 Torre Bordone (Bg) – Cell. 347.1328195 – E\_mail: [enricomosconi@yahoo.it](mailto:enricomosconi@yahoo.it)***

## INDICE

<b>1. PREMESSA</b>	5
<b>2. QUADRO CONOSCITIVO- CARTOGRAFIA DI BASE</b>	8
2.1 RICERCA STORICA	8
2.2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	19
2.3 LINEAMENTI CLIMATOLOGICI	21
2.3.1 PREMESSA	21
2.3.2 REGIME DELLE TEMPERATURE E DEI VENTI	21
2.3.3 REGIME PLUVIOMETRICO	21
2.3.4 PRECIPITAZIONI DI BREVE DURATA E DI FORTE INTENSITÀ	27
2.4 LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI	29
2.4.1 CARTOGRAFIA TEMATICA	34
2.5 LINEAMENTI GEOLOGICI E LITOLOGICI	35
2.5.1 ASSETTO STRUTTURALE	35
2.5.2 STUDIO GEOLOGICO GEOMECCANICO DELLE PARETI ROCCIOSE INSTABILI POSTE IN LOC. SAN GIROLAMO	38
2.5.3 ASSETTO STRATIGRAFICO	41
2.5.4 LITOLOGIA	55
2.5.5 CARTOGRAFIA TEMATICA	66
2.6 LINEAMENTI IDROGRAFICI e IDROGEOLOGICI	67
2.6.1 IDROGRAFIA SUPERFICIALE	67
2.6.2 SORGENTI	84
2.6.3 POZZI	87
2.6.4 ASSETTO IDROGEOLOGICO E PERMEABILITÀ DEI TERRENI	91
2.6.5 CARTOGRAFIA TEMATICA	93
2.7 LINEAMENTI LITOTECNICI	94
2.7.1 INQUADRAMENTO GEOTECNICO E CARTOGRAFIA TEMATICA	94
2.8 ANALISI DEL RISCHIO SISMICO	98
2.8.1 RISPOSTA SISMICA LOCALE	98
2.8.2 CARTOGRAFIA TEMATICA	99
<b>3.0 CARTOGRAFIA DI VINCOLO E PROPOSTA</b>	102
3.1 VINCOLI GEOLOGICI	102
3.1.1 INQUADRAMENTO	102
3.1.2 VINCOLO DI POLIZIA IDRAULICA	102
3.1.3 AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI IDROPOTABILI	110
3.1.4 VINCOLI DERIVANTI DALLA PIANIFICAZIONE DI BACINO	113
3.2 SINTESI DELLE CRITICITÀ GEOLOGICHE	114
3.2.1 INQUADRAMENTO	114
3.2.2 CARTOGRAFIA DI SINTESI	115
3.3 FATTIBILITÀ GEOLOGICA	119

3.3.1 INQUADRAMENTO	119
3.3.2 CARTOGRAFIA DI FATTIBILITÀ	120
3.4 QUADRO DEL DISSESTO	121
3.4.1 PREMessa	121
3.4.2 CARTOGRAFIA TEMATICA	122
<b>4.0 NORME GEOLOGICHE DI PIANO</b>	123
4.1 NORMATIVA SISMICA	140
<b>5.0 CONCLUSIONI</b>	142

**ALLEGATI:**

Allegato 1: STUDIO GEOLOGICO IDROGEOLOGICO DELLA CONOIDE DEL  
TORRENTE GALLAVESA

*“... dopo che son venuto qui a Somasca,  
alla ricerca di un luogo che mi invitasse alla solitudine e alla  
devotione, ho trovato di meglio, dove è più solitudine  
e dove se ne può avere quanta se ne vuole,  
andando per questi monti adesso a un luogo adesso a un altro,  
fatti dai nostri a tal fine,  
per coloro ai quali non basta la solitudine che si ha qui in casa  
...”*

lettera di Ottone Parenti (collaboratore del Miani) al giovane pavese Gio Nicolao Fiamberti  
2 aprile 1544

## **1.0 PREMESSA**

Il Comune di Vercurago (Lc) ha incaricato, con parere di Giunta Comunale n. 76 del 08 settembre 2005 e n. 19 del 14 febbraio 2007, lo scrivente Dott. Geol. Alessandro Chiodelli di predisporre la **componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio**, ai sensi della D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e s.m.i..

Al Titolo II, art. 57 comma 1 della *L.R. 11 marzo 2005, n. 12* è previsto, che ai fini della prevenzione dei rischi geologici, idrogeologici e sismici, nel P.G.T.:

- a) il documento di piano contenga la definizione dell'assetto geologico, idrogeologico e sismico comunale sulla base dei criteri ed indirizzi emanati dalla Giunta Regionale, sentite le Province, entro tre mesi dall'entrata in vigore della L.R. n.12/05.
- b) il piano delle regole contenga:
  1. il recepimento e la verifica di coerenza con gli indirizzi e le prescrizioni del P.T.C.P. e del Piano di Bacino;
  2. l'individuazione delle aree a pericolosità e vulnerabilità geologica, idrogeologica e sismica, secondo i criteri e gli indirizzi di cui alla lettera a), nonché le norme e le prescrizioni a cui le medesime aree sono assoggettate in ordine alle attività di trasformazione territoriale, compresa l'indicazione di aree da assoggettare ad eventuali piani di demolizione degli insediamenti esistenti, ripristino delle condizioni di sicurezza, interventi di rinaturalizzazione dei siti o interventi di trasformazione urbana, PRU o PRUSST.

Il piano è stato predisposto secondo gli standard di lavoro indicati nella D.G.R. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e nel suo successivo aggiornamento (D.G.R. 22 maggio 2008, n. 8/7374); pertanto si compone di tre fasi principali:

*Fase di analisi* - sono stati predisposti i rilievi geologici e geomorfologici nell'ambito del territorio comunale, al fine di produrre un ricco repertorio cartografico di base,

Comune di Vercurago (Lc)

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA  
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO  
ai sensi della D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e s.m.i.**

opportunamente integrati dalla consultazione della documentazione tecnica specifica di settore (P.A.I., P.T.C.P., quadro dissesti della Regione Lombardia, Cartografia Geoambientale, documenti reperiti presso l'Ufficio Tecnico Comunale, l'Amministrazione Provinciale di Lecco, ecc.). Sulla base dei dati geoambientali così raccolti, sono state elaborate le Tavole di Inquadramento (con evidenziati i tematismi geomorfologici, litologico-strutturali, gli elementi idrografici e del sistema idrografico) e prodotta la Carta della Pericolosità Sismica Locale.

*Fase di diagnosi* - coincide con la valutazione critica dei dati relativi ai processi geoambientali e antropici attivi sul territorio; in questa fase è stata elaborata la Carta dei Vincoli e quella di Sintesi, con evidenziate le aree omogenee per grado di pericolosità/vulnerabilità idrogeologica riferite allo specifico fenomeno che le ha generate.

*Fase propositiva* - ha come prodotto finale la Carta di Fattibilità Geologica per le azioni di piano, che definisce per l'interno Comune di Vercurago le limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso del territorio.

Con la predisposizione del presente studio geologico, il Comune di Vercurago (individuato nell'elenco di cui all'Allegato 13, Tab. 1, della D.G.R. 22 maggio 2008, n. 8/7374 con la sigla "non avviato"), si adegua (una volta recepito lo studio stesso negli strumenti urbanistici comunali con le modalità previste dalla L.R. 12/05) ai sensi dell'art. 18 delle N.d.A. del PAI e "aggiorna" il quadro del dissesto di cui all'Elaborato 2 del PAI.

Lo studio geologico proposto contiene, pertanto, il quadro del dissesto derivante da valutazioni di maggior dettaglio rispetto ai dati contenuti nel primo livello di approfondimento dei PTCP, e sarà strumento di riferimento una volta raggiunta la compatibilità ai sensi dell'art. 18 delle N.d.A. del PAI, vincolata all'ottenimento del parere favorevole della competente struttura regionale.

La documentazione prodotta comprende la presente Relazione Illustrativa con relativi allegati, una serie di tavole cartacee ed un CD-ROM con la versione digitale dello studio.

In particolare la cartografia predisposta consta delle seguenti tavole:

TAVOLA	NOME	SCALA	ELEMENTI RAPPRESENTATI
1	Corografia	1:10.000	Inquadramento geografico
2	Carta Geomorfologica	1:2.000	Processi e forme del paesaggio
3	Carta Geolitologica	1:2.000	Unità litologiche, elementi strutturali ed unità stratigrafiche
4	Carta Idrografica e Idrogeologica	1:2.000	Idrografia superficiale (principale e minore), permeabilità dei terreni e delle rocce, pozzi, sorgenti
5	Carta Litotecnica	1:2.000	Caratteristiche geotecniche dei terreni e delle rocce, ubicazione indagini geognostiche in bibliografia
6	Carta della Pericolosità Sismica Locale	1:2.000	Zonizzazione degli ambiti a differente amplificazione sismica
7	Carta dei Vincoli	1:2.000	Vincoli di carattere geologico
8	Carta di Sintesi	1:2.000	Suddivisione del territorio in ambiti a differente criticità
9	Carta di Fattibilità delle Azioni di Piano	1:2.000	Suddivisione del territorio in ambiti a differente classe di fattibilità geologica e pericolosità sismica locale
10	Carta di Fattibilità delle Azioni di Piano per Aggiornamento Mosaico Regione Lombardia	1:10.000	Suddivisione del territorio in ambiti a differente classe di fattibilità geologica (per aggiornamento mosaico regionale di fattibilità)
11	Carta del Dissesto con Legenda Uniformata P.A.I.	1:10.000	Dissesti derivanti dalle osservazioni di terreno e dagli strumenti di pianificazione sovraordinata, con aggiornamenti

Si specifica inoltre che gli studi quivi illustrati non devono in alcun modo essere considerati sostitutivi delle indagini geognostiche di maggior dettaglio prescritte dal D.M. 14 gennaio 2008 per la pianificazione attuativa e per la progettazione esecutiva.

Dato che per tutti i rilievi di terreno e le successive elaborazioni è stata utilizzata la base topografica comunale di maggior dettaglio, alla scala 1:2.000, è bene precisare che la stessa presenta diverse lacune ed, in generale, è piuttosto approssimativa. Pertanto è stato necessario apportare delle integrazioni e dei correttivi derivati dalle mappe catastali e dalla cartografia regionale CTR 1:10.000.

## **2.0 QUADRO CONOSCITIVO – CARTOGRAFIA DI BASE**

### **2.1 RICERCA STORICA**

Il territorio di Vercurago, seppur di limitata estensione areale, ha subito diversi eventi calamitosi legati a fenomeni di dissesto dei versanti ed esondativi dei corsi d'acqua naturali.

In particolare di seguito proponiamo quelli reperiti presso l'Ufficio Tecnico e la biblioteca comunale, nonché fornitici dal Sig. Sindaco Carlo Greppi.

#### ➤ **Alluvione del 1953**



*Foto 1 – Evento esondativo a Somasca – Via Fredda (alluvione 1953)*

#### Fenomeno esondativo verificatosi in Località Somasca – Via Fredda

Questo evento, accaduto attorno alla metà del secolo scorso (1953), si è verificato in località Somasca, ad una quota altimetrica di circa 300 metri s.l.m. Stante la data di accadimento del fenomeno, non siamo in possesso di altri dati significativi. Le sommarie notizie raccolte indicano che l'evento, successivo ad un periodo particolarmente piovoso, ha comportato l'esondazione del torrente che discende dalla Loc. Beseno (vedasi anche lo “Studio del

Reticolo Idrico Minore” del territorio comunale redatto dagli scriventi nel novembre 2007, con particolare riferimento al Torrente “A”).

Tale torrente, che nel suo tratto iniziale raccoglie le acque di drenaggio della retrostante vasta zona a debole pendenza (Beseno), nonché parte delle acque di ruscellamento del versante meridionale del M.te Mudarga (il “Pizzo”), risulta incanalato appena a monte della loc. Somasca. E’ proprio all’imbocco dell’urbanizzato (Via Fredda) che si sono verificati i maggiori danni agli edifici (vedi fotografia proposta alla pagina precedente).

➤ **Fenomeni di dissesto del 1954 e del 1958**

Le uniche notizie raccolte indicano che nel 1954 e nel 1958 il tratto di Torrente Gallavesa compreso fra il ponte di via del Maglio (Vercurago) ed il ponte Torchino (Calolziocorte) è stato interessato da fenomeni di debris-flow. I rilievi di terreno da noi eseguiti non hanno trovato riscontri in tal senso.

➤ **Alluvione del 2002**

L’evento di precipitazioni intense del 12-27 novembre 2002 ha fatto registrare localmente valori giornalieri “storici”, talora superiori al periodo di ritorno di 200 anni.

In particolare la settimana del 23-27 novembre ha causato i maggiori disagi, in quanto il terreno ormai saturo dal precedente periodo di pioggia assorbiva scarsi quantitativi di acqua.

Anche il territorio comunale di Vercurago non è passato indenne a questo evento alluvionale; infatti nella zona lungo lago e il torrente che discende dalla località Beseno e passa per Somasca (menzionato precedentemente) diverse porzioni dei versanti hanno raggiunto condizioni critiche.

Esondazione dell’area costiera perilacuale in zona lungo lago - Via A. Moro

Seppur il livello del lago di Garlate è controllato da sbarramenti artificiali, il periodo di pioggia prolungato del novembre 2002 ha provocato l’esonazione lacuale in tre zone del territorio comunale.

La prima, posta allo sbocco del Torrente Gallavesa nel lago di Garlate, in destra idrografica, si estende lateralmente per alcune decine di metri. In particolare in corrispondenza del bar Sport e del ristorante “Il pesce d’Oro”- proprietà Sig. Gerosa, il fronte d’acqua ha superato Via A. Moro e lambito gli ingressi degli edifici.

[Comune di Vercurago \(Lc\)](#)

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA  
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO  
ai sensi della D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e s.m.i.**

La seconda è posta in sinistra idrografica dello sbocco del Torrente Gallavesa nel lago di Garlate, in località Malpensata (Via Lido Moggio); anche in questo caso le testimonianze raccolte indicano che il fronte d'acqua ha superato la rampa di immissione delle barche nel lago, sino a raggiungere i primi stabili (Bar Lido e stabile posto al civico 27 di Via Lido Moggio).

La terza zona, posta al confine con il comune di Lecco, è quella dove è stato recentemente realizzato il nuovo punto di attracco spondale. Durante il fenomeno alluvionale del 2002, quest'area pressoché pianeggiante, che si estende sino al rilevato ferroviario, è stata quasi completamente sommersa dalle acque lacustri.

Per quanto attiene l'alluvione del 1987, purtroppo non si hanno a disposizione dati pluviometrici o testimonianze specifiche, tuttavia si ritiene che il livello raggiunto dalle acque del lago sia stato ancor maggiore rispetto a quello dell'alluvione del 2002.

Sulla scorta delle evidenze occorse durante l'evento calamitoso del novembre 2002, tenuto conto che l'intera zona lungo lago posta in destra idrografica del T. Gallavesa è stata oggetto di recenti livellamenti stradali, e che il livello lacuale è controllato dagli sbarramenti artificiali, non è possibile escludere che si verifichino ulteriori fenomeni di esondazione, in occasione di eventi atmosferici particolarmente intensi, tali da raggiungere la quota altimetrica stimata di circa 200 metri s.l.m.



*Foto 2 – Esondazione lacuale in zona lungo lago - Via A. Moro (alluvione 26\_27/11/2002)  
Ambito posto presso lo sbocco del Torrente Gallavesa nel lago di Garlate, destra idrografica*



*Foto 3 – Esondazione lacuale in zona lungo lago - Via A. Moro (alluvione 26\_27/11/2002)  
Ambito posto al confine con il comune di Lecco*

Esondazione del torrente passante per loc. Somasca - Via Fredda

Questo torrente, come detto individuato nello “Studio del Reticolo Idrico Minore” del territorio comunale con la lettera “A”, durante l’alluvione del novembre 2002, ha riversato parte delle sue acque lungo alcune strade della località Somasca. In questa circostanza non sono stati segnalati danni significativi, se non l’allagamento di alcuni vani interrati e dell’asilo delle suore prospiciente Via Fredda.

Allo stato attuale, come segnalato anche nello Studio del Reticolo Idrico Minore, le acque di drenaggio della zona di Beseno non sono adeguatamente raccolte e incanalate nel tombotto posto presso il parcheggio di Via Fredda. Conseguentemente le acque eccedenti, non incanalate, scorrono liberamente lungo la via menzionata per poi disperdersi nell’abitato. A parere degli scriventi il tratto iniziale del torrente (a monte della località Somasca) richiede urgenti interventi di raccolta e di regimazione delle acque.



*Foto 4 – Acque drenanti provenienti dalla località Beseno (alluvione 26\_27/11/2002)*



*Foto 5 – Esondazione del torrente in loc. Somasca - Via Provada (alluvione 26\_27/11/2002)*

*Ambito posto presso Via Provada - ex lavatoio*

Fenomeno di dissesto posto a Nord di C.na Beseno - q.ta 400 metri s.l.m. circa

Durante l'alluvione del novembre 2002, oltre all'esonazione lacuale e torrentizia, anche i versanti, completamente saturi, hanno raggiunto condizioni di equilibrio limite. In particolare vale la pena di segnalare la riattivazione del movimento franoso relitto posto a Nord di C.na Beseno.

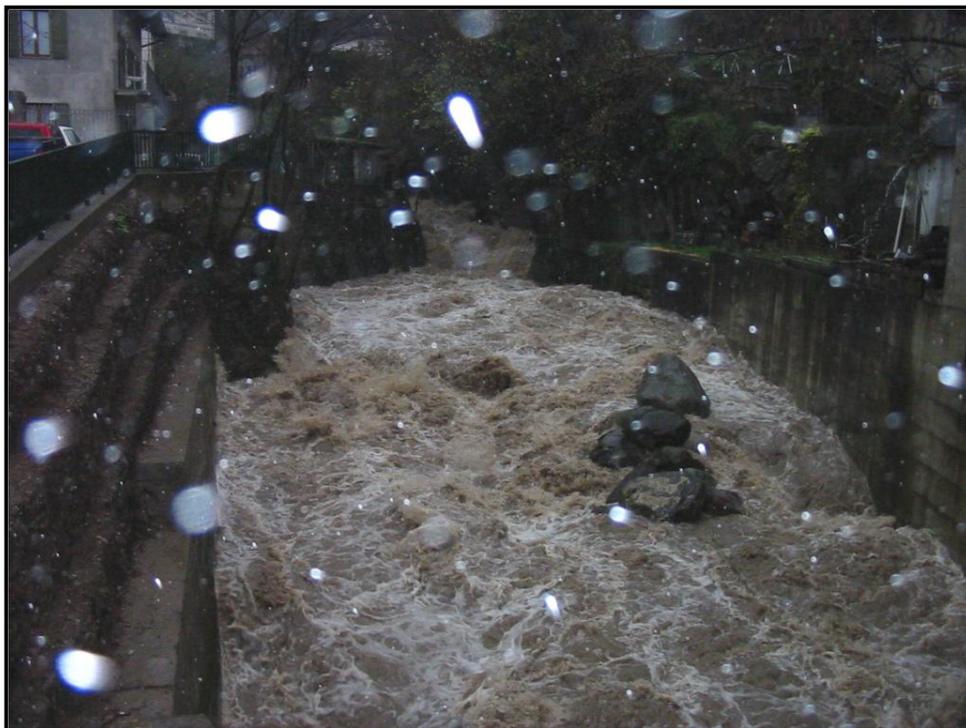


*Foto 6 – Dissesto posto a Nord di C.na Beseno - q.ta coronamento 400 metri s.l.m. circa  
(alluvione 26\_27/11/2002)*

Le testimonianze raccolte in loco indicano che il dissesto aveva dato segni di riattivazione prima dell'evento del 2002. Nel 2006 hanno avuto inizio gli interventi di stabilizzazione eseguiti per conto della C.M. Val San Martino.

Pur non avendo avuto segnalazioni a tal proposito, è probabile che anche i versanti meridionali del M.te Pizzo, così come quelli posti attorno al Santuario di San Girolamo e sopra Via Roma (ex S.S. 639), al confine con Lecco, abbiano raggiunto condizioni critiche manifestatesi con il rilascio di blocchi rocciosi dalle pareti. Di questi eventi non si hanno segnalazioni.

Analogamente, anche per il Torrente Gallavesa, appartenente al Reticolo Idrico Principale, non sono stati segnalati fenomeni significativi.



*Foto 7 – T. Gallavesa ripreso dal parcheggio di Via Gonelli-Cioni (alluvione 26\_27/11/2002)*

➤ **Anni 2007/2008**

Crolli di massi sovrastanti il Viale delle Cappelle – Loc. San Girolamo

I verbali di segnalazione reperiti presso il Comando di Polizia Locale e le testimonianze raccolte in loco dagli abitanti del paese ci hanno permesso di apprendere che, lungo i versanti limitrofi al Santuario di San Girolamo, si sono verificati diversi fenomeni di caduta massi. Addirittura ci è giunta voce di una tragedia, risalente all'inizio secolo scorso, provocata da un crollo, che costò la vita di una persona.

Nonostante siano state poste in essere, nel recente passato, delle reti paramassi attive in aderenza e delle barriere passive ad elevata dissipazione di energia, diverse altre porzioni di versante e dei pendii sottostanti alla Rocca dell'Innominato ed al Monte Pizzo sono tutt'oggi esposte al rischio di caduta massi.

La stessa Regione Lombardia (STER di Lecco), recentemente, ha consigliato all'Amministrazione Comunale di predisporre uno specifico studio di dettaglio, quale

Comune di Vercurago (Lc)

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA  
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO  
ai sensi della D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e s.m.i.**

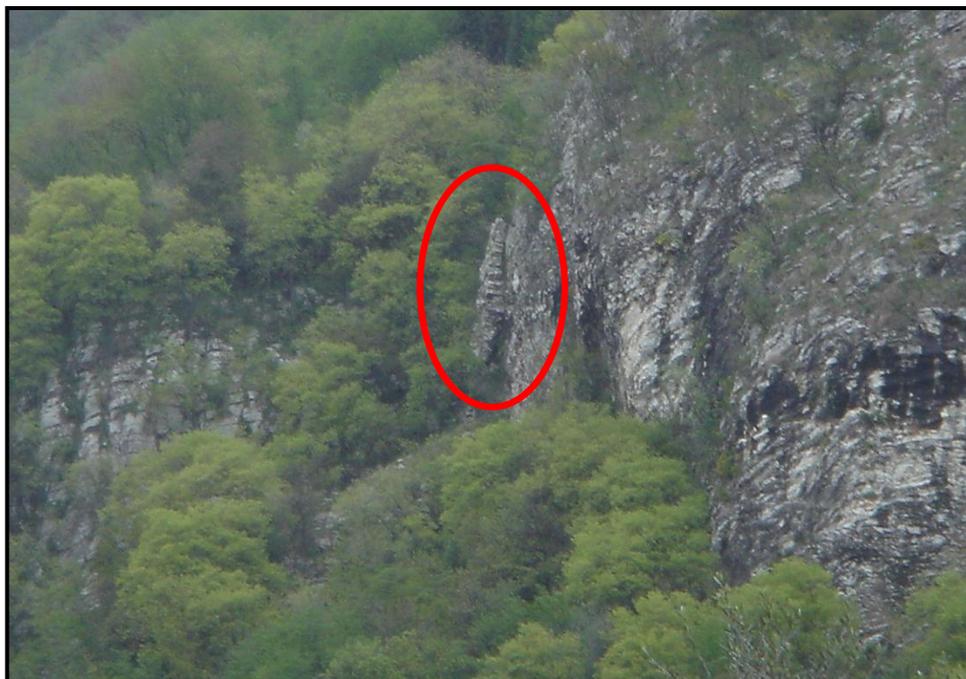
strumento conoscitivo funzionale alla pianificazione di ulteriori interventi di mitigazione. Tale studio, redatto dagli Scriventi nel settembre 2008, è stato inoltrato agli Enti preposti al controllo del territorio.

Più recentemente, nell'agosto 2007, l'Agente Istruttore della Polizia Locale Rovagnati ha verbalizzato un fenomeno di caduta di massi che ha interessato un tratto del Viale delle Cappelle (Foto 8); i massi caduti dal Monte Pizzo, secondo le testimonianze raccolte, sono stati poi lanciati da ignoti nella proprietà sottostante del Sig. Burini.



*Foto 8 – Punti di impatto masso caduto lungo il Viale delle Cappelle*

Successivamente l'Agente di Polizia, scrutando le pareti della montagna sovrastante, ha anche potuto notare un pinnacolo roccioso, in precario stato di equilibrio, come accertato a seguito del succitato studio di approfondimento (Foto 9).

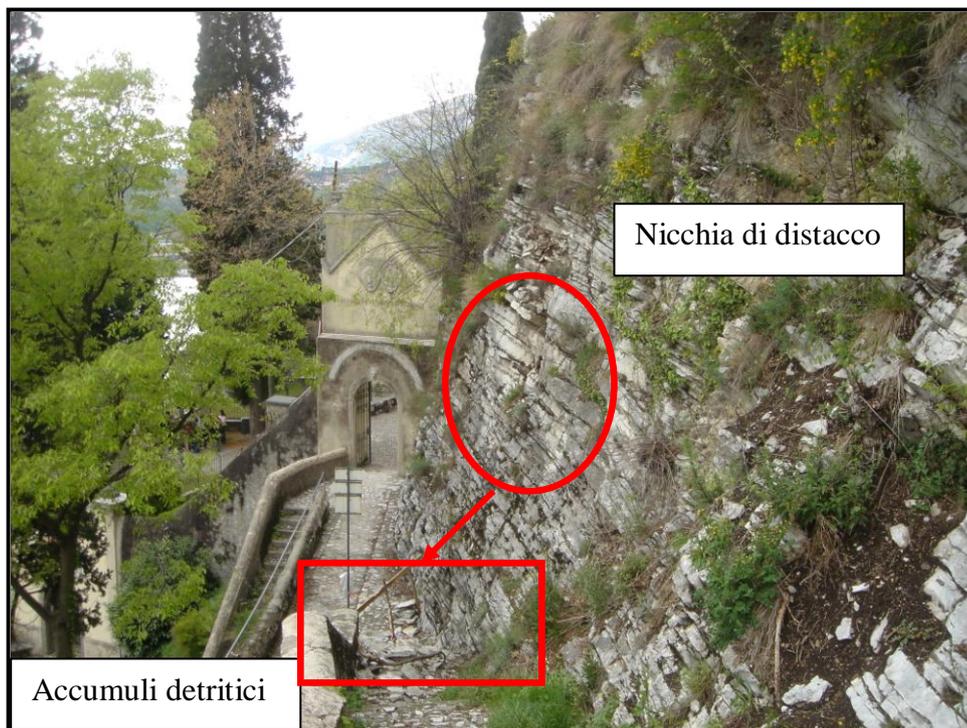


*Foto 9 – Pinnacolo roccioso in precario stato di equilibrio*

Nel gennaio 2008, a seguito di un evento piovoso intenso, si è verificato un nuovo distacco di massi, che ha coinvolto il tratto iniziale del sentiero di collegamento tra il Santuario di San Girolamo e la Rocca dell’Innominato (vedi descrizione del fenomeno al paragrafo successivo).

In particolare, ravvisato il rischio di possibili evoluzioni del fenomeno, l’Ufficio Tecnico ha prontamente interdetto il transito del tratto di sentiero coinvolto nel dissesto con apposita ordinanza. Contestualmente sono state avvertite la Sede Territoriale di Lecco della Regione Lombardia – Struttura Sviluppo del Territorio – e la Comunità Montana di pertinenza.

In data 21 gennaio 2008, alla presenza del Sindaco di Vercurago e del Responsabile dell’Ufficio Tecnico comunale, gli Scriventi ed il funzionario della R.L. Arch. Serena hanno eseguito un ulteriore sopralluogo ricognitivo in loco e nel relativo intorno. Durante tale sopralluogo si è potuto constatare che la porzione di versante da cui si sono distaccati i blocchi rocciosi è sprovvista di opere di difesa.



*foto 10 – Ubicazione dissesto del gennaio 2008*

Più specificatamente il dissesto si è verificato una decina di metri ad Est dell'ingresso del Santuario di San Girolamo, lungo un tratto di versante subverticale esposto a mezzogiorno. Nonostante la giacitura favorevole degli strati rocciosi, la presenza di discontinuità persistenti, l'azione degli agenti esogeni e dell'apparato radicale di piante e arbusti tendono ad indebolire progressivamente gli ammassi rocciosi. Ciò è quello che si è verificato anche nella zona di distacco; i blocchi, una volta raggiunte le condizioni di isolamento e di equilibrio limite, si sono destabilizzati, crollando. Complessivamente è stato movimentato circa 1 mc di roccia, che ha invaso la scalinata sottostante (foto 10).

Proprio a seguito dei sopralluoghi eseguiti è stato possibile, inoltre, notare la presenza di altri massi instabili in corrispondenza della nicchia di distacco e nelle aree circostanti.

Nello stesso giorno il Responsabile dell'Ufficio Tecnico di Vercurago ha provveduto a redigere ed inoltrare al Dipartimento Regionale di Protezione Civile la "SCHEDA A" di segnalazione danni a seguito di evento calamitoso, attraverso il sistema "RASDA" (Raccolta Schede Danni).

Comune di Vercurago (Lc)

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA  
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO  
ai sensi della D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e s.m.i.**

Pertanto, alla luce di queste evidenze, le Autorità Competenti (Amministrazione Comunale di Vercurago in primis) hanno ritenuto prioritario analizzare nel dettaglio le cause predisponenti il dissesto del gennaio 2008 e successivamente predisporre uno specifico studio geologico-geomeccanico, esteso a tutto il versante sovrastante il Viale delle Cappelle, a cui è seguita una progettazione preliminare degli interventi a contenimento del rischio.

## **2.2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO**

Il comune di Vercurago, in provincia di Lecco, si sviluppa in sinistra idrografica del Lago di Garlate, ed è compreso tra i versanti meridionali del Monte Mudarga (M.te Pizzo) ed il corso del Fiume Gallavesa, occupando una superficie complessiva di circa 2 km<sup>2</sup>.

Il Comune, che ricadente nei confini territoriali della Comunità Montana Valle San Martino, dal punto di vista cartografico risulta totalmente compreso all'interno del Foglio B4e5 della Carta Tecnica della Regione Lombardia, alla scala 1:10.000.



*Foto 11 – ripresa da elicottero della porzione occidentale del territorio comunale*

Nel dettaglio il limite comunale ha il seguente tracciato: partendo dalla sponda del Lago di Garlate, si snoda lungo l'alveo del torrente Gallavesa sino a giungere nei pressi della Cappella del Corno alla quota di 355 m s.l.m, da qui inizia a risalire il versante meridionale del Monte Mudarga, oltrepassando il Pizzo, fino a quota 640 m s.l.m.; successivamente ridiscende verso valle, seguendo lo spartiacque della Rocca dell'Innominato, per poi chiudersi lungo la sponda del Lago di Garlate (197 m s.l.m.).



*foto 12 – ripresa da elicottero del territorio comunale da Ovest verso Est*

I confini amministrativi sono: a nord con il comune di Lecco e di Erve, ad est e sud con il comune di Vercurago, ad ovest con i comuni di Olginate e Garlate.

Dal punto di vista altimetrico il territorio comunale risulta compreso tra la quota massima di 640 m s.l.m. (a SE della cima del Monte Mudarga) e la quota minima di circa 197 m s.l.m., corrispondente alla sponda del Lago di Garlate.

Buona parte del centro urbanizzato si sviluppa sulla conoide del Torrente Gallavesa, che separa i laghi di Garlate e di Olginate, al confine con la provincia di Como, nella fascia altimetrica compresa tra 200 e 300 m s.l.m.

Le caratteristiche fisiografiche del territorio conferiscono pregio e varietà al paesaggio che comprende ambiti lacustri, fluviali, collinari e pedemontani. Conseguentemente sarà opportuno porre in evidenza le peculiarità da salvaguardare e, nel contempo, le problematiche di carattere geologico-applicativo.

## **2.3 LINEAMENTI CLIMATOLOGICI**

### **2.3.1 PREMESSA**

Per la caratterizzazione climatica dell'area in esame ci si è basati principalmente sui dati derivati dalla stazione meteo di Lecco e quella di Calolziocorte, vista la vicinanza geografica al territorio comunale di Vercurago.

### **2.3.2 REGIME DELLE TEMPERATURE E DEI VENTI**

Per quanto riguarda il regime termico, dall'analisi dei dati storici registrati si evince che i mesi più rigidi sono ovviamente quelli invernali (dicembre, gennaio e febbraio), con temperature medie mensili che si aggirano sui 3-5° C, mentre i mesi più caldi sono luglio e agosto, con temperature medie di 23-24° C. La massima escursione termica media si raggiunge nel periodo estivo arrivando a 10° C, mentre è minima in inverno (5-7 °C).

È bene evidenziare che i valori massimi e minimi di temperatura, soprattutto in inverno, risultano mitigati dall'azione lacustre.

La direzione prevalente dei venti è settentrionale con velocità medie dell'ordine dei 5 Km/h e punte massime dell'ordine dei 70 Km/h.

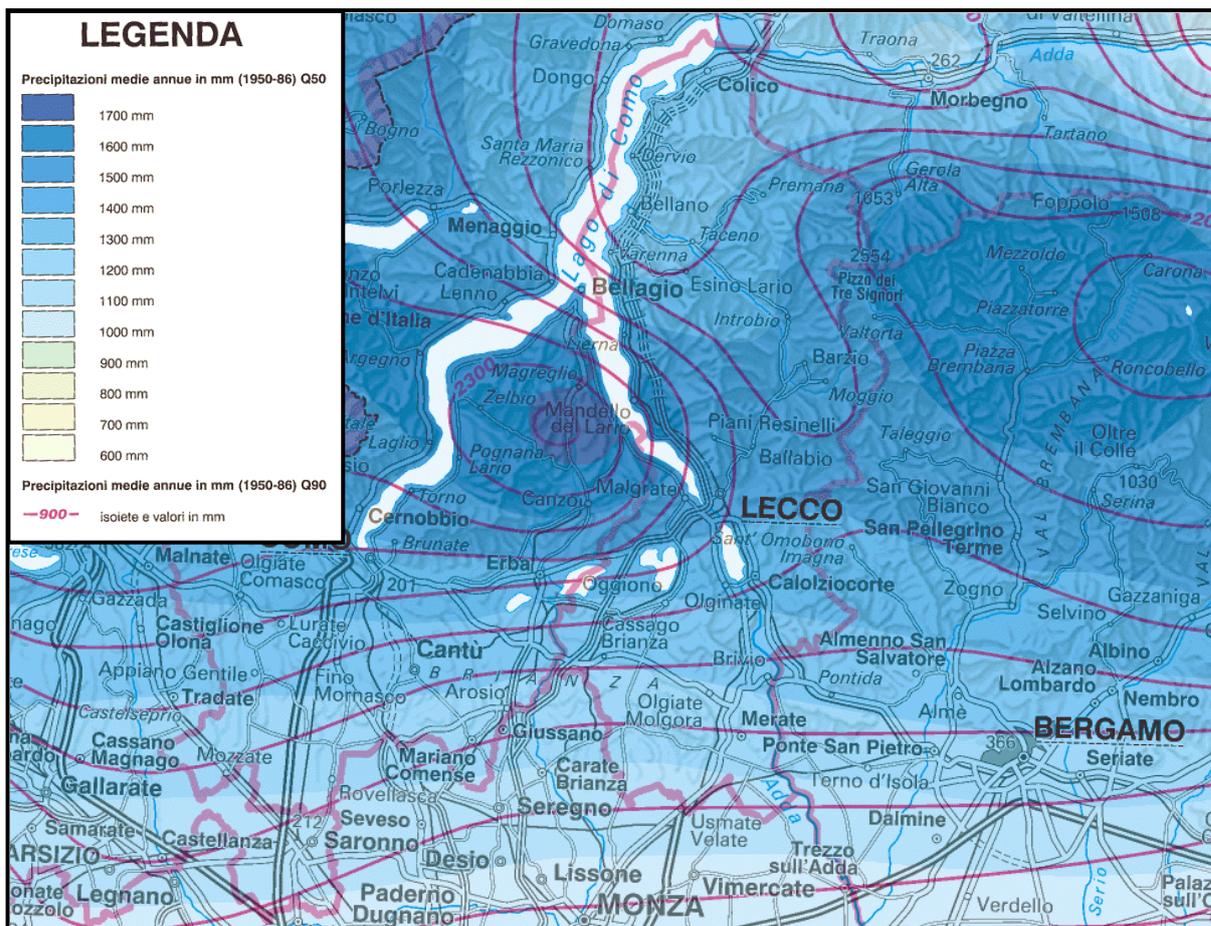
### **2.3.3 REGIME PLUVIOMETRICO**

I dati bibliografici raccolti indicano che il regime pluviometrico della zona è caratterizzato da valori medio-elevati e compresi tra 1200 e 1700 mm di pioggia/anno (con valori medi dell'ordine dei 1400 mm/anno).

I dati pluviometrici sono tipici del regime prealpino, con una distribuzione bimodale delle precipitazioni; due sono i massimi, uno tra Maggio e Giugno e l'altro tra Ottobre e Novembre, con il picco primaverile che prevale su quello autunnale. Le precipitazioni minime si registrano invece nel periodo invernale.

L'analisi meteorologica storica, relativa al periodo 1988-1996, indica che i mesi maggiormente piovosi sono nell'ordine quelli di settembre, giugno, ottobre, maggio, aprile e luglio. Sono segnalati inoltre circa 110 giorni/anno con cielo sereno, circa 90 giorni/anno con cielo poco nuvoloso e circa 160 giorni/anno con cielo coperto.

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA  
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO  
ai sensi della D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e s.m.i.**



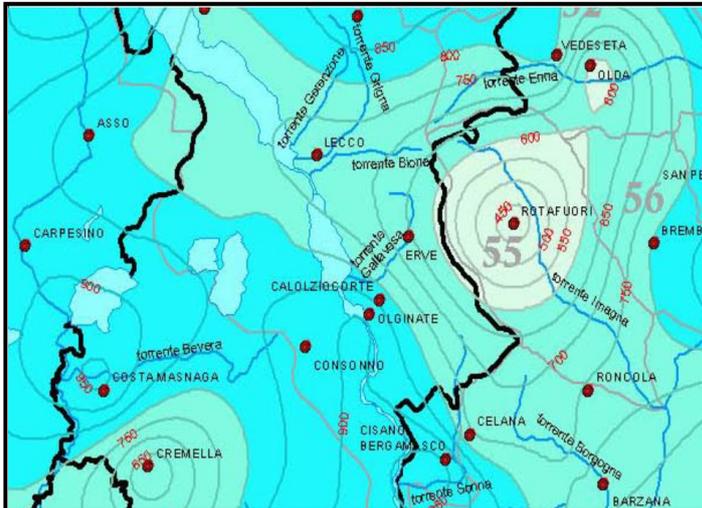
*foto 13 – valori di precipitazioni medie annue (Programma Regionale di Protezione Civile)*

Recentemente è stato predisposto da Regione Lombardia uno studio relativo alle precipitazioni annue del territorio alpino lombardo; in tale studio, a cura dei Dr. Ceriani e Carelli, sono state prodotte le carte delle precipitazioni medie, massime e minime annue, elaborando i dati ricavati dagli “Annali Idrologici – parte prima” del Servizio Idrografico, Ufficio Idrografico del Po, dal 1913 al 1983 e nella Pubblicazione n.24 “Precipitazioni medie mensili ed annue e numero dei giorni piovosi per il trentennio 1921 – 1950 – Bacino del Po”; solo per alcune aree particolarmente significative i dati sono stati integrati fino al 1990 con il reperimento diretto degli stessi presso aziende idroelettriche (AEM, ENEL Sondel) e presso il Servizio Idrografico stesso. Particolare cura è stata riservata al reperimento dei dati antecedenti il 1913 con una attenta ricerca condotta essenzialmente nel Volume II - Bacino Imbrifero del Po - “Osservazioni Pluviometriche raccolte a tutto l’anno 1915” – Roma 1922, sempre del Servizio Idrografico.

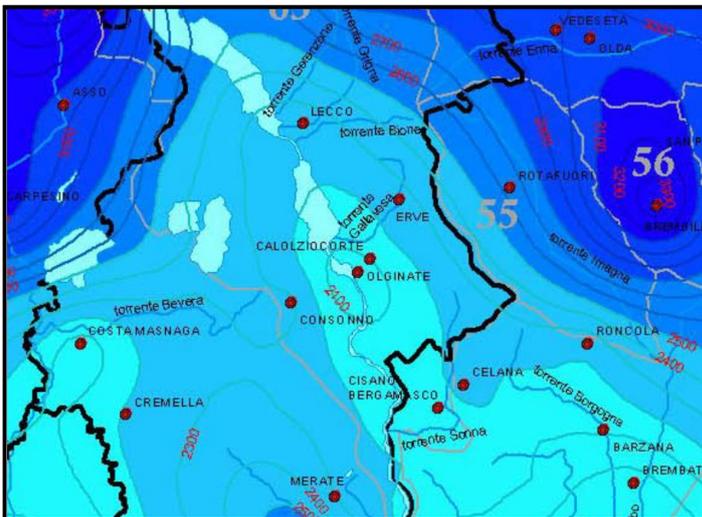
Comune di Vercurago (Lc)

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA  
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO  
ai sensi della D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e s.m.i.**

Dai dati di ogni stazione sono stati estratti i massimi e i minimi assoluti misurati, e a partire da questi dati sono state ricostruite le carte delle precipitazioni massime e minime annue.



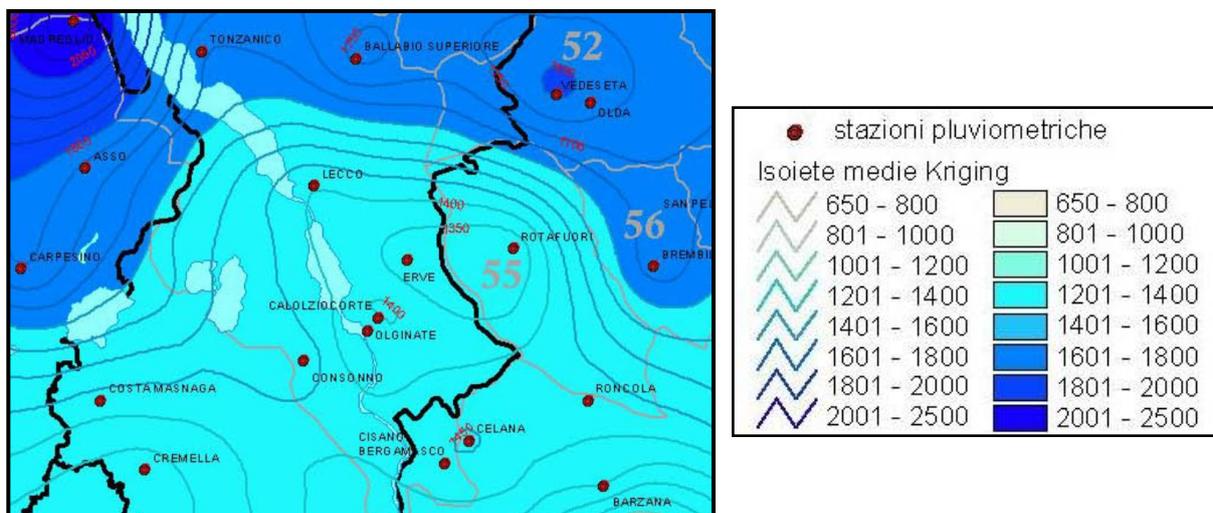
*foto 14 – stralcio della carta delle precipitazioni minime annue del territorio alpino lombardo, Carelli – Ceriani, Regione Lombardia*



*foto 15 – stralcio della carta delle precipitazioni massime annue del territorio alpino lombardo, Carelli – Ceriani, Regione Lombardia*

Comune di Vercurago (Lc)

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA  
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO  
ai sensi della D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e s.m.i.**



*foto 16 – stralcio della carta delle precipitazioni medie annue del territorio alpino lombardo, Carelli – Ceriani, Regione Lombardia*

Gli stralci delle carte delle precipitazioni evidenziano per il territorio comunale di Vercurago un valore di pioggia medio compreso tra 1350 e 1400 mm/anno, con massimi dell'ordine dei 2200 mm/anno e minimi di 750 mm/anno.

Le stazioni pluviometriche vicine al Comune di Vercurago, ossia quelle di Calolziocorte e Lecco (q.ta 208 e 212 metri s.l.m.), negli anni compresi tra 1962 ed il 1980 hanno fatto registrare valori medi di pioggia rispettivamente di 1448 e 1390 mm, con minimi di 830 e 713 mm e massimi di 2166 e 2201 mm.

Un dato particolarmente interessante riguarda la quantità di pioggia giornaliera (ovvero caduta nelle 24 ore) che nel comune di Calolziocorte ha superato il valore di 50 mm, nel periodo 1971- 1996; tale valore è utilizzato come soglia di preallarme dal Dipartimento della Protezione Civile e dalla Regione Lombardia e può essere preso a riferimento per identificare gli eventi meteorologici più intensi (vedi tabella).

**TABELLA EVENTI METEOROLOGICI SUPERIORI A 50 MM/GIORNO**

ANNO	Mese	data	mm in 24 ore	mm mensili	mm annuali	n° eventi mensili	n° eventi annui
1972	ottobre	27	50,0	79,5	1226,9	1	1
1973	luglio	14	76,0	179,5	806,5	1	1
1975	settembre	6	84,0	221,5	1558,5	1	1
1976	settembre	12	53,5	336,5	1559,6	2	5
		29	53,0				
	ottobre	3	60,7	426,5			
		12	55,2				
29	65,0						

**Comune di Vercurago (Lc)**

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA  
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO  
ai sensi della D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e s.m.i.**

1977	luglio	30	63,5	176,8	1711,7	1	3
	ottobre	6	55,0			2	
		7	56,0	165,5			
1978	gennaio	28	82,0	216,0	1010,9	1	1
1979	gennaio	27	53,0	68,8	1218,0	1	5
	marzo	15	58,0	197,0		1	
	settembre	20	65,0			2	
		21	98,0	163,3			
dicembre	21	54,0	103,0	1			
1980	ottobre	16	65,0	167,0	662,6	1	1
1981	maggio	26	82,0	193,5	873,5	1	1
1982	luglio	18	50,0	143,0	659,0	1	5
	settembre	6	56,0	89,5		1	
	ottobre	23	55,0	86,0		1	
		novembre	9	57,0			
		29	50,0	Nn	2		
1983	aprile	22	50,0	Nn	735,0	1	3
	maggio	16	50,0	Nn			
	agosto	3	60,0	Nn		2	
1984	maggio	4	60,0	Nn	1472,0	1	6
	giugno	4	70,0	Nn		1	
	agosto	24	60,0	Nn		1	
	settembre	5	50,0				
		6	100,0	Nn			
ottobre	5	50,0	Nn	3			
1985	maggio	13	60,0		751,0		3
		14	60,0	Nn		2	
	settembre	16	50,0	Nn		1	
1986	aprile	26	50,0		807,0		3
		27	60,0	Nn		2	
	settembre	19	50,0	Nn		1	
1990	giugno	20	71,0	212,7	1189,5	1	3
	agosto	31	58,5	153,8			
	dicembre	9	70,7	108,1		2	
1991	settembre	11	55,2		1165,1		3
		22	90,0				
		29	91,4	313,6		3	
1992	giugno	19	51,2	343,3	2015,1	1	6
	luglio	10	91,3				
		11	63,1	302,8		2	
	settembre	10	100,6				
		28	51,7	315,2		2	
dicembre	5	56,5	135,1	1			
1993	giugno	23	51,5	187,2	1641,2	1	7
	luglio	11	63,1				
		20	51,0	182,3		2	
	settembre	23	68,0				
		24	81,1				
	25	86,7	394,5				
ottobre	2	74,5	358,2	4			
1994	gennaio	6	50,9				

Comune di Vercurago (Lc)

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA  
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO  
ai sensi della D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e s.m.i.**

		7	51,1	177,8		<b>2</b>	
	maggio	18	59,6	197,4		<b>1</b>	
	settembre	1	54,6				
		8	53,4				
		14	53,6				
		24	94,0				
		26	101,0	568,4		<b>5</b>	
	novembre	6	55,6	129,2	1667,1	<b>1</b>	<b>9</b>
1995	maggio	12	54,0	185,8	1079,3	<b>1</b>	<b>1</b>
1996	giugno	20	69,4				
		21	68,2				
		22	53,8	183,2		<b>3</b>	
	agosto	12	79,5				
		27	65,0				
		28	77,0	291,8		<b>3</b>	
	ottobre	15	74,5	149,6		<b>1</b>	
	Novembre	14	106,6	268,4	1634,8	<b>1</b>	<b>8</b>

**TABELLA RIASSUNTIVA EVENTI DAL 1971 AL 1996**

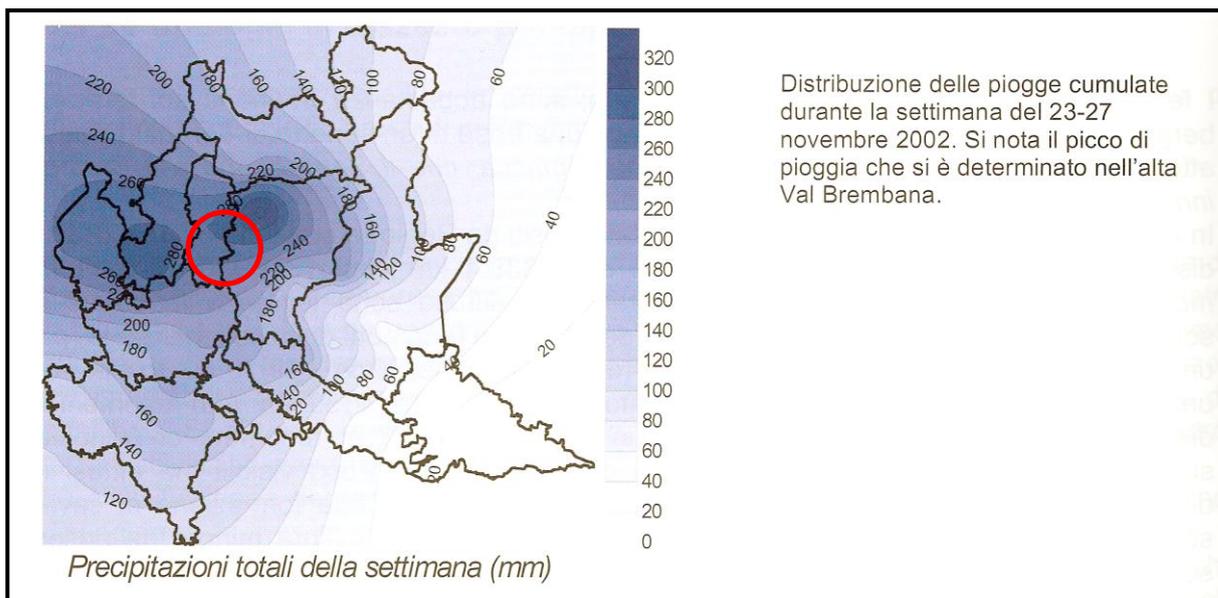
<b>Anno</b>	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
<b>n° eventi</b>	0	1	1	0	3	5	3	1	5
<b>Anno</b>	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
<b>n° eventi</b>	1	1	5	3	6	3	3	--	--
<b>Anno</b>	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
<b>n° eventi</b>	--	3	3	6	7	9	1	8	nc

Dalla tabella si comprende come la frequenza con cui si manifestano le piogge intense (superiori ai 50 mm/giorno) è rilevante, e tenda ad aumentare negli ultimi anni (in particolare dal 1992 ad oggi). Questo evidenzia come il territorio lecchese sia particolarmente esposto agli eventi meteorologici più intensi che, in diverse occasioni, hanno creato problemi (come verificatosi il 26-27 novembre 2006).

Dall'analisi dei dati raccolti (dal 1971 al 1996), i mesi in cui più frequentemente si registrano precipitazioni giornaliere superiori ai 50 mm nelle 24 ore sono concentrati tra maggio e novembre (periodo solitamente interessato anche dai fenomeni temporaleschi). Pertanto, nei suddetti mesi, è più alto il rischio di fenomeni naturali calamitosi quali alluvioni e dissesti idrogeologici.

L'evento di precipitazioni intense del 12-27 novembre 2002 merita una citazione a parte, in quanto si sono registrati localmente valori giornalieri "storici", talora superiori al periodo di ritorno di 200 anni.

Soprattutto la settimana del 23-27 novembre ha causato i maggiori disagi, in quanto il terreno ormai saturo dal precedente periodo di pioggia assorbiva scarsi quantitativi di acqua. In particolare nel territorio comunale sono stati raggiunti in questi cinque giorni valori complessivi di pioggia fino a 300-350 mm, con valori massimi nei giorni del 25 e 26 novembre; ciò ha provocato i dissesti menzionanti nel paragrafo 2.1. “Ricerca storica”.



*foto 17 – distribuzione delle piogge cumulate periodo 23-27 novembre 2002.  
In rosso l'area di interesse*

#### **2.3.4 PRECIPITAZIONI DI BREVE DURATA E DI FORTE INTENSITÀ**

L'Autorità di Bacino del Fiume Po nell'Allegato 3 - *Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense, Parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni* – della Direttiva sulla piena di progetto indica, per il territorio in esame, i parametri **a** ed **n** riportati nella sottostante tabella, da utilizzare per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica.

Si ricorda che la relazione statistica che lega l'altezza delle precipitazioni  $h$  (in mm) alla durata  $d$  (in ore) ed al tempo di ritorno  $T$  (in anni), nota come curva di possibilità pluviometrica, è data dalla seguente espressione:

$$h(T) = a(T) \cdot d^{n(T)}$$

Comune di Vercurago (Lc)

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA  
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO  
ai sensi della D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e s.m.i.**

dove:

h è l'altezza di pioggia attesa, in [mm]

d è la durata di pioggia, in [h]

a, n sono parametri che dipendono dal tempo di ritorno dell'evento T, dati per ciascuna cella e riportati nella seguente tabella.

L'intero bacino padano è suddiviso in celle quadrate aventi lato pari a 2 km. Ogni cella è caratterizzata dalla codifica, dalle coordinate di riferimento UTM e dai parametri iso-a, iso-n riferiti a differenti tempi di ritorno (Tr=20, 100, 200 e 500 anni).

Di seguito riportiamo la cella relativa caratterizzante il comune di Vercurago.

Cella	Coordinate Est UTM cella di calcolo	Coordinate Nord UTM cella di calcolo	a Tr 20	n Tr 20	a Tr 100	n Tr 100	a Tr 200	n Tr 200	a Tr 500	n Tr 500
DM64	1533000	5073000	60,54	0,304	78,15	0,300	85,62	0,299	95,53	0,297

Sulla base di questi parametri è possibile ricavare per il territorio di Vercurago le precipitazioni massime attese, in funzione delle durata e del tempo di ritorno.

I risultati del calcolo sono riportati nella tabella seguente.

		<b><u>VERCURAGO</u></b>				
		<b>Precipitazioni massime di diversa durata e con vari tempi di ritorno</b>				
		d = 1 ora	d = 3 ore	d = 6 ore	d = 12 ore	d = 24 ore
T = 20 anni	h (mm) =	60,54	84,54	104,38	128,86	159,08
T = 100 anni	h (mm) =	78,15	108,66	133,77	164,70	202,76
T = 200 anni	h (mm) =	85,62	118,91	146,30	180	221,44
T = 500 anni	h (mm) =	95,53	132,39	162,65	199,83	245,51

## **2.4 LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI**

La morfologia del territorio comunale è il risultato dell'azione e del modellamento operato da numerosi agenti tra i quali i corsi d'acqua, i ghiacciai, i processi gravitativi, e da ultimi, non certo per importanza, dal carsismo, dall'erosione e dall'azione dell'uomo.

La morfologia del substrato lapideo affiorante o subaffiorante è ben osservabile in corrispondenza delle zone maggiormente elevate, in particolare nella porzione del territorio comunale posta in destra idrografica del Torrente Gallavesa, sulle pendici più acclivi del M.te Mudarga e del M.te Pizzo, sino al confine con il comune di Lecco.

I litotipi della Maiolica e quelli calcarei sono caratterizzati da morfologie aspre con pendenze solitamente elevate e pareti anche subverticali. Le forme che si originano nelle Unità Cenomaniane, nelle Peliti Rosse e nei Flysch di Pontida sono invece prevalentemente dolci.

Il substrato lapideo è talvolta interessato da forme di origine carsica, determinate dal processo di dissoluzione ad opera delle acque di circolazione superficiale e sotterranea che interessa le rocce a composizione carbonatica.



*foto 18 – forme di dissoluzione carsica visibili nei pressi della rocca dell'innominato*

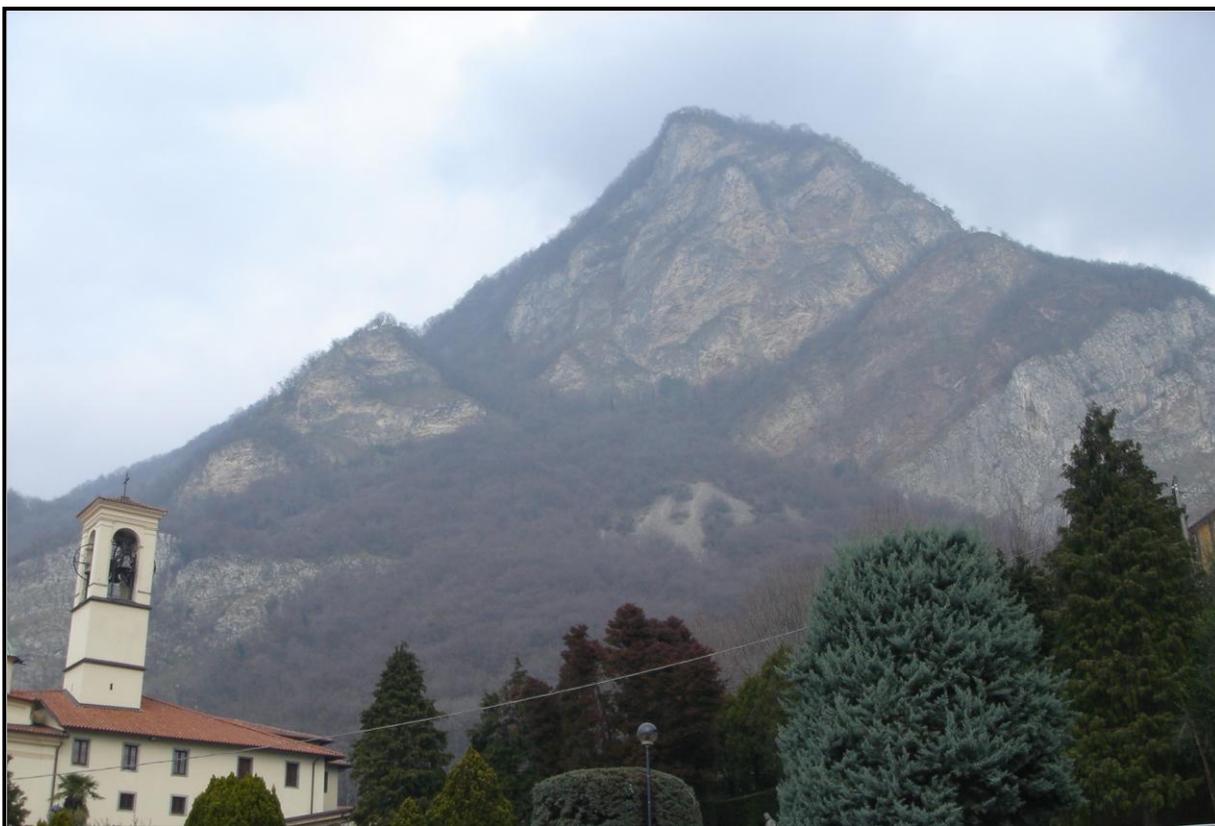
[Comune di Vercurago \(Lc\)](#)

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA  
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO  
ai sensi della D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e s.m.i.**

La corrosione chimica che ne deriva si manifesta con la presenza di microforme superficiali come scannellature e vaschette d'erosione.

Tali microforme, aventi forma arrotondata, dimensioni da decimetriche a metriche e profondità centimetrica, sono osservabili nelle rocce poste nei pressi della Rocca dell'Innominato. Esse sono allineate secondo le direttrici tettoniche principali e sono localmente colonizzate dalla vegetazione.

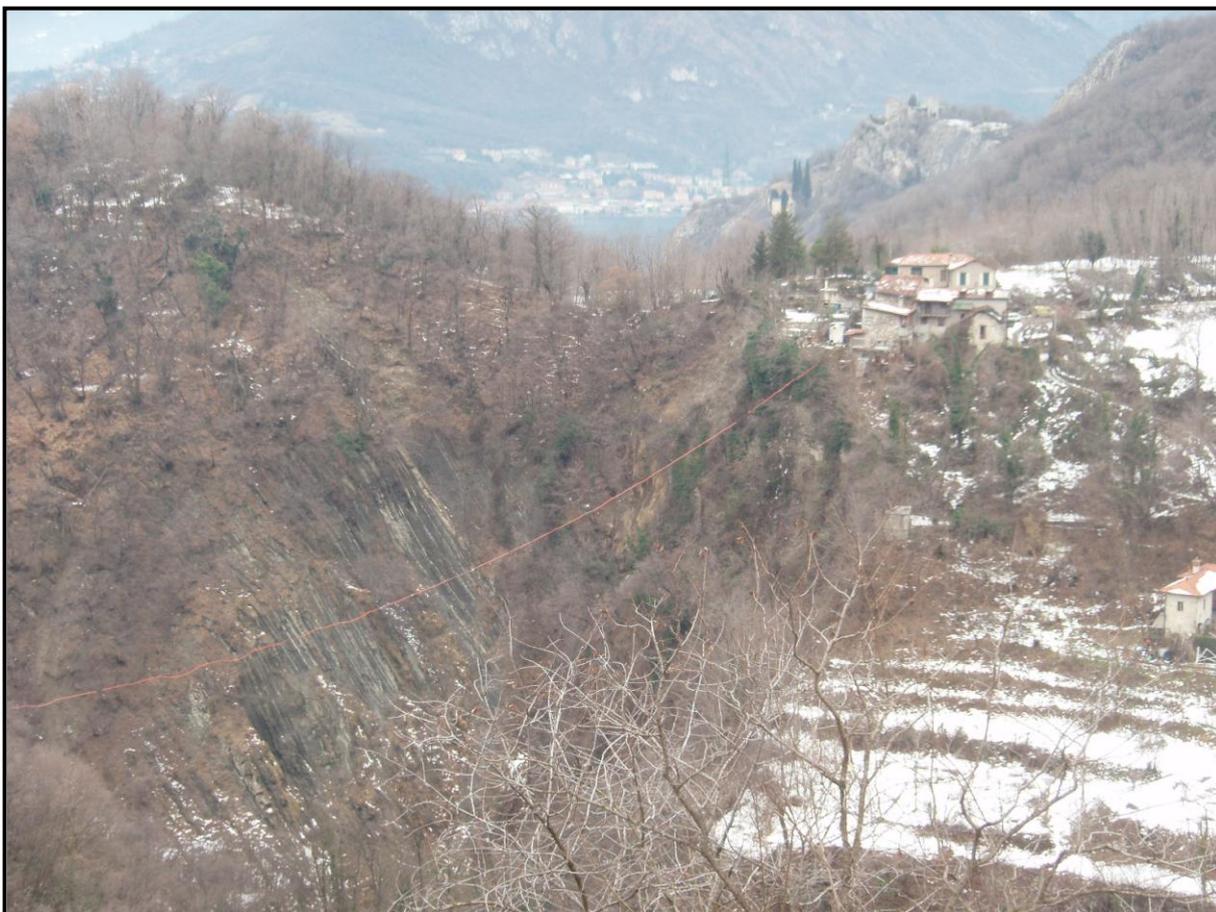
La dinamica di versante è materializzata sia dalla presenza di soliflusso, creptazione e conseguente sviluppo di coltri colluviali, sia da fenomeni di dissesto veri e propri. Il territorio di Vercurago, infatti, nonostante la limitata estensione areale è caratterizzato da una franosità piuttosto elevata ed è punteggiato da numerosi fenomeni destabilizzanti, sia antichi che attuali.



*foto 19 – versante meridionale del M.te Mudarga e del “Il Pizzo”. Si osservi l’acclività del versante e l’ampia fascia di detrito accumulata al piede del pendio*

A titolo puramente esemplificativo, vale la pena di evidenziare la presenza di fenomeni di crollo e ribaltamento in atto lungo l'intero limite settentrionale del territorio comunale, da Via Roma (ex S.S. 639) sino alle pendici montuose poste sopra la zona pianeggiante di Beseno.

Inoltre, sono state individuate frane attive di tipologia complessa, collocate lungo il versante di raccordo con il Torrente Gallavesa, nella zona compresa tra la Loc. Folla ed il confine orientale del territorio comunale.



*foto 20 – vista frontale della frana posta in località C.na Beseno.  
Al fondo il Torrente Gallavesa*

Per quanto attiene le aree che presentano fenomeni di franosità superficiale diffusa nelle coltri colluviali, attribuibili all'azione concomitante delle acque superficiali e della gravità, segni evidenti sono stati localizzati ad est e ovest di C.na Beseno, lungo una vasta zona che si sviluppa sul versante meridionale e sovrasta la Loc. Folla, nel tratto iniziale di Via San Martino, ed a monte dell'edificio delle scuole medie. In merito a quest'ultimo ambito, compreso tra la scalinata di Via Novella e quella che conduce a Somasca, oltre ad una naturale tendenza al franamento superficiale, durante i fenomeni piovosi intensi, si verifica ruscellamento superficiale diffuso, con comparsa di locali scaturigini temporanee. A tal proposito segnaliamo che, sempre in concomitanza di eventi piovosi intensi, il medesimo

ambito è interessato anche da deflusso idrico concentrato tale da rendere necessario, che, durante la costruzione della scuola, ha reso necessaria la creazione di un tombotto, sotterraneo all'edificio, per lo smaltimento delle acque.

Poco più a nord, sulle pendici del M.te Pizzo tra le q.te di 600 e 400 metri s.l.m., causa il diffuso crollo e ribaltamento di ammassi rocciosi, di dimensioni anche cospicue, segnaliamo la presenza di un'ampia area con detrito di falda attivo in continua alimentazione.

L'analisi dei luoghi ha inoltre permesso di individuare alcune zone interessate da fenomeni di dissesto con stato di attività quiescente. In particolare si segnalano le nicchie di frana quiescente poste a sud del Santuario di S. Girolamo, ad una quota compresa tra 300 e 360 metri s.l.m. L'attivazione di tali fenomeni, tutt'altro che improbabile, potrebbe avere ripercussioni negative sugli ambiti di valle. In particolare, sugli elementi a rischio rappresentati dalla porzione di Via Roma (ex S.S. 639) al confine con il territorio comunale di Lecco e, in parte, sulla porzione di abitato posta al termine di Via Italia (civici 36, 38 e 40).

Passando ai fenomeni franosi relitti, vale la pena di menzionare quello posto a nord-est di località Beseno, tra le quote di 600 e 400 metri s.l.m. Si tratta di un antico dissesto individuato solo su base cartografica, di notevoli dimensioni, per il quale non sussistono più le condizioni ambientali per la sua riattivazione.

Relativamente ai conoidi detritico torrentizi, i più significativi sono ubicati a valle dei fenomeni di dissesto quiescenti citati precedentemente (Via Italia), a ridosso della "Strada vicinale della Rocca" (2 esempi) ed ad est dell'ex sanatorio (Via Maglio). Tra questi il primo e l'ultimo sono relitti, mentre gli altri due sono attivi (vedasi studio geologico – geomeccanico delle pareti rocciose instabili poste in loc. San Girolamo, redatto dagli Scriventi nel settembre 2008 e in possesso dell'Amministrazione Comunale).

Per quanto concerne i fenomeni ed i depositi legati all'azione delle acque, si scorgono tracce di ruscellamento superficiale diffuso lungo il pendio posto a monte delle scuole medie (ambito compreso tra le scalinate di Via Novella e loc. Somasca già menzionato), più ad ovest a monte di Somasca e sotto la piana di Beseno, presso il convento dei Padri Somaschi e nei pressi della scalinata della Foppa.

Come accennato precedentemente anche i torrenti del territorio comunale presentano alcune problematiche legate al deflusso delle acque, in occasione di fenomeni meteorologici intensi.

In particolare le acque del torrente che passa per Somasca (vedi anche parag. 2 “Ricerca storica”), come segnalato anche nello Studio del Reticolo Idrico Minore, non sono adeguatamente raccolte e incanalate nel tombotto posto presso il parcheggio di Via Fredda (esondazione). Conseguentemente, durante gli eventi meteorici intensi le acque eccedenti divagano liberamente lungo la via menzionata per poi disperdersi nell’abitato. E’ proprio il tratto iniziale del torrente (a monte della località Somasca) che richiede urgenti interventi di raccolta e di regimazione delle acque.

Per quanto riguarda l’esondazione dell’area costiera perilacuale in zona lungo lago (Via A. Moro), come richiamato al parag. 2 “Ricerca storica”, sulla scorta delle evidenze occorse durante l’evento calamitoso del novembre 2002, non è possibile escludere che si verifichino fenomeni di esondazione, in occasione di eventi atmosferici particolarmente intensi, tali da raggiungere la quota altimetrica stimata di circa 200 metri s.l.m.

Trattazione a parte (vedasi allegato 1: “Studio della Conoide del Torrente Gallavesa, ai sensi dell’Allegato 2 della DGR n. 8/7374 del 28 maggio 2008”) merita la grande conoide alluvionale, posta a cavallo tra i comuni di Vercurago e Calolziocorte, venutesi a creare a seguito del trasporto di materiale da parte del Torrente Gallavesa.

Molto significativa è pure l’impronta antropica, visibile soprattutto nei terrazzamenti agricoli ben presenti su tutto il territorio, in particolar modo lungo i pendii ben esposti a valle ed a monte di Somasca, oltre che nei pressi del Viale delle Cappelle e di C.na Beseno.

Vi sono inoltre sporadici interventi di difesa del territorio lungo le pareti rocciose strapiombanti del Santuario di San Girolamo (reti corticali passive in aderenza), presso la “Strada vicinale della Rocca” ed a tergo di Via Italia (reti paramassi ad elevata resistenza). Infine opere di ingegneria naturalistica sono state realizzate per il ripristino superficiale della frana posta ad est di C.na Beseno.

Nonostante alcuni interventi di difesa del territorio siano stati finanziati e realizzati, a parere degli Scriventi, ancora molti altri devono essere previsti, poiché numerosi sono gli ambiti vulnerabili del territorio comunale.

#### **2.4.1 CARTOGRAFIA TEMATICA**

Le Tavole 1 (Corografia) e 2 (Carta Geomorfologica) illustrano i lineamenti geografici e geomorfologici del territorio comunale.

La Corografia rappresenta il confine comunale e riporta i toponimi essenziali. Si tratta dunque di una carta di semplice inquadramento finalizzata ad identificare la posizione del comune nel contesto del territorio lecchese-bergamasco. E' stata predisposta su base C.T.R. a scala 1:10.000.

La Carta Geomorfologica è invece molto più ricca di contenuti, evidenzia i processi e le forme che hanno modellato il paesaggio di Vercurago.

Per le parti urbanizzate e per quelle limitrofe sono talvolta enfatizzate le forme e i processi attivi in atto, al fine di evidenziare possibili interferenze con gli abitati, e le zone di potenziale espansione urbanistica.

Vi sono rappresentati anche tutti gli ambiti di dissesto rilevati e/o reperiti in bibliografia. Le forme, i processi e gli elementi ivi indicati sono suddivisi in base ai processi genetici: gravitativi (frane con stato di attività diversa, erosioni superficiali, soliflusso, ecc.), legati all'azione delle acque superficiali e meteoriche, connessi con l'attività antropica (riporti, opere di difesa, ecc.) e via scorrendo. Il territorio di Vercurago è estremamente articolato dal punto di vista morfologico, e questo, associato ai rilievi di terreno, ha contribuito a produrre una carta assai ricca e dettagliata.

Poiché la Carta Geomorfologica è parte della cartografia cosiddetta "di base" o "di inquadramento", gli elementi riportati sono ripresi anche nella cartografia di sintesi, andando in ultima analisi ad influenzare direttamente la fattibilità geologica. In particolare, le morfologie legate ai dissesti di versante ed all'azione delle acque determinano l'introduzione di particolari vincoli o ambiti di criticità.

## **2.5 LINEAMENTI GEOLOGICI E LITOLOGICI**

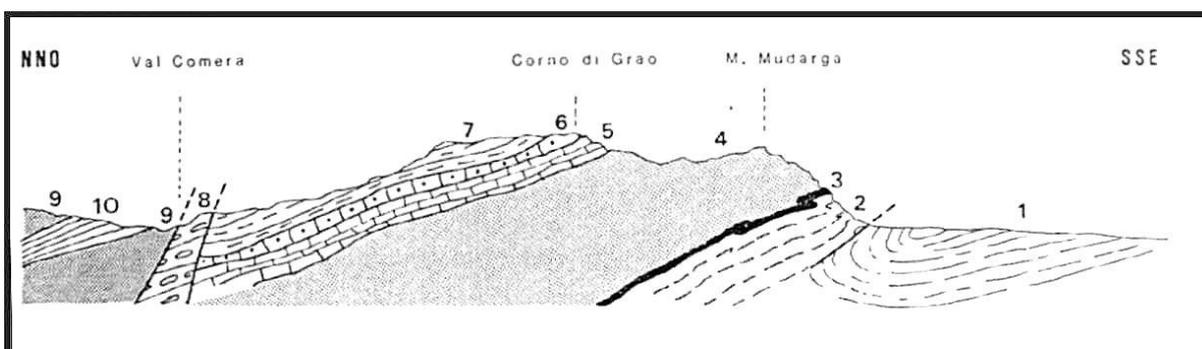
L'inquadramento geologico del territorio comunale di Vercurago si compone sia dei caratteri stratigrafici delle formazioni rocciose e delle coperture quaternarie-neogeniche, sia dell'evoluzione strutturale e tettonica che ha subito il territorio.

### **2.5.1 ASSETTO STRUTTURALE**

Il territorio comunale di Vercurago ricade nel Sudalpino o settore delle Alpi Meridionali, ambito in cui l'assetto strutturale è il risultato delle deformazioni conseguenti al processo di raccorciamento crostale, che in più fasi ha caratterizzato lo sviluppo dell'orogenesi alpina.

L'elemento strutturale che interessa principalmente Vercurago è la grande anticlinale asimmetrica denominata anche "Flessura Marginale" (foto 22), che lambisce con il suo asse la porzione meridionale del territorio comunale. Tale anticlinale, nel settore lombardo, ha una direzione WNW – ESE; in corrispondenza della zona di Lecco mostra due evidenti e marcate deviazioni: un'ampia inflessione verso nord che disegna un grande incurvatura con concavità verso sud, ed un vistoso rovesciamento che iniziando nei pressi di Civate (ad ovest di Lecco) ha un massimo nella dorsale del Monte Magnodeno, sulla riva orientale dell'Adda, e un progressivo raddrizzamento in direzione d'Albenza.

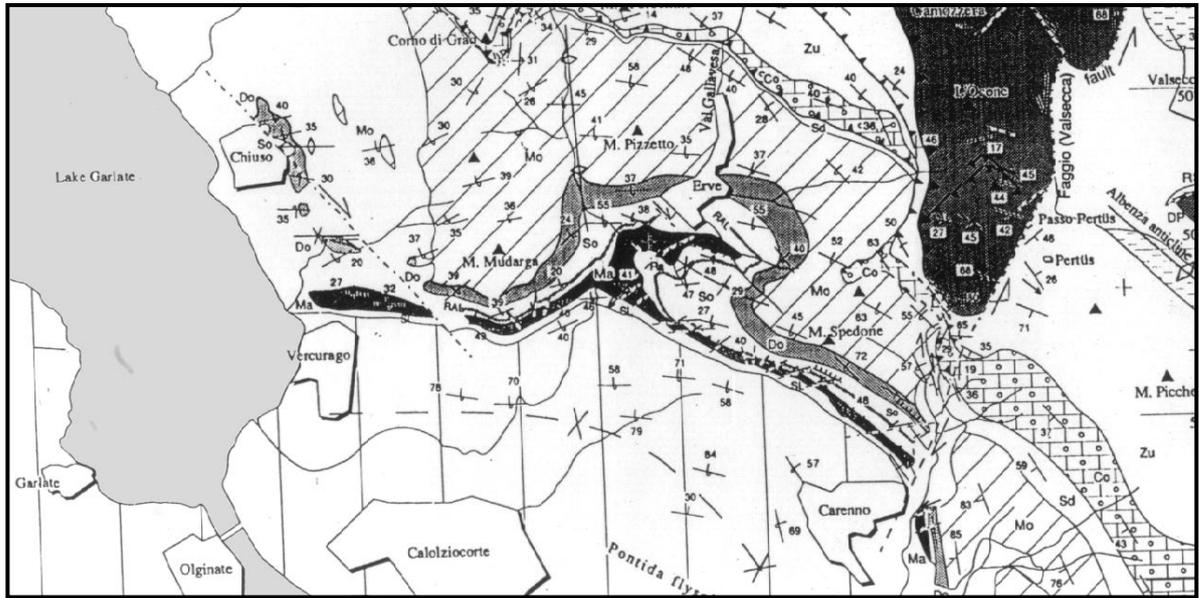
Nel punto di massimo rovesciamento, immediatamente a Nord di Vercurago, la struttura mostra la completa elisione del fianco superiore normale (foto 21).



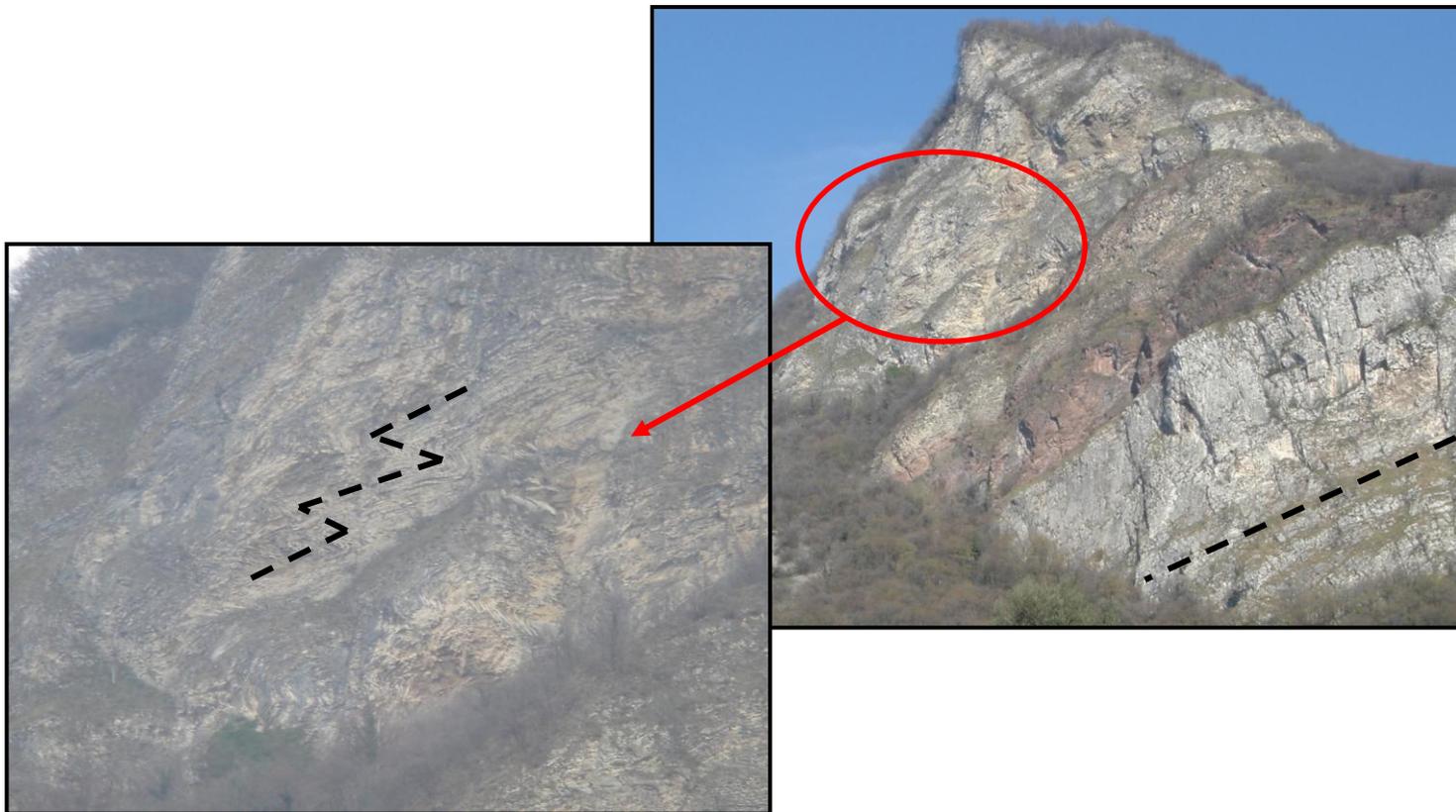
*foto 21 - schema strutturale modificato (Gregor Schomborn 1992)*

Comune di Vercurago (Lc)

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA  
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO  
ai sensi della D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e s.m.i.**



*foto 22 - sezione stratigrafica passante a nord di Vercurago (Gianotti & Perrotti 1986)*



*foto 23 – versante meridionale del M.te Mudarga.  
Nel dettaglio strati piegati a zig-zag (chevron folds)*

Comune di Vercurago (Lc)

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA  
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO  
ai sensi della D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e s.m.i.**

Sulla base di queste indicazioni, si può evincere che all'interno del territorio di Vercurago non vi sia un assetto strutturale particolarmente complesso; le giaciture si dispongono prevalentemente con immersione settentrionale e con inclinazione medio-bassa generalmente compresa tra 25° e 45° (come si può notare in basso a destra in foto 23).

Immediatamente oltre i limiti comunali di Vercurago, lungo i tratti medio - sommitali del Monte Mudarga in territorio di Erve, si notano invece significativi disturbi tettonici che hanno provocato il piegamento ed il ripiegamento degli strati rocciosi (chevron folds in foto 23).

La porzione meridionale del territorio comunale, invece, come precedentemente riportato, è lambita dall'asse dell'anticlinale nota con il nome "Flessura Marginale"; ciò determina un incremento dell'inclinazione degli strati, che divengono talvolta subverticali come constatato a valle di Cascina Beseno (foto 24).



*foto 24 – strati rocciosi da molto inclinati a subverticali, a valle di Cascina Beseno*

Faglie di secondaria importanza sono state osservate sulle pendici del Monte Mudarga, ove si assiste ad esempio al brusco passaggio dalla Maiolica alla Scaglia Rossa Cenomaniana (ci riferiamo in particolare all'ambito a valle della Cappelletta degli Alpini).

Infine è bene sottolineare la presenza di contropendenze nella zona sommitale del Santuario di San Girolamo e della Rocca dell'Innominato (foto 25); questo particolare andamento morfologico può essere messo in relazione a pregressi assestamenti che prendono il nome di

deformazioni gravitative di versante; si tratta di fenomeni posteriori alle fasi parossistiche di orogenesi alpina, piuttosto comuni negli ambiti alpini e prealpini.



*foto 25 – loc. Somasca, Santuario di San Girolamo e Rocca dell'Innominato*

## **2.5.2 STUDIO GEOLOGICO GEOMECCANICO DELLE PARETI ROCCIOSE INSTABILI POSTE IN LOC. SAN GIROLAMO**

Proprio in questo settore, nell'estate 2008, è stato effettuato dagli scriventi uno studio geologico – tecnico di dettaglio lungo i versanti sovrastanti il Viale delle Cappelle nei pressi del Santuario di San Girolamo; tale studio ci è stato richiesto esplicitamente dall'Amministrazione Comunale, viste le ripetute segnalazioni relative al distacco di massi provenienti dalle pareti rocciose sovrastanti. I processi gravitativi, lungo questo tratto di versante, sono noti e perdurano da tempo: ultimo in ordine cronologico il distacco di massi che è franato lungo il tratto iniziale del sentiero di collegamento tra il Santuario di San Girolamo e la Rocca dell'Innominato nel gennaio 2008.

Anche la Carta Inventario dei Dissesti della Regione Lombardia indica la presenza diffusa di fenomeni di crollo attivi nella zona. Per questi motivi, recentemente, il Dipartimento di Lecco della Regione Lombardia (STER) ha invitato l'Amministrazione Comunale di Vercurago a dotarsi di uno specifico studio di approfondimento finalizzato a valutare la situazione in atto.

Dal punto di vista operativo lo studio si è articolato nelle seguenti fasi:

1. rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio dell'area in esame
2. analisi geomeccanica eseguita in n-stazioni di misura
3. determinazione della tipologia di dissesto e delle cause predisponenti
4. simulazioni cinematiche del moto di caduta dei blocchi rocciosi lungo il versante mediante specifici programmi di calcolo, valutazione del "crollo di progetto" secondo criteri probabilistici;
5. valutazione del grado di pericolosità dell'area;
6. indicazioni sui possibili interventi di mitigazione del rischio di caduta massi e stima dei costi di realizzazione.

I rilievi di terreno hanno permesso di constatare, diffusamente, la fratturazione degli ammassi rocciosi calcarei affioranti. Questo assetto strutturale, che si aggiunge alla fitta stratificazione dei litotipi, è dovuto principalmente a motivi di carattere tettonico legati all'orogenesi alpina.

Durante i rilievi di terreno, oltre alla caratterizzazione litologica e geomorfologica del sito, sono state effettuate delle analisi geomeccaniche di dettaglio sugli ammassi rocciosi in n.7 punti di stazionamento, definendo parametri caratteristici quali numero e tipologia delle discontinuità, spaziatura, apertura, scabrezza, etc.. I risultati delle analisi hanno consentito di definire le caratteristiche geomeccaniche degli ammassi.

In particolare è stato possibile osservare la fitta stratificazione che interessa gli ammassi rocciosi (prevalentemente calcari biancastri con noduli e liste di selce - Maiolica), con giacitura approssimativamente orientata verso Nord ed inclinazione medio-bassa (20° - 40°). Inoltre è stato possibile rilevare diverse famiglie di discontinuità che interessano gli strati rocciosi, compromettendone in alcuni casi la stabilità; in particolare quelle maggiormente persistenti e frequenti sono orientate verso Ovest con elevata inclinazione (70° - 80°), e verso Sud-Est con elevata inclinazione (70° - 80°).

Le condizioni geomeccaniche degli ammassi rocciosi, oltre che dai fattori endogeni, risentono dell'azione disgregante di agenti esogeni, quali:

- il bioclastismo, cioè l'azione disgregante esercitata dall'apparato radicale degli arbusti e delle piante
- la dissoluzione carsica, prodotta dall'attacco delle acque meteoriche

- l'erosione superficiale, intesa in senso lato come l'insieme di tutti quei processi connessi al dilavamento delle acque meteoriche
- la stessa gravità, accentuata dalla morfologia particolarmente acclive dei versanti.

Ciò, a lungo andare, può pregiudicare la stabilità degli ammassi rocciosi.

Il Volume Roccioso Unitario medio è variabile da postazione a postazione, ed è generalmente compreso tra 0,0001 e 0,5 m<sup>3</sup>. Tuttavia locali variazioni nella potenza degli strati (amalgamazione, ispessimento) o nella spaziatura delle fratture possono determinare occasionali incrementi della cubatura dei blocchi instabili, fino a raggiungere valori massimi significativi dell'ordine di 1 m<sup>3</sup>; ciò è anche dimostrato dalle osservazioni condotte alla base delle pareti rocciose, in prossimità della Scala Santa.

L'insacco dei fenomeni di distacco delle masse rocciose è imprevedibile, ma nello specifico sono da considerarsi particolarmente (ma non esclusivamente) a rischio i periodi concomitanti e immediatamente susseguenti a precipitazioni intense e prolungate, per il dilavamento delle superfici di discontinuità e per l'azione erosiva accentuata delle acque meteoriche.

In base ai rilievi di terreno è stato anche possibile stabilire la dinamica dei processi destabilizzanti, che è legata prevalentemente a crolli e a scivolamenti gravitativi, avvalendosi anche di uno specifico programma di simulazione cinematica (CRSP Rockfall Simulation Program) per la stima dell'energia di caduta, dell'altezza dei rimbalzi, della velocità di caduta e dei punti di probabile arresto dei massi.

È stata inoltre confermata la presenza di un pinnacolo roccioso, qualche decina di metri al valle della Cappelletta degli Alpini, con un'evidente fessurazione beante verticale. Questa situazione è indubbiamente preoccupante ed, allo stato attuale, anche alla luce dei sopralluoghi eseguiti in loco, non si possono escludere eventuali fenomeni di ribaltamento.

In base a questi riscontri, ed agli elementi potenzialmente esposti a rischio (percorsi per l'accesso dei pellegrini ai luoghi sacri, prime case dell'abitato di Vercurago), è stato possibile definire gli interventi di mitigazione, differenziati in funzione della priorità.

Si sollecitano quindi le Autorità competenti a provvedere quanto prima agli stanziamenti in modo da porre rimedio a questa grave situazione di rischio.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla relazione illustrativa dello studio geologico – geomeccanico delle pareti rocciose instabili poste in loc. San Girolamo, consegnato all'Amministrazione Comunale nel settembre 2008.

### **2.5.3 ASSETTO STRATIGRAFICO**

L'ambito urbano di Vercurago è collocato nella zona di transizione tra area lacustre e pedemontana; la demarcazione tra i due ambiti non è netta, ma graduale, per la presenza di un'estesa fascia alluvionale incanalatasi lungo gli assi di drenaggio principali e poi apertasi a ventaglio lungo le fasce costiere subpianeggianti sottoforma di conoidi coalescenti. Allontanandosi progressivamente dal centro abitato, verso Est, si risale verso il dominio montano del territorio comunale, dove l'energia del rilievo diviene preponderante; ci riferiamo in particolar modo al margine settentrionale, in corrispondenza del quale si osservano scarpate strapiombanti di altezza considerevole. E' in questo settore che si osservano estesi affioramenti rocciosi costituiti da calcari stratificati risalenti al periodo cretacico. Alla base delle pareti si nota diffusamente la presenza di falde di detrito attivo.

Tra l'ambito alluvionale e l'ambito spiccatamente montano delle unità cretacicche si frappongono dal punto di vista litologico altri due settori; il primo è caratterizzato dalla presenza di depositi glaciali e fluvioglaciali nell'altopiano posto fra la zona montana e quella collinare. Tali depositi verso valle, nella zona collinare, vengono progressivamente ricoperti da depositi di versante e da colluvio.

I rilievi di terreno di dettaglio sono stati supportati da un'accurata ricerca bibliografica preliminare.

A tal proposito, di seguito, riportiamo la cartografia relativa agli studi di Bersezio, Fornaciari e Gelati in *Geological Map of the Southalpine Foothills between Brianza and Iseo Lake* (1988). Si tratta di un'accurata analisi geologica a scala provinciale che ha portato alla redazione di una carta geologica e di numerosi altri elaborati, dalle sezioni stratigrafiche alle interpretazioni strutturali semplificate e di dettaglio. Nello specifico il territorio comunale di Vercurago è contraddistinto, per buona parte, dalla presenza strati arenacei con sottili intercalazioni pelitiche organizzati talvolta in cicli di sequenze torbiditiche coarsening upwards (unità 22c in fig. 26). Verso nord, invece, prevalgono i calcari selciferi e marnosi (unità 26a-27a in fig. 26). L'ambito rivierasco è caratterizzato da ampie conoidi alluvionali, dallo sviluppo a ventaglio, poste allo sbocco delle valli.

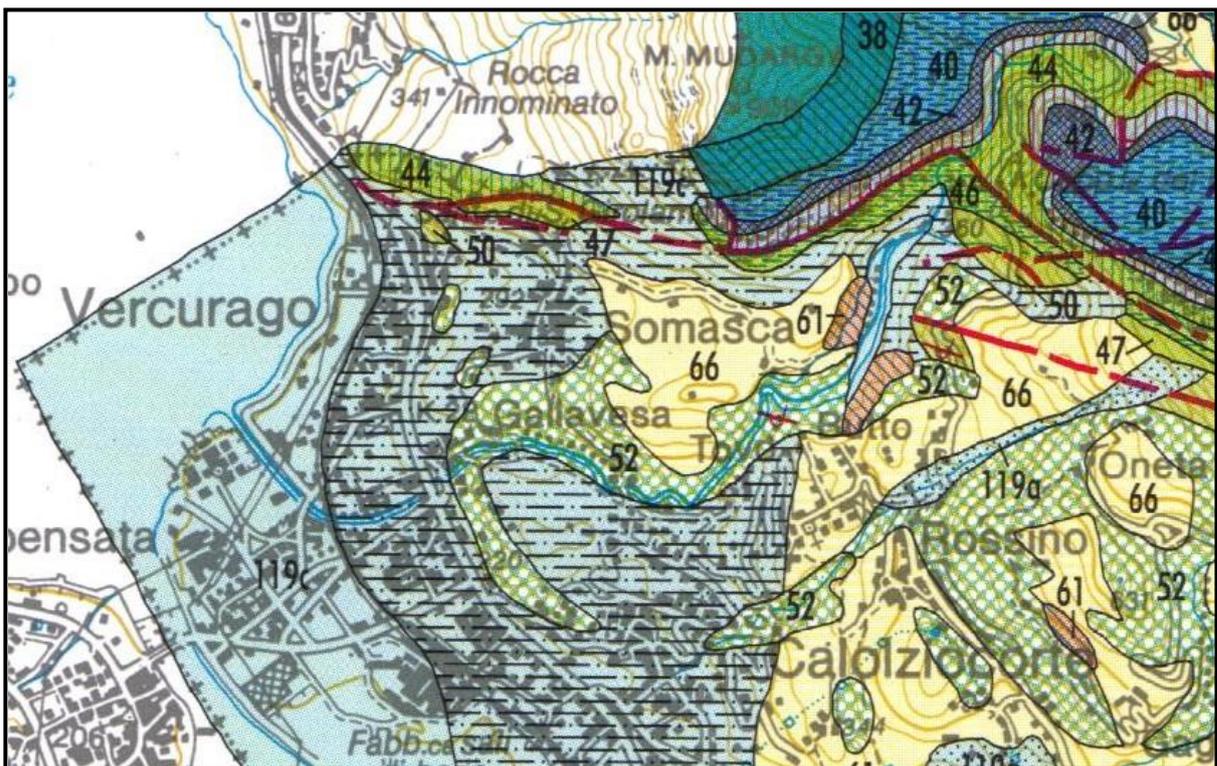
Comune di Vercurago (Lc)

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA  
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO  
ai sensi della D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e s.m.i.**



*foto 26 – estratto della Carta Geologica della Provincia di Bergamo*

Più recente e dettagliato è lo studio che ha prodotto la Carta Geologica della Provincia di Bergamo, redatta dall'Università degli Studi di Milano nel novembre 2000.



*foto 27 – Stralcio Carta Geologica della Provincia di Bergamo*

Ad ogni numero corrisponde una differente unità formazionale; segue la descrizione delle stesse che vengono distinte in unità del substrato e coperture quaternarie e neogeniche.

## **UNITÀ DEL SUBSTRATO**

### **Calcarea di Domaro (38)**

Litologia: calcari micritici grigi con liste di selce nocciola, a stratificazione decimetrica planare, con intercalazioni di argilliti grigio-verdi e localmente di calcareniti-ruditi. Nella parte medio-superiore, frequenti intercalazioni di marne verdi e rossastre, localmente in lenti potenti associate a calcari marnosi rossastri, a volte nodulari. In zone di paleoalto, successioni ridotte con calcari marnosi rossastri a stratificazione nodulare e diffuse ammoniti.

Età: Pliensbachiano.

Limiti: stratigrafico con la Formazione di Sogno.

Affioramento nel territorio in studio: margine settentrionale del territorio comunale.

Caratteri: intervallo inferiore costituito da coppie calcilutiti-marna, costituenti gruppi ripetuti ritmicamente; ad esse seguono calcilutiti grigie o rosate, con intercalazioni marnose nodulari, a stratificazione sottile pianoparalleli di colore rosso o verde; frequenti intersezioni con filoni sedimentari sino a decametrici, costituiti da breccie litoclastico-bioclastiche e micriti pelagiche toarciane. Intervallo superiore costituito dall'associazione di calcari marnosi grigi in strati e banchi talora plurimetrici, associati a calcareniti gradate passanti a marne, in strati pianoparalleli da sottili a medi, di origine chiaramente torbidity; in alcuni settori si intercalano limitati corpi di slump o di brecciole che sottolineano il passaggio alla Formazione di Concesio.

Ambiente: l'unità sottolinea una complessa evoluzione del Bacino Lombardo, che evolve diversamente da settore a settore, con una migrazione evidente dell'attività tettonica da ovest verso est tra il Sinemuriano ed il Pliensbachiano.

### **Formazione di Sogno (40)**

Litologia: calcari marnoso-siltosi alternati a marne ed argilliti nere, verdi e rossastre; superiormente compaiono calcari rossastri con liste di selce.

Età: Toarciano – Baiociano Inferiore.

Limiti: stratigrafico con il Calcarea di Domaro e le Radiolariti.

Affioramento nel territorio in studio: margine settentrionale del territorio comunale.

Caratteri: suddivisibile in tre litozone. La litozona 1 è caratterizzata dall'alternanza di marne, calcari marnosi ed argilliti grigie, verdi e rosse, cui si intercala l'orizzonte di black shales;

porzione inferiore con significativa frazione terrigena fine. La litozona 2 comprende un'alternanza ciclica di calcari marnosi e marne, di colore grigio-verde nelle porzioni inferiore e superiore, rosso in quella intermedia; stratificazione pianoparallela da sottile a spessa; frequentemente gli strati calcarei mostrano gradazione diretta da calcarenite molto fine a marna, e risultano bioturbati prevalentemente nella parte sommitale; ricorrenti orizzonti bioclastici a Bivalvi pelagici. La litozona 3 è costituita da calcari marnosi a stratificazione sottile piana o ondulata, di colore grigio o rossiccio, con intercalazioni argillitiche centimetriche e noduli di selce in prevalenza rossa.

Ambiente: sistema torbiditico nell'ambito dell'evoluzione giurassica del Bacino Lombardo.

### **Radiolariti (42)**

Litologia: selci verdi e rosse in strati centimetrici, con veli argillosi negli interstrati.

Età: Batoniano Superiore – Kimmeridgiano.

Limiti: stratigrafico con la Formazione di Sogno e il Rosso ad Aptici.

Affioramento nel territorio in studio: margine settentrionale del territorio comunale.

Caratteri: successione di selci a stratificazione decimetrica pianoparallela o piano-ondulata, di colore rosso, verde o bruno, con interstrati argillosi e marnosi e livelli marnoso-calcarei. L'unità è suddivisibile in due litozone. La litozona inferiore comprende selci stratificate pianoparallele brune e verdi, con interstrati argillosi e marnosi. La litozona superiore consiste in alternanze calcare-marna-selce, di colore variabile da bruno-violetto a rosso.

Ambiente: l'unità rappresenta un intervallo di deposizione entro il Bacino Lombardo caratterizzato da quiescenza della tettonica sinsedimentaria e subsidenza diversificata da settore a settore.

### **Rosso ad Aptici (43)**

Litologia: alternanza in strati centimetrici di marne siltose, marne calcaree, calcari selciosi e calcari marnosi, di colore rosso, con aptici; frequenti liste e noduli di selce rosso-bruna. L'unità comprende anche il Membro del M. Misma (non affiorante in questo settore di territorio).

Età: Kimmeridgiano – Titoniano.

Limiti: stratigrafico con le Radiolariti e la Maiolica.

Affioramento nel territorio in studio: margine settentrionale del territorio comunale.

Comune di Vercurago (Lc)

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA  
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO  
ai sensi della D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e s.m.i.**

Caratteri: successione costituita da calcari marnosi, marne calcaree e marne a stratificazione sottile e media, pianoparallela, piano-ondulata o pseudonodulare, con liste e noduli di selce. Colore da rosso-violaceo a grigio-rosato a bianco. L'unità è suddivisibile in varie litozone. In ogni caso si possono riscontrare corpi di brecce, paraconglomerati intraformazionali e slumps, sviluppati soprattutto in prossimità dei paleoalti giurassici.

Ambiente: l'unità materializza una situazione paleoambientale paragonabile a quella ove si deposero le Radiolariti, con un controllo fisiografico di paleoalto riscontrabile in corrispondenza delle brecce e dei paraconglomerati.

**Maiolica (44)**

Litologia: calcilutiti bianche o grigio chiare, con liste e noduli di selce di colore variabile da rosa, alla base della formazione, a grigio o nero, in strati da decimetrici, talora amalgamati, con slumping; superiormente sono presenti intercalazioni di peliti nere.

Età: Titoniano Superiore – Aptiano Inferiore.

Limiti: tettonico con la Scaglia Rossa delle Unità Cenomaniane.

Affioramento nel territorio in studio: esteso lungo il margine comunale settentrionale.

Caratteri: unità suddivisibile in varie litozone. La litozona di transizione inferiore è caratterizzata dall'alternanza di calcilutiti sottilmente stratificate bianche e rosate, con marne e selci rosate. Fanno seguito litozone intermedie, costituite da ritmiche alternanze fra strati di selce e di calcilutiti. Si riscontrano quindi litozone caratterizzate da coppie calcilutite con noduli di selce-marna e/o calcilutite-black shale. Da ultima, la litozona di transizione superiore è caratterizzata da alternanze calcareo-marnose in strati medi, con black shales, prive di selce. Vi sono anche slumps, paraconglomerati intraclastici e calcareniti-calciruditi bioclastiche (torbiditi pelagiche) derivanti dalla risedimentazione di calcilutiti pelagiche intraformazionali o da materiale ascrivibile al Gruppo Selcifero Lombardo.

Ambiente: complicata associazione di diversi paleoambienti, in linea di massima pelagici con eventi anossici e torbiditici.



*foto 28 – affioramento di Maiolica lungo il Viale delle Cappelle, loc. San Girolamo*

### **Sass de la Luna (46)**

Litologia: alternanze di calcari e calcari marnosi grigio bluastri, localmente selciferi, in strati pianoparalleli da centimetrici a decimetrici, torbiditici. Superiormente si hanno calcilutiti grigio chiaro con intercalazioni marnose rosse.

Età: Albiano Superiore.

Limiti: tettonico con il Rosso ad Aptici.

Area di affioramento: margine settentrionale del territorio comunale.

Caratteri: formazione suddivisibile in due litozone. Litozona inferiore marnosa, caratterizzata da maggior abbondanza e spessore delle intercalazioni marnoso-argillose tra gli strati marnoso-calcarei. Litozona superiore caratterizzata dalla progressiva scomparsa delle intercalazioni marnoso-argillose e dalla frequenza crescente dei banchi torbiditici, talora di spessore superiore a 10 m.

Ambiente: sequenze di thickening upwards nelle zone di maggior accumulo dei sedimenti, contrapposte a sequenze meno complesse nelle aree sottoalimentate.

**Unità Cenomaniane (47)**

Litologia: marne rosse in strati sottili, di norma costituite da marne emipelagiche rosse associate a coppie calcareniti/calcarei marnosi rossastri, di origine torbidityca (torbidity pelagiche), con intercalati occasionali pebbly mudstones intraformazionali; corrispondono in parte alla “scaglia rossa cenomaniana” (Venzo, 1954).

Età: Cenomaniana.

Limiti: tettonici sia con la Maiolica che con le Peliti Rosse.

Area di affioramento: margine settentrionale del territorio comunale, versante sudoccidentale del Monte Mudarga

Caratteri: unità informale che raggruppa diverse formazioni deposte durante il Cenomaniano. Marne emipelagiche rosse associate a coppie di calcareniti e calcari marnosi rossastri di origine torbidityca.

Ambiente: marino profondo di transizione fra regime torbidityco pelagico (marne rosse).



*foto 29 – affioramento della “Scaglia Rossa Cenomaniana”  
a valle della Cappelletta degli Alpini*

[Comune di Vercurago \(Lc\)](#)

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA  
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO  
ai sensi della D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e s.m.i.**

**Peliti Rosse (50)**

Litologia: peliti rosse massive; superiormente, alternanza di peliti rosse e grigie con arenarie micacee, a stratificazione da centimetrica a decimetrica, di origine torbiditica.

Età: Turoniano Inferiore – Medio.

Limiti: tettonico con le Unità Cenomaniane.

Area di affioramento: estremamente circoscritta lungo il settore occidentale del territorio comunale.

Caratteri: successione di argilliti con subordinati livelli arenacei a stratificazione sottile ed orizzonti calcilutitici di norma silicizzati, costituita da due litozone. La litozona inferiore è argillitica, rossa, con sparse intercalazioni arenitiche lenticolari. La litozona superiore comprende una sequenza *coarsening* e *thickening upwards* di arenarie torbiditiche a stratificazione sottile alternate a peliti rosse e calcilutiti silicizzate in strati sottili e medi.

Ambiente: pelagico e torbiditico.



*foto 30 – affioramento delle “Peliti Rosse” a valle del Viale delle Cappelle*

[Comune di Vercurago \(Lc\)](#)

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA  
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO  
ai sensi della D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e s.m.i.**

**Flysch di Pontida (52)**

Litologia: alternanze di arenarie fini e peliti di origine torbiditica, a stratificazione da centimetrica a decimetrica; sono intercalati banchi calcarei gradati.

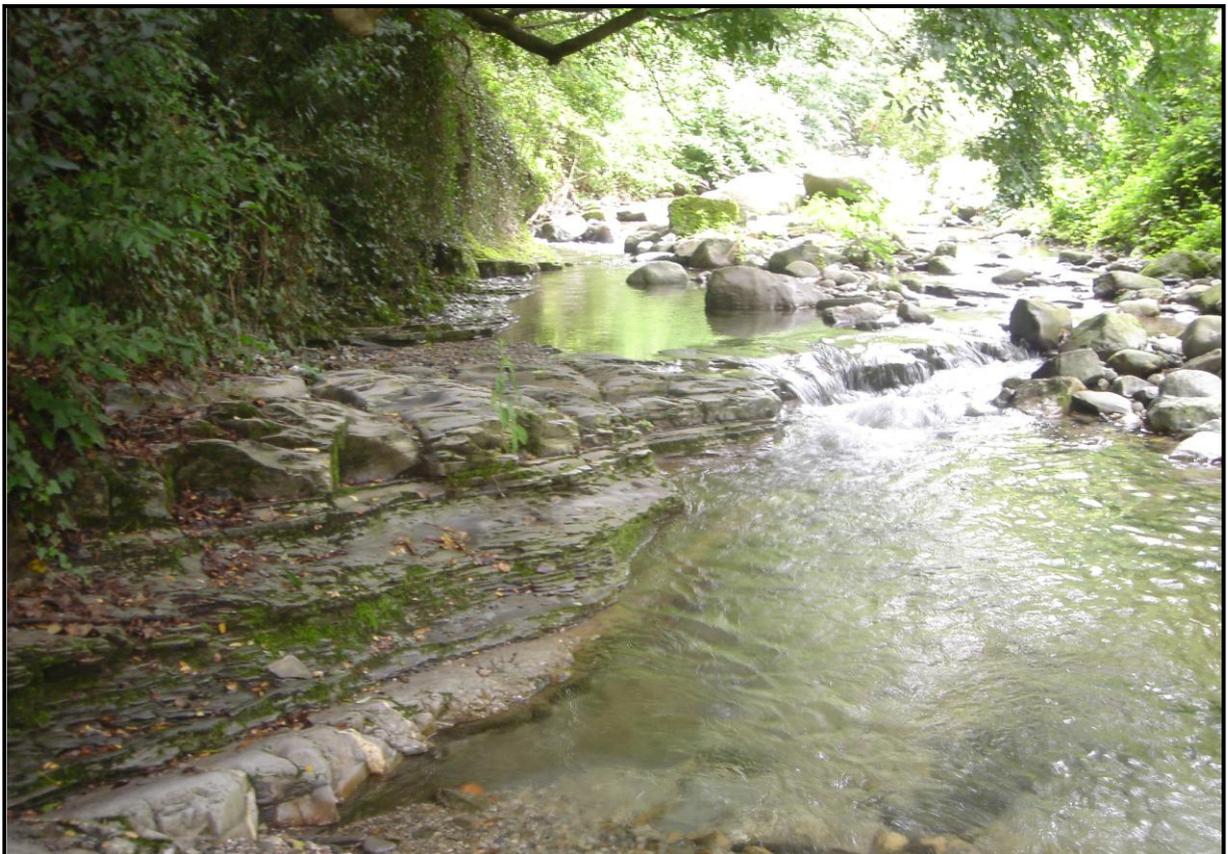
Età: Turoniano Medio – Superiore.

Limiti: inferiore stratigrafico con le Peliti Rosse, non osservato.

Area di affioramento: estremamente circoscritta lungo il settore meridionale del territorio comunale.

Caratteri: associazione di facies monotona, costituita in gran parte da strati torbiditici incompleti alla base, a geometria pianoparallela. Distribuzione irregolare dei corpi calcareo-marnosi, senza ciclicità e con frequenza e spessore decrescenti verso l'alto. Si tratta di una successione torbiditica con alternanze marnoso-arenacee a stratificazione variabile da sottile a spessa, a granulometria arenitica fine, con alternanze di strati e banchi calcareo-marnosi potenti sino ad alcuni metri, a volte gradati con base conglomeratica.

Ambiente: torbiditico con paleocorrenti orientate da est verso ovest.



*foto 31 – affioramento dei Flysch di Pontida lungo il Torrente Gallavesa, loc. Folla*



*foto 32 – affioramento dei Flysch lungo Via San Martino*

## **COPERTURE QUATERNARIE E NEOGENICHE**

### **Unità di Val Fontana (61)**

Litologia: si notano diamicton massivi e diamictiti, ben cementate, massive a supporto di matrice limosa, con clasti arrotondati (till di alloggiamento e di ablazione); vi sono pure ghiaie, sabbie, conglomerati e arenarie stratificati (depositi fluvioglaciali e fluviali) e ghiaie ad elementi spigolosi, diamicton a grossi blocchi (depositi di versante). Talvolta si rilevano anche frazioni più fini, costituite da sabbie, limi e argille laminate (depositi lacustri). Il grado di cementazione dei depositi è generalmente buono.

Età: per i rapporti con l'Unità della Colma, l'Unità di Val Fontana ha un'età Pleistocene inferiore-Pleistocene medio.

Limiti: l'unità di Val Fontana copre in discordanza il substrato roccioso ed è coperta dall'Unità della Colma e dall'Unità di Cantù.

Area di affioramento: estremamente localizzati e discontinui a causa dell'erosione, lungo il corso del Torrente Gallavesa.

Caratteri:

[Comune di Vercurago \(Lc\)](#)

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA  
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO  
ai sensi della D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e s.m.i.**

Sezione 1: C.T.R. B4e5: 1534210-5073180; Valle del Gallavesa, Cascina Beseno, sentiero sopra condotta. Dal basso si osserva (foto 33):

- 0.5 m; livello di grossi massi con poca matrice, limite inferiore non visibile;
- 1 m; ghiaia massiva, i clasti sono embricati con immersione verso valle, supporto di matrice al limite col supporto di clasti. Stone line a tetto;
- 0.30 m; ghiaia e sabbia a supporto di matrice, i clasti danno luogo ad allineamenti ondulati, convoluti;
- 2.50 m; ciclo di sei livelli: tutti presentano gradazione normale con alla base ghiaie fini e sabbie grossolane e a volte grossi blocchi (livello 3) e a tetto sabbie fini limo e argilla con laminazioni pianoparallele, ondulate (livello 4) o convolute e concentriche (livello 2). Ogni lamina presenta gradazione normale. Tutti i livelli sono cementati alla base in corrispondenza di ghiaie e sabbie; quasi tutti si chiudono a lente verso W (cioè verso il ghiacciaio), (ad eccezione dei livelli 1 e 6). La base di ogni livello è ondulata.

Interpretazione: depositi di frana provenienti dal versante seguiti da depositi fluvio-glaciali e quindi da depositi di torbida in ambiente lacustre (lago proglaciale alimentato da torrenti – Gallavesa - forte energia), provenienti direttamente dal ghiacciaio.



*foto 33 – depositi di frana in ricoprimento di coltri fluvio-lacostri in corrispondenza della sezione 1*

Sezione 2: C.T.R. B4e5: 1534250-5073265; qualche metro indietro e in posizione stratigraficamente superiore alla sezione 1, a quota 380 m.

Dal basso si osservano alcuni metri di conglomerato a clasti arrotondati eterometrici, al limite tra supporto di matrice e supporto di clasti. Cementazione buona, carsificato. Stratificato con strati a diversa granulometria. Embricature con immersione che indica provenienza dal Torrente Gallavesa (Est) e non dal ghiacciaio (Ovest).

Interpretazione: deposito fluviale di pertinenza del Gallavesa.

Sezione 3: Poche decine di metri dopo la sezione 1.

Affiora, per uno spessore di una decina di metri, un conglomerato costituito da clasti eterometrici con grossi massi calcarei. Non sono presenti clasti esotici. Questi conglomerati sono direttamente ricoperti dai depositi glaciali dell'Unità di Cantù.

Interpretazione: i tre affioramenti (1, 2, 3) sono perciò costituiti da depositi di versante cementati (frana a grossi blocchi) sopra i quali si depositano ghiaie fluviali trasportate dai torrenti glaciali e successivamente, in ambiente subacqueo, sedimenti torbiditici provenienti dal ghiacciaio. La successione è chiusa da ghiaie fluviali deposte dal Gallavesa. Questi depositi sono stati successivamente erosi e ricoperti da depositi glaciali molto più recenti. L'ambiente lacustre entro cui si sono deposte le torbide è stato determinato dalla presenza di un ghiacciaio che sbarrava la bassa valle del Torrente Gallavesa.

Ambiente: per le condizioni di affioramento non è possibile fornire un quadro generale della paleogeografia dell'Unità di Val Fontana. Sono possibili solo alcune ricostruzioni locali, limitate nel tempo come in corrispondenza delle sezioni di dettaglio 1, 2 e 3, descrittive, cui si rimanda.

### **Unità di Cantù (66)**

Litologia: deposito terrigeno incoerente, privo di selezione granulometrica (diamicton), con clasti più grossolani molto variabili per dimensioni e forma a supporto di matrice. Nello specifico si rilevano diamicton massivi a supporto di matrice o clastico (till di ablazione e di alloggiamento), oppure ghiaie, sabbie e limi a grande variabilità di facies (depositi di contatto

Comune di Vercurago (Lc)

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA  
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO  
ai sensi della D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e s.m.i.**

glaciale). I clasti, generalmente arrotondati, hanno composizione petrografica compatibile con litotipi dell'Alto Lario e della Valtellina (testimonianza dell'avvenuto trasporto glaciale). La cementazione delle coltri è saltuaria.

Età: Pleistocene superiore.

Area di affioramento: estesa lungo la porzione orientale del territorio comunale.

Caratteri:

Sezione 4: C.T.R. B4e5: 1532860-5074110; Lecco (nei pressi del confine con Vercurago), loc. Molini, quota 255 m. Dal basso si osserva:

- 0.50 m; ghiaia a clasti prevalentemente carbonatici a spigoli vivi o poco arrotondati. Supporto di clasti e talora di matrice da sabbia media a fine con poco limo. I clasti piatti sono grossolanamente isorientati lungo il versante. Questo orizzonte è interessato da incrostazioni di travertino.

- 0.50 m; diamicton massivo a supporto di matrice con clasti eterometrici carbonatici (parzialmente decarbonatati) ed esotici arrotondati. Matrice: limo e sabbia fine.

Interpretazione: deposito di versante ricoperto da un deposito glaciale.

Sezione 5: C.T.R. B4e5: 1534010-5073000; Valle del Gallavesa, sotto Cascina Beseno, nell'impluvio a quota 280 m.

- 1 m; deposito costituito da clasti eterometrici decimetrici, arrotondati per la maggior parte e alcuni a spigoli vivi ma abbastanza smussati; supporto di matrice: nei primi 30 cm la matrice è sabbiosa, sotto 40 cm di matrice argillosa grigia. Lateralmente tasche sabbiose; nella parte bassa embricatura verso valle; limite graduale.

Interpretazione: il deposito può essere interpretato come un till di colata.

Ambiente: l'ambiente di formazioni di questi depositi è tipicamente glaciale; sul dosso di Somasca l'andamento delle coltri varia da una avanzata all'altra ed è fortemente influenzato dal substrato. I ghiacciai che provenivano da Nord superavano il dosso di San Girolamo, costeggiavano il versante del Pizzo e formavano una lingua in valle del Gallavesa. Non ci sono evidenze che in questa posizione il ghiacciaio formasse un lago proglaciale in corrispondenza del Gallavesa, mentre, durante il precedente episodio Val Fontana, vi sono chiare evidenze di un lago (sezione 1).



*foto 34 – depositi glaciali a monte di loc. Cascina Beseno*

### **Unità Postglaciale (119)**

Litologia: depositi di conoide e alluvionali.

Età: Pleistocene Superiore – Olocene.

Spessore: estremamente variabile.

Area di affioramento: lungo il Torrente Gallavesa ed allo sbocco delle valli.

Caratteri: i depositi alluvionali sono costituiti da ghiaie a ciottoli e blocchi con matrice sabbiosa, sabbie talora con ciottoli, ghiaie ben selezionate in prevalenza a supporto clastico e con ciottoli ben arrotondati; maturità tessiturale dei sedimenti proporzionale all'importanza del corso d'acqua. Organizzati in corpi lenticolari e stratoidi, con strutture sedimentarie di corrente, quali ciottoli embricati, laminazioni oblique a basso angolo e laminazione incrociata. Clasti riferibili ai litotipi affioranti a monte.

Ambiente: alluvionale e di conoide.

#### **2.5.4 LITOLOGIA**

Come precedentemente introdotto, il territorio comunale di Vercurago dal punto di vista fisiografico è variegato; infatti è possibile distinguere differenti comparti, tra loro interconnessi:

- ambito lacustre
- ambito collinare
- ambito montano

Inevitabilmente ciascuno di questi ambiti è caratterizzato da un particolare assetto litologico che tuttavia non è ben distinto, ma tende piuttosto a sfumare gradualmente.

Innanzitutto vi è un'estesa fascia alluvionale incanalatasi lungo gli assi di drenaggio principali e poi apertasi a ventaglio lungo le fasce costiere lacustri subpianeggianti sottoforma di conoidi coalescenti. Gran parte del centro abitato è collocato proprio su questi depositi alluvionali. Spostandosi verso Est si risale progressivamente la zona collinare; i depositi alluvionali in questo settore lasciano il posto ai depositi di versante, ricoperti generalmente da colluvio. In questa zona, salturiamente, si possono riconoscere sporadici affioramenti rocciosi (in particolare al parco degli Alpini, nei pressi della loc. Folla e lungo il corso del Torrente Gallavesa); si tratta di strati arenacei intercalati a livelli di argilliti di origine torbida (flysch).

Alla base delle scarpate montane, al culmine dell'ambito collinare, si nota un esteso pianoro caratterizzato dalla presenza di depositi glaciali e fluvioglaciali. Tali depositi verso valle, nella zona collinare, vengono progressivamente ricoperti da depositi di versante e da colluvio. Infine lungo il margine settentrionale del comune vi sono scarpate strapiombanti di altezza considerevole. E' in questo settore che si osservano estesi affioramenti rocciosi costituiti da calcari stratificati risalenti al periodo cretaceo. Alla base delle pareti si nota localmente la presenza di falde di detrito attivo.

#### **Roccia affiorante**

Il territorio comunale di Vercurago è caratterizzato dalla presenza di formazioni rocciose sedimentarie, mesozoiche, prevalentemente carbonatiche. Tali formazioni, in funzione dei caratteri litologici e reologici, possono essere suddivise in due sottogruppi:

- a- calcari, calcari selciferi o calcari marnosi
- b- arenarie e/o argilliti.



*foto 35 – calcari selciferi nei pressi del Santuario di San Girolamo*

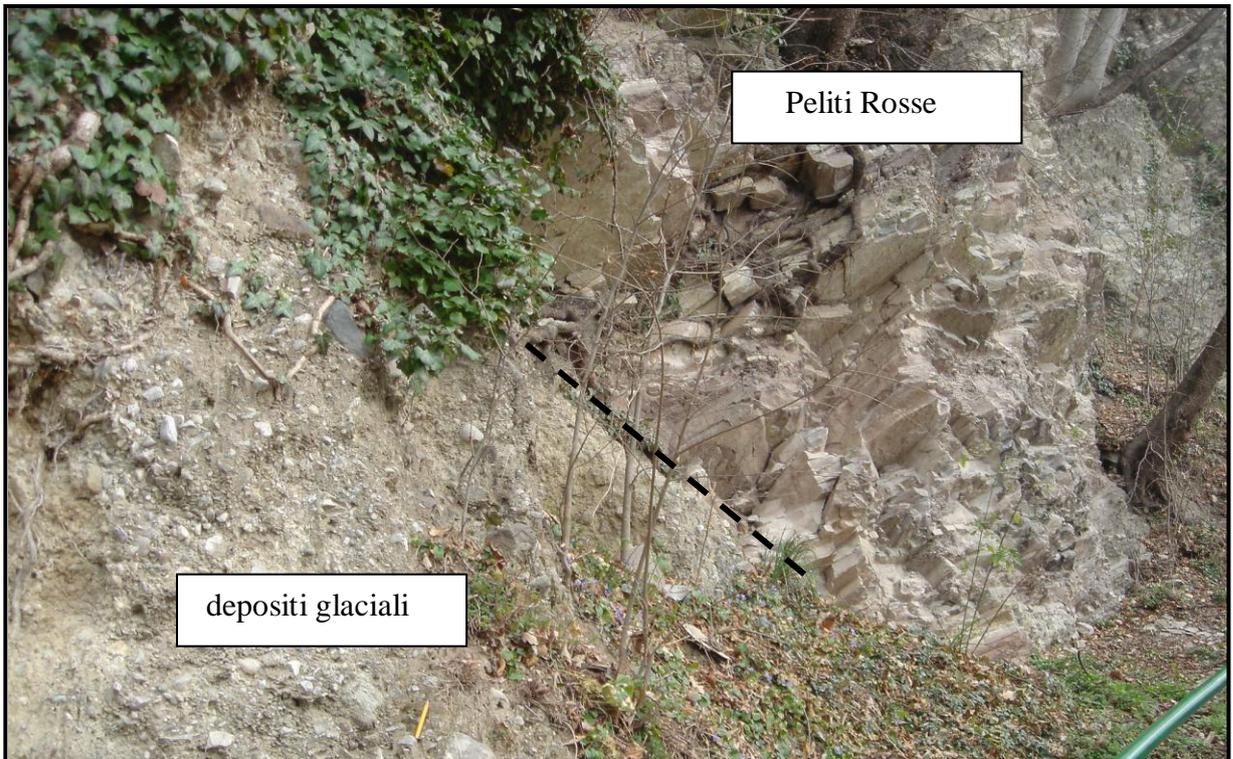
- a- I calcari affiorano lungo la porzione settentrionale del territorio comunale; gli affioramenti più significativi sono collocati sulle pendici meridionali del Monte Mudarga ed nell'area del Santuario di San Girolamo e della Rocca dell'Innominato. In quest'ultima zona si possono osservare calcari biancastri, in strati di 20-30 cm, con noduli e liste di selce (Maiolica, foto 35); la giacitura degli ammassi è a reggipoggio con un angolo di inclinazione degli strati medio-basso.



*Foto 36 – calcari marnosi a valle della Cappelletta degli Alpini*

Spostandosi più ad Est, sempre lungo il margine comunale settentrionale, compaiono dapprima calcareniti e calcari marnosi rossastri di origine torbiditica con marne emipelagiche rosse (Scaglia Rossa cenomaniana, foto 36). Più a monte continua la successione stratigrafica con predominanza di calcari marnosi e selciferi (Rosso ad Aptici, Formazione di Sogno, Calcarea di Domaro, etc...).

- b- Le arenarie e le argilliti interessano invece il settore centro meridionale del territorio comunale; dapprima sotto forma di alternanze di peliti rosse e grigie con arenarie micacee (Peliti Rosse affioranti alla base del versante di San Girolamo, lungo la scalinata di via Novella, foto 37). Più a Sud si notano alternanze di arenarie fini e peliti grigie ed intercalazioni di banchi calcarei gradati (Flysch di Pontida affioranti in particolar modo nella valle del Torrente Gallavesa, foto 38)



*foto 37 – Peliti Rosse e depositi glaciali lungo la scalinata di via Novella*



*foto 38 – Flysch affioranti Lungo Via S. Martino*

### **Roccia subaffiorante**

Sono zone di corollario agli ambiti di affioramento del substrato roccioso, ove si notano sottili e discontinue coltri superficiali di ricoprimento eluvio-colluviali.

### **Depositi di versante**

Si tratta di diamicton a clasti spigolosi immersi in matrice argillosa, limosa e/o sabbiosa; i clasti di pezzatura eterometrica (localmente blocchi) provengono dal bacino di alimentazione sotteso e sono quindi frammenti di litotipi sedimentari, a composizione prevalentemente calcarea.

Superiormente si rinvencono orizzonti superficiali di ricoprimento prevalentemente colluviali, costituiti da abbondante matrice fine.

I depositi di versante si trovano in particolare nell'ambito collinare del territorio di Vercurago, ove ricoprono le sottostanti coltri glaciali (vedi sezione di scavo in foto 39 in loc. Somasca).



*foto 39 – scavo di sbancamento in loc. Somasca*



*foto 40 – depositi colluviali accumulati durante le fasi di sbancamento*

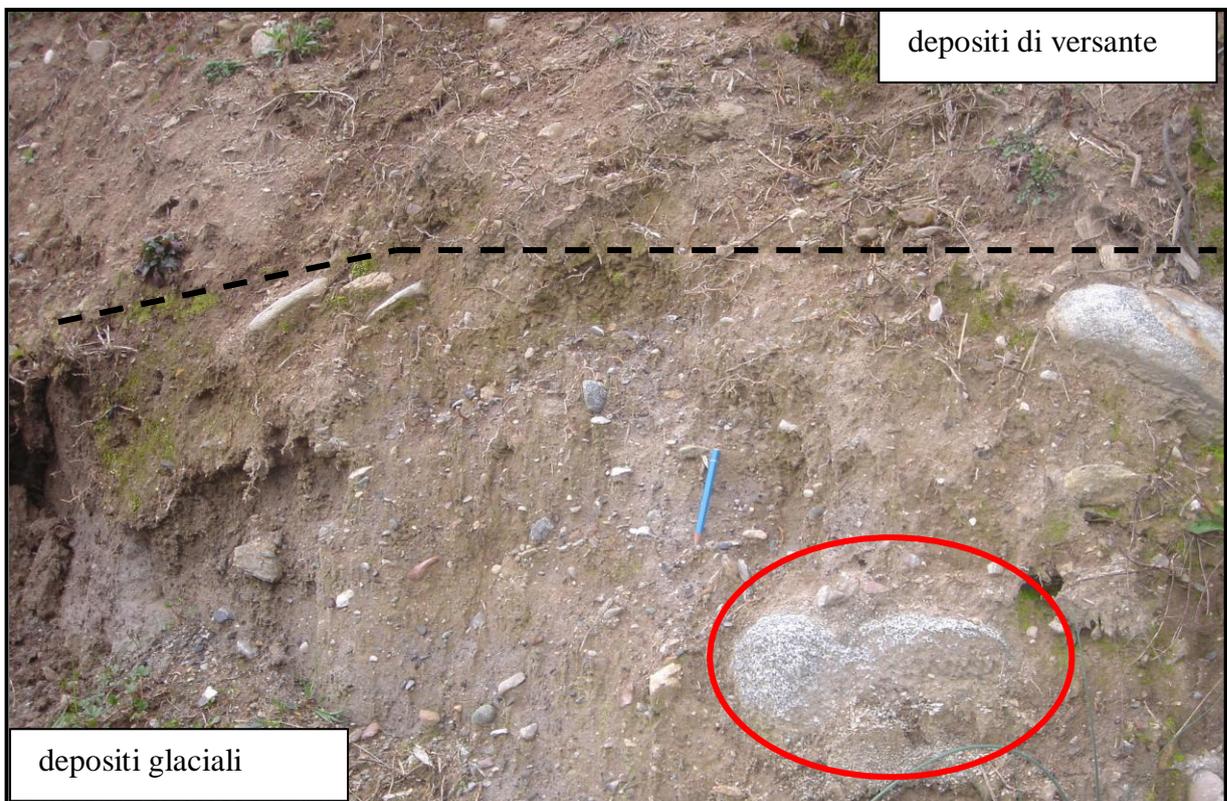


*foto 41 – deposito di versante: detriti annegati in matrice limo-argillosa in loc. Folla*

### **Depositi glaciali/fluvioglaciali**

I depositi glaciali/fluvioglaciali si caratterizzano per essere caotici, con clasti eterometrici di forma arrotondata per l'azione erosiva subita dall'esarazione glaciale e dal successivo trasporto durante le fasi di deglaciazione in cui si è avuto il progressivo smantellamento degli apparati morenici.

È quindi comune osservare diamicton costituito da blocchi e ghiaia in matrice sabbioso-limosa; localmente, tali depositi, permeabili all'infiltrazione delle acque meteoriche, esposti a prolungati fenomeni di dissoluzione e cementazione, possono essere parzialmente litificati sottoforma di conglomerati (foto 43).



*foto 42 – deposito glaciale con clasti extrabacinali*

È bene sottolineare che, talvolta, nei depositi si riconoscono distintamente clasti di provenienza extrabacinali (rocce granitoidi, come in foto 42, e metamorfiche).



*foto 43 – deposito glaciale cementato nei pressi di Cascina Beseno*

### **Falde detritiche**

Si tratta dell'accumulo di materiale grossolano (massi, blocchi e ghiaie a spigoli vivi), di varia pezzatura, prodotto dal progressivo disfacimento del substrato roccioso; le frazioni fini sono da scarse ad assenti.

Si formano in particolar modo alla base delle pareti maggiormente acclivi, ove determinano morfologie a ventaglio (conoide, come in foto 44 lungo il versante meridionale del Monte Mudarga). L'assenza di vegetazione è prova di processi di accumulo ancora non esauriti, in atto; anche per questi depositi lo spessore è variabile da pochi centimetri ad alcuni metri.

Altre volte, invece, si nota lo sviluppo di suolo e vegetazione ad indicare un maggior grado di stabilizzazione (soprattutto gli ambiti circostanti ai detriti di falda attivi).



*foto 44 – falda di detrito attivo circondata da vegetazione colonizzante, Monte Mudarga*

### **Depositi alluvionale**

Si tratta di depositi prevalentemente grossolani, generalmente sciolti; ghiaie con blocchi e sabbia che occupano i tratti meno acclivi del corso del Torrente Gallavesa (attuali) o la fascia ad esso prossimale (recenti); questi ultimi, non essendo interessati dal deflusso continuo delle acque, tendono ad essere ricoperti dal suolo e colonizzati dalla vegetazione.



*foto 45 – depositi alluvionali attuali lungo il corso del Torrente Gallavesa, quota 340 m s.l.m.*

Allo sbocco della Valle del Torrente Gallavesa e di altre vallecole secondarie, nella zona di confluenza al Lago di Garlate, vi sono potenti depositi di conoide alluvionale; si tratta di coltri che assumono morfologia convesse, a ventaglio, spesso coalescenti vista la contiguità della zona di sviluppo. Dal punto di vista granulometrico sono costituiti da ghiaie, ghiaie sabbiose con blocchi eterometrici, talvolta ricoperti da coperture superficiali eluvio-colluviali.



*foto 46 – depositi di conoide alluvionale, in prossimità della sponda del Lago di Garlate*



*foto 47 – scavo esplorativo effettuato nell'area ex Safilo di Via Pirelli*

### **2.5.5 CARTOGRAFIA TEMATICA**

La Tavola 3 (Carta Geolitologica) suddivide il territorio comunale in base alle unità geologiche ed alle corrispondenti unità litologiche presenti. Esiste una stretta corrispondenza fra le due tipologie di unità, anche grazie ai litotipi presenti nel territorio comunale, molto ben distinguibili fra loro (calcari, argilliti e flysch, depositi alluvionali e di versante). La carta rappresenta inoltre anche i principali lineamenti tettonici che attraversano il territorio comunale.

## **2.6 LINEAMENTI IDROGRAFICI e IDROGEOLOGICI**

### **2.6.1 IDROGRAFIA SUPERFICIALE**

Come già accennato, l'idrografia superficiale del territorio in studio è poco articolata. L'attuale conformazione del reticolo idrografico dipende da molti fattori, quali le litologie presenti (in parte dolomitiche ed in parte terrigene), il controllo tettonico (presenza di fratture e faglie), l'evoluzione subita dal paesaggio (legata, ad esempio, ai reciproci rapporti fra il carsismo e la dinamica dei versanti), la posizione geografica e, non da ultima, l'influenza dell'uomo.

A seguito della predisposizione dello Studio del Reticolo Idrico Minore del territorio comunale, redatto dagli Scriventi nel novembre 2007, sono state riconosciuti i seguenti torrenti:

#### **Reticolo Idrico Principale:**

Tra i corsi d'acqua contenuti nell'*Allegato A – Elenco dei corsi d'acqua del reticolo idrico principale*, della D.G.R. 1 agosto 2003 n. 7/13950, ricade all'interno del territorio comunale di Vercurago il solo **Torrente Gallavesa**. In particolare l'Allegato A della deliberazione menzionata identifica così il suddetto torrente:

<i>Numero progressivo</i>	<i>Denominazione</i>	<i>Comuni interessati</i>	<i>Foce o sbocco</i>	<i>Tratto classificato come principale</i>	<i>N. iscr. El. AAPP</i>
LC053	Torrente Galvesa o Galavesa	Vercurago, Erve, Calolziocorte	Adda	dallo sbocco al termine dell'abitato di Erve	3 BG

Il Torrente Gallavesa con andamento prevalente est-ovest, costituisce il confine comunale tra i comuni di Vercurago e Calolziocorte, tra le quote altimetriche di 355 e 225 m s.l.m. circa. Alle quote inferiori, in corrispondenza dell'ampia conoide fluviale prodotta dall'accumulo di detriti e alluvioni trasportate in passato dal torrente medesimo, è stato ricalibrato il tracciato tramite la realizzazione di un'ampia curva avente direzione nordovest, all'interno del comune di Vercurago. Lo sbocco attuale del Torrente Gallavesa avviene nel Lago di Garlate, alla quota altimetrica di 195 metri s.l.m. circa, in corrispondenza del parcheggio pubblico posto a fianco del campo sportivo comunale.

Comune di Vercurago (Lc)

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA  
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO  
ai sensi della D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e s.m.i.**

Le coordinate Gauss-Boaga dei punti di ingresso nel comune di Vercurago e di sbocco del Torrente Gallavesa sono:

*punto di ingresso nel comune di Vercurago:* N 1.534.369,94; E 5.073.408,00

*punto di sbocco:* N 1.532.400,94; E 5.072.949,25

Coordinate desunta dalla C.T.R. della Lombardia.

Di seguito proponiamo le valutazioni idrogeologiche idrauliche relative al Torrente Gallavesa, contenute nello studio prodotto da Tecno.Geo di Bergamo e nello studio idraulico dei torrenti presenti sul territorio comunale di Calolziocorte, redatto dallo Studio Geologico Tecnico Lecchese.

**Descrizione bacino idrografico Torrente Gallavesa**

Morfologia del bacino idrografico del Torrente Gallavesa (Tecno.Geo)

La superficie del bacino del torrente Gallavesa è pari a circa 12 km<sup>2</sup>, l'asta principale del torrente si snoda per una lunghezza di circa 8 km, partendo da una quota massima di 1.700 m s.l.m. fino a 199 m s.l.m., in corrispondenza dello sbocco nel lago di Olginate.

Il bacino è caratterizzato da pendenze pari a 40-50 % nella parte di monte, del 5-10 % in corrispondenza dell'abitato di Erve, del 10-20 % più a valle dell'abitato di Erve ed infine 5-10 % in prossimità dell'abitato di Calolziocorte.

Il Torrente Gallavesa presenta un corso d'acqua estremamente ramificato nella sua parte montana, con numerosi bacini e sottobacini affluenti, caratterizzati da deflusso periodico e pendenze di fondo mediamente elevate, tali da determinare, in caso di piene eccezionali, un rilevante apporto di materiale solido nell'alveo del corso d'acqua principale.

L'asta principale del Torrente Gallavesa, nella sua parte montana, presenta un'alternanza di tratti incanalati, con alveo in roccia affiorante, e tratti sovralluvionati. Nel tratto a valle dell'abitato di Erve, è presente una soglia di fondo finalizzata alla diminuzione della pendenza dell'alveo e quindi alla diminuzione della capacità erosiva della corrente. Inoltre tale manufatto ferma il trasporto di materiale eroso nel tratto di asta che interessa i depositi alluvionali del comune di Erve.

Comune di Vercurago (Lc)

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA  
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO  
ai sensi della D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e s.m.i.**

Il tratto cittadino di Vercurago del Torrente Gallavesa presenta un andamento pressoché rettilineo ed è interamente interessato da opere di regimazione idraulica, in particolare arginature e salti di fondo.

Geologia e uso del suolo del bacino idrografico del Torrente Gallavesa (Tecno.Geo)

Dal punto di vista geologico (si veda elaborato allegato), il territorio compreso nel bacino del Torrente Gallavesa è caratterizzato, in prevalenza, da:

- rocce subaffioranti di origine sedimentaria carbonatiche e terrigene-flyshoidi;
- locali coperture di natura morenica in particolare in corrispondenza del bacino glaciolacustre di Erve.

Dal punto di vista dell'uso del suolo, il bacino idrografico del Gallavesa è caratterizzato da:

- boschi e macchie di vegetazione dense in prevalenza, trattandosi di un territorio montuoso;
- un'area, di rilevanti dimensioni, interessata da attività agricole, dove la topografia dei luoghi lo permette;
- prati e pascoli;
- aree prive di vegetazione, in corrispondenza degli agglomerati urbani.

Portata liquida di massima piena (Tecno.Geo)

Per il calcolo della portata di massima piena innanzitutto va stimato il tempo di corrivazione, che è il tempo necessario perché le acque di afflusso meteorico raggiungano la sezione di chiusura del bacino, rispetto alla quale viene eseguito il calcolo della portata di massima piena. Per tale calcolo si è utilizzata la formula di Giandotti, che è in funzione della superficie (S) in km<sup>2</sup>, della quota media del bacino rispetto alla sezione di chiusura (H) in m e della lunghezza dell'asta (L) in km:

$$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{H}}$$

Per la stima delle portate di massima piena si è fatto riferimento al tempo di ritorno T pari a 100 anni, secondo quanto disposto dal PAI relativamente agli attraversamenti.

Per la stima delle portate di massima piena si è fatto riferimento al tempo di ritorno T pari a 100 anni, secondo quanto disposto dal PAI, e si è utilizzata la formula del Metodo Razionale:

$$Q_{\max} = \frac{1}{3,6} * \frac{C * h_{(t)} * S}{T_c}$$

La valutazione del coefficiente di deflusso è spesso complessa e la letteratura di settore propone diversi metodi per il calcolo di C. Il PAI, per aree poco urbanizzate, propone i coefficienti di deflusso raccomandati dall'Handbook of Applied Hydrology, Chow (1964). Questa metodologia fornisce il coefficiente di deflusso sulla base del tipo di suolo e del suo utilizzo.

Nel caso in esame sono stati inseriti, per il calcolo di  $Q_{\max}$ , i valori medi "pesati" sulle diverse aree che caratterizzano il bacino.

**Fig. n. 1: coefficienti di deflusso raccomandati dall'Handbook of Applied Hydrology, Chow (1964).**

Tipo di suolo	c	
	Uso del suolo	
	Coltivato	Bosco
Suolo con infiltrazione elevata, normalmente sabbioso o ghiaioso	0,20	0,10
Suolo con infiltrazione media, senza lenti argillose; suoli limosi e simili	0,40	0,30
Suolo con infiltrazione bassa, suoli argillosi e suoli con lenti argillose vicine alla superficie, strati di suolo sottile al di sopra di roccia impermeabile	0,50	0,40

Le tabelle che seguono riportano i risultati della tempo di corrivazione e della portata di massima piena con tempo di ritorno pari a 100 anni nelle sezioni idrauliche prese in esame per gli attraversamenti sul Torrente.

**Tabella n. 1: Calcolo della portate di massima piena per T=100 anni**

Dati in ingresso	Sezione Idraulica	
	T. Gallavesa	
tempo di corrivazione Tc [ore]	1,16	
portata di massima piena Qmax in [m3/sec]	67,7	

In bibliografia si ritrovano valori delle portate idriche dei corsi d'acqua considerati, anche sensibilmente maggiori, tuttavia quelli da noi considerati, risultano più corrispondenti alle evidenze ed ai dati storici sulle esondazioni delle zone analizzate.

I valori delle portate idriche da noi calcolati sono risultati considerando

- parametri "a - n" derivanti dallo "Studio idrogeologico del territorio della Comunità Montana Valle San Martino del settembre 2001", che risultano coerenti a quelli

dell'Allegato 3 "Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense" dell'elaborato 7 "Norme di attuazione: direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica" del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico;

- "formula del metodo razionale" che in genere risulta la più significativa per bacini idrologici delle dimensioni considerate.

### **Determinazione dell'onda di piena (Studio Geologico Tecnico Lecchese)**

Il tempo di corrivazione relativo alla sezione di chiusura del Torrente Gallavesa è di circa 54 minuti. La determinazione dei deflussi di piena è stata effettuata applicando il metodo di Giandotti e Visentini. I picchi di piena alla sezione di chiusura considerata del bacino del Torrente Gallavesa per i diversi periodi di ritorno considerati sono riportati nella tabella seguente:

TEMPO DI RITORNO	Q – Giandotti e Visentini
10 anni	114m <sup>3</sup> /s
50 anni	145 m <sup>3</sup> /s
100 anni	158 m <sup>3</sup> /s

Tab. 1: Portata di picco alla sezione di chiusura del bacino del Torrente Gallavesa.

### **Propagazione dell'onda di piena e verifica della capacità di deflusso (Studio Geologico Tecnico Lecchese)**

Valutate le onde di piena per diversi periodi di ritorno e diverse sezioni d'interesse, opportunamente scelte lungo l'intero corso dell'asta principale del torrente, si è propagata l'onda di piena centennale, stimando le altezze idriche relative alle diverse sezioni d'interesse in funzione della geometria e della scabrezza della sezione stessa. Le altezze d'acqua provocate dal passaggio di tali portate nel tratto del Torrente Gallavesa interessato dall'abitato di Calolziocorte, confrontate con la quota degli argini nelle diverse sezioni, consentiranno di individuare quei tratti nei quali la capacità di smaltimento dell'alveo risulta insufficiente a convogliare la portata assegnata e quindi le aree soggette ad esondazione.

Per ognuna delle sezioni d'interesse è stata costruita una **scala delle portate**, indispensabile per mettere in relazione l'altezza d'acqua con la relativa portata di progetto:

$$h = h(Q) \quad (1.3.1)$$

e viceversa:

$$Q = Q(h) \quad (1.3.2)$$

in sezioni complesse.

Le sezioni d'interesse sono infatti caratterizzate da forme complesse e da scabrezze differenti sul fondo e sulle sponde; ciò rende indispensabile la valutazione di un coefficiente di scabrezza equivalente, funzione dell'altezza d'acqua.

Per le **scabrezze** si è fatto riferimento a valori di letteratura del coefficiente di Strickler, ricavabili dalla tabella 1.3:

- $k_s \cong 30m^{1/3}/s$  : per il fondo naturale o sistemato con salti di fondo, caratterizzato da materiale granulare avente  $d_{50} \cong 0,1-0,3m$  e crescita di vegetazione;
- $k_s \cong 35m^{1/3}/s$  : per le sponde in muratura, con crescita di vegetazione;
- $k_s \cong 28m^{1/3}/s$  : per le sponde naturali, caratterizzate da vegetazione rigogliosa.

Condizioni dell'alveo	k [m <sup>1/3</sup> /s]
Cemento pulito e metallo liscio	100
Legno piallato	91
Ferro battuto	83
Cemento ordinario	77
Legno grezzo	71
Condotte in calcestruzzo	67
Rivestimento in pietre	63
Rivestimento in mattoni	59
Terra liscia	56
Massi fissi	50
Condotte in metallo corrugato e canali	44
<u>Canali naturali:</u>	
pulito, dritto, senza ristagni	35
come prima, con vegetazione e pietre	29
ventoso, con pozze e ristagni, pulito	26
come prima, con pietre e vegetazione	24
come prima, con grosse pietre	19
lento, con vegetazione e profonde pozze	15
molto lento e ricco di vegetazione	9

Tab. 2: Valori del coefficiente di Strickler (k) presenti in letteratura; possono esserci variazioni fino al 20%, soprattutto in canali naturali.

Ipotizzando una velocità costante su tutta la sezione:

$$V_i = V = \text{cost.}$$

e quindi perdite di carico nulle in direzione ortogonale alla corrente, è possibile ricavare un coefficiente di scabrezza equivalente:

$$k_{eq} = \frac{P^{2/3}}{[\sum (P_i / k_i^{3/2})]^{2/3}}$$

Comune di Vercurago (Lc)

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA  
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO  
ai sensi della D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e s.m.i.**

La portata di moto uniforme relativa ad ogni altezza d'acqua è ora valutabile con la formula di Chezy:

$$Q = k_s AR^{2/3} \sqrt{i}$$

dove:

$k_s$  è il coefficiente di scabrezza di Strickler;

A è l'area bagnata, funzione dell'altezza d'acqua;

$R = \frac{A}{P}$  è il raggio idraulico;

P è il perimetro bagnato;

i è la pendenza di fondo media nel tratto in esame.

Noto il legame funzionale tra portate Q ed altezza d'acqua h (scala delle portate) e nota la portata di picco centennale, è immediato ricavare la relativa **h di picco centennale** e valutare quindi il rischio di esondazione per le diverse sezioni d'interesse.

Considerando le sezioni utili dell'alveo, i valori di portata smaltibile ottenuti secondo il modello di Gauckler-Strickler ed in base alla relazione di Kutter sono stimati pari a:

SEZIONE	DIM. (m)	ALTEZZA IDRICA (m)	PORTATA GAUCKLER-STRICKLER (m <sup>3</sup> /s)	VELOCITÀ GAUCKLER-STRICKLER (m/s)	PORTATA KUTTER (m <sup>3</sup> /s)	VELOCITÀ KUTTER (m/s)
1	L=7 H=2	3	52.7	4.1	79.5	5.7
2	L=4 H=2.9	3.9	54.1	4.7	81.4	7
3	L=8 H=4.5	1.9	202	6.4	300	10
4	L=9 H=3	1.8	396	14	583	21
5	L=8 H=3	1.9	352	14.7	518	21

Tab. 3: Portate, altezze idriche e velocità di picco centennali nelle sezioni considerate.

Si verifica quindi che, in corrispondenza di apporti idrici pari ai valori di massima piena con tempo di ritorno centennale, nelle sezioni 1 e 2 sussiste un potenziale pericolo di parziale esondazione per superamento degli argini con possibile alluvionamento delle aree circostanti.

Per tutto il tratto cittadino, a valle del Ponte della S.S.639, la tendenza generale è alla sedimentazione, e pertanto l'innalzamento del fondo dell'alveo conseguente all'eccesso di

sedimentazione può peggiorare la capacità di smaltimento delle piene di questo tratto, aumentando la probabilità di esondazione.

I risultati ottenuti evidenziano la necessità di effettuare controlli periodici ed eventualmente alcuni interventi, quali la pulizia periodica dei tratti d'alveo sovralluvionati per rimuovere gli eccessi di trasporto solido e di materiale vegetale che potrebbero innalzare l'alveo causando un'eccessiva riduzione della capacità di smaltimento delle acque.

L'analisi idraulica è stata condotta confrontando le altezze d'acqua relative alla piena centennale con l'altezza delle arginature nelle rispettive sezioni, con particolare attenzione per l'area cittadina, ed ha permesso di evidenziare due situazioni di possibile esondazione, in corrispondenza della Via Rossi, sez. 1 e sez. 2, dove il tirante idrico eccede di circa 100 cm la sezione di deflusso. L'acqua esonda, invadendo le strade circostanti, e interessa un'area abbastanza circoscritta.

### **Portata solida (Tecno.Geo)**

La portata solida corrispondente alla portata di massima piena per T=100 anni, è stata calcolata mediante la Formula di Schöcklitsch.

Sulla base di esperimenti condotti sui corsi d'acqua ghiaiosi, Schöcklitsch (1914) propose la formula che, scritta in funzione del parametro di trasporto dimensionale  $\Phi$ , diventa:

$$\Phi = \frac{2.5}{\Delta + 1} i_f^{1.5} \frac{q_c - q_{cr}}{d \sqrt{g \Delta d}}$$

dove:

(i) è la pendenza del fondo del tratto considerato,  $\Delta = \rho_\sigma / \rho - 1$  è la densità relativa del grano immerso,  $d = d_{40}$  è il diametro rappresentativo del materiale sul fondo per granulometria non uniforme, (g) è la accelerazione di gravità, ( $q_c$ ) è la portata liquida specifica e la portata critica per l'inizio del movimento è uguale a :

$$q_{cr} = 0.26 \left( \frac{\rho_s}{\rho} - 1 \right)^{5/3} \frac{d^{3/2}}{i_f^{7/6}}$$

La portata solida specifica è data dalla relazione:  $q_s = \Phi \left( d \sqrt{g \Delta d} \right)$

Il procedimento per la stima del valore di  $Q_s(100)$ , in corrispondenza della sezione oggetto di studio, è riportato nella Tabella n. 2.

**Tabella n. 2: Calcolo della portata solida per T=100 anni**

Dati in ingresso	Sezioni in esame	
	T. Gallavesa	
pendenza del fondo del tratto considerato ( $i_f$ )	5%	
densità relativa del grano immerso ( $\Delta = \rho_\sigma/\rho - 1$ )	1,4	
diametro rappresentativo del materiale sul fondo ( $d = d_{40}$ ) in [m]	0,1	
accelerazione di gravità (g) in [m/s <sup>2</sup> ]	9,81	
portata critica per l'inizio del movimento ( $q_{cr}$ ) in [m <sup>2</sup> /s]	0,47	
larghezza tratto considerato (L) in [m]	8,0	
portata liquida ( $Q_{max}$ ) per T=100 anni in [m <sup>3</sup> /s]	67,0	
portata liquida specifica ( $q_c$ ) in [m <sup>2</sup> /s]	8,4	
portata solida specifica ( $q_s$ ) in [m <sup>2</sup> /s]	0,092	
portata solida ( $Q_s$ ) in m <sup>3</sup> /s	0,736	
Percentuale della portata solida ( $Q_s$ ) rispetto a quella liquida in %	1,10	

### **Trasporto solido (Studio Geologico Tecnico Lecchese)**

Il movimento dell'acqua in alvei erodibili induce complessi fenomeni di rimozione e trasporto del materiale solido che hanno diretto interesse per la progettazione e gestione delle opere di ingegneria fluviale. La conoscenza di tali processi costituisce inoltre la base teorica essenziale per una corretta comprensione di importanti fenomeni di evoluzione territoriale quali l'erosione dei bacini montani, la morfologia e l'evoluzione dei corsi d'acqua, l'interrimento delle opere di difesa idrauliche, ecc.

Dall'indagine in sito si è localmente rilevata la presenza di consistenti quantità di materiale, prevalentemente grossolano, in alveo. Il primo passo è quindi quello di caratterizzare il materiale disponibile.

Per quanto riguarda i sedimenti rilevati nell'alveo del torrente Gallavesa, essi presentano una forma irregolare, tendenzialmente prismatica a spigoli vivi ma arrivano ad avere forma pseudosferica, con dimensioni estremamente variabili che determinano una curva granulometrica decisamente ben gradata. Ai fini dell'analisi condotta si è assunta come

rappresentativo del materiale disponibile in alveo, ovvero il D<sub>50</sub> (dimensione della maglia del setaccio avente un percentuale di passante superiore al 50%) pari a 10 cm.

La valutazione quantitativa dell'erosione nei bacini di drenaggio (trasporto solido e trasporto torbido) può essere affrontata con varie metodologie, che differiscono fra loro sia per il significato dei risultati, che per le condizioni di applicabilità.

Le considerazioni sul bacino della Gallavesa sono state effettuate utilizzando il Metodo di Gravičovic.

Il metodo richiede l'introduzione dei dati geometrici del bacino e di parametri legati all'erodibilità (in funzione del tipo di vegetazione e dei litotipi) del settore del bacino stesso soggetto ad erosione. Viene fornita la portata solida del bacino alla sezione di chiusura.

La relazione, sui cui si basa il metodo, è la seguente:

$$Q_s(\text{mc/anno}) = R \times W$$

dove:

$W = p_g \times T \times h \times (z^{1.5}) \times S$ , produzione annua di sedimenti espressa in mc/anno;

$p_g$  =  $\pi$  greco;

$z = C_v \times C_l [(p/100) + (pm/100)^{0.5}]$ ;

$p(\%)$  = percentuale del bacino soggetta ad erosione;

$pm(\%)$  = pendenza media del bacino;

$R = [(P \times H)^{0.5}](L + Li) / [(L + 10) / S]$ , per bacini di media estensione;

$R = [(P \times H)^{0.5}] 8 / (L + 10)$ , per piccoli bacini;

$T = [(t / 10) + 0.1]^{0.5}$ ;

$t$  = temperatura media annua;

$h$  (mm) = altezza delle precipitazioni totali annue;

$S$  (kmq) = superficie del bacino;

$P$  (km) = perimetro bacino;

$H$  (km) = altezza bacino sul livello del mare;

$L$  (km) = lunghezza dell'asta principale;

$Li$  (km) = somma delle lunghezze affluenti principali.

Comune di Vercurago (Lc)

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA  
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO  
ai sensi della D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e s.m.i.**

Cv e Cl sono coefficienti legati alla copertura vegetale e alle litologie affioranti nelle aree del bacino soggette ad erosione; i valori di Cv e Cl possono variare come sotto riportato:

Copertura vegetale dominante nelle aree soggette ad erosione      Coefficiente Cv

Foreste fitte con sottobosco denso      0.0 - 0.2

Prato e pascolo      0.4 - 0.6

Copertura vegetale inesistente      0.8 - 1.0

Litologia dominante nelle aree soggette ad erosione      Coefficiente Cl

Rocce dure resistenti all'erosione      0.2 - 0.6

Rocce friabili ed argille compatte      1.0 - 1.3

Depositi fini ed incoerenti      1.8 - 2.0

Poiché il metodo prende in considerazione tutti i quattro fattori principali che condizionano l'entità dell'erosione in un bacino (litologia affiorante, copertura vegetale, acclività media e clima), attraverso parametri di semplice determinazione, può essere considerato, fra i metodi proposti quello che meglio combina semplicità d'uso e attendibilità dei risultati.

La produzione annua di sedimenti viene stimata in circa 260 m<sup>3</sup> mentre il trasporto solido annuo per il bacino è stimabile in circa 480 m<sup>3</sup>. Data la morfologia del bacino ed il profilo longitudinale dell'asta torrentizia è presumibile che una parte consistente del deposito si verifichi in corrispondenza della briglia trasversale posta a valle dell'abitato di Erve.

**Determinazione della portata della miscela detritica nel caso di debris flow (Studio Geologico Tecnico Lecchese)**

Poiché lungo il torrente si osservano tratti caratterizzati da pendenze elevate e tratti con accumulo di depositi in alveo, e poiché nel tratto maggiormente inciso, i versanti laterali sono soggetti ad intense dinamiche erosive, con locali scollamenti e franamenti in alveo, si è voluto verificare l'eventualità che, lungo il corso d'acqua in oggetto, possa innescarsi un fenomeno di colata detritica (debris flow), con conseguente aumento della portata di massima piena.

Tale fenomeno si verifica nei torrenti montani ad elevata pendenza quando, a seguito di un evento piovoso di intensità eccezionale, l'acqua che scorre sui depositi in alveo ed in parte

attraverso gli interstizi fra i granuli, caratterizzata già da notevole trasporto solido, riesce a mobilitare (prendendo in carica e trascinando) i clasti vincendo le forze di attrito. A seguito di ciò la portata della colata può risultare maggiore in modo rilevante rispetto alla sola portata liquida, con conseguente aumento della forza di impatto esercitata su ostacoli e sulle strutture di intercettazione localizzate lungo il torrente.

A seguito di tali fenomeni gli effetti maggiormente disastrosi si verificano in corrispondenza delle conoidi e delle piane di fondovalle dove le colate, sia direttamente sia per l'erosione del torrente, in seguito al rallentamento e deposito del materiale dovuto alla diminuzione della pendenza del fondo, possono investire gli insediamenti abitativi.

Prendendo in considerazione risultati sperimentali presenti in letteratura, si ha che la portata della colata detritica ( $Q_d$ ) è costituita dalla miscela di una portata liquida ( $Q_l$ ) e di una solida ( $Q_s$ ). Nota la concentrazione media in volume  $C_v$  della colata detritica in movimento si ha:

$$Q_s = C_v \times Q_d = C_v \times (Q_s + Q_l)$$

da cui

$$Q_s = \frac{C_v * Q_l}{1 - C_v}$$

dove  $Q_l$  è appunto la portata liquida di massima piena con tempo di ritorno centennale, ricavata in base alle valutazioni idrologiche già esposte.

La concentrazione  $C_v$  viene stimata in base al modello di moto uniforme di Takahashi (1978) in funzione della pendenza del fondo ( $\beta$ ) e dell'angolo di attrito interno del materiale ( $\phi$ ) attraverso la seguente relazione:

$$C_v = \frac{\rho_f * \tan \beta}{(\rho_s - \rho_f) * (\tan \phi - \tan \beta)}$$

dove:

$\rho_f$ = densità del fluido

$\rho_s$ = densità della componente solida

Nel caso del torrente Gallavesa possono essere stimati valori di portata della colata detritica che, in relazione al valore della pendenza, variano da circa 182 m<sup>3</sup>/s per pendenze del 10% a valori di 300 m<sup>3</sup>/s per pendenze del 27%.

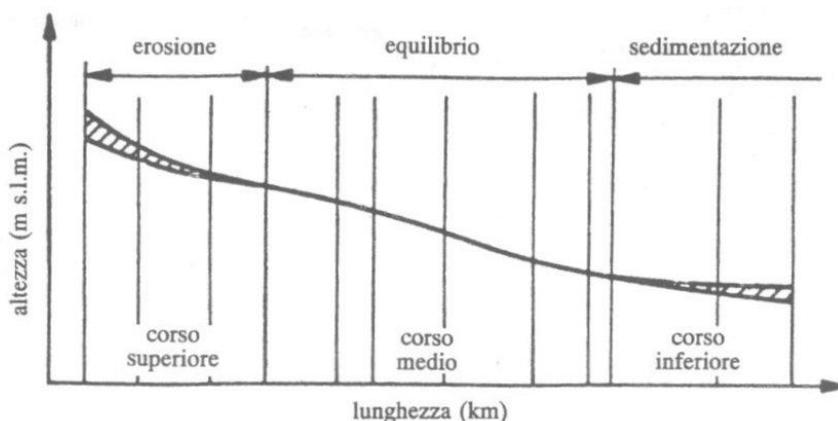
Si verifica quindi che, per i valori di portata di colata pari ai valori calcolati, nelle sezioni 1 e 2 sussiste un potenziale pericolo esondazione superiore a quello corrispondente alle sole portate idriche.

Si sottolinea comunque la necessità di provvedere periodicamente alla manutenzione e pulitura del tratto di alveo cittadino, sia per garantire l'efficienza funzionale delle opere presenti sia per evitare la riduzione della sezione utile di smaltimento a seguito della deposizione di materiale e conseguente innalzamento del fondo dell'alveo.

A tale proposito si rimanda alla stima del trasporto solido annuo effettuata precedentemente.

Solitamente in un corso d'acqua naturale la pendenza diminuisce più o meno gradatamente dalla sorgente alla foce, secondo una curva caratteristica curva concava verso l'alto. Mediamente nel corso superiore prevale l'erosione e in quello inferiore la sedimentazione; il corso medio si trova in uno stato di equilibrio. (vedi fig 1.1).

I limiti tra corso superiore e inferiore non sono rigidi. Fondamentalmente i corsi d'acqua in equilibrio tendono a realizzare una pendenza che, nelle date condizioni di deflusso, è esattamente sufficiente per convogliare a valle il materiale solido proveniente dal bacino idrografico di monte. Si tratta dunque di un equilibrio dinamico, che può essere facilmente modificato da eventi naturali o artificiali.



*Fig.3.1: Profilo longitudinale di un corso d'acqua naturale.*

Nel caso del torrente Gallavesa si evidenziano alcune eccezioni rispetto all'andamento generale ora esposto:

- tendenza alla sedimentazione in un tratto montano in corrispondenza dell'abitato di Erve;

- prevalente tendenza all'erosione a monte del tratto cittadino, sez1 e sez2.

La stima di eventuali squilibri nel trasporto solido riveste una notevole importanza applicativa; dove si evidenzia una spiccata tendenza all'erosione, possono manifestarsi problemi di instabilità delle sponde e sradicamento della vegetazione e degli alberi presenti in alveo; dove invece la sedimentazione è preponderante, si può avere ritenuta di materiale (movimentabile in una piena successiva) con innalzamento del fondo e diminuzione della pendenza dell'alveo, con conseguenti problemi di esondazione.

### **TRATTI D'ALVEO CRITICI**

Il tratto montano è caratterizzato da un alveo in continua evoluzione. In caso di piena, nella parte montana del bacino, immediatamente ai piedi delle pareti rocciose si evidenzia la presenza di un tratto d'alveo sovralluvionato, caratterizzato da una spiccata tendenza alla sedimentazione; a valle, si ha un'inversione di tendenza e l'erosione raggiunge valori di circa 100 m.. Anche ammettendo che l'erosione reale sia inferiore a quella potenziale, ciò determina sicuramente un abbassamento del fondo dell'alveo e l'erosione al piede dei versanti, con conseguente aumento della probabilità di frana.

A valle del tratto più spiccatamente in erosione e per tutto il tratto cittadino la tendenza generale è alla sedimentazione. L'innalzamento del fondo dell'alveo conseguente all'eccesso di sedimentazione può peggiorare la capacità di smaltimento delle piene di queste sezioni, aumentando così la probabilità di esondazione.

Si evidenziano quindi i seguenti tratti critici:

- Rischio di occlusione dell'alveo causata dall'abbandono del materiale preso in carico e trasportato dal torrente stesso in corrispondenza dell'imbocco del canale di derivazione (quota altimetrica 365 metri s.l.m. circa) che convoglia le acque nella condotta posta pochi metri al di sotto di C.na Beseno. Il punto di possibile occlusione d'alveo è posto pochi metri a Nord del confine comunale tra i comuni di Vercurago e di Erve, ma gli effetti negativi possono potenzialmente ripercuotersi anche nel territorio comunale in esame
- Punto di potenziale occlusione dell'alveo: presenza di un dissesto in atto presso C.na Beseno (quota altimetrica 380 metri s.l.m. circa) con possibile franamento di detrito e roccia

## Comune di Vercurago (Lc)

### **COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO ai sensi della D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e s.m.i.**

- Punto di potenziale esondazione presso la sponda idrografica destra del torrente in corrispondenza del ponte di accesso alla località Folla (quota altimetrica 256 metri s.l.m. circa) a causa dell'assenza di opere di contenimento adeguate
- Tratto compreso fra il ponte di via del Maglio e il ponte Torchino, per potenziali debris-flow, già verificatesi nel 1954 e nel 1958;
- Punto di potenziale esondazione in corrispondenza del ponte di attraversamento che collega Via Gonelli Cioni (Vercurago) con Via Rossi (Calolziocorte), posto alla quota di 229 metri s.l.m. (alveo in roccia).

Specifichiamo che i punti critici precedentemente segnalati sono stati definiti con criterio geomorfologico e con le testimonianze raccolte in loco, senza una valutazione idraulica di dettaglio. Per la definizione della criticità generale del Torrente Gallavesa si faccia riferimento all'allegato 1: "Studio geologico idrogeologico della Conoide del Torrente Gallavesa, ai sensi dell'Allegato 2 della DGR n. 8/7374 del 28 maggio 2008").

#### **Reticolo Idrico Minore:**

Poiché non è disponibile la toponomastica dei corsi d'acqua identificati come appartenenti al reticolo minore, si è deciso di contraddistinguere i due torrenti riconosciuti con lettere progressive, A e B (vedi Tav.2, Carta d'individuazione del Reticolo Idrografico Comunale e relative face fluviali).

#### Torrente A (passante per Somasca)

Il torrente contraddistinto con la lettera "A", nel suo tratto iniziale raccoglie la maggior parte delle acque di drenaggio della zona a debole pendenza di località Beseno, nonché le acque di ruscellamento del versante meridionale del M.te Mudarga (il "Pizzo").

La porzione di monte del torrente non è sede di scorrimento di acqua superficiale, ma già poche decine di metri sotto l'origine (quota altimetrica 350 metri s.l.m. circa) si osserva la presenza di un tubo in cls del diametro di circa 70 cm posto al di sotto della strada bianca che passa in fregio al bacino di stoccaggio delle acque pompate dai pozzi idropotabili di valle (tratto intubato circa 10 m). Le testimonianze raccolte in loco indicano un notevole deflusso

Comune di Vercurago (Lc)

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA  
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO  
ai sensi della D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e s.m.i.**

idrico superficiale, proveniente dalla zona pianeggiante di Beseno, in occasione di eventi meteorici rilevanti.

Lo sbocco del tubo in cls avviene all'intersezione del sentiero che porta alla località Somasca; questo tratto è privo di opere di incanalamento e regimazione delle acque torrentizie, in completo stato di abbandono. L'attuale percorso del torrente non è quello originario; infatti, le osservazioni di terreno hanno consentito di appurare lo spostamento dell'asse di drenaggio delle acque torrentizie (avvenuto presumibilmente alcune decine di anni addietro) qualche metro più a sud, in corrispondenza dell'attuale sentiero comunale.

E' proprio questo tratto di torrente, tra la strada carrareccia ed il parcheggio posto a nord del convento dei frati Cappuccini (sede di un antico lavatoio), che richiede urgenti interventi di regimazione (vasca di laminazione).

L'opera di raccolta delle acque provenienti dal sentiero, costituita da un manufatto di presa quadrato di circa 30 cm di lato, appare del tutto inadeguata e intasata dalla vegetazione infestante. Da questo punto in poi (320 metri s.l.m. circa) il torrente è intubato, e non più visibile sino allo sbocco nel lago di Garlate (198 metri s.l.m. circa). Il tratto intubato si estende per una lunghezza di circa 900 metri.

Appare opportuno segnalare la presenza di un tributario torrentizio (tratto "A1"), affluente destro di quello descritto, presso la quota altimetrica di circa 345 metri s.l.m., che raccoglie le acque provenienti da un'opera di captazione secolare ubicata nei pressi del bacino di stoccaggio. Durante i periodi con assenza di precipitazioni meteoriche le acque di deflusso provengono unicamente da questo affluente.

In località Somasca, all'interno dell'edificio sede delle Suore Orsoline, sono presenti due manufatti, di cui uno ispezionabile, che consente di osservare il deflusso del torrente. In occasione dell'ispezione visiva del manufatto sono stati rilevati miasmi maleodoranti riconducibili a scarichi fognari, presumibilmente non autorizzati.

A valle dell'edificio delle Suore Orsoline di Somasca il torrente, sempre intubato, scorre sotto la scaletta che conduce a Somasca, passa nei pressi del parcheggio della biblioteca comunale e defluisce nel centro storico di Vercurago. L'attraversamento sotto la S.P che congiunge Lecco a Bergamo e l'attraversamento sotto la linea ferroviaria, caratterizzano il tratto terminale del torrente.

Torrente B

Il torrente contraddistinto con la lettera “B” è un affluente idrografico destro del torrente Gallavesa. Ha carattere stagionale e trae origine da due sorgenti a carattere discontinuo poste a monte del convento dei Padri Somaschi, alla quota altimetrica di circa 350 metri s.l.m. Nel suo tratto iniziale compreso tra l’origine e la “santella votiva” posta a quota di 290 metri s.l.m. ha un decorso prevalentemente E – W, dopodiché, assume direzione grossomodo N - S.

E’ proprio nei pressi della succitata “santella votiva”, a tergo della quale è stata realizzata un’opera idraulica di raccolta e deflusso delle acque meteoriche, che appare opportuno procedere con interventi di manutenzione periodica, al fine di scongiurare occlusioni e conseguente tracimazione delle acque incanalate.

Poco più a monte è altresì opportuno segnalare la repentina variazione di direzione del torrente in esame (probabilmente di origine antropica), che avviene in corrispondenza del cambio di pendenza posto alla quota altimetrica di 305 metri s.l.m. circa. Anche in questo caso è possibile prevedere che, in occasione di eventi meteorici intensi, la sezione d’alveo non sia in grado di smaltire le acque incanalate. Pertanto, sarebbe opportuno prevedere idonei interventi di regimazione.

Il decorso del torrente in esame nel tratto centrale e terminale (a valle di Via San Martino, sotto quota 290 metri s.l.m.) avviene inizialmente in una vallecchia ben incisa posta pochi metri al di sotto della “santella votiva”, dopodiché tende a disperdersi nella fascia di raccordo tra il versante posto al di sotto di Via San Martino ed il torrente Gallavesa.

Con riferimento all’intero sistema idrografico comunale, si raccomanda altresì, di prevedere ed effettuare periodici interventi manutenzione, pulizia ed esbosco delle ramaglie, nonché del materiale potenzialmente interferente con il naturale deflusso idrico, anche dopo eventi meteorici di particolare rilevanza.

Vale infine la pena di segnalare la presenza di un’opera di adduzione delle acque del T. Gallavesa, alimentante un impianto idroelettrico in disuso. L’opera di derivazione, attualmente priva di funzionalità idraulica, è posta a Nord del confine comunale di Vercurago (q.ta indicativa 370 metri s.l.m., in Calolziocorte), mentre il recapito delle acque avviene nel medesimo torrente a valle di C.na Beseno (centrale idroelettrica posta a q.ta 287 metri s.l.m.).

## **2.6.2 SORGENTI**

Il territorio di Vercurago, data la sua conformazione morfologica ed i suoi caratteri litologici, è piuttosto ricco di sorgenti. Entro i confini comunali ne sono state riscontrate 9, cinque delle quali perenni e quattro temporanee. Tutte le sorgenti hanno portate medio-basse legate al regime pluviometrico. Nessuna è captata.

Tra queste, l'unica con valore storico-naturalistico e portata discreta, è quella posta alla quota di 335 metri s.l.m., sotto la zona pianeggiante di Beseno, raggiungibile dalla "Strada vicinale della Tesa". Le informazioni raccolte in loco indicano che l'opera di captazione della sorgente è stata realizzata addirittura in età romana (vedasi foto 48 e 49).



*foto 48 – interno dell'opera di captazione della sorgente  
posta a valle della zona pianeggiante di Beseno*



*foto 49 – bacino di raccolta della sorgente  
posta a valle della zona pianeggiante di Beseno*

Altre sorgenti perenni di minore importanza sono:

- presso il Santuario di San Gierolamo, alla quota di 355 metri s.l.m. circa. Si tratta di una sorgente che sgorga direttamente dalla roccia, dotata di cisterna di raccolta
- ad est di C.na Beseno, alla quota di 353 metri s.l.m. circa. Si tratta di una sorgente che affiora al contatto roccia-deposito, dotata di una piccola opera di raccolta
- alla testa dell'asta torrentizia che scorre a sud del convento dei Padri Somaschi, alla quota di 353 metri s.l.m. circa. Si tratta di due sorgenti che affiorano al contatto roccia-deposito, in corrispondenza di un lavatoio

Infine, le sorgenti a carattere temporaneo riconosciute sono:

- alla base del muro di controripa presso l'ingresso all'ex sanatorio, alla quota di 262 metri s.l.m. circa. Si tratta di una sorgente non visibile, di cui si nota la presenza poiché scorre un piccolo rigagnolo alla base del muro.
- a fianco della scalinata della Foppa, alla quota di 250 metri s.l.m. circa. Si tratta di una sorgente che affiora nel deposito, priva di opera di captazione
- nei pressi di Via del Poggio, su pendio a discreta pendenza, alla quota di 269 metri s.l.m. circa. Si tratta di una sorgente che affiora nel deposito, priva di opera di captazione
- poco a monte della scalinata che porta a Somasca, su pendio a discreta pendenza, alla quota di 269 metri s.l.m. circa. Si tratta di una sorgente che affiora nel deposito, priva di opera di captazione

Facciamo notare come l'assetto idrogeologico del sottosuolo nel Comune di Vercurago determini un allineamento principale di sorgenti e venute d'acqua occasionali poste alla quota di circa 260 m s.l.m., alla base del versante; ciò si spiega con il netto contrasto di permeabilità che si crea tra i depositi di versante e le zone di valle, caratterizzate da roccia subaffiorante con livelli di permeabilità ridotta. La presenza dell'acquicludo determina la nascita delle scaturigini.

### 2.6.3 POZZI

Nel territorio comunale sono presenti anche due pozzi idropotabili, posti entrambi nella zona perilacuale, distanti circa 100 metri.

Il primo pozzo, denominato "Pozzo vecchio", è posto in Via Lungolago A. Moro:

#### **SCHEDA A – POZZO VECCHIO**

STATO	Attivo
UBICAZIONE	Vercurago Coordinate 1532583,65; 5072974,83 Località: Lungo Lago Via Aldo Moro
USO	Pubblico idropotabile
QUOTA (m s.l.m.)	201 circa
PROFONDITÀ (m da p.c.)	35
LIVELLO STATICO (m)	5
LIVELLO DINAMICO (m)	10
PORTATA MEDIA (l/s)	35
ALTRO	Colonne di rivestimento 300 mm Filtri da 21 a 31 m

[Comune di Vercurago \(Lc\)](#)

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA  
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO  
ai sensi della D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e s.m.i.**

La stratigrafia del pozzo vecchio rilevata dalla perforazione è così sintetizzabile:

- Da 0 m a 1,0 m: terreno vegetale
- Da 1,0 m a 6,5 m: sabbia fine
- Da 6,5 m a 8,0 m: ghiaia grossa
- Da 8,0 m a 8,5 m: argilla e sabbia
- Da 8,5 m a 12,5 m: ghiaia e sabbia con prima falda d'acqua
- Da 12,5 a 33,0 m: ghiaia e sabbia con seconda falda d'acqua
- Da 33,0 m sino a 35,0 m: argilla



*foto 50 – “Pozzo vecchio” posto presso Lungo Lago Via A. Moro.  
Pozzo pubblico utilizzato a scopo idropotabil*

Il secondo pozzo, denominato pozzo Monte Pizzo o “Pozzo nuovo”, è posto in Via Monte Pizzo, è stato realizzato il 28 luglio 1976:

**SCHEDA B – POZZO MONTE PIZZO O POZZO NUOVO**

STATO	Attivo
UBICAZIONE	Vercurago Coordinate 1532624,97; 5072869,96 Località: Via Adda (parcheggio)
USO	Pubblico idropotabile
QUOTA (m s.l.m.)	205,5 circa
PROFONDITÀ (m da p.c.)	43,10
LIVELLO STATICO (m)	10,50
LIVELLO DINAMICO (m)	10,80
PORTATA MEDIA (l/s)	50/60
ALTRO	Colonne di rivestimento 500 mm Filtri da 27 a 42,80 m

La stratigrafia del pozzo vecchio rilevata dalla perforazione è così sintetizzabile:

- Da 0 m a 6,0 m: ghiaia grossa
- Da 6,0 m a 12,0 m: sabbia fine con un piccolo strato di ghiaia
- Da 12,0 m a 14,0 m: trovante grosso
- Da 14,0 m a 17,0 m: ghiaia grossa
- Da 17,0 m a 18,0 m: trovante
- Da 18,0 a 33,0 m: ghiaia grossa
- Da 33,0 m sino a 35,0 m: ghiaia e limo
- Da 35,0 m sino a 43,0 m: ghiaia grossa
- Da 43,0 m sino a 43,1 m: argille cenere



*foto 51 – “Pozzo monte pizzo o pozzo nuovo” posto presso il parcheggio di Via Adda.  
Pozzo pubblico utilizzato a scopo idropotabil*

L'acqua emunta da entrambi i pozzi è pompata al serbatoio di stoccaggio ubicato sul pendio posto ai piedi della zona pianeggiante di Beseno, da dove, per caduta, fornisce il sistema idrico comunale.

I dati illustrati sono stati forniti dal Responsabile dell'Ufficio Tecnico Comunale, Arch. Claudio Consonni.

Oltre ai pozzi pubblici, è stata rilevata la presenza di tre pozzi privati non attivi, collocati rispettivamente entro lo stabile delle Suore Orsoline di Somasca, nel giardino di proprietà dell'Arch. Calegari in Via del Poggio e nella zona pianeggiante di Beseno.

#### **2.6.4 ASSETTO IDROGEOLOGICO E PERMEABILITÀ DEI TERRENI**

Vercurago presenta caratteri fisiografici e litologici piuttosto differenziati, conseguentemente l'assetto idrogeologico del sottosuolo è variegato. La **permeabilità**, o più correttamente **conducibilità idraulica**, definisce l'attitudine di una roccia o di un terreno a "condurre" acqua (in altre parole a lasciarsi attraversare dall'acqua). Essa dipende da diversi fattori, che sono però principalmente riconducibili alla **porosità**, cioè alla quantità di vuoti comunicanti all'interno della roccia o del terreno. La permeabilità primaria è per porosità, caratteristica intrinseca del materiale dipendente dalle sue proprietà litologiche; al contrario la permeabilità secondaria deriva da modificazioni apportate successivamente al materiale stesso (ad esempio fratture dovute a movimenti tettonici).

Lungo i versanti montani caratterizzati da roccia affiorante o subaffiorante la circolazione idrica avviene prevalentemente in roccia, ed è perciò influenzata dalla permeabilità primaria e secondaria delle formazioni presenti, dagli elementi strutturali e dai circuiti carsici, tutti fattori che nel territorio comunale sono presenti.

La porzione collinare e l'ambito rivierasco del territorio comunale è invece interessato da coperture superficiali alluvionali, fluvio-glaciali o di versante, con permeabilità strettamente dipendente dalla porosità del deposito.

La suddivisione del territorio sulla base di classi di permeabilità è fondamentale per comprendere l'assetto idrogeologico di massima del sottosuolo, e soprattutto per identificare gli ambiti in cui la vulnerabilità degli acquiferi è maggiore. Una più alta permeabilità, infatti, significa una maggiore attitudine delle rocce e dei terreni a trasportare l'acqua, ma anche eventuali sostanze contaminanti.

In particolare quattro sono le unità idrogeologiche differenziate in funzione della permeabilità, due per il substrato roccioso, due per le coperture superficiali.

SUBSTRATO ROCCIOSO

1. PERMEABILITÀ MEDIA: le zone con affioramento di **calcari, calcari marnosi e calcari selciferi** che hanno valori di permeabilità media ( **$10^{-3}$  e  $10^{-5}$  cm/s**); in questi ambiti si ha una certa propensione all'assorbimento delle acque meteoriche
2. PERMEABILITÀ DA MEDIA A RIDOTTA: le zone con affioramenti rocciosi di arenaria o di argillite o gli ambiti con roccia subaffiorante che hanno valori di permeabilità da media a ridotta ( **$10^{-5}$  e  $10^{-7}$  cm/s**).

DEPOSITI SUPERFICIALI

- a. PERMEABILITÀ ELEVATA: ambiti caratterizzati da depositi alluvionali, depositi glaciali/fluvioglaciali, falde detritiche. Si tratta di depositi prevalentemente grossolani, con percentuali di frazioni fini da scarse ad assenti, con valori di permeabilità compresi **tra  $10^{-1}$  e  $10^{-2}$  cm/s**.
- b. PERMEABILITÀ MEDIA: ambiti caratterizzati da depositi eterogenei con frazioni fini (di versante); si possono associare a valori di conducibilità idraulica in un range piuttosto variabile, compresi **tra  $10^{-3}$  e  $10^{-5}$  cm/s**.

## **2.6.5 CARTOGRAFIA TEMATICA**

La Tavola 4 (Carta Idrografica e Idrogeologica) illustra i principali elementi idrografici e idrogeologici del territorio comunale. Essa in particolare rappresenta:

- Il reticolo idrografico, suddividendo i corsi d'acqua del *Reticolo Idrico Principale* (di cui alla D.G.R. 13/13950 allegato A) da quelli del *Reticolo Idrico Minore* (di cui alla medesima D.G.R., allegato B). Ad ognuno dei corsi d'acqua è associato un codice identificativo che è mutuato direttamente dallo studio del reticolo idrico comunale, redatto nel novembre 2007 dal Dott. Geol. Alessandro Chiodelli e dal Dott. Geol. Enrico Mosconi (cfr. Bibliografia). Sono inoltre indicati anche gli ambiti critici del Reticolo Idrico Minore, ma non le fasce di rispetto dei corsi d'acqua (vincolo di polizia idraulica), che sono invece visibili nella Carta dei Vincoli.
- Gli elementi riconosciuti nello studio del reticolo idrico comunale privi di fasce di rispetto, ed in particolare la derivazione superficiale disattivata sul Torrente Gallavesa.
- Le sorgenti ed i pozzi, distinguendo le captazioni ad uso idropotabile dalle emergenze idriche non captate, oppure captate per uso privato.

Sono inoltre mutuati dalla Carta Geomorfologica i fenomeni ed i dei depositi legati all'azione delle acque. In aggiunta, in questa tavola, è stata indicata anche la direzione preferenziale di scorrimento delle acque di potenziale esondazione dai torrenti, stabilita con criterio morfologico e sugli eventi storici pregressi, con particolare riferimento all'alluvione del novembre 2002.

Inoltre, suddivide il comune in classi di permeabilità:

- media in roccia per calcari, calcari selciferi e calcari marnosi
- da media a ridotta in roccia per arenarie, argilliti e zone con roccia subaffiorante
- alta in terreno per i depositi alluvionali, fluvio-glaciali/glaciali e le falde di detrito
- media in terreno per i depositi di versante

Infine, ubica i pozzi rilevati sul territorio, distinguendo quelli captati ad uso idropotabile (che dispongono di una fascia di rispetto e di una zona di tutela assoluta) da quelli captate per altri usi o inattivi. Lo stesso è stato fatto per le sorgenti.

## **2.7 LINEAMENTI LITOTECNICI**

### **2.7.1 INQUADRAMENTO GEOTECNICO E CARTOGRAFIA TEMATICA**

La Carta Litotecnica prodotta suddivide il territorio comunale sulla base delle caratteristiche geomeccaniche delle rocce e geotecniche dei terreni presenti. È evidente, quindi, come questa carta assuma una particolare rilevanza da un punto di vista applicativo, anche se occorre ricordare che essa non sostituisce in alcun modo le indagini geognostiche puntuali da eseguirsi per i vari interventi edificatori sul territorio.

La Carta Litotecnica, che è strettamente correlata alla Carta Geolitologica, non può che fornire una caratterizzazione geotecnica di massima, che per forza di cose non può tener conto di una serie di fattori quali variabilità laterale delle facies e delle diverse litologie, differenti spessori della coltre di alterazione e del regolite sul substrato roccioso, presenza di organi geologici, tettonizzazione delle rocce, cavità carsiche e via discorrendo.

Nella carta litotecnica viene riportata la suddivisione delle rocce e dei terreni in funzione dei principali parametri geotecnici. I terreni sono definiti dal peso di volume ( $\gamma$ ), dall'angolo di attrito ( $\phi$ ), dalla coesione ( $c$ ) e dal modulo elastico/edometrico ( $E$ ); le rocce dal loro grado di fratturazione (% RQD), dal peso di volume ( $\gamma$ ), dall'angolo di attrito ( $\phi$ ) e dal modulo elastico ( $E$ ).

È bene da subito precisare che questa caratterizzazione è puramente indicativa ed interpretativa; come tale non può sostituire le indagini geologiche-geotecniche di approfondimento necessarie per supportare adeguatamente la progettazione, come peraltro prescritto dalla normativa vigente (D.M. 14 gennaio 2008 norme tecniche per le costruzioni).

Il territorio di Vercurago è caratterizzato dalle seguenti unità litotecniche:

**Calcari, calcari selciferi e calcari marnosi:** si tratta di formazioni rocciose calcaree, in strati decimetrici compatti, localmente interessati da fratturazione (come ad esempio in loc. San Girolamo), che affiorano lungo il margine settentrionale del Comune, dalla Rocca dell'Innominato alle pendici del Monte Mudarga. Le proprietà geomeccaniche della roccia sono così riassumibili:



PARAMETRI  
CARATTERISTICI

- $\gamma = 2,1 - 2,3 \text{ t/mc}$
- $\phi > 35^\circ$
- $E > 5.000 \text{ t/mq}$
- $RQD = 30 - 70\%$

**Argilliti e arenarie:** si tratta delle formazioni rocciose, sottilmente stratificate e piuttosto fissili e fratturate, che affiorano discontinuamente nel settore centro-meridionale del territorio comunale, in particolare lungo la valle del Torrente Gallavesa.



PARAMETRI  
CARATTERISTICI

- $\gamma = 2,0 - 2,2 \text{ t/mc}$
- $\phi > 33^\circ$
- $E > 3.000 \text{ t/mq}$
- $RQD = 0 - 50\%$

**Roccia subaffiorante:** sono zone di corollario agli ambiti di affioramento del substrato roccioso, ove si notano sottili e discontinue coltri superficiali eluvio-colluviali di ricoprimento.

PARAMETRI CARATTERISTICI DELLE COPERTURE

- $\gamma = 1,8 - 1,9 \text{ t/mc}$
- $\phi = 22 - 25^\circ$
- $c = 1 - 5 \text{ t/mq}$
- $E = 500 - 1.000 \text{ t/mq}$

PARAMETRI CARATTERISTICI DELLA ROCCIA

Per i parametri caratteristici della roccia si faccia riferimento alle indicazioni riportate precedentemente.

**Depositi eterogenei con frazioni fini (depositi di versante):** si tratta di depositi di versante piuttosto eterogenei, costituiti da clasti spigolosi bacinali (a composizione prevalentemente carbonatica), immersi in matrice argillosa, limosa e/o sabbiosa. Superiormente sono ricoperti, pressochè in continuità da coltri prevalentemente coesive (colluvio), mentre alla base sono sovrapposti al substrato roccioso oppure, in particolare nella fascia collinare superiore, ai depositi glaciali/fluvioglaciali.



**PARAMETRI  
CARATTERISTICI**

- $\gamma = 1,8 - 1,9 \text{ t/mc}$
- $\phi = 25 - 30^\circ$
- $c = 0 - 10 \text{ t/mq}$
- $E = 500 - 2.000 \text{ t/mq}$

**Depositi grossolani (glaciali/fluvioglaciali, alluvionali, falde detritiche):** si tratta di depositi costituiti in prevalenza da frazioni grossolane (blocchi, ghiaie) di varia pezzatura e vario gradi di arrotondamento con sabbia; le frazioni fini, limo-argillose, sono scarse o assenti. Superiormente sono ricoperti, pressochè in continuità da coltri prevalentemente coesive (colluvio) di spessore variabile.

Questi depositi si collocano lungo i tratti meno acclivi della valle del Torrente Gallavesa (depositi alluvionali attuali/recenti), nella piana posta a monte della loc. Somasca (depositi glaciali/fluvioglaciali), allo sbocco delle valli nell'ambito rivierasco del Lago di Garlate (conoidi alluvionali), ed alla base delle pareti rocciose instabili (falde detritiche).

**PARAMETRI CARATTERISTICI**

- $\gamma = 2,0 - 2,2 \text{ t/mc}$
- $\phi = 29 - 35^\circ$
- $c = 0 - 2 \text{ t/mq}$
- $E = 2.000 - 5.000 \text{ t/mq}$

### **Riporti antropici**

Si tratta di depositi conseguenti all'azione di rimaneggiamento antropico (rimodellamento morfologico dei terreni, riporti, rilevati ferroviari). Per questa unità litotecnica, superficiale, di spessore variabile, non vengono riportati i parametri geotecnici vista l'estrema eterogeneità e variabilità composizionale del deposito.

La Carta Litotecnica mostra anche l'ubicazione delle principali indagini geologiche (messe a disposizione dall'Ufficio Tecnico comunale cfr. bibliografia) utilizzate nel presente lavoro, per acquisire ulteriori dettagli sui caratteri litotecnica del territorio. Sono indicate in rosso le prove penetrometriche dinamiche ed in blu le stratigrafie di sondaggio.

Sono inoltre evidenziate le faglie e fratture importanti (così come nella Carta Geolitologica), perché occorre tener presente che i lineamenti tettonici possono localmente diminuire le caratteristiche geomeccaniche delle rocce che tagliano, a causa dell'apertura di discontinuità (faglie parassite, fratture, giunti tettonici, cataclasi delle rocce).

## **2.8 ANALISI DEL RISCHIO SISMICO**

### **2.8.1 RISPOSTA SISMICA LOCALE**

L'emanazione dei criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica, in applicazione dell'art. 57 della L.R. 11 marzo 2005 n. 12, rende necessario l'adeguamento dello studio geologico comunale alle nuove direttive volte alla prevenzione del rischio idrogeologico e sismico (D.G.R. 28 maggio 2008 n. 8/7374).

In particolare l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 23 marzo 2003 e s.m.i., riguardante i "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", ha classificato ogni singolo comune del territorio nazionale in una delle 4 zone a diverso rischio sismico; tale macrozonazione è fondata sui periodi di ritorno degli eventi tellurici.

Al comune di Vercurago è stata attribuita la zona 4, ovvero quella a minore pericolosità sismica.

A partire dalla data di emanazione della succitata Ordinanza è in vigore quindi la classificazione sismica del territorio nazionale, così come successivamente deliberato dalle singole regioni. La Regione Lombardia, con D.G.R. n. 14964 del 7 novembre 2003, ha preso atto della classificazione della citata Ordinanza 3274/03.

I criteri attuativi della L.R. 12/05 contengono, oltre alle linee guida per la predisposizione della componente geologica, anche gli indirizzi per la definizione della componente sismica, in aderenza alle disposizioni dell'ordinanza di cui sopra. Tali criteri, per quanto concerne alla parte sismica, riguardano la definizione della microzonazione del territorio comunale.

La Legge Regionale prevede tre livelli di approfondimento, di seguito sintetizzati:

#### 1^ livello (Fase pianificatoria)

Riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche (cartografia di inquadramento), sia di dati esistenti.

Questo livello, obbligatorio per tutti i Comuni, prevede la redazione della Carta della pericolosità sismica locale, nella quale deve essere riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo in grado di determinare gli effetti sismici locali (aree a pericolosità sismica locale - PSL).

2^ livello (Fase pianificatoria)

Caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi nelle aree perimetrate nella carta di pericolosità sismica locale; ciò fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini determinando il Fattore di Amplificazione (Fa).

Il secondo livello è obbligatorio, per i Comuni ricadenti nelle zone sismiche 2 e 3, nelle aree PSL, individuate attraverso il 1^ livello, suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche e 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, nelle aree suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche (Z3 e Z4), nel caso di costruzioni strategiche e rilevanti ai sensi della d.g.r. n. 14964/2003; ferma restando la facoltà dei Comuni di estenderlo anche alle altre categorie di edifici.

3^ livello (Fase progettuale)

Definizione degli effetti di amplificazioni o instabilità o cedimenti tramite indagini e analisi più approfondite.

Il 3^ livello è obbligatorio anche nel caso in cui si stiano progettando costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, sociali essenziali.

## **2.8.2 CARTOGRAFIA TEMATICA**

La Carta della Pericolosità Sismica Locale, redatta alla scala 1:2.000, è finalizzata ad individuare le zone ove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica sono, con buona attendibilità, prevedibili, sulla base di osservazioni geologiche, dei dati disponibili di una determinata (cartografia topografica di dettaglio, cartografia geologica e dei dissesti ed i risultati di indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche).

Tale elaborato costituisce di fatto l'approfondimento di carattere qualitativo di primo livello a supporto della pianificazione in zona sismica.

Comune di Vercurago (Lc)

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA  
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO  
ai sensi della D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e s.m.i.**

Di seguito sono descritti gli scenari di pericolosità sismica individuati nel territorio comunale di Vercurago e riportati in carta.

*Z1a: zone caratterizzate da movimenti franosi attivi soggette ad instabilità; ci si riferisce in particolare:*

- al versante meridionale del Monte Mudarga ed alle pareti rocciose prossimali a loc. San Girolamo ove è presente il rischio di caduta massi
- gli ambiti posti a monte della loc. Folla e in loc. Cascina Beseno soggetti a franosità superficiale diffusa
- la zona di cascina Beseno caratterizzata da frane attive con sviluppo di detrito di falda

*Z1b: zone caratterizzate da movimenti franosi quiescenti; sono segnalati in carta due perimetri posti ad ovest del Santuario di San Girolamo.*

*Z3a: zona di ciglio  $H > 10$  m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica); in particolare segnaliamo le scarpate presenti in loc. San Girolamo e quelle in loc. Cascina Beseno.*

*Z3b: zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo, appuntite – arrotondate, soggette ad amplificazioni topografiche; ricade in tale classe l'ambito sommitale della Rocca dell'innominato e di loc. San Girolamo.*

*Z4b: zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre; ricadono in tale classe*

- le conoidi detritiche attive presenti lungo il versante meridionale del Monte Mudarga e la conoide detritica quiescente a valle di loc. San Girolamo
- la conoide alluvionale relitta in loc. Somasca
- l'intera fascia perilacuale compresa tra le rive del lago di Garlate e l'ambito pedecollinare

Comune di Vercurago (Lc)

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA  
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO  
ai sensi della D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e s.m.i.**

*Z4c: zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche); ricade in tale classe la piana tra la loc. Monega e Cascina Beseno.*

Conseguentemente, si fa presente che:

1. ci si è limitati al primo livello di approfondimento in quanto il comune di Vercurago appartiene alla zona sismica 4, ed allo stato attuale non prevede la realizzazione di costruzioni strategiche e rilevanti ai sensi del Decreto n. 19904 del 21 novembre 2003 in aree PSL Z3 e Z4 (fermo restando la facoltà dei Comuni di estenderlo anche alle restanti categorie di edifici).
2. per le aree PSL Z1 non è prevista l'applicazione del secondo livello, ma il passaggio diretto al terzo livello di approfondimento quantitativo; in tali aree, oltre alle costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie, la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, sociali essenziali, devono essere definiti gli effetti di amplificazione tramite indagini e analisi più approfondite (a tal proposito si rimanda all'allegato 5 dei criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art.57 della L.R. 11 marzo 2005 n.12).
3. qualora si prevedessero costruzioni strategiche e rilevanti ai sensi del Decreto n. 19904 del 21 novembre 2003 in aree PSL Z3 e Z4, dovrà essere effettuata la caratterizzazione semiquantitativa degli effetti di amplificazione attesi nelle aree perimetrate nella carta di pericolosità sismica locale, che fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione (approfondimento di secondo livello).
4. gli approfondimenti non devono essere eseguiti in quelle aree che, per situazioni geologiche, geomorfologiche e ambientali o perché sottoposte a vincolo da particolari normative, siano considerate inedificabili, fermo restando tutti gli obblighi derivanti dall'applicazione di altra normativa specifica.

Le aree PSL Z1, ossia quelle effettivamente o potenzialmente interessate da movimenti franosi con diverso stato di attività, sono interamente comprese nella classe di fattibilità 4.

## **3.0 CARTOGRAFIA DI VINCOLO E PROPOSTA**

### **3.1 VINCOLI GEOLOGICI**

#### **3.1.1 INQUADRAMENTO**

La Carta dei Vincoli, redatta alla scala dello strumento urbanistico comunale (1:2.000), ha lo scopo di individuare le aree soggette a particolari limitazioni d'uso di carattere geologico (ed eventualmente ambientale). Nello specifico sono indicati i seguenti vincoli:

- vincolo di polizia idraulica (Torrente Gallavesa e Reticolo Idrico Minore): fasce di rispetto dei corsi d'acqua (10 e 4 m dalle sponde) in base al D.g.r. n. 7/7868
- aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile: in base al D.Lgs. 152/2006 "Norme in materia ambientale"

Come per la cartografia di sintesi, anche per quella dei vincoli può verificarsi la contemporaneità delle due situazioni di limitazione (vincolo di polizia idraulica e fasce di salvaguardia delle captazioni idropotabili). In questi casi, la carta rappresenta la simultaneità di più vincoli ricorrendo a sovrapposizioni di retini e colori o utilizzando altri artifici grafici.

#### **3.1.2 VINCOLO DI POLIZIA IDRAULICA**

Il Reticolo Idrico Minore di Vercurago è stato redatto nel novembre 2007 dal Dott. Geol. Alessandro Chiodelli e dal Dott. Geol. Enrico Mosconi, ai sensi del D.G.R. 25/01/2002 n. 7/7868 e s.m.i.. La definizione del reticolo idrico principale e minore, delle fasce di rispetto e delle relative norme di attuazione, sono quindi tratte direttamente dallo studio citato (cfr. Bibliografia).

Il vincolo derivante dal riconoscimento del reticolo idrico principale e minore è limitato alle pertinenze dei corsi d'acqua. Le fasce di rispetto dei corsi d'acqua hanno ampiezza diversa per il reticolo idrico principale e per quello minore. Infatti, come accennato, mentre per il Torrente Gallavesa (principale) hanno un'ampiezza pari a 10 metri, la fascia di rispetto dei torrenti del reticolo minore ("A" e "B"), è ridotta a metri 4.

Di seguito si elencano gli articoli salienti facenti parte delle NTA del reticolo idrico Minore.

## **ART. 2 - INDIVIDUAZIONE DELLE FASCE DI RISPETTO DEI CORSI D'ACQUA**

Su ambedue le sponde dei corsi d'acqua, del reticolo idrico principale e minore, è istituita una fascia di rispetto tenendo conto:

- delle aree storicamente soggette ad esondazioni,
- delle aree interessabili da fenomeni erosivi e di divagazione dell'alveo,
- della necessità di garantire una fascia di rispetto sufficiente a consentire l'accessibilità al corso d'acqua ai fini della sua manutenzione, fruizione e riqualificazione ambientale.

Per la determinazione delle fasce di rispetto valgono le seguenti indicazioni:

1. La fascia di rispetto dei corsi d'acqua non arginati dev'essere misurata a partire dalla sommità della sponda incisa
2. Nel caso di corsi d'acqua con sezione bagnata molto piccola rispetto alla sezione dell'alveo la misura della fascia può essere calcolata con riferimento alla linea individuata dalla piena ordinaria o dal limite di erosione.
3. In presenza di arginature la distanza di rispetto deve intendersi misurata dal piede arginale esterno.
4. Nel caso, invece, di tratti intubati o tombinati la fascia dovrà essere calcolata dal diametro esterno del tubo o dal limite esterno del condotto.

L'onere di accertare sul campo le distanze spetterà al proponente del progetto, e comunque tale misurazione dovrà essere soggetta a controllo del preposto ufficio comunale. La fasciatura, oltre a garantire la conservazione delle funzioni biologiche caratteristiche dell'ambito ripariale, servirà a mantenere la piena efficienza delle sponde e la funzionalità delle opere idrauliche, e a facilitare le operazioni di manutenzione delle stesse.

### **ART. 2.a - CORSI D'ACQUA APPARTENENTI AL RETICOLO IDRICO PRINCIPALE**

... sono istituite le seguenti fasce di rispetto, su ambedue le sponde, della larghezza di:

- metri 10 per fabbricati e scavi
- metri 4 per piantagioni e smovimento del terreno

Nelle suddette fasce di rispetto vigono le prescrizioni di cui all'art.96 del R.D. 25 luglio 1904, n.523.

Tale fascia di rispetto può essere ridotta o annullata, sentiti gli Enti competenti, nelle zone appartenenti al centro edificato, come definito dall'art.18 della Legge 22/10/1971, n.865, ovvero le aree che al momento dell'approvazione delle presenti norme siano edificate con continuità, compresi i lotti interclusi ed escluse le aree libere di frangia, con l'obbligo, per il soggetto beneficiario della deroga, di garantire la manutenzione ordinaria del corso d'acqua. Laddove sia necessario procedere alla delimitazione del centro edificato ovvero al suo aggiornamento, l'amministrazione comunale procede all'approvazione del relativo perimetro.

La previsione di interventi nella fascia di rispetto, anche all'interno del perimetro urbano, dovrà essere coordinata e subordinata alle determinazioni della Competente Sede Territoriale della Regione Lombardia.

Le opere esistenti che risultassero a distanza minore di quelle indicate sono tollerate, qualora non rechino un riconosciuto pregiudizio, ma giunte a deperimento, conseguente al quale è necessario provvedere alla loro parziale o totale demolizione, non possono essere surrogate fuorché alle distanze sopra stabilite.

#### **ART. 2.b - CORSI D'ACQUA APPARTENENTI AL RETICOLO IDRICO MINORE**

Per i corsi d'acqua appartenenti al Reticolo minore, individuato secondo le direttive dell'allegato B alla Deliberazione di Giunta Regionale 25/01/2002, n.7/7868, è istituita una fascia di rispetto, su ambedue le sponde, della larghezza di

- metri 4.

Tale fascia ha scopo prevalentemente manutentivo e cautelativo.

Le opere esistenti che risultassero a distanza minore di quelle indicate sono tollerate, qualora non rechino un riconosciuto pregiudizio, ma giunte a deperimento, conseguente al quale è necessario provvedere alla loro parziale o totale demolizione, non possono essere surrogate fuorché alle distanze sopra stabilite.

Ogni richiesta di intervento consentita dalla presente normativa, che interessi la fascia di rispetto dei corsi d'acqua del reticolo minore, dovrà essere concessa od autorizzata dal Comune.

[Ndr...]

#### **ART. 3 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO: RETICOLO IDRICO MINORE**

Nella definizione delle attività vietate nelle fasce di rispetto si dovrà porre particolare attenzione agli indirizzi specificatamente indicati dalla D.G.R.n.7/7868, ed in ogni caso:

- salvaguardare l'occupazione o la riduzione delle aree di espansione e di divagazione dei corsi d'acqua al fine della moderazione delle piene;
- vietare le nuove edificazioni e i movimenti di terra nelle fasce indicate nel precedente art. 2.b;
- disciplinare la tombinatura dei corsi d'acqua, ai sensi dell'art.115 del D.Lgs.152/2006.

Più nel dettaglio, nelle fasce di rispetto sono applicate le seguenti disposizioni.

1. È vietato lo scarico di materiale inerte o di qualsiasi genere in alveo o nelle zone di pertinenza dei corsi d'acqua.
2. È vietata qualunque opera o fatto che possa alterare lo stato, la forma, le dimensioni, la resistenza e la convenienza all'uso, cui sono stati destinati gli argini e loro accessori e manufatti attinenti.

3. È vietato qualsiasi tipo di edificazione; per edificazione va inteso qualunque tipo di fabbricato per il quale siano previste opere di fondazione anche se in sotterraneo. Saranno consentiti solamente:
  - interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria dei fabbricati esistenti senza aumento di volumetria (restauro conservativo), così come definiti dall'art.27, comma 1, lettere a), b) e c) della L.R. 12/2005;
  - opere attinenti alla corretta regimazione dei corsi d'acqua, alla regolazione del deflusso di magra e di piena, alle derivazioni ed alle captazioni per approvvigionamento idrico e per il trattamento delle acque reflue;
  - opere necessarie all'attraversamento viario e funzionali alle pratiche agricole meccanizzate, ed alla realizzazione di opere di protezione e salvaguardia della sicurezza da rischi accidentali; interventi di sistemazione a verde, con percorsi pedonali e ciclabili, ma senza attrezzature fisse, e tali da non interferire con periodiche operazioni di manutenzione e pulizia dei corsi d'acqua.
4. È vietata la tombinatura dei corsi d'acqua ai sensi dell'art.115 del D.Lgs. n.152/2006.
5. È vietata l'occupazione o la riduzione delle aree d'espansione e di divagazione dei corsi d'acqua al fine della moderazione delle piene.
6. Il posizionamento in alveo di infrastrutture longitudinali che ne riducano la sezione.
7. Il posizionamento di infrastrutture di attraversamento che comportino una riduzione della pendenza del corso d'acqua mediante l'utilizzo di soglie di fondo.
8. È vietato qualsiasi tipo di recinzione od interclusione alla fascia di rispetto, all'uopo si precisa che le recinzioni in muratura con fondazioni sono assimilate ai fabbricati, mentre quelle semplicemente infisse nel terreno sono assimilate alle piantagioni (D.G.R.n.7633 del 08/04/1986).
9. Lo stazionamento del bestiame sugli argini e loro dipendenze.
10. La formazione di pescaie chiuse, pietraie ed altre opere per l'esercizio della pesca, con le quali si potrebbe alterare il corso naturale delle acque.
11. Sono vietati gli orti.
12. Lo sradicamento e la combustione di ceppi degli alberi che sostengono le rive dei fiumi e dei torrenti, per una distanza orizzontale non minore di 4 m dalla linea cui arrivano le acque ordinarie.
13. Sono vietati i movimenti di terra che alterino in modo sostanziale e stabilmente il profilo del terreno, con la sola eccezione di quelli connessi ai progetti di recupero ambientale, di bonifica e di messa in sicurezza dal rischio idraulico.
14. In linea generale è vietata la modifica del tracciato del corso d'acqua, se non casi motivati e documentati, previa puntuale e accurata verifica idraulica eseguita da professionista abilitato, che evidenzi come le modifiche di progetto siano tali da non compromettere il deflusso delle

acque; La modifica del tracciato dovrà essere autorizzata dall'A.I.C. (Autorità Idraulica Competente).

Per i corsi d'acqua appartenenti al Reticolo minore di competenza comunale potranno essere altresì consentiti, previa autorizzazione:

15. 1. gli interventi che non siano suscettibili di influire né direttamente né indirettamente sul regime del corso d'acqua.
16. Le difese radenti (ossia senza restringimento della sezione d'alveo e a quota non superiore al piano campagna), realizzate in modo tale da non deviare la corrente verso la sponda opposta né provocare restringimenti d'alveo. Tali opere dovranno essere caratterizzate da pendenze e modalità costruttive tali da permettere l'accesso al corso d'acqua: la realizzazione di muri spondali verticali o ad elevata pendenza potrà essere consentita unicamente all'interno di centri abitati, e comunque dove non siano possibili alternative di intervento a causa della limitatezza delle aree disponibili.
17. Gli attraversamenti (ponti, gasdotti, fognature, tubature e infrastrutture a rete in genere) con luce superiore a m.6 dovranno essere realizzati secondo la direttiva dell'Autorità di Bacino "Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B", paragrafi 3 e 4 (approvata con delibera dell'Autorità di Bacino n.2/1999). Per i manufatti di dimensioni inferiori possono essere utilizzati tempi di ritorno ridotti in relazione alle specifiche esigenze tecniche adeguatamente motivate. La progettazione dovrà comunque attestare che le opere non comportino un aggravamento delle condizioni di rischio idraulico sul territorio circostante per piene superiori a quella di progetto. Le portate di piena dovranno essere valutate secondo le direttive idrologiche di Autorità di Bacino e Regione. In ogni caso i manufatti di attraversamento comunque non dovranno:
  - restringere la sezione mediante spalle e rilevati di accesso;
  - avere l'intradosso a quota inferiore al piano campagna;
  - comportare una riduzione della pendenza del corso d'acqua mediante l'utilizzo di soglie di fondo.

Si rammenta inoltre che non è ammesso il posizionamento di infrastrutture longitudinali in alveo che riducano la sezione; in caso di necessità e di impossibilità di diversa localizzazione le stesse potranno essere interrato. In ogni caso gli attraversamenti e i manufatti realizzati al di sotto dell'alveo dovranno essere posti a quote inferiori a quelle potenzialmente raggiungibili dall'evoluzione morfologica prevista (erosione torrentizia), e dovranno comunque essere adeguatamente difesi dalla possibilità di danneggiamento per erosione del corso d'acqua.

**ART. 4 - RIPRISTINO DI CORSI D'ACQUA A SEGUITO DI VIOLAZIONI IN  
MATERIA DI POLIZIA IDRAULICA**

In caso di realizzazione di opere abusive o difformi da quanto autorizzato, la diffida a provvedere al ripristino potrà essere disposta con apposita Ordinanza Sindacale ai sensi dell'art.14 della Legge 47/85.

**ART. 5 - REGIMAZIONE DELLE ACQUE SUPERFICIALI**

- Le nuove opere di regimazione idraulica (briglie, traverse, argini, difese spondali) previste per i corsi d'acqua (naturali e artificiali) saranno finalizzate al riassetto dell'equilibrio idrogeologico, al ripristino della funzionalità della rete del deflusso superficiale, alla messa in sicurezza dei manufatti e delle strutture, alla rinaturalizzazione spontanea, al miglioramento generale della qualità ecobiologica ed a favorirne la fruizione pubblica. Esse dovranno essere concepite, privilegiando, compatibilmente con la disponibilità della risorsa idrica, le tecniche costruttive proprie dell'ingegneria naturalistica.
- All'interno del corpo idrico è vietata qualunque trasformazione, manomissione, immissione di acque in generale se non meteoriche, e di reflui non depurati in particolare. Sono ammessi solo gli interventi volti al disinquinamento, al miglioramento della vegetazione riparia, al miglioramento del regime idraulico, alla manutenzione delle infrastrutture idrauliche e alla realizzazione dei percorsi di attraversamento.
- Potranno essere realizzati interventi di risanamento o potenziamento dei corsi d'acqua qualora ne venga documentata la necessità, accertata la compatibilità idrica, comprovato il miglioramento nell'assetto del territorio interessato.
- I lavori di ripulitura e manutenzione fluviale dovranno essere eseguiti senza alterare l'ambiente fluviale qualora vi siano insediate specie faunistiche e botaniche protette o di evidente valore paesaggistico.
- Sono ammessi gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria di competenza della Regione Lombardia, dei Consorzi di Bonifica territorialmente competenti.

**ART. 5.a - SOTTOPASSI**

I sottopassi per l'attraversamento delle opere viarie dovranno garantire il mantenimento della sezione preesistente del corso d'acqua, evitandone restringimenti. La sezione dell'alveo a valle dell'attraversamento dovrà sempre risultare maggiore e/o uguale a quello di monte. I sottopassi dovranno essere dotati di idonei manufatti di imbocco e sbocco allo scopo di evitare rigurgiti, malfunzionamenti od erosioni delle sponde in corrispondenza della sezione di collegamento tra il nuovo e l'esistente.

Allo scopo di mantenere la piena efficienza e funzionalità idraulica, questi manufatti dovranno essere dimensionati, oltre che in base alle specifiche esigenze idrauliche ed irrigue, anche in maniera da garantire l'ispezionabilità e il facile svolgimento delle operazioni di manutenzione periodica.

Non potranno essere realizzati sottopassi mediante manufatti a "botte a sifone"; salvo impossibilità tecnica di soluzioni alternative, previa progettazione idraulica di dettaglio, e solo per casi di pubblica utilità.

#### **ART. 5.b - GRIGLIE**

All'imboccatura dei tratti dei corsi d'acqua intubati dovranno essere posti elementi filtranti, o griglie, allo scopo di evitare l'intasamento della tubazione da parte del detrito e del materiale di varia natura raccolto e trasportato dalle acque lungo il percorso a monte. Gli elementi filtranti dovranno essere dimensionati e posizionati in modo da non diminuire la sezione utile di deflusso.

La manutenzione ordinaria delle griglie dovrà prevedere la ripulitura degli elementi filtranti in particolar modo dopo ogni eventuale piena.

#### **ART. 5.c - ARGINI**

I nuovi argini che dovranno essere messi in opera, sia per la realizzazione di eventuali casse di espansione, sia per il rifacimento e miglioramento di quelli esistenti lungo i corsi d'acqua, dovranno essere progettati in modo tale da consentire la fruibilità delle sponde e la facilità del taglio della vegetazione e delle erbe sulle scarpate.

#### **ART. 5.d - CANALIZZAZIONI AGRICOLE (FOSSI E SCOLINE)**

Tutti gli interventi che coinvolgono parti di terreno agricolo dovranno essere volti al mantenimento dell'efficienza delle canalizzazioni, provvedendo in ogni caso al ripristino della loro funzionalità laddove questa risulti essere stata compromessa.

E' vietato interrompere e/o impedire, con la costruzione di rilevati, il deflusso superficiale dei fossi e dei canali nelle aree agricole senza prevedere un nuovo e/o diverso recapito per le acque di scorrimento intercettate.

#### **ART. 5.e - INTUBAMENTI**

Vige il divieto di tombinatura dei corsi d'acqua ai sensi dell'art.115 del D.Lgs. 152/2006 e tutte le operazioni che possano portare all'interramento dei fossi quando non sia previsto uno specifico progetto che garantisca il regolare deflusso delle acque.

Potranno essere consentiti gli intubamenti qualora ne venga documentata la necessità per motivi di incolumità delle persone, igiene e salute pubblica, accertata la compatibilità idraulica e comprovato il miglioramento nell'assetto del territorio interessato. Si potranno consentire modifiche di tracciato,

opere di copertura, sovrappassi, alterazioni delle sponde solo per casi di pubblica utilità, o su specifica richiesta all'A.I.C. (Autorità Idraulica di Controllo).

#### **ART. 5.f - SCARICHI IN CORSI D'ACQUA**

Tra i compiti di polizia idraulica rientra anche l'autorizzazione di scarichi nei corsi d'acqua, sotto l'aspetto della quantità delle acque recapitate.

- L'autorizzazione di scarichi in corsi d'acqua dovrà essere subordinata alla presentazione di uno studio idraulico attestante la capacità del corpo ricettore di smaltire le portate scaricate.
- Il manufatto di scarico dovrà essere eseguito in modo tale che lo scarico avvenga nella medesima direzione di flusso.
- Dovranno essere prevenuti, anche attraverso manufatti specifici, fenomeni di erosione provocati da scarichi in alveo.

Per ulteriori approfondimenti sulla materia si rimanda all'art.12 delle Norme Tecniche di attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico.

#### **ART. 6 - AUTORIZZAZIONI**

Le richieste di autorizzazione all'esecuzione delle opere ammissibili dovranno essere corredate di

1. Relazione tecnica contenente:

- luogo, foglio mappa e mappale dell'area d'intervento
- motivazioni che inducono alla realizzazione dell'opera
- caratteristiche tecniche dell'opera
- assunzione di responsabilità per l'esecuzione e mantenimento delle opere
- relazione geologica – idraulica con verifiche di portata, a firma di un tecnico abilitato
- attestazione che le opere non comportino conseguenze negative sul regime delle acque

2. Elaborati grafici consistenti in:

- estratto mappa originale con indicazione delle opere
- corografia in scala 1:10.000
- estratto del P.R.G. del Comune
- eventuale profilo del corso d'acqua con indicazione delle opere
- sezioni trasversali del corpo idrico (di fatto e di progetto) debitamente quotate
- planimetria progettuale con ubicazione delle opere rispetto a punti fissi e particolari costruttivi delle opere e c.a. se previsti.

#### **ART. 7 - CONCESSIONI**

In caso di occupazione di area demaniale è previsto il pagamento di un canone stabilito dalla Deliberazione di Giunta Regionale 25/01/2002, n.7/7868 (Allegato C) da versare agli Enti competenti.

#### **ART. 8 - SOVRAPPOSIZIONE CON ALTRI VINCOLI**

Eventuali altri vincoli ricadenti nelle fasce di rispetto dei corsi d'acqua del reticolo minore andranno a sovrapporsi a quelli introdotti da questo regolamento.

Le indicazioni contenute nel presente paragrafo hanno valore puramente conoscitivo; in fase di progettazione ed esecuzione di opere sarà pertanto necessario fare riferimento alla normativa completa contenuta nello studio del reticolo idrografico vigente.

#### **3.1.3 AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI IDROPOTABILI**

L'individuazione di queste aree deriva dalla consultazione delle stratigrafie dei pozzi ad uso idropotabile reperite presso l'Ufficio Tecnico comunale, nonché dai dati già presenti in bibliografia.

Nel territorio comunale, come detto, si distinguono due captazioni idropotabili attive ("Pozzo Vecchio" – Lungo Lago Via A. Moro e "Pozzo Monte Pizzo" o "Pozzo Nuovo" – Parcheggio di Via Adda), ognuna dotata di fascia di rispetto avente raggio di 200 m e fascia di tutela assoluta di raggio 10 m. Questi vincoli valgono esclusivamente sui pozzi pubblici sfruttati a fini idropotabili.

In aggiunta ai due pozzi idropotabili menzionati ce n'è un terzo pozzo, triplo, posto nel Comune di Calolziocorte, la cui fascia di rispetto vincola anche una porzione di territorio comunale di Vercurago.

Per quanto riguarda le sorgenti, non vi sono vincoli di salvaguardia, poiché nessuna è captata a fini idropotabili.

Nella **fascia di rispetto** valgono i disposti contenuti nel D.Lgs. 152/2006 "Norme in materia ambientale". In particolare l'art. 94 "*Disciplina di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano*" del D. Lgs. citato, sostituisce il precedente art. 5, comma 5 del D. Lgs. n. 258 del 2000, e al comma 4 stabilisce che "*...nella zona di rispetto*

Comune di Vercurago (Lc)

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA  
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO  
ai sensi della D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e s.m.i.**

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 proveniente 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 quali-quantitative della risorsa idrica;
- h) gestione di rifiuti;
- i) stoccaggio di prodotti ovvero, sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- l) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- m) pozzi perdenti;
- n) 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.

Valgono inoltre le limitazioni contenute nella D.G.R. 10 aprile 2003 n° 7/12693 ed in particolare l'articolo 3 “Disciplina delle zone di rispetto”, comma 3.1 “Realizzazione di fognature” e 3.2 “Realizzazione di opere e infrastrutture di edilizia residenziale e relativa urbanizzazione”:

- 1.1 Realizzazione di fognature. 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 elementi 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 corredato 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.

- 1.2 Realizzazione di opere e infrastrutture di edilizia residenziale e relativa urbanizzazione. 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 abitativa. 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 non è inoltre 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 (stoccaggio di sostanze chimiche pericolose ai sensi dell'articolo 21, comma 5, lettera i, dell'ex D. Lgs. 152/99); 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 nei suoli.

La zona di rispetto può essere ripermetrata con criteri diversi da quello geometrico; tale perimetrazione entra in vigore dopo rilascio di apposita autorizzazione emessa da parte dell'Ente Competente.

Nella **fascia di tutela assoluta** (10 m dalla captazione) la normativa è ancora più restrittiva, poiché di fatto è vietata qualsiasi attività o edificazione; tale area è riservata alle strutture idriche della captazione ed è recintata per impedire qualsiasi accesso non autorizzato.

### **3.1.4 VINCOLI DERIVANTI DALLA PIANIFICAZIONE DI BACINO**

Conformemente a quanto indicato nella D.G.R. 22 maggio 2008, n. 8/7374, nella Carta dei Vincoli è stato riportato il quadro dei dissesti proposto aggiornato, così come indicato nella successiva Carta del Dissesto con legenda uniformata a quella del P.A.I.. Pertanto i vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino riportati sono:

- Fenomeni franosi attivi (Fa)
- Fenomeni franosi quiescenti (Fq)
- Fenomeni franosi stabilizzati/relitti (Fs)
- Aree di conoidi attivi o potenzialmente attivi non protette (Ca)
- Aree di conoidi attivi o potenzialmente attivi parzialmente protette (Cp)
- Aree di conoidi non recentemente riattivatisi (Cn)
- Dissesti attivi puntiformi

Con riferimento alle valanghe, dai sopralluoghi di terreno e gli elementi bibliografici in nostro possesso, non sono state rilevate testimonianze o evidenze della presenza di tale fenomeno.

## **3.2 SINTESI DELLE CRITICITÀ GEOLOGICHE**

### **3.2.1 INQUADRAMENTO**

La Carta di Sintesi definisce gli ambiti del territorio comunale caratterizzati da omogenea pericolosità/vulnerabilità, riferita allo specifico fenomeno che la genera.

Nella D.G.R. 22 maggio 2008, n. 8/7374 sono individuate:

- *le aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti:* zone soggette a problemi di dissesto geomorfologico (frane, colate, soliflusso) connesso a versanti potenzialmente o attivamente instabili
- *le aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico:* ambiti di vulnerabilità per la presenza falde sotterranee e delle emergenze idriche
- *le aree vulnerabili dal punto di vista idraulico:* zone problematiche da un punto di vista dell'esonabilità, del deflusso idrico e del trasporto di detriti torrentizio/fluviale
- *le aree che presentano scadenti proprietà geotecniche:* zone in cui i terreni sono dotati di scarse proprietà geotecniche, o in cui le rocce hanno bassa qualità geomeccanica, con bassi valori di portanza; comprendono anche le interessate da riporti e/o accumuli di materiale
- *gli interventi in aree di dissesto o di prevenzione in aree di dissesto potenziale:* opere realizzate per la mitigazione del rischio; sulla cartografia deve essere evidenziata, quando possibile, la relativa area di influenza e le opere per le quali la corretta e periodica manutenzione è determinante per il mantenimento della piena funzionalità

Ognuna delle categorie elencate prevede delle sottoclassi più specifiche e puntuali, a cui corrispondono poi differenti classi di fattibilità da 3 a 4 nella Carta di Fattibilità Geologica (Paragrafo 3.2 “Indicazioni per l’attribuzione della classe di fattibilità”; Tab. 1 – Classi di

ingresso della D.G.R. 22 maggio 2008, n. 8/7374). Le aree in classe 2 sono prive di criticità e quindi risultano “bianche” nella Carta di Sintesi.

Oltre ad utilizzare gli ambiti standard indicati dai suddetti *Criteri attuativi*, il Professionista può introdurre nuove voci calibrate sulle problematiche specifiche del territorio comunale in esame, stabilendo anche, in condizioni di massima sicurezza, le corrispondenti classi di fattibilità.

### **3.2.2 CARTOGRAFIA DI SINTESI**

La Carta di Sintesi, redatta alla scala 1:2.000 per l'intero territorio comunale, riassume le criticità evidenziate nella cartografia tematica. In particolare gli ambiti di dissesto (frane e conoidi), derivanti dal P.A.I. o proposti in aggiornamento, sono stati sovrapposti (e non integrati) agli altri perimetri, visto che sono aree disciplinate dalle norme di piano del P.A.I., oltre che le norme previste dallo studio geologico.

Nel comune di Vercurago sono state riconosciute le seguenti aree di criticità geologica:

#### **Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti**

- Aree caratterizzate da crolli in roccia attivi (distacco e accumulo): si tratta di zone collocate in corrispondenza o prossimità di scarpate rocciose caratterizzate da frequenti crolli di blocchi per gravità. Questi ambiti si trovano nel comparto settentrionale del territorio, dal confine comunale con Lecco sino a quello con Calolziocorte. In particolare per l'area posta sopra il Viale delle Cappelle (Santuario di San Girolamo) gli scriventi hanno predisposto uno studio di dettaglio per la caduta massi, disponibile presso l'U.T. comunale.
- Aree a pericolosità potenziale per crolli: sono state definite in base all'estensione delle falde di detrito ed alle traiettorie dei massi in caduta secondo dati storici. Sono collocate nella fascia di raccordo tra le pareti rocciose soggette ai crolli e le zone sottostanti a minor pendenza.
- Aree di frana attiva: si tratta degli ambiti già individuati nella cartografia del dissesto, posti nei pressi di C.na Beseno.
- Aree ad elevata fragilità geomorfologica prossime a fenomeni franosi: si tratta dell'ambito di criticità maggiormente rappresentato nella porzione sudorientale del

territorio comunale. Occupa l'intera fascia compresa tra il T. Gallavesa e la zona subpianeggiante di Beseno. Comprende tutte quelle zone dove gli strumenti della pianificazione sovraordinata ed i rilievi di terreno non hanno riconosciuto fenomeni specifici di dissesto né attivi né quiescenti, ma dove le condizioni geomorfologiche (elevata acclività) e litologiche (presenza di coltri colluviali o suoli in condizioni di equilibrio limite, rocce deboli, ecc.) suggeriscono grande attenzione causa la predisposizione intrinseca all'instabilità. Oltre ad essere da mediamente a molto acclivi, queste aree sono normalmente poste in prossimità o nelle vicinanze dei fenomeni franosi attivi (esclusi i crolli) e quiescenti riconosciuti nel territorio comunale.

- Aree di frana quiescente: si tratta degli ambiti già presenti nella cartografia del dissesto. Non sono frequenti nel comune; sono stati individuati ad ovest del Santuario di San Girolamo.
- Aree di frana e franosità superficiale attiva diffusa: zone caratterizzate da movimenti franosi attivi, superficiali, ad elevata pericolosità. Si tratta di fenomeni ben localizzati nel territorio comunale, solitamente di dimensioni contenute, ad eccezione dell'ambito esteso posto sopra la località Folla.
- Aree interessate da trasporto in massa e flusso di detrito su conoide: si tratta di ambiti ad elevata pericolosità in cui si manifesta o si potrebbe verificare il trasporto, ed il successivo abbandono, di materiale detritico. Sono visibili lungo il versante meridionale del M.te Pizzo, ma soprattutto interessano l'intero conoide del T. Gallavesa.
- Aree di percorso potenziale di flussi liquidi e/o di detrito: si tratta di un unico ambito individuato nel territorio comunale, collocato lungo la scalinata che da Somasca porta a P.zza Marconi. In caso di eventi meteorici intensi e persistenti sussistono le condizioni affinché questo ambito possa fungere da via preferenziale di scorrimento di acque non incanalate e detrito.
- Aree a pericolosità potenziale legata a possibilità di innesco di colate in detrito e terreno: si tratta di ambiti ben rappresentati nella porzione medio-collinare del territorio comunale, in cui, causa la pendenza e le litologie riscontrate, potrebbero verificarsi colate di terreno in concomitanza di eventi meteorici intensi e prolungati.

- Aree protette da interventi di difesa efficaci ed efficienti: l'unico ambito ricadente in questa classe è rappresentato dalla porzione di conoide di detrito posto presso Via Italia (civici 36, 38 e 40). In questo caso le opere realizzate (barriera paramassi passiva) proteggono le abitazioni sottostanti dal rischio di caduta massi. Lo stesso non accade per gli edifici limitrofi, per i quali non vi sono presidi di protezione di monte.

#### **Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico**

- Aree di potenziale ricarica degli acquiferi: riguarda l'intera zona di Beseno, caratterizzata da terreni con buona permeabilità e bassa pendenza (subpianeggianti). Questo ambito costituisce il bacino di potenziale ricarica degli acquiferi posti alle quote inferiori.

#### **Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico**

- Aree ad alta pericolosità, comprendenti l'alveo attuale, allagate o potenzialmente allagabili con significativi valori di velocità e altezze d'acqua o con consistenti fenomeni di trasporto solido (H5 e H4 dello studio di pericolosità della conoide del T. Gallavesa). Tale classe comprende anche le aree con difficoltà di drenaggio, da mantenere a disposizione per la realizzazione di interventi di difesa: comprende l'alveo attivo delimitato dalle arginature esistenti, e l'area posta in fregio a via Gonelli Cioni. Inoltre è compreso in tale classe l'ambito, più volte menzionato, interessato in passato dall'esondazione del torrente passante per Somasca. Quest'area, posta a monte dell'abitato, presenta notevoli criticità poiché, in considerazione della sua estrema vulnerabilità, può essere interessata da flussi idrici e solidi anche importanti, come capitato durante l'alluvione del 2002 (vedi par. 2.1 "Ricerca storica"). Questa porzione di territorio comunale deve essere salvaguardata poiché potrebbe essere interessata dalla predisposizione di interventi di difesa del territorio (vasche di laminazione o altro).
- Aree allagabili con minore frequenza e con modesti valori di velocità e altezze d'acqua (H3 dello studio di pericolosità della conoide del T. Gallavesa): sono comprese in questa classe tutte le aree poste in prossimità del Torrente Gallavesa, tra cui la loc. Folla.

- Aree a bassa probabilità di essere coinvolte in eventi alluvionali (H2 dello studio di pericolosità della conoide del T. Gallavesa): Sono individuate in tale classe le aree distali dall'alveo attivo poste a sud di via Maglio in sponda idrografica destra e a valle del rilevato ferroviario in sponda idrografica sinistra.
- Aree caratterizzate da drenaggio difficoltoso delle acque: per questa porzione di territorio, immediatamente sottostante a quella descritta precedentemente, è necessaria un'attenzione particolare, poiché anch'essa è stata interessata dall'alluvione del novembre 2002 e del 1953 (vedi par. 2.1 "Ricerca storica"). L'edificio potenzialmente soggetto al maggior rischio è rappresentato dall'asilo delle suore, poiché è posto proprio alla testa di Via Fredda, nella zona dove il torrente passante per Somasca diviene tombottato (zona ex lavatoio). Interventi di difesa del territorio, da predisporre posti a monte, contribuirebbero indubbiamente a salvaguardare l'edificio pubblico.
- Aree soggette ad esondazione lacuale: occupa l'intera fascia di territorio comunale che si sviluppa in prossimità del Lago di Garlate. Sulla scorta delle evidenze occorse durante l'evento calamitoso del novembre 2002, nonostante il livello lacuale sia controllato dagli sbarramenti artificiali, non è possibile escludere che, in occasione di eventi atmosferici particolarmente intensi, si verificano fenomeni di esondazione tali da raggiungere la quota altimetrica stimata di circa 200 metri s.l.m.

### **3.3 FATTIBILITÀ GEOLOGICA**

#### **3.3.1 INQUADRAMENTO**

La Carta di Fattibilità Geologica è stata riprodotta per l'intero territorio comunale alla scala 1:2.000 e, al fine di consentire l'aggiornamento del mosaico della fattibilità contenuto nel S.I.T. regionale, anche alla scala 1:10.000 su base C.T.R. (Tavola 10).

L'elaborato è stato desunto dalla cartografia di sintesi, illustrata nel paragrafo precedente, attribuendo un valore di classe di fattibilità a ciascun poligono.

Conformemente a quanto disposto nella D.G.R. 22 maggio 2008, n. 8/7374 sono state distinte classi con grado di pericolosità crescente. Il risultato ottenuto è un elaborato che identifica zone con diverso grado di pericolosità e che definisce limitazioni e destinazioni d'uso del territorio.

La Carta della Fattibilità delle Azioni di Piano è disciplinata dalle “Norme Geologiche di Attuazione”, che costituiscono la normativa d'uso (prescrizioni per gli interventi urbanistici, studi ed indagini da effettuare per gli approfondimenti richiesti, opere di mitigazione del rischio, necessità di controllo dei fenomeni in atto o potenziali, necessità di predisposizione di sistemi di monitoraggio e piani di protezione civile).

Nel territorio di Vercurago sono state riconosciute le seguenti classi e sottoclassi di fattibilità:

- Classe 2: fattibilità con modeste limitazioni
- Classe 3: fattibilità con consistenti limitazioni
  - Sottoclasse 3a: aree a pericolosità potenziale legata alla possibilità di innesco di colate in detrito e terreno
  - Sottoclasse 3b: aree caratterizzate da drenaggio difficoltoso delle acque
  - Sottoclasse 3c: aree soggette ad esondazione lacuale
  - Sottoclasse 3d: aree di potenziale ricarica degli acquiferi
  - Sottoclasse 3e: aree protette da interventi di difesa efficaci ed efficienti
  - Sottoclasse 3f, 3f1: aree allagabili con minore frequenza e con modesti valori di velocità e altezze d'acqua

- Classe 4: fattibilità con gravi limitazioni
  - Sottoclasse 4g: aree di frana attiva Fa (rif. art. 9 comma 2 delle NTA PAI)
  - Sottoclasse 4h: aree di frana quiescente Fq (rif. art. 9 comma 3 delle NTA PAI)
  - Sottoclasse 4i: aree di conoide attivo Ca (rif. art. 9 comma 7 delle NTA PAI)
  - Sottoclasse 4l: aree di di conoide quiescente Cp (rif. art. 9 comma 8 delle NTA PAI)

La classe di fattibilità 1 (fattibilità senza limitazioni) non è stata attribuita ad alcuna porzione nel territorio comunale.

### **3.3.2 CARTOGRAFIA DI FATTIBILITÀ**

La classe 4 di fattibilità interessa la maggior parte dei versanti ad elevata acclività, oltre che l'alveo del T. Gallavesa ed un ambito limitato compreso tra P.zza Marconi e la scalinata Caterina Cittadini.

È altresì vero che la classe 4 di fattibilità, nonostante sia ben rappresentata, non è particolarmente penalizzante in quanto interessa prevalentemente le zone poste al di fuori dei centri urbani.

La classe 3 (con consistenti limitazioni), invece, caratterizza prevalentemente l'ambito collinare del territorio comunale e la fascia prossimale al torrente Gallavesa.

In considerazione dell'articolazione e della variabilità del territorio in esame, nell'ambito del presente lavoro è apportata un'ulteriore suddivisione in sottoclassi (siglate con lettere minuscole), per meglio specificare ed evidenziare le problematiche che hanno determinato l'attribuzione di ogni area alla specifica classe di fattibilità.

La classe di fattibilità 2 (con modeste limitazioni) interessa buona parte del centro urbanizzato del comune (ambito a ridosso del lago di Garlate) e la zona collinare posta tra le loc. di Somasca e Beseno. Un limitato lembo di classe 2 caratterizza anche presso la loc. Folla.

## **3.4 QUADRO DEL DISSESTO**

### **3.4.1 PREMESSA**

I rilevamenti di terreno, la consultazione della corposa bibliografia e l'acquisizione delle informazioni già presenti negli strumenti della pianificazione sovraordinata hanno consentito di individuare numerose aree in dissesto sul territorio.

La Carta del Dissesto con Legenda Uniformata P.A.I., redatta in scala 1:10.000 su base C.T.R., è finalizzata ad aggiornare l'Elaborato 2 del P.A.I.; i dissesti contenuti in tale tavola provengono:

- dall'Inventario dei Fenomeni Franosi della Regione Lombardia
- da quanto già esistente nell'Elaborato 2 del P.A.I.
- da quanto derivato del presente studio
- da quanto rilevato in studi già effettuati da altri Professionisti o Enti nel territorio comunale e più in generale da informazioni provenienti dalla bibliografia

Come già riportato in premessa, con la predisposizione del presente studio geologico, il Comune di Vercurago (individuato nell'elenco di cui all'Allegato 13, Tab. 1, della D.G.R. 22 maggio 2008, n. 8/7374 con la sigla "non avviato") si adegua (una volta recepito lo studio stesso negli strumenti urbanistici comunali con le modalità previste dalla L.R. 12/05) ai sensi dell'art. 18 delle N.d.A. del P.A.I.; inoltre il medesimo Comune, derivando nuovi dissesti da altri strumenti, aggiorna il quadro dissesti di cui all'Elaborato 2 del P.A.I..

### **3.4.2 CARTOGRAFIA TEMATICA**

Il territorio di Vercurago, nonostante la limitata estensione areale, è interessato dalla presenza diffusa di dissesti con differente stato di attività: relitti o stabilizzati, quiescenti ed attivi.

Tra i fenomeni franosi principali segnaliamo i dissesti attivi posti lungo le scarpate in destra idrografica del T. Gallavesa, ad est di Folla, e l'ampia fascia sommitale e di versante caratterizzata da crolli e ribaltamenti di massi che decorre con continuità da ovest ad est, dal confine comunale di Lecco a quello di Calolziocorte.

Si rimarca inoltre la presenza dell'ampia conoide, prevalentemente relitta, formata dal T. Gallavesa, su cui insiste buona parte del centro urbanizzato di Vercurago e di quella detritica, quiescente, impostata sul versante acclive che culmina tra Via Roma e Via Italia.

Con riferimento alla conoide del T. Gallavesa, in considerazione dell'intensa urbanizzazione dell'area, delle attività e degli elementi a rischio presenti, nonché del carattere quiescente (R.L.) / attivo (PTCP della Prov. di Lecco) del fenomeno, è stato necessario procedere con uno studio geologico/idraulico di approfondimento e dettaglio (vedasi Allegato 1), utile a definire la pericolosità di tale ambito. La definizione di maggior dettaglio della pericolosità (e di conseguenza della fattibilità geologica) è stata predisposta utilizzando la metodologia indicata nella D.G.R. 22 maggio 2008, n. 8/7374.

## **4.0 NORME GEOLOGICHE DI PIANO**

Di seguito sono riportate le normative tecniche per gli interventi urbanistici, indicando gli studi e le indagini di approfondimento richieste, le opere di mitigazione del rischio, gli interventi di controllo dei fenomeni in atto o potenziali, la predisposizione di sistemi di monitoraggio e di idonei piani di protezione civile; tali prescrizioni devono essere recepite nelle Norme Tecniche di Attuazione del Piano di Governo del Territorio.

Per ogni ambito di intervento, indipendentemente dalla classe di fattibilità assegnata a ciascun poligono e dagli studi di approfondimento indicati nelle specifiche classi di fattibilità, devono essere applicate le disposizioni previste dal D.M. 14 gennaio 2008 “*Norme tecniche per le costruzioni*”.

Le indagini e gli approfondimenti prescritti per le classi di fattibilità 2, 3 e 4 (limitatamente ai casi consentiti) devono essere realizzate prima della progettazione degli interventi, in quanto propedeutici alla pianificazione dell'intervento ed alla progettazione stessa.

Copia delle indagini effettuate e della relazione geologica di supporto deve essere consegnata, congiuntamente alla restante documentazione, in sede di presentazione dei Piani Attuativi (L.R. 12/05, art.14) o in sede di richiesta del permesso di costruire (L.R. 12/05, art. 38).

Si specifica che la Carta dei Vincoli (Tavola 7), la Carta di Sintesi (Tavola 8) e la Carta di Fattibilità delle Azioni di Piano (Tavola 9), nonché le presenti Norme Geologiche di Attuazione costituiscono parte integrante anche del Piano delle Regole, ai sensi dell'Art. 10, comma 1, lettera d della L.R. 12/05.

Si rammenta che alle seguenti norme vanno associate le NdA del P.A.I. riguardanti le aree in dissesto (frane anche stabilizzate, esondazioni e conoidi) riportate nella Carta del Dissesto e sulla Carta dei Vincoli, nonché le prescrizioni relative alle aree di amplificazione sismica locale. Le NdA del P.A.I., riferite alle aree riscontrate in Vercurago, sono elencate alla fine del presente capitolo.

#### **Classe 4: fattibilità con gravi limitazioni**

L'alta pericolosità/vulnerabilità di questa classe comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. Deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. 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. 27, comma 1, lettere a), b), c) della L.R. 12/05, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica. 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.

Si rammenta che per gli ambiti appartenenti alla classe di fattibilità 4, ed ogni qual volta si desideri investigare con maggior dettaglio porzioni di territorio comunale che presentino condizioni diverse di pericolosità, dovranno essere eseguiti studi integrativi redatti secondo le specifiche illustrate nella D.G.R. 28 maggio 2008 n. 8/7374, aggiornamento dei "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica, del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'Art. 57 della L.R. 11 marzo 2005, n. 12".

Si specifica inoltre che per la classe di fattibilità 4, sottoclasse 4g "Aree di frana attiva Fa", vigono i vincoli di cui all'art. 9 comma 2 delle NTA PAI, per la sottoclasse 4h "Aree di frana quiescente Fq" vigono i vincoli di cui all'art. 9 comma 3 delle NTA PAI, per la sottoclasse 4i "Aree di conoide attivo Ca" vigono i vincoli di cui all'art. 9 comma 7 delle NTA PAI ed infine per la sottoclasse 4l "Aree di di conoide quiescente Cp" vigono i vincoli di cui all'art. 9 comma 8 delle NTA PAI. Alla pagina 136 è presente l'apposito paragrafo che richiama le norme di attuazione per le aree soggette a vincolo PAI.

### **Classe 3: fattibilità con consistenti limitazioni**

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.

Si specifica che le indagini e gli approfondimenti prescritti devono essere realizzati prima della progettazione degli interventi, in quanto propedeutici alla pianificazione dell'intervento e alla progettazione stessa. Copia delle indagini effettuate e della relazione geologica di supporto deve essere consegnata, congiuntamente alla restante documentazione, in sede di presentazione dei Piani attuativi (L.R. 12/05, Art. 14) o in sede di richiesta del permesso di costruire (L.R. 12/05, Art. 38). Si sottolinea che gli approfondimenti di cui sopra, non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste dal D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni".

Per la classe di fattibilità 3 si dovranno comunque prevedere interventi edilizi a impatto geologico contenuto.

In particolare si sottolinea che nell'ambito del territorio di Vercurago sono state inserite nella classe di fattibilità 3 numerose aree a pericolosità potenziale legata alla possibilità di innesco di colate in detrito e terreno (sottoclasse 3a). In buona parte si tratta di porzioni di pendio in cui si alternano tratti ad elevata acclività e settori corrispondenti a piccoli pianori o tratti ad inclinazione contenuta. Per tutte queste aree, in sede di proposta di intervento, la relazione geologica dovrà individuare la migliore ubicazione per gli edifici, escludendo le aree a maggiore acclività nelle quali gli scavi possono determinare situazione di grave instabilità.

### **Sottoclasse 3a: aree a pericolosità potenziale legata alla possibilità di innesco di colate in detritiche**

In questi ambiti, caratterizzati da pendenza da moderata a elevata, non è trascurabile la tendenza al dissesto, per lo più di tipo superficiale, attivata dal ruscellamento indifferenziato delle acque meteoriche.

In tali aree si riconoscono limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso legate al fatto che interventi antropici errati potrebbero compromettere l'equilibrio esistente e indurre situazioni di dissesto, provocando modifiche significative all'ambiente.

Pertanto si raccomanda di ridurre al minimo gli sbancamenti e di procedere, laddove possibile, alla regimazione delle acque meteoriche in modo da non alterare l'equilibrio naturale del pendio.

Causa l'acclività o la prossimità di scarpate acclivi, è tassativamente vietato eseguire riporti di materiale di qualsiasi natura ed entità, se non preventivamente autorizzati dall'Autorità Comunale.

Per la realizzazione di nuove opere ubicate in queste aree sono necessarie verifiche di stabilità su un adeguato intorno dell'area di intervento, volte ad appurare le condizioni di equilibrio del pendio prima, durante e dopo la realizzazione delle opere.

È tassativamente vietata la realizzazione di scavi di sbancamento in un'unica soluzione. La progettazione dei presidi necessari ad eseguire gli sbancamenti dovrà obbligatoriamente prevedere la realizzazione di paratie di micropali o, in alternativa e dopo accurata verifica, l'avanzamento per setti di limitata ampiezza, alternati tra loro e sostenuti da idonee opere di contenimento provvisoriale e definitive. Qualora si procedesse con la modifica della pendenza delle scarpate di monte e/o di valle sarà necessario rispettare l'angolo di natural declivio del terreno.

Si consiglia inoltre di predisporre idonei sistemi di drenaggio, di collettamento ed allontanamento delle acque meteoriche e di infiltrazione, in modo da evitare l'insorgenza di sovrappressioni e/o ristagni di acqua che potrebbero determinare il peggioramento delle caratteristiche geotecniche dei terreni e/o delle rocce.

In considerazione del fatto che le aree acclivi o prossime a scarpate acclivi possono essere assoggettate a potenziale caduta massi, causata dalla caduta di piante, fenomeni di gelo/disgelo e/o intenso ruscellamento, per le aree situate sui pendii o alla base degli stessi, ogni nuovo intervento dovrà essere preceduto da un'attenta valutazione sulla stabilità del versante e se del caso prevedere opportune opere di protezione (attive o passive).

Inoltre, per la realizzazione di nuove opere ubicate in queste aree è obbligatoria l'esecuzione di un'adeguata campagna di indagini geognostiche, che si spinga al di sotto del piano di posa delle fondazioni e che interessi il volume significativo di terreno sul quale agisce il carico.

L'indagine dovrà preferibilmente essere ubicata in corrispondenza dei punti di carico delle strutture di progetto.

La tipologia fondazionale più adatta dovrà essere valutata dal progettista solo a seguito del risultato delle prove ed in funzione del tipo di struttura.

Per la realizzazione di interventi posti al di sotto del piano campagna, qualora si riscontrasse la presenza di acqua, è obbligatorio l'utilizzo di materiali e tecnologie costruttive che garantiscano l'impermeabilizzazione delle strutture interrato, al fine di evitare dannose infiltrazioni d'acqua e di resistere alle pressioni idrostatiche.

Si sottolinea che gli approfondimenti di cui sopra non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste dal D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni".

### **Sottoclasse 3b: aree caratterizzate da drenaggio difficoltoso delle acque**

Si tratta della zona inondabile posta in adiacenza a Via Fredda, laddove, in passato, si sono verificati fenomeni di esondazione (vedasi par. 2.0 "Ricerca storica").

Visto che il torrente passante per Somasca è tombottato in prossimità dell'ingresso all'ambito urbanizzato, in occasione di eventi meteorici intensi e prolungati, è possibile che si manifestino problematiche legate a flussi di detrito e/o difficoltà nel drenaggio delle acque di ruscellamento. Inoltre, sempre in circostanze meteorologiche critiche, le acque provenienti dal torrente potrebbero non essere completamente smaltite dal canale di raccolta e disperdersi, quindi, al suolo e nel sottosuolo provocando allegamenti agli edifici posti nelle vicinanze e di valle.

Rispetto al rischio idraulico, quest'area è da ritenersi generalmente in condizioni di compatibilità con le azioni di piano. Ciononostante, si tratta comunque di un'area allagabile, che durante gli eventi eccezionali può essere interessata da esondazione con trasporto solido.

Pertanto gli interventi in quest'area devono essere accompagnati da una relazione idrogeologica che verifichi la compatibilità dell'intervento in relazione alle problematiche del

sito, indicando eventuali tipologie costruttive che impediscano danni a beni e strutture e/o consentano la facile e immediata evacuazione dell'area inondabile da parte di persone e beni mobili, anche attraverso la realizzazione di opere di mitigazione del rischio.

La progettazione di opere di interesse pubblico e/o strategiche dovrà essere valutata puntualmente e approvata dall'Autorità Comunale, previa stesura di apposite relazioni tecniche in grado di dimostrare la compatibilità degli interventi previsti con l'attuale situazione di rischio idraulico e a condizione che questi ultimi non modificino in senso peggiorativo gli equilibri idrogeologici e idraulici esistenti.

Inoltre, sia per opere pubbliche che per opere private dovranno essere adottati interventi preventivi, nel caso in oggetto per un rischio da considerarsi potenziale, tra cui:

1. evitare la realizzazione di piani interrati
2. evitare, per quanto possibile, che le strutture in progetto costituiscano una barriera al deflusso dei volumi d'acqua eventualmente esondati; lo sviluppo maggiore degli edifici dovrà pertanto risultare parallelo al senso della corrente (Via Fredda) ed in corrispondenza di tali allineamenti andranno posizionati i relativi ingressi.
3. favorire il deflusso e l'assorbimento delle acque di esondazione attraverso interventi atti a impedire l'accumulo e il ristagno delle acque medesime
4. si dovrà procedere al corretto dimensionamento dei manufatti di scarico delle acque piovane, al fine di scongiurare eventuali fenomeni di rigurgito.

In quest'area dovranno essere predisposti anche piani di intervento per consentire una facile evacuazione di persone e beni mobili dell'area eventualmente soggetta a fenomeni di esondazione più o meno estesi.

Inoltre, per la realizzazione di nuove opere ubicate in queste aree, è obbligatoria l'esecuzione di un'adeguata campagna di indagini geognostiche, che si spinga al di sotto del piano di posa delle fondazioni e che interessi il volume significativo di terreno sul quale agisce il carico.

L'indagine dovrà preferibilmente essere ubicata in corrispondenza dei punti di carico delle strutture di progetto.

La tipologia fondazionale più adatta dovrà essere valutata dal progettista solo a seguito del risultato delle prove ed in funzione del tipo di struttura.

Per la realizzazione di interventi posti al di sotto del piano campagna, qualora si riscontrasse la presenza di acqua, è obbligatorio l'utilizzo di materiali e tecnologie costruttive che

garantiscono l'impermeabilizzazione delle strutture interrato, al fine di evitare dannose infiltrazioni d'acqua e di resistere alle pressioni idrostatiche.

Si sottolinea che gli approfondimenti di cui sopra, non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste dal D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni".

### **Sottoclasse 3c: aree soggette ad esondazione lacuale**

In queste aree, in cui si ritiene che, oltre alle condizioni di elevata vulnerabilità idrogeologica dovute alla presenza della falda con soggiacenza < 1 m dal piano campagna, si possano verificare, in occasione di eventi meteorici eccezionali, allagamenti e ristagni, è vietato costruire interrati o seminterrati al di sotto del piano campagna.

Questa sottoclasse è inoltre soggetta alle seguenti norme:

- a) i nuovi edifici di progetto dovranno essere costruiti, sopra il livello di allagamento atteso
- b) le fognature dei nuovi edifici dovranno dotarsi di sistemi di sicurezza che impediscano il rigurgito, verso l'interno, dei reflui
- c) la quota di intradosso degli accessi ai nuovi edifici dovrà essere posta al di sopra del livello massimo di allagamento, registrato e/o presunto
- d) dovrà inoltre essere mantenuta in efficienza la rete interna di smaltimento delle acque piovane
- e) dovranno essere impiegati di materiali da costruzione poco danneggiabili al contatto con l'acqua
- f) dovranno essere impiegate tecnologie costruttive che permettano alle strutture di resistere alle pressioni idrodinamiche

Per questa sottoclasse è inoltre obbligatorio eseguire indagini geognostiche in sito, volte a definire: soggiacenza locale della falda e stima del suo andamento stagionale, riferita alla quota assoluta (in metri s.l.m.) e relativa (rispetto a ben individuati e controllabili punti dell'edificio di progetto), natura e caratteristiche geotecniche del terreno (portanza, cedimenti, ecc.), drenaggio e smaltimento delle acque.

### **Sottoclasse 3d: aree di potenziale ricarica degli acquiferi**

Si tratta di aree ad elevata vulnerabilità idrogeologica, per cui devono essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad impedire l'infiltrazione di contaminanti nel sottosuolo. In particolare devono essere evitati:

- la dispersione di fanghi ed acque reflue, anche se depurati
- l'accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi
- lo 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
- la dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche proveniente da piazzali e strade, non autorizzate dall'Amministrazione comunale
- la realizzazione di aree cimiteriali
- l'apertura di cave che possono essere in connessione con la falda
- l'apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione della estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali - quantitative della risorsa idrica
- la gestione di rifiuti
- lo stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive
- i centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli
- i pozzi perdenti

Inoltre, per la realizzazione di nuove opere ubicate in queste aree, è obbligatoria l'esecuzione di un'adeguata campagna di indagini geognostiche, che si spinga al di sotto del piano di posa delle fondazioni e che interessi il volume significativo di terreno sul quale agisce il carico.

L'indagine dovrà preferibilmente essere ubicata in corrispondenza dei punti di carico delle strutture di progetto.

La tipologia fondazionale più adatta dovrà essere valutata dal progettista solo a seguito del risultato delle prove ed in funzione del tipo di struttura.

Per la realizzazione di interventi posti al di sotto del piano campagna, qualora si riscontrasse la presenza di acqua, è obbligatorio l'utilizzo di materiali e tecnologie costruttive che

garantiscono l'impermeabilizzazione delle strutture interrato, al fine di evitare dannose infiltrazioni d'acqua e di resistere alle pressioni idrostatiche.

Si sottolinea che gli approfondimenti di cui sopra, non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste dal D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni".

### **Sottoclasse 3e: aree protette da interventi di difesa efficaci ed efficienti**

Si tratta di una piccola porzione di territorio comunale posta in Via Italia, nei pressi dell'incrocio con Via Roma. La presenza di reti paramassi passive realizzate nel recente passato, in buone condizioni di conservazione, riduce notevolmente le possibilità di coinvolgimento dell'ambito in fenomeni di dissesto.

Tuttavia consigliamo di procedere celermente al ripristino della difesa passiva qualora risulti ingombra da massi e detrito, e suggeriamo di attuare una costante pianificazione degli interventi manutentivi, al fine di garantire la piena funzionalità di queste opere nel tempo.

Visto che a tergo degli edifici esistenti lungo Via Italia vi è un pendio a moderata pendenza, nuovi interventi in queste porzioni di territorio non potranno prevedere la realizzazione di scavi di sbancamento in un'unica soluzione. La progettazione dei presidi necessari ad eseguire gli sbancamenti dovrà obbligatoriamente prevedere la realizzazione di paratie di micropali o, in alternativa e dopo accurata verifica, l'avanzamento per setti di limitata ampiezza, alternati tra loro e sostenuti da idonee opere di contenimento provvisorie e definitive. Sarà possibile procedere allo sbancamento del setto successivo solo dopo aver realizzato il relativo muro di contenimento e dopo aver atteso la piena maturazione del calcestruzzo, fino al completamento dell'intera struttura muraria. Qualora si procedesse con la modifica della pendenza delle scarpate di monte e/o di valle sarà necessario rispettare l'angolo di natural declivio del terreno.

Si consiglia inoltre di predisporre idonei sistemi di drenaggio, di collettamento ed allontanamento delle acque meteoriche e di infiltrazione, in modo da evitare l'insorgenza di sovrappressioni e/o ristagni di acqua che potrebbero determinare il peggioramento delle caratteristiche geotecniche dei terreni e/o delle rocce.

Inoltre, per la realizzazione di nuove opere ubicate in queste aree, è obbligatoria l'esecuzione di un'adeguata campagna di indagini geognostiche, che si spinga al di sotto del piano di posa delle fondazioni e che interessi il volume significativo di terreno sul quale agisce il carico.

L'indagine dovrà preferibilmente essere ubicata in corrispondenza dei punti di carico delle strutture di progetto.

La tipologia fondazionale più adatta dovrà essere valutata dal progettista solo a seguito del risultato delle prove ed in funzione del tipo di struttura.

Per la realizzazione di interventi posti al di sotto del piano campagna, qualora si riscontrasse la presenza di acqua, è obbligatorio l'utilizzo di materiali e tecnologie costruttive che garantiscano l'impermeabilizzazione delle strutture interrato, al fine di evitare dannose infiltrazioni d'acqua e di resistere alle pressioni idrostatiche.

Si sottolinea che gli approfondimenti di cui sopra, non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste dal D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni".

**Sottoclasse 3f e 3f1: aree allagabili con minore frequenza e con modesti valori di velocità e altezze d'acqua**

Si tratta della zona potenzialmente allagabile posta in corrispondenza del ponte tra le Vie Gonelli-Cioni e Rossi e presso l'abitato di Loc. Folla.

Ivi è possibile che si verifichino fuoriuscite di materiale di trasporto torrentizio liquido e/o solido, in occasione di eventi meteorici eccezionali, con modesti valori di velocità e di altezze d'acqua tali da non pregiudicare l'incolumità delle persone.

Rispetto al rischio idraulico, quest'area è da ritenersi generalmente in condizioni di compatibilità con le azioni di piano. Ciononostante, si tratta comunque di un'area allagabile, che durante gli eventi eccezionali può essere interessata da esondazione con trasporto solido.

Pertanto gli interventi in quest'area devono essere accompagnati da una relazione idrogeologica che verifichi la compatibilità dell'intervento in relazione alle problematiche del sito, indicando eventuali tipologie costruttive che impediscano danni a beni e strutture e/o consentano la facile e immediata evacuazione dell'area inondabile da parte di persone e beni mobili, anche attraverso la realizzazione di opere di mitigazione del rischio.

La progettazione di opere di interesse pubblico e/o strategiche dovrà essere valutata puntualmente e approvata dall'Autorità Comunale, previa stesura di apposite relazioni tecniche in grado di dimostrare la compatibilità degli interventi previsti con l'attuale situazione di rischio idraulico e a condizione che questi ultimi non modificano in senso peggiorativo gli equilibri idrogeologici e idraulici esistenti.

Inoltre, sia per opere pubbliche che per opere private dovranno essere adottati interventi preventivi, nel caso in oggetto per un rischio da considerarsi potenziale, tra cui:

1. evitare la realizzazione di piani interrati o seminterrati aventi quota di pavimento finito inferiore alla quota di massima piena calcolata con tempo di ritorno centennale (prescrizione vigente per la sottoclasse 3f1)
2. verificare la compatibilità idraulica dell'intervento anche in relazione a possibili apporti provenienti dai settori di monte (prescrizione vigente per la sottoclasse 3f1)
3. evitare, per quanto possibile, che le strutture in progetto costituiscano una barriera al deflusso dei volumi d'acqua eventualmente esondati; lo sviluppo maggiore degli edifici dovrà pertanto risultare parallelo al senso della corrente ed in corrispondenza di tali allineamenti andranno posizionati i relativi ingressi.
4. favorire il deflusso e l'assorbimento delle acque di esondazione attraverso interventi atti a impedire l'accumulo e il ristagno delle acque medesime
5. si dovrà procedere al corretto dimensionamento dei manufatti di scarico delle acque piovane, al fine di scongiurare eventuali fenomeni di rigurgito.

Inoltre, per la realizzazione di nuove opere ubicate in queste aree, è obbligatoria l'esecuzione di un'adeguata campagna di indagini geognostiche, che si spinga al di sotto del piano di posa delle fondazioni e che interessi il volume significativo di terreno sul quale agisce il carico.

L'indagine dovrà preferibilmente essere ubicata in corrispondenza dei punti di carico delle strutture di progetto.

La tipologia fondazionale più adatta dovrà essere valutata dal progettista solo a seguito del risultato delle prove ed in funzione del tipo di struttura.

Per la realizzazione di interventi posti al di sotto del piano campagna, qualora si riscontrasse la presenza di acqua, è obbligatorio l'utilizzo di materiali e tecnologie costruttive che garantiscano l'impermeabilizzazione delle strutture interrate, al fine di evitare dannose infiltrazioni d'acqua e di resistere alle pressioni idrostatiche.

Si sottolinea che gli approfondimenti di cui sopra, non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste dal D.M. 14 gennaio 2008 “Norme tecniche per le costruzioni”.

**Aree degradate e/o dismesse (non indicate in carta)**

In questa categoria sono comprese:

- tutte i contesti in cui, per attività pregresse o in atto “sussista la possibilità che nel suolo o nel sottosuolo o nelle acque superficiali o nelle acque sotterranee siano presenti sostanze contaminanti in concentrazioni tali da determinare un pericolo per la salute pubblica per l’ambiente naturale o costruito” (Legge 152/06 Testo Unico Ambientale);
- eventuali discariche incontrollate di rifiuti speciali, tossico nocivi e/o rifiuti solidi urbani e assimilabili (DGR n.6/17252 del 1 agosto 1996);
- le aree su cui si abbia fondata ragione di ritenere che vi sia un’alterazione della qualità del suolo in seguito a sversamenti o spandimenti accidentali o volontari e/o ricadute da emissioni in atmosfera (DGR n.6/17252 del 1 agosto 1996);

Queste aree non sono riportate in carta in quanto possono essere eterogeneamente distribuite sul territorio, talvolta di difficile localizzazione e di carattere puntuale.

Sono oggetto delle seguenti prescrizioni, da applicare al momento della richiesta di variazione di destinazione d’uso dell’area e/o ogni volta sia ipotizzabile una contaminazione delle matrici ambientali del sito:

- qualora esista un potenziale o reale pericolo di contaminazione del suolo, del sottosuolo e/o delle acque superficiali e sotterranee dovranno essere avviate le procedure ai sensi della Legge 152/06 (Testo Unico Ambientale) per gli accertamenti ambientali e, qualora il sito risultasse contaminato, per la bonifica o la messa in sicurezza dello stesso;
- qualora sia già stata effettuata la bonifica o il ripristino dell’area, ma permangano condizioni di non naturalità del sito, per esempio nel caso di riempimenti successivi ad attività di cava, o nel caso di attività produttive cessate e non assoggettate a procedure di bonifica.

Le suddette prescrizioni sono da applicare al momento della richiesta di variazione di destinazione d'uso dell'area e/o ogni volta sia ipotizzabile una contaminazione delle matrici ambientali del sito.

Le indagini ambientali, comprensive di campionamenti ed analisi, dovranno essere validate dagli organi di controllo preposti (ARPA, Provincia di Lecco, ecc.)

In queste aree dovrà inoltre essere vietata la dispersione delle acque bianche nel sottosuolo.

### **Classe 2: fattibilità con modeste limitazioni**

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa.

In questa classe devono essere applicati i disposti previsti nel D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni".

La relazione geologico-tecnica allegata ad ogni intervento in progetto deve indicare l'assetto geologico generale del territorio, contenere una ricostruzione del modello stratigrafico dei terreni, indicare i parametri geotecnici di ciascun orizzonte riconosciuto (derivanti da indagini dirette insito) e fornire considerazioni esaustive sul grado di interferenza dell'intervento stesso con le acque sotterranee, qualora presenti. Nella relazione dovranno essere illustrati eventuali scarichi permanenti, temporanei o accidentali di acque nel sottosuolo.

In linea generale la relazione geologico-tecnica dovrà esprimere parere sulla compatibilità dell'opera in progetto con il sistema ambientale in cui si inserisce.

In aggiunta per tutti i nuovi interventi, privati o pubblici, che prevedono la realizzazione di piani interrati e/o seminterrati la cui quota di pavimento finito del manufatto edificatorio è inferiore a 200 metri s.l.m., in considerazione della bassa soggiacenza della falda freatica tipica della zona perilacuale, è obbligatorio eseguire indagini geognostiche in sito, volte a definire: soggiacenza locale della falda e stima del suo andamento stagionale, riferita alla quota assoluta, in metri s.l.m. e relativa, rispetto a ben individuati e controllabili punti dell'edificio di progetto, natura e caratteristiche geotecniche del terreno (portanza, cedimenti,

ecc.), drenaggio e smaltimento delle acque. Inoltre, tutti i nuovi manufatti edificatori la cui quota di pavimento finito è inferiore a 200 metri s.l.m., dovranno necessariamente prevedere:

- a) fognature dotate di sistemi di sicurezza che impediscano il rigurgito, verso l'interno, dei reflui
- b) l'impiego di materiali da costruzione poco danneggiabili al contatto con l'acqua
- c) tecnologie costruttive che permettano alle strutture di resistere alle pressioni idrodinamiche

### **Norme di attuazione per le aree soggette a vincoli P.A.I.**

A tutte le aree indicate nella Carta dei Vincoli (e indirettamente la Carta del Dissesto con legenda uniformata P.A.I.), interessate da dissesti P.A.I., vanno applicate, oltre alle norme di fattibilità previste dalla classe cui appartengono, anche le seguenti norme di attuazione, tratte direttamente dal P.A.I. vigente.

**Qualora nel medesimo ambito si sovrapponga una duplice normativa, ai sensi dell'art. 9 delle N.d.A. del P.A.I., è prevalente quella più restrittiva.**

#### *Aree di frana attiva (Fa)*

Nelle aree Fa, 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. 27 della L.R. 12/05;
- 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 restauro conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
- le opere di bonifica, di sistemazione e di monitoraggio 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 funzioni per cui sono destinati, tenuto conto dello stato di dissesto in essere.

*Aree di frana quiescente (Fq)*

Nelle aree Fq, oltre agli interventi di cui al precedente comma 2, sono consentiti:

- gli interventi di manutenzione straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere b) e c) dell'art. 27 della L.R. 12/05, agosto 1978, n. 457, senza aumenti di superficie e volume;
- gli interventi di ampliamento degli edifici esistenti per adeguamento igienico-funzionale;
- gli interventi di ampliamento e ristrutturazione di edifici esistenti, nonché di nuova costruzione, purché consentiti dallo strumento urbanistico adeguato al presente Piano ai sensi e per gli effetti dell'art. 18, fatto salvo quanto disposto dalle a linee successive;
- la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue e l'ampliamento di quelli esistenti, previo studio di compatibilità dell'opera con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente; sono comunque escluse la realizzazione di nuovi impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti, l'ampliamento degli stessi impianti esistenti, l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti, così come definiti nel D. Lgs. 152/2006. E' consentito l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti già autorizzate ai sensi dello stesso D. Lgs. 152/2006 (o per le quali sia stata presentata comunicazione di inizio attività, nel rispetto delle norme tecniche e dei requisiti specificati nel D. Lgs. 152/2006) alla data di entrata in vigore del Piano, limitatamente alla durata dell'autorizzazione stessa. Tale autorizzazione può essere rinnovata fino ad esaurimento della capacità residua derivante dalla autorizzazione originaria per le discariche e fino al termine della vita tecnica per gli impianti a tecnologia complessa, previo studio di compatibilità validato dall'Autorità competente. Alla scadenza devono essere effettuate le operazioni di messa in sicurezza e ripristino del sito, così come definite all'art. 6 del suddetto decreto legislativo.

*Aree di frana stabilizzata (Fs)*

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.

*Aree di conoide attivo (Ca)*

Nelle aree Ca, 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 Ca sono esclusivamente consentiti:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;

## Comune di Vercurago (Lc)

### **COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO ai sensi della D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e s.m.i.**

- gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo degli edifici, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457;
- 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 e di interesse pubblico e di restauro e di risanamento conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
- i cambiamenti delle destinazioni colturali, purché non interessanti una fascia di ampiezza di 4 m dal ciglio della sponda ai sensi del R.D. 523/1904;
- gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;
- le opere di difesa, di sistemazione idraulica e di monitoraggio dei fenomeni;
- 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 funzioni per cui sono destinati, tenuto conto delle condizioni idrauliche presenti;
- l'ampliamento o la ristrutturazione degli impianti di trattamento delle acque reflue.

#### *Aree di conoide parzialmente protetto (Cp)*

Nelle aree Cp, fatto salvo quanto previsto dall'art. 3 ter del D.L. 12 ottobre 2000, n. 279, convertito in L. 11 dicembre 2000, n. 365, sono consentiti:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo degli edifici, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 27 della L.R. 12/05;
- 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 e di interesse pubblico e di restauro e di risanamento conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
- i cambiamenti delle destinazioni colturali, purché non interessanti una fascia di ampiezza di 4 m dal ciglio della sponda ai sensi del R.D. 523/1904;
- gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;
- le opere di difesa, di sistemazione idraulica e di monitoraggio dei fenomeni;

**Comune di Vercurago (Lc)**

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA  
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO  
ai sensi della D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e s.m.i.**

- 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 funzioni per cui sono destinati, tenuto conto delle condizioni idrauliche presenti;
- l'ampliamento o la ristrutturazione degli impianti di trattamento delle acque reflue.
- gli interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti alla lettera d) dell'art. 27 della L.R. 12/05, senza aumenti di superficie e volume;
- gli interventi di ampliamento degli edifici esistenti per adeguamento igienico-funzionale;
- la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue.

***Aree di conoide protetto (Cn)***

Nelle aree Cn 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.

## **4.1 NORMATIVA SISMICA**

### **Aree soggette ad amplificazione sismica**

Visto che al comune di Vercurago è stata attribuita la zona 4, ovvero quella a minore pericolosità sismica, in adempimento a quanto previsto dal D.M. 14 gennaio 2008 “Norme tecniche per le costruzioni”, dall’ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20 marzo 2003, dalla D.G.R. n.14964 del 7 novembre 2003 e del d.d.u.o. n.19904 del 21 novembre 2003, in aggiunta alle prescrizioni indicate nel paragrafo precedente, si sottolinea che:

- per la progettazione di edifici ed opere strategiche e/o rilevanti, definiti ai sensi del Decreto n. 19904 del 21 novembre 2003, posti in aree PSL Z3 e Z4 dovrà essere effettuata la caratterizzazione semiquantitativa degli effetti di amplificazione sismica attesi ed all’individuazione di aree in cui la normativa nazionale risulta sufficiente o insufficiente a tenere in considerazione gli effetti sismici (stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione - approfondimento di secondo livello).
- Nelle aree indagate con il 2° livello tali per cui il valore di  $f_a$  è superiore al valore soglia comunale e per la progettazione di edifici strategici e rilevanti posti in aree PSL Z1 e Z2, è prevista l’applicazione del terzo livello di approfondimento quantitativo. In tali aree, oltre alle costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l’ambiente, reti viarie e ferroviarie, la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, sociali essenziali, devono essere definiti gli effetti di amplificazione tramite indagini e analisi più approfondite (a tal proposito si rimanda all’allegato 5 dei criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell’art. 57 della L.R. 11 marzo 2005 n. 12).

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA  
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO  
ai sensi della D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e s.m.i.**

	<i>Livelli di approfondimento e fasi di applicazione</i>		
	<i>1° livello fase pianificatoria</i>	<i>2° livello fase pianificatoria</i>	<i>3° livello fase progettuale</i>
Zona sismica 2-3	obbligatorio	<i>Nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con urbanizzato e urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili</i>	<i>– Nelle aree indagate con il 2° livello quando Fa calcolato &gt; valore soglia comunale; – Nelle zone PSL Z1 e Z2.</i>
Zona sismica 4	obbligatorio	<i>Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti di nuova previsione (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03)</i>	<i>– Nelle aree indagate con il 2° livello quando Fa calcolato &gt; valore soglia comunale; – Nelle zone PSL Z1 e Z2 per edifici strategici e rilevanti.</i>

PSL = Pericolosità Sismica Locale

Gli ambiti di amplificazione sismica locale sono riportati sia nella Carta della Pericolosità Sismica Locale che, in sovrapposizione mediante retinature trasparenti, sulla Carta di Fattibilità Geologica a tutte le scale.

## **5.0 CONCLUSIONI**

Il comune di Vercurago, in provincia di Lecco, si sviluppa in sponda idrografica sinistra del Lago di Garlate, ed è compreso tra i versanti meridionali del Monte Mudarga (M.te Pizzo) ed il corso del Fiume Gallavesa, occupando una superficie complessiva di quasi 2 km<sup>2</sup> (vedi tavola 1 – Carta Corografica).

Le caratteristiche climatologiche dell'area in esame sono tipicamente prealpine, con azione mitrigratrice lacustre. La distribuzione delle precipitazioni è bimodale; due sono i massimi, uno tra maggio e giugno e l'altro tra ottobre e novembre, con il picco primaverile che prevale su quello autunnale.

I mesi più rigidi sono ovviamente quelli invernali, con temperature medie mensili che si aggirano sui 3-5° C, mentre i mesi più caldi sono luglio e agosto, con temperature medie di 23-24° C.

La direzione prevalente dei venti è settentrionale con velocità medie dell'ordine dei 5 Km/h e punte massime dell'ordine dei 70 Km/h.

Il territorio di Vercurago non presenta un assetto strutturale particolarmente complesso; le giaciture degli strati rocciosi si dispongono prevalentemente con immersione settentrionale e con inclinazione generalmente medio-bassa, compresa tra 25° e 45° (vedi tavola 3 – Carta Geolitologica). Immediatamente oltre i limiti comunali di Vercurago, lungo i tratti medio - sommitali del Monte Mudarga in territorio di Erve, si notano invece significativi disturbi tettonici che hanno provocato il piegamento ed il ripiegamento degli strati rocciosi.

La porzione meridionale del territorio comunale, invece, è lambita dall'asse dell'anticlinale nota con il nome "Flessura Marginale"; ciò determina un incremento dell'inclinazione degli strati, che divengono talvolta subverticali come constatato a valle di Cascina Beseno.

Faglie di secondaria importanza sono state osservate sulle pendici del Monte Mudarga.

È bene sottolineare, anche, la presenza di contropendenze nella zona sommitale del Santuario di San Girolamo e della Rocca dell'Innominato; queste morfologie sono connesse a pregressi assestamenti del versante (deformazioni gravitative).

Le caratteristiche fisiografiche del territorio conferiscono pregio e varietà al paesaggio che comprende ambiti lacustri, fluviali, collinari e pedemontani.

L'area urbanizzata di Vercurago è collocata nella zona di transizione tra area lacustre e pedemontana; la demarcazione tra i due ambiti non è netta, ma graduale, per la presenza di un'estesa fascia alluvionale posta allo sbocco degli assi di drenaggio principali e poi apertasi a ventaglio lungo le fasce costiere subpianeggianti sottoforma di conoidi coalescenti.

L'azione combinata dell'acqua e della gravità, in ambiti acclivi, ha favorito la destabilizzazione dei depositi, la loro presa in carico ed il trasporto. Le fasi parossistiche di questi eventi possono essere messe in relazione ai processi di deglaciazione (trasporto fluvioglaciale); tuttavia è indubbio che l'attuale morfologia non è il risultato di un evento circoscritto, ma di una serie, a partire da quelli più antichi fluvioglaciali, a quelli più recenti alluvionali.

La conoide di maggiori dimensioni è indubbiamente quella posta allo sbocco del corso d'acqua principale: il Torrente Gallavesa. Si colloca a cavallo tra i comuni di Vercurago e Calolziocorte ed, a seguito della sua formazione, si sono verificati significativi mutamenti nell'assetto morfologico ed idrografico dei luoghi. In particolare, oltre alla forme del paesaggio, ci riferiamo al restringimento del Fiume Adda che ha prodotto la formazione del Lago di Garlate/Olginate.

Visto che allo stato attuale la conoide del Torrente Gallavesa è indicato nella cartografia regionale in stato di quiescenza, ossia non si può escludere la sua potenziale riattivazione in caso di eventi meteorici eccezionali (vedi tavola 2 – Carta Geomorfologica, tavola 8 – Carta di Sintesi), è stato predisposto un apposito studio ai sensi dell'Allegato 2 della DGR n. 8/7374 del 28 maggio 2008 (vedasi Allegato 1).

Allontanandosi progressivamente dal centro abitato, verso Est, si risale verso il domino montano del territorio comunale, dove l'energia del rilievo diviene preponderante; ci riferiamo in particolar modo al margine settentrionale, in corrispondenza del quale si osservano scarpate strapiombanti di altezza considerevole. E' in questo settore che si osservano estesi affioramenti rocciosi costituiti da calcari marnosi-selciferi stratificati risalenti al periodo cretacico. Alla base delle pareti si notano falde di detrito attivo.

Tra l'ambito alluvionale e l'ambito montano delle unità cretache si frappongono dal punto di vista litologico altri due settori; il primo è caratterizzato dalla presenza di depositi glaciali e

fluvioglaciali nell'altopiano di loc. Beseno. Tali depositi verso valle, nella zona collinare, vengono progressivamente ricoperti da coltri di versante e da colluvio.

Segnaliamo, inoltre, che lungo la Valle del Torrente Gallavesa e nella porzione centro-meridionale del comune, diffusamente, si osservano affioramenti rocciosi meno competenti rispetto agli ambiti sommitali (arenarie e argilliti, vedi tavola 3 – Carta Geolitologica).

Sulla base dell'assetto litologico-stratigrafico è stato possibile istituire differenti unità idrogeologiche, suddividendole in funzione dei valori di permeabilità. Per quanto riguarda il substrato roccioso vi sono ambiti con valori medi di permeabilità (calcari, calcari marnosi e/o calcari selciferi) ed ambiti con valori di permeabilità da media a ridotta (arenarie, argilliti, zone con roccia subaffiorante). Per quanto riguarda le coperture superficiali vi sono ambiti con permeabilità elevata (prevalentemente costituiti da depositi grossolani – coltri glaciali/fluvioglaciali, alluvionali e falde di detrito) ed ambiti con valori medi di permeabilità (depositi di versanti eterogenei con frazioni fini).

Facciamo notare come l'assetto idrogeologico del sottosuolo nel Comune di Vercurago determini un allineamento principale di sorgenti e venute d'acqua occasionali poste alla quota di circa 260 m s.l.m.; ciò si spiega con il netto contrasto di permeabilità che si crea tra i depositi di versante e le zone di valle, caratterizzate da roccia subaffiorante con livelli di permeabilità ridotta (vedi tavola 4 – Carta Idrografica e Idrogeologica).

Nel territorio comunale sono presenti anche due pozzi idropotabili, posti entrambi nella zona perilacuale; questi pozzi sono dotati di fascia di tutela assoluta (raggio 10 m dal pozzo) e fascia di rispetto (raggio di 200 m dal pozzo) ai sensi dell'art.94 del D.Lgs. 152/2006 “Norme in materia ambientale” (vedi tavola 7 – Carta dei Vincoli). Si fa anche presente che, nella zona di via Case Sparse, ricade parte della fascia di rispetto del pozzo triplo in Comune di Calolziocorte.

La morfologia del territorio comunale è il risultato dell'azione e del modellamento operato da numerosi fattori tra i quali l'acqua, i ghiacciai, i processi gravitativi, il carsismo, i processi erosivi in s.l. e l'intervento dell'uomo (vedi tavola 2 – Carta Geomorfologica).

Comune di Vercurago (Lc)

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA  
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO  
ai sensi della D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e s.m.i.**

L'azione erosiva delle acque di deflusso incanalate nel torrente principale, il Gallavesa, è particolarmente incidente nel tratto di alveo compreso tra la loc. Folla ed il ponte su via Gonelli Cioni, laddove il substrato roccioso affiorante presenta forme arrotondate.

La zona pianeggiante in loc. Beseno, invece, manifesta forme tipiche dell'azione di rimodellamento glaciale; la piana è infatti localmente interessata da morfologie ondulate (dossi), creatisi per trasporto e deposizione del materiale preso in carico durante le fasi di glaciazione/deglaciazione.

Il substrato lapideo carbonatico è talvolta intaccato da forme di origine carsica (crepacciature), conseguenti al processo di dissoluzione ad opera delle acque superficiali e sotterranee.

Molto significativa è, anche, l'impronta antropica sul territorio, non solo nell'area più intensamente urbanizzata, ma pure negli ambiti collinari (terrazzamenti agricoli).

Per quanto riguarda la dinamica di versante segnaliamo la presenza sia di dissesti corticali, che di veri e propri fenomeni franosi.

Tra i primi annoveriamo i fenomeni superficiali (soliflusso e creptazione) che interessano le coltri colluviali, ad esempio a monte della loc. Folla (vedi aree a franosità superficiale attiva diffusa in tavola 8 – Carta di Sintesi). Per quanto riguarda i fenomeni franosi più rilevanti segnaliamo quelli che interessano i depositi glaciali/fluvioglaciali (scivolamenti nel tratto della Valle del Torrente Gallavesa compreso tra la loc. Folla e Cascina Beseno) e quelli in roccia. Questi ultimi comprendono crolli e ribaltamenti che si originano in litotipi già fratturati, ed ulteriormente disgregati dall'azione prolungata destabilizzante degli agenti esogeni (acqua, neve, vento, bioclastismo); tra gli ambiti ove si registrano con maggior frequenza tali episodi segnaliamo il margine settentrionale del comune che si estende dal confine con il Comune di Lecco alla loc. Pizzo sulle pendici meridionali del Monte Mudarga. In questo settore, recentemente, i sottoscritti, su incarico del Comune, hanno svolto delle analisi geomeccaniche di approfondimento dalle quali è stato possibile appurare l'elevato grado di rischio a cui sono soggetti alcuni settori di valle (in particolare i luoghi di culto in loc. San Girolamo ed alcuni fabbricati residenziali) per i quali sono necessari interventi di mitigazione del rischio.

Per ulteriori specifiche inerenti allo studio si rimanda ai paragrafi relativi alla ricerca storica ed alle caratteristiche litotecniche del territorio, oppure allo “*Studio geologico* –

Comune di Vercurago (Lc)

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA  
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO  
ai sensi della D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e s.m.i.**

*geomeccanico delle pareti rocciose instabili poste in loc. San Girolamo*”, consegnato all’Amministrazione Comunale nel settembre 2008.

Segnaliamo anche il rischio di caduta massi gravante sull’ultimo tratto di via Roma in Comune di Vercurago (S.P. per Lecco); anche in questo ambito dovrà essere effettuato uno specifico studio di approfondimento per la progettazione degli interventi di protezione, vista anche l’importanza dell’arteria viaria di collegamento.

Alcuni interventi di mitigazione del rischio di caduta massi e di consolidamento dei fenomeni franosi sono già in essere; ci riferiamo alle reti paramassi sovrastanti il tratto terminale di via Italia, a quelle presenti lungo la strada vicinale della Tesa, a quelle in aderenza in loc. San Girolamo ed agli interventi di ingegneria naturalistica ad Est di Cascina Beseno. Consigliamo di eseguire periodici interventi di manutenzione volti al mantenimento dell’efficienza delle opere di difesa.

L’idrografia superficiale del territorio comunale è poco articolata (vedi tavola 4 – Carta Idrografica e Idrogeologica). L’asta torrentizia più rilevante è rappresentata dal Torrente Gallavesa, appartenente al reticolo principale, che si snoda per una lunghezza di circa 8 km e sottende un bacino di circa 12 km<sup>2</sup>; oltre al Gallavesa sono stati riconosciuti altri due torrenti, denominati con lettere progressive, A e B, ed un tributario A1 (vedi anche Studio del Reticolo Idrico Minore del Comune di Vercurago).

Sul corso d’acqua principale vige il vincolo di polizia idraulica ai sensi del R.D. n.523 del 1904 art. 96 lettera f, mentre sul reticolo idrico minore vi è il regolamento di polizia idraulica riportato in relazione nel paragrafo descrittivo della Carta dei Vincoli.

Come riportato nei paragrafi precedenti anche i torrenti del territorio comunale presentano alcune problematiche legate al deflusso delle acque, in occasione dei fenomeni meteorologici più intensi.

Per quanto riguarda il torrente Gallavesa, nel tratto di pertinenza comunale, sulla base delle evidenze morfologiche di terreno, riteniamo vi siano le condizioni di potenziale rischio esondazione nei seguenti punti:

- rischio di occlusione dell’alveo causata dall’abbandono del materiale preso in carico e trasportato dal torrente stesso in corrispondenza dell’imbocco del canale di derivazione

(quota altimetrica 365 metri s.l.m. circa) che convoglia le acque nella condotta posta pochi metri al di sotto di C.na Beseno. Il punto di possibile occlusione d'alveo è posto pochi metri a Nord del confine comunale tra i comuni di Vercurago e di Calolziocorte, ma gli effetti negativi possono potenzialmente ripercuotersi anche nel territorio comunale in esame

- punto di potenziale occlusione dell'alveo: presenza di un dissesto in atto presso C.na Beseno (quota altimetrica 380 metri s.l.m. circa) con possibile franamento di detrito e roccia
- punto di potenziale esondazione presso la sponda idrografica destra del torrente in corrispondenza del ponte di accesso alla località Folla (quota altimetrica 256 metri s.l.m. circa) a causa dell'assenza di opere di contenimento adeguate
- tratto compreso fra il ponte di via del Maglio e il ponte Torchino, per potenziali debris-flow, già verificatesi nel 1954 e nel 1958;
- punto di potenziale esondazione in corrispondenza del ponte di attraversamento che collega Via Gonelli Cioni (Vercurago) con Via Rossi (Calolziocorte), posto alla quota di 229 metri s.l.m. (alveo in roccia).

Inoltre le acque del torrente A che passa per Somasca (vedi anche parag. 2 "Ricerca storica"), come segnalato anche nello Studio del Reticolo Idrico Minore, non sono adeguatamente raccolte e incanalate nel tombotto posto presso il parcheggio di Via Fredda e conseguentemente sussiste il rischio di esondazione per gli ambiti di valle. Le testimonianze raccolte in loco indicano un notevole deflusso idrico superficiale, proveniente dalla zona pianeggiante di Beseno, in occasione di eventi meteorici rilevanti. Si tenga presente che l'attuale percorso del torrente non è quello originario; infatti, le osservazioni di terreno hanno consentito di appurare lo spostamento dell'asse di drenaggio delle acque torrentizie (avvenuto presumibilmente alcune decine di anni addietro) qualche metro più a sud, in corrispondenza dell'attuale sentiero comunale. E' proprio questo tratto di torrente, compreso tra la strada carrareccia ed il parcheggio a nord del convento dei frati Cappuccini, che richiede urgenti interventi di regimazione (vedi tavola 4 – Carta Idrografica e Idrogeologica e tavola 8 – Carta di Sintesi).

Comune di Vercurago (Lc)

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA  
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO  
ai sensi della D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e s.m.i.**

Con riferimento all'intero sistema idrografico comunale, si raccomanda altresì, di prevedere ed effettuare periodici interventi manutenzione, pulizia ed esbosco delle ramaglie, nonché del materiale potenzialmente interferente con il naturale deflusso idrico, anche dopo eventi meteorici di particolare rilevanza.

Per quanto riguarda l'esondazione dell'area costiera perilacuale in zona lungo lago (Via A. Moro), come richiamato al paragrafo 2 "Ricerca storica", sulla scorta delle evidenze occorse durante l'evento calamitoso del novembre 2002, non è possibile escludere che si verifichino fenomeni di esondazione, in occasione di eventi atmosferici particolarmente intensi, fino alla quota altimetrica stimata di circa 200 metri s.l.m. (vedi tavola 4 – Carta Idrografica e Idrogeologica e tavola 8 – Carta di Sintesi).

Pertanto in base ai rilievi effettuati riteniamo che il presente studio geologico, oltre ad assolvere alla funzione di supporto indispensabile per la pianificazione comunale, sia lo strumento per sensibilizzare gli Enti preposti alla realizzazione degli interventi più urgenti riguardanti la mitigazione del rischio di esondazione e di caduta massi, che attualmente gravano sull'abitato (vedi tavola 8 – Carta di Sintesi e tavola 9 – Carta della Fattibilità geologica). In tal senso, riteniamo oltremodo necessario, anche per la contingenza, la predisposizione di uno specifico piano di protezione civile volto ad individuare con maggiore dettaglio le criticità ed i rischi presenti nel territorio comunale. Il piano dovrà prevedere efficaci sistemi di allertamento della popolazione e di gestione dell'emergenza e potrà essere supportato dall'informatica, utile strumento di coordinamento.

La naturalità dei luoghi, come è stato possibile apprezzare durante i rilievi di terreno, rappresenta ancora una risorsa importante per il comune di Vercurago, che non deve essere solo difesa attuando i vincoli ambientali e paesaggistici, ma anche e soprattutto valorizzata. Si segnala quindi l'opportunità di prevedere studi specifici, di carattere interdisciplinare (geologico e geomorfologico, idrogeologico e vegetazionale), mirati al recupero ambientale ed alla valorizzazione della rete viaria minore (sentieri). Per quanto attiene alla geologia ci riferiamo in particolar modo alla creazione di sentieri, piste ciclabili e percorsi geologici per l'osservazione diretta di ambienti caratteristici.

Comune di Vercurago (Lc)

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA  
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO  
ai sensi della D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e s.m.i.**

Nei prossimi anni sarà importante valutare con molta attenzione la sostenibilità territoriale di eventuali ulteriori espansioni insediative. Si dovrà considerare in primis la disponibilità della risorsa primaria, l'acqua, attuare politiche di tutela e, eventualmente, potenziamento delle risorse idriche, che influiscono direttamente sulla pianificazione futura e sul mantenimento dell'attuale tessuto sociale ed economico della Comunità.

*Mozzo, dicembre 2010*

Dott. geol. Enrico Mosconi

Dott. Geol. Alessandro Chiodelli