

REGIONE LOMBARDIA

Provincia di Varese



COMUNE DI CUVEGLIO

**Aggiornamento dello studio geologico del territorio comunale  
(L.R. n.12/2005 – D.G.R. 28 Maggio 2008 n. 8/7374)**

Novembre 2010

**RELAZIONE GEOLOGICA**



**Studio Associato di geologia applicata**

**Dott. Geol Roberto Granata - Dott. Geol. Paolo Granata**

Via Santa Croce n° 7 - 21100 Varese

Tel. 0332/242283 Fax 0332/241231

e-mail: [info@studiocongeo.it](mailto:info@studiocongeo.it)

# INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE</b> .....	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>LITOLOGIA E DINAMICA GEOMORFOLOGICA</b> .....	<b>10</b>
	3.1 <i>PREMESSA</i> .....	10
	3.2 <i>CARATTERISTICHE LITOLOGICHE</i> .....	10
	3.3 <i>CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE</i> .....	14
<b>4</b>	<b>ELEMENTI IDROGEOLOGICI</b> .....	<b>21</b>
	4.1 <i>PUNTI DI CAPTAZIONE</i> .....	21
	4.2 <i>STRUTTURA IDROGEOLOGICA</i> .....	22
	4.3 <i>SORGENTI</i> .....	27
	4.4 <i>VULNERABILITÀ INTRINSECA DELL'ACQUIFERO SUPERFICIALE</i> .....	30
	4.5 <i>BILANCIO IDROLOGICO</i> .....	38
	4.6 <i>FABBISOGNO IDRICO</i> .....	41
<b>5</b>	<b>PERICOLOSITA' DA FRANA</b> .....	<b>44</b>
	5.1 <i>SCIVOLAMENTI SUPERFICIALI</i> .....	47
	5.2 <i>CROLLI DI SINGOLI MASSI</i> .....	50
	5.3 <i>TRASPORTO IN MASSA SU CONOIDI</i> .....	53
<b>6</b>	<b>RISCHIO SISMICO</b> .....	<b>56</b>
	6.1 <i>NORMATIVA</i> .....	58
	6.2 <i>ANALISI DELLA SISMICITÀ DEL TERRITORIO</i> .....	59
	6.3 <i>CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (PSL)</i> .....	61
<b>7</b>	<b>VINCOLI</b> .....	<b>66</b>
	7.1 <i>VINCOLI DERIVANTI DALLA PIANIFICAZIONE DI BACINO AI SENSI DELLA L. 183/89</i> ....	66

7.2	VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA .....	73
7.3	AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE.....	75
<b>8</b>	<b>SINTESI.....</b>	<b>78</b>
8.1	INTRODUZIONE .....	78
8.2	DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI DI SINTESI.....	78
<b>9</b>	<b>FATTIBILITÀ GEOLOGICA.....</b>	<b>82</b>
9.1	PREMESSA .....	82
9.2	FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI (CLASSE 2) .....	83
9.3	FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI (CLASSE 3).....	84
9.4	FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI (CLASSE 4).....	88

## **TAVOLE**

Tav. n. 1: Carta litologica e della dinamica geomorfologica, scala 1:5.000

Tav. n. 2: Carta idrogeologica e della vulnerabilità, scala 1:5.000

Tav. n. 3: Carta della pericolosità da frana, scala 1:5.000

Tav. n. 4: Carta della pericolosità sismica locale, scala 1:5.000

Tav. n. 5: Carta dei vincoli, scala 1:5.000

Tav. n. 6: Carta di sintesi, scala 1:5.000

Tav. n. 7: Carta della fattibilità geologica, scala 1:5.000

Tav. n. 8: Carta della fattibilità geologica con elementi di pericolosità sismica locale, scala 1:5.000

## **ALLEGATI**

All. n. 1: Sezione idrogeologica A-A' (Est-Ovest)

All. n. 2: Sezione idrogeologica B-B' (Nord-Sud)

## **APPENDICI**

App. 1: Schede per il censimento dei pozzi.

App. 2: Schede per il censimento delle sorgenti.

## 1 PREMESSA

Il Comune di Cuveglio (VA) ha affidato allo *Studio Associato CONGEO* di Varese l'incarico per l'aggiornamento dello studio geologico di supporto alla pianificazione comunale in base alle prescrizioni dalla nuova normativa regionale ed in particolare alla L.R. 12/2005 "*Legge per il governo del territorio*" e alla D.G.R. 22 Dicembre 2005 n. 8/1566 "*Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della L.R. 11 Marzo 2005 N°12*".

Lo studio, di cui la presente relazione espone i risultati, si è posto l'obiettivo di approfondire il livello di conoscenza dei fattori geologici che caratterizzano il Comune di Cuveglio, con particolare riguardo all'armonizzazione con le previsioni del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Varese (PTCP) e alle prescrizioni normative dettate dai criteri per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio (D.G.R. 22 Dicembre 2005 n. 8/1566). Con queste finalità sono stati quindi approfonditi e/o integrati rispetto agli studi precedenti i seguenti punti:

- caratteri idrogeologici, come richiesto nelle Norme di Attuazione del PTCP (art. 93 – 97), finalizzati ad un uso consapevole della risorsa idrica; è stato effettuato un bilancio idrologico del territorio comunale ed una valutazione dei rapporti consumi / riserva idrica.
- pericolosità da frana, come richiesto nelle Norme di Attuazione del PTCP (art. 80 – 85) per le aree a pericolosità alta, media e bassa individuate nella cartografia del piano provinciale (documento RIS3).
- pericolosità sismica locale, come previsto dalla D.G.R. 22 Dicembre 2005 n. 8/1566 (Allegato 5).
- vincoli di carattere geologico, come previsto dalla D.G.R. 22 Dicembre 2005 n. 8/1566.

*Il lavoro ha come scopo la definizione delle caratteristiche e degli effetti della componente geologica nella pianificazione territoriale comunale.*

*Lo studio presenta valutazioni di carattere generale, pertanto la presente relazione e gli allegati cartografici non possono ritenersi esaustivi di problematiche geologico-tecniche specifiche.*

## 2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

Nella parte settentrionale della Provincia di Varese affiorano rocce appartenenti alle serie sedimentarie che si sono deposte, in ambiente marino, a partire dal Triassico (Fig. n. 2.1): durante questo periodo si sono instaurate condizioni di mare basso in ambiente di piattaforma carbonatica, dopo una prolungata fase di emersione, durante la quale, in seguito ad intensa attività vulcanica, si è depositata, in ambiente subaereo, la Serie Permiana, costituita da prodotti piroclastici, lave di tipo porfiritico, colate a carattere riolitico e da una massa granofirica.

I termini triassici più antichi, attribuiti alle età Scitico, Anisico e Ladinico, non sono affioranti nel territorio comunale: la successione inizia con i calcari della Formazione di Cunardo, depositatisi in condizioni marine intertidali o evaporitiche, seguiti dalle Marne del Pizzella, di ambiente lagunare: le due formazioni testimoniano un parziale ritiro del mare con emersione di terre prima sommerse (regressione), iniziato nel Carnico.

Durante il Norico ed il Retico avviene una nuova trasgressione (avanzata del mare sulle terre emerse), che riporta condizioni di piattaforma carbonatica: è in questo periodo che si depositano la Dolomia Principale, la Dolomia del Campo dei Fiori e la Formazione a Conchodon. La presenza di un paleosuolo ("terre rosse"), nella parte sommitale della Formazione a Conchodon potrebbe indicare una possibile emersione ed erosione della piattaforma, avvenuta al passaggio Retico - Hettangiano (Casati, 1978).

Con l'inizio del Giurassico i bacini marini si approfondiscono; in particolare, nel Varesotto occidentale, si forma una depressione orientata all'incirca in direzione N-S, denominata Bacino del Monte Nudo; al suo interno si deposita, durante il Giurassico inferiore e medio, una potente sequenza carbonatica, con caratteristiche torbiditiche (Calcere di Moltrasio, Calcere del Domaro e Formazione di Valmaggione). Sulle soglie del Bacino del Monte Nudo si sedimentano sequenze ridotte, costituite dalla Formazione di Saltrio, non affiorante nell'area considerata, e dal Rosso Ammonitico Lombardo.

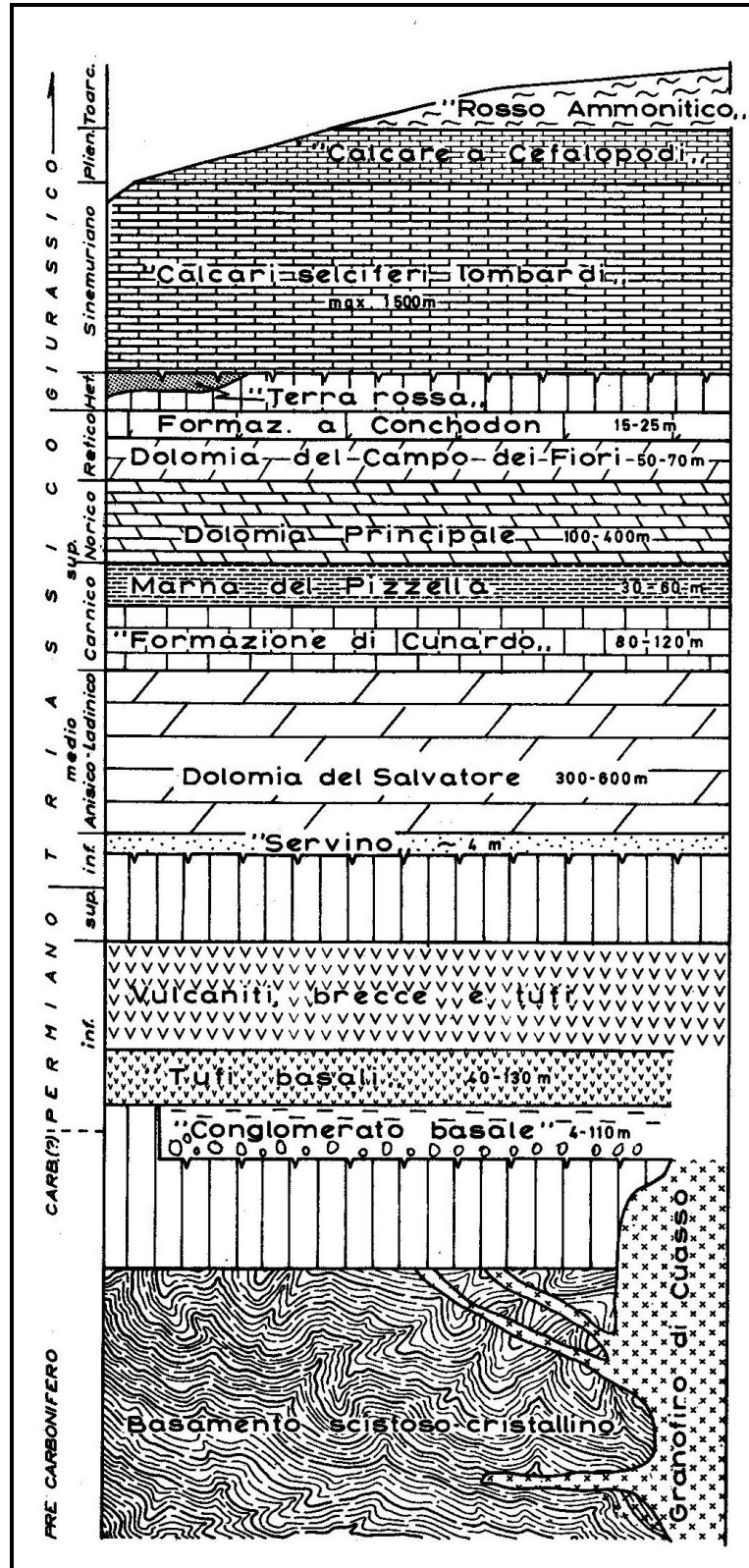


Fig. n. 2.1 – Schema dei rapporti stratigrafici (da "indagine multidisciplinare sul bacino idrografico del F. Margorabbia e sul luinese").

La successione presente nel territorio comunale termina nel Giurassico medio, quindi non compaiono i termini appartenenti al Giurassico superiore, al Cretaceo ed al Cenozoico.

Il substrato roccioso è stato successivamente ricoperto dai depositi glaciali quaternari e dalle alluvioni dei periodi interglaciali.

Da un punto di vista strutturale l'area esaminata fa parte delle Alpi Meridionali e si trova al limite tra i grandi affioramenti di rocce scisto - cristalline e quelli di rocce sedimentarie che occupano le parti più a sud delle Alpi Meridionali stesse.

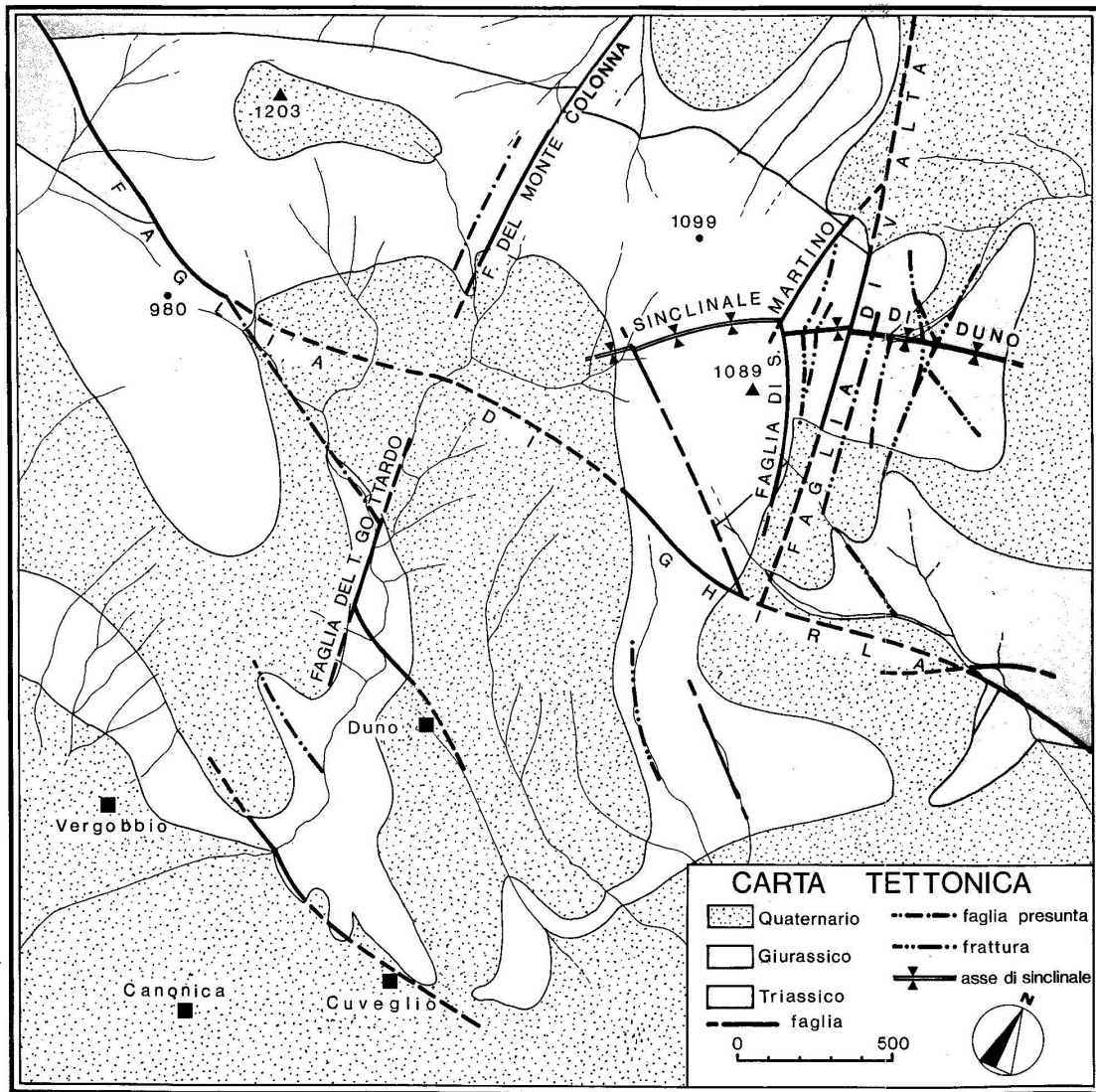
Queste due serie differenti presentano un diverso comportamento agli sforzi tettonici: le rocce precarbonifere del basamento sono state interessate dall'orogenesi ercinica, che le ha deformate e metamorfosate conferendogli maggiore rigidità rispetto alle serie sedimentarie successive. In questo modo, durante l'orogenesi alpina, gli sforzi agenti sulle due serie hanno determinato due diversi comportamenti: il basamento è stato rotto o piegato, mentre la copertura si è piegata in modo differente, scollandosi dal basamento; per questo motivo il contatto tra copertura e basamento è spesso di tipo tettonico.

La struttura dell'area esaminata è complessa e caratterizzata da pieghe anticlinali e sinclinali, con diversi sistemi di faglie e fratture, che frequentemente tagliano e dislocano le pieghe (Fig. n. 2.2).

In particolare si possono distinguere due gruppi di elementi strutturali, il primo orientato in direzione E-O o NE-SO, comprendente sia pieghe che faglie ed il secondo con direttrici orientate prevalentemente N-S, più recente del precedente.

Nell'ambito del primo gruppo si possono distinguere i seguenti elementi principali:





**Fig. n. 2.2** – Carta tettonica dell'area in esame (da "Il fenomeno carsico e l'idrologia ipogea del complesso M. San Martino – M. Colonna – M. Rossel").

◆ Sinclinale di Duno: decorre in direzione NE – SO dal Monte S.Martino (Alpe di Duno) verso Cassano Valcuvia ed è dislocata, in senso N – S dalle faglie di S.Martino e di Val Alta.

◆ Sinclinale di Cuvio: orientata in direzione NE – SO, attraversa il territorio comunale a est e sud – est della località Cavona; è interrotta verso nord – est dalla faglia di Rancio.

◆ Anticlinale di Cuveglio: orientata in direzione NE – SO, interessa le unità carbonatiche del Triassico inferiore – medio; in prossimità del confine con il Comune di Rancio il suo asse è parallelo alla S.P. n° 54.

◆ Faglia di Ghirla: elemento strutturale di importanza regionale, è orientata approssimativamente in senso E – O. Dal Monte Rossel si dirige a est verso le località Bisio e Cantonaccio (Alpe di Duno), dove scorre sotto copertura, attraversa il Monte S.Martino e prosegue verso il Comune di Rancio Valcuvia, dove la sua presenza è sottolineata dal Torrente Riale. Si tratta di una faglia inversa che, nella parte settentrionale del territorio, mette a contatto i termini triassici (Formazione di Cunardo, Marne del Pizzella e Dolomia Principale) con quelli del Giurassico inferiore (Calcare di Moltrasio).

Appartengono al secondo gruppo:

◆ Faglia di Rancio: orientata in direzione NNO – SSE, disloca la successione sedimentaria, mettendo a contatto i termini triassici con quelli giurassici e interrompe la sinclinale di Cuvio. Uno dei rami secondari del Torrente Rancina si è impostato lungo la faglia stessa.

◆ Faglia di Val Alta: decorre dall'impluvio del Torrente Riale a sud oltre la località Villa S.Giuseppe verso nord, dislocando la sinclinale di Duno; pone a contatto le unità triassiche con il Calcare di Moltrasio (Giurassico inferiore).

◆ Faglia del Monte S.Martino: orientata in direzione N – S, decorre dalla strada per S.Martino in Culmine verso nord, dislocando la sinclinale di Duno. Interessa per la maggior parte del suo decorso il Calcare di Moltrasio, ed è evidenziata morfologicamente dalla scarpata del Monte S.Martino.

◆ Faglia del Torrente Gottardo: diretta in senso N – S, interessa marginalmente il territorio comunale, a ovest dell'abitato di Duno. A causa delle sfavorevoli condizioni di osservazione non sono chiari i suoi rapporti con la faglia del Monte Colonna, osservabile più a nord e non riportata in carta: si ipotizza che la faglia del T.Gottardo sia la prosecuzione di quella del Monte Colonna e che disloci la più antica faglia di Ghirla.

## 3 LITOLOGIA E DINAMICA GEOMORFOLOGICA

### *3.1 PREMESSA*

La carta della dinamica con elementi di litologia rappresenta una carta tematica in scala 1:5.000, nella quale vengono messi in evidenza i processi geomorfologici più significativi, associati alle variazioni litologiche; lo scopo principale che si prefigge questa carta è quello di sottolineare gli aspetti di natura geologica che potenzialmente rappresentano un elemento di pericolo per il territorio.

La carta rappresenta le unità suddivise in base a criteri litologici e le forme, mediante la sovrapposizione di simboli, suddivise secondo la tipologia genetica e lo stato di attività.

La redazione della carta ha luogo partendo dalle informazioni fornite dalla cartografia di inquadramento degli studi precedenti e dalla cartografia prodotta durante studi del territorio da parte della Comunità Montana della Valcuvia. Queste sono state verificate e integrate con rilievi di campagna e con l'ausilio dell'analisi delle foto aeree.

### *3.2 CARATTERISTICHE LITOLOGICHE*

Le formazioni presenti sono state divise in due grandi categorie: le rocce e i depositi sciolti.

Nella prima è compreso tutto il substrato lapideo distinto tra affiorante e subaffiorante. Nella seconda si classificano i vari tipi di depositi in funzione delle loro caratteristiche granulometriche.

#### ***Substrato lapideo***

E' rappresentato dal punto di vista litostratigrafico dalla Formazione di Cunardo, dalle Marne del Pizzella, dalla Dolomia Principale, dalla Dolomia del Campo dei Fiori, dalla Dolomia a Conchodon, dal Calcare di Moltrasio, dal Calcare del Domaro, dal Rosso Ammonitico e dalla Formazione di Valmaggione.

Il termine maggiormente rappresentato è il Calcare di Moltrasio, mentre tutti gli altri si ritrovano solamente in limitati affioramenti, prevalentemente lontano dalle zone di espansione.

Si tratta quindi di calcari di colore grigio scuro con noduli e liste di selce nerastra, calcareniti e calcari micritici.

Forma l'intero versante dei Monti Rossel e San Martino, a Nord, i rilievi sopra Cavona e il Monte Martinello a Sud.

Nella parte basale della formazione, Monte San Martino e Cavona, la stratificazione è media (10 - 40 cm) o localmente massiccia (100 - 150 cm) e tra i singoli strati sono presenti interstrati marnosi millimetrici, noduli e liste di selce, con andamento subparallelo alla stratificazione, sono molto abbondanti. Sono a volte presenti dei livelli decimetrici di calcareniti di colore grigio chiaro, ben osservabili lungo la strada che da Duno porta verso S. Martino in Culmine.

La parte sommitale, affiorante sopra Vergobbio, è rappresentata da calcari e calcari marnosi di colore grigio chiaro o nocciola; il contenuto in selce è nettamente inferiore rispetto alle altre parti della formazione e la stratificazione appare più potente (circa 1 m); compaiono inoltre livelli marnosi da centimetrici a decimetrici. Si assiste così al passaggio transizionale all'unità sovrastante, il Calcare del Domaro, affiorante sopra l'abitato di Vergobbio e lungo la strada per Arcumeggia.

Questa formazione è rappresentata da alternanze di calcari e calcari marnosi grigio chiari a grana fine (spessori variabili da 20 a 40 cm) con marne di colore scuro di spessore fino a 30 cm. I migliori affioramenti si trovano lungo la strada da Marianna ad Arcumeggia, dopo il secondo tornante.

Ben rappresentata da alcuni affioramenti nelle fasce di raccordo tra la piana del Boesio e i versanti montuosi è la Formazione a Conchodon.

Questa Unità, che si trova stratigraficamente al di sotto del Calcare di Moltrasio, è costituita da calcari a grana fine di colore bianco, grigio chiaro o nocciola chiaro, con intercalazione di alcuni banchi dolomitici nelle parti basali e sommitali della formazione. La stratificazione è da media a massiccia (da 40 cm a 1 m). Sono comuni le strutture di

essiccazione tipo "fenestras" e "bird eyes". Gli affioramenti più significativi si trovano lungo la strada per S. Martino in Culmine, poco sopra la strada da Cuveglio verso Cantevria e fra Cavona e Rancio.

Il limite con la formazione sovrastante, il Calcare di Moltrasio, è netto e localmente caratterizzato dalla presenza di litotipi rossastri, comunque non osservabili nell'area del comune.

Le altre formazioni affioranti nel territorio del comune di Cuveglio, come sopra detto, hanno limitata estensione areale e si trovano in aree lontane dai centri abitati.

Per quanto riguarda i depositi superficiali, sono state individuate cinque unità litologiche differenti.

### ***Ciottoli, ghiaie e sabbie***

Queste litologie si presentano alternate in livelli di ridotto spessore, e sono prive di cementazione. I ciottoli e gli elementi più grossolani sono rappresentati sia da litologie carbonatiche (in prevalenza) che cristalline e raggiungono dimensioni massime di 15 - 20 cm; si presentano in genere ben arrotondati, di forma variabile da subsferica ad allungata; solo localmente assumono un fabric embricato nel verso della corrente.

Esse costituiscono la conoide del torrente Gottardo e si sono formati in tempi abbastanza recenti (Quaternario), la dove le elevate pendenze dei versanti del Monte Rossel e del Monte Colonna degradano bruscamente nella piana della Valcuvia. Qui si realizza la diminuzione delle elevate energie di trasporto del torrente, che così non è più in grado di tenere in carico i materiali più grossolani.

Questi depositi sono difficilmente osservabili, in quanto sulla conoide si sono sviluppati i centri abitati di Vergobbio e di Cuveglio. E' quindi possibile osservarli solo in porzioni limitate messe a nudo da scavi per la costruzione di nuovi edifici.

### ***Argille, limi e sabbie***

Occupano la parte più bassa del fondovalle della Valcuvia e sono osservabili limitatamente ai tratti in erosione del Rio Boesio.

Si tratta di alternanze di argille, limi e sabbie nelle quali si presentano frequentemente livelli torbosi e ghiaiosi. Le argille e le torbe hanno in genere un colore molto scuro mentre i livelli sabbiosi e ghiaiosi hanno colori più chiari, giallo – marroni o grigi. Assumono in genere una struttura laminata messa in evidenza dall'alternarsi di sottili orizzonti di colore o granulometria leggermente differente.

La presenza in superficie dei livelli argillosi impermeabili è messa in evidenza dal ristagno delle acque superficiali in alcuni punti lungo il corso del Rio Boesio e del Torrente Marianna verso la confluenza con il Canale Nuovo Boesio.

Questi depositi, per litologia e strutture sedimentarie, sono da attribuirsi ad una genesi di tipo fluviolacustre.

### ***Sabbie, ghiaie e ciottoli con limo***

Si tratta di ghiaie eterometriche con clasti poligenici generalmente ben arrotondati, immersi in una matrice costituita da sabbie grossolane poco selezionate. Possono essere interpretati come depositi glaciali rimaneggiati da fenomeni alluvionali.

Si trovano nella parte occidentale del comune di Cuveglio, a sud della località Marianna. Sono limitatamente osservabili in affioramento.

### ***Sabbie con ghiaia***

Affiorano nella piana in località Cavona; sono rappresentate da sabbie sciolte mal classate di colore grigio chiaro. Localmente si trovano livelli di sabbie molto fini, talvolta con laminazioni evidenti, con livelli più grossolani o ghiaiosi a carattere discontinuo.

Rappresentano depositi di natura fluviale e fluvioglaciale.

### ***Limi sabbiosi con ciottoli e massi***

Rappresentano i depositi morenici legati alle glaciazioni che hanno interessato tutto il territorio della provincia di Varese durante il Quaternario; si trovano sparsi sui entrambi i fianchi della Valcuvia.

Si tratta di ciottoli e blocchi di dimensioni varie fino al metro, immersi in una matrice limosa o limoso sabbiosa, di granulometria molto variabile, di colore grigio bruno o bruno rossastro. I clasti sono di natura varia, gneissica, calcarea, dolomitica, porfirica, in genere con basso grado di arrotondamento e mal selezionati.

Questi depositi non appaiono in genere alterati, sia per quanto riguarda i clasti che la matrice.

Localmente si rinvengono livelli anche molto potenti (5 – 6 m) di sabbie fini con ghiaia, ciottoli e qualche trovante. Le sabbie hanno colore grigio chiaro o giallo ocra, i ciottoli sono subangolari o talvolta arrotondati (soprattutto quelli di dimensioni più piccole). E' possibile attribuire a questi depositi una genesi di tipo fluvioglaciale. Ottimo esempio di questa litozona è presente in tutto il settore a monte della S.P. 54 tra il limite orientale del centro abitato di Cuveglio e il bivio per Cantevria.

## ***3.3 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE***

Le forme riconosciute sul terreno e rappresentate in carta, sono essenzialmente di quattro tipi:

- Forme legate all'azione delle acque;
- Forme legate all'azione della gravità;
- Forme carsiche;
- Forme antropiche.

### ***3.3.1 Forme legate all'azione delle acque***

Nell'ambito delle forme di origine fluviale si riconoscono processi legati sia all'azione erosiva sia all'accumulo di materiali dovuto all'azione delle acque torrentizie.

- Depositi detritici: si tratta per lo più di materiali grossolani (sabbie e ghiaie), ma nel caso dei torrenti maggiori anche blocchi di dimensioni da decimetriche a metriche che erose e prese in carico dalle acque durante gli episodi di piena legati agli eventi pluviometrici più importanti, vengono poi depositate dove la pendenza del corso d'acqua si riduce e diminuisce di conseguenza la sua energia. Esempi di questi accumuli si trovano lungo tutto il corso del Torrente Marianna, dalla località omonima fino a valle della S.P. 54, nella Piana del Carreggio; in località S. Anna sopra l'apice della conoide.

Depositi di questo tipo si ritrovano anche in corrispondenza dei torrenti minori, a carattere temporaneo in quei punti dove diminuisce la loro pendenza o dove si trovano ad attraversare ponti con piccole luci, come avviene lungo la strada per Arcumeggia, dove in alcuni punti il normale deflusso delle acque è impedito dall'accumulo di detriti nella sezione di scorrimento.

- Erosione incanalata: è una forma molto diffusa in tutto il versante del Monte Rossel e del Monte S. Martino ed è stata rappresentata in carta solo negli esempi più significativi.

Questo processo è evidenziato dalla presenza di vallecole molto incise che tagliano il versante lungo la linea di massima pendenza; queste sono attraversate da corsi d'acqua a carattere temporaneo che alternano lunghi periodi di secca a periodi di piena nei quali si esplica una forte azione erosiva, che in alcuni casi porta alla messa a nudo del substrato lapideo. Questa azione erosiva è favorita dalla presenza di sottili coltri di copertura, in genere di natura morenica o colluviale, che per la loro scarsa permeabilità facilitano lo scorrimento superficiale delle acque. Questi stessi canali talvolta sono sede di fenomeni di colata e/o trasporto in massa di detriti.

- Erosione spondale: si verifica lungo la sponda esterna nei punti dove un corso d'acqua cambia direzione di flusso. E' osservabile lungo il corso dei torrenti maggiori di fondovalle, come il Torrente Marianna poco sotto la S.P. 54 e diffusamente lungo il corso del Rio Boesio. Può



innescare fenomeni di instabilità degli argini per asportazione di materiale al piede.

- Orlo di scarpata morfologica: è rappresentato da una scarpata, più o meno netta e alta, che raccorda aree semipianeggianti poste a quote diverse. Lungo il Rio Boesio queste scarpate sono veri e propri terrazzi fluviali, formati prevalentemente da materiali di natura morenica; si trovano sopraelevati rispetto alla piana attuale e rappresentano uno stadio precedente dell'evoluzione del territorio. I terrazzi che si riconoscono lungo il fianco destro della Valcuvia (Sud), hanno altezze comprese tra i 5 e i 10 m e presentano un andamento piuttosto dolce; quelli del fianco sinistro hanno altezze simili, ma presentano localmente pendenze notevoli (superiori ai 40°) come sopra la S.P. 54 in corrispondenza della Valle del Bignes e sotto la S.P. subito dopo le ultime case di Cuveglio, dove si sono impostate su depositi morenici prevalentemente sabbiosi.

Le forme che lungo la Valcuvia si trovano a quote maggiori rappresentano importanti rotture di pendenza, localmente riconducibili a origini glaciali.

Le scarpate evidenziate in località Cavona hanno altezze ridotte, inferiori a 3 m; hanno origine dall'erosione fluviale e sono state segnalate perché importanti per la delimitazione di eventuali fenomeni di esondazione.

- Aree di ristagno: si tratta di alcune aree, site prevalentemente lungo l'asse della Valcuvia, o nella piana presso Cavona. Per le caratteristiche litologiche dei depositi superficiali, argille o sabbie fini, e per una particolare morfologia a conca del terreno, ristagnano le acque meteoriche o quelle di esondazione dei corsi d'acqua vicini. La provenienza delle acque può in qualche caso essere ricondotta alla risalita fino al piano campagna delle acque di falda, come si può ipotizzare nel caso dei ristagni che si verificano ad Est della località Boffalora.
- Aree di esondazione: si tratta delle aree poste lungo l'asta del Canale Boesio Nuovo, del Canale Nuovo (tratto terminale del T.te Gottardo),

del Rio Boesio e del T.te Valle di Bignes site lungo l'asse della Valcuvia. In base alle risultanze degli studi della Comunità Montana sono state distinte aree interessate da esondazione con tempi di ritorno ordinari (10 anni) ed eccezionali (200 anni).

### *3.3.2 Forme legate all'azione della gravità*

In questo gruppo di processi dinamici si trovano tutti quei fenomeni che interessano prevalentemente il versante e sono innescati dall'azione della gravità, che agisce direttamente sui terreni e sulle rocce, unitamente all'azione erosiva delle acque non incanalate e degli agenti climatici (precipitazioni, cicli gelo - disgelo).

- Frane: sono stati distinti:
  - piccoli fenomeni di scivolamento della copertura che coinvolgono modesti volumi di materiale morenico o colluviale. Questi vengono innescati dall'azione gravitativa su materiali che già si trovano in stato di equilibrio precario per l'azione erosiva esercitata dalle acque, diffuse o incanalate, per la spinta operata dalle radici e per la forte pendenza del versante. Possono interessare anche le scarpate più acclivi dei terrazzi fluviali di fondovalle. Questi fenomeni sono stati rappresentati tramite un simbolo puntiforme.
  - Grosse frane di scivolamento che interessano volumi maggiori di copertura morenica o detritico colluviale. I fenomeni più significativi, rappresentati tramite poligoni che delimitano in modo preciso l'area interessata dal fenomeno (scarpata e accumulo), sono ubicati sulla sponda sinistra della Valle dei Ronchi (riportato nella Carta Inventario dei fenomeni franosi della Regione Lombardia), in sponda sinistra del T.te Gottardo, poco a monte dell'apice in loc. S. Anna e a valle delle sorgenti del Turegiun (Comune di Duno), presso la località Valle di Bignes e a monte del centro di raccolta differenziata dei rifiuti; si tratta di fenomeni che attualmente non mostrano segni di attività ma che in alcuni casi nel corso degli studi precedenti (anno 2002) erano stati definiti come attivi.

- Fenomeni di crollo diffuso di singoli blocchi che, interessano gli ammassi rocciosi nelle loro parti più acclivi. Esempio di questi fenomeni si trovano lungo la strada per Arcumeggia, dove tra l'altro sono state messe in opera reti di protezione; in località Vergobbio, sui rilievi a Nord di Cavona e lungo la strada per il San Martino. Sono state delimitate le pareti che potenzialmente possono originare crolli.
- Falda detritica: è una forma di accumulo dei materiali lapidei ai piedi di una parete subverticale, in seguito a crollo. Sono costituite da materiali eterometrici, in genere di grosse dimensioni (superiore ai 40 cm), non cementati. Nel territorio comunale si possono osservare sia delle forme attive, sia forme stabilizzate. Alla base della parete terminale del Monte S. Martino, si riconoscono due depositi detritici freschi, di forma allungata lungo degli impluvi; in questo caso il materiale è fornito dai crolli che avvengono sulla parete del S. Martino, attraversata da linee tettoniche importanti. Un esempio di forma inattiva si trova lungo al fianco settentrionale dei rilievi che separano Cavona da Cuveglio. Il deposito assume la forma di una vera e propria falda che ricopre tutta la base del versante, con la presenza anche del cono detritico (forma a ventaglio). In questo caso il materiale era fornito dai crolli favoriti dalla giacitura subverticale e a franapoggio dell'ammasso roccioso. Questo deposito è tuttavia stabilizzato dalla vegetazione boschiva che vi cresce abbondantemente.
- Erosione diffusa: rappresenta il risultato del processo di ruscellamento delle acque meteoriche. I materiali di copertura vengono erosi e trasportati a valle dalle acque che non si concentrano in alvei ben definiti. Questo fenomeno si manifesta con piccoli solchi, con evidenze di flusso, e con ampie superfici di terreno denudate. Si osserva prevalentemente sul versante del Monte Rossel, sopra le sorgenti del Bignes, ma interessa in generale tutti i pendii più acclivi.

### *3.3.3 Forme carsiche*

I fenomeni carsici si originano in presenza di rocce solubili (generalmente carbonatiche) e di abbondanti precipitazioni; in questo modo le acque, sfruttando le zone di debolezza della roccia (superfici di discontinuità e di stratificazione), penetrano all'interno dell'ammasso roccioso allargando le vie di circolazione sotterranea, con la conseguente scarsità di idrografia superficiale.

Le forme originatesi da questi processi di soluzione e deposizione chimica possono essere distinte in forme superficiali, o epigee, e in forme profonde, o ipogee; si possono ulteriormente distinguere microforme, di dimensioni inferiori al metro, e macroforme, di dimensioni più che decametriche.

Nel territorio comunale di Cuveglio sono presenti vasti affioramenti di rocce carbonatiche (Calcere di Moltrasio), spesso interessate da fenomeni carsici.

Tra le forme epigee riconosciute si evidenziano le forme minori, rappresentate da karren, cavità e piccole doline.

I karren, osservabili sopra S. Anna e sopra le sorgenti del Bignes, sono dei piccoli solchi, dati dall'alternarsi di creste e conche, di altezza non superiore ai 5 cm; raramente si formano delle superfici a forma di vasca. L'insieme di queste forme su vaste aree forma i cosiddetti campi solcati. Frequenti sono le cavità, di piccole dimensioni (inferiori ai 2 cm), con forma ellittica o subcircolare.

Le doline, osservabili sulla sommità semipianeggiante dei rilievi sopra Cavona, sono delle conche chiuse, dei piccoli bacini di forma subcircolare o ellittica; hanno in genere dimensioni che non superano i 10 - 15 m di larghezza e i 2 m di profondità.

Sono da segnalarsi anche delle forme profonde, che trovano il loro sviluppo superficiale nelle grotte in genere con andamento suborizzontale, che si osservano presso la sorgente del Turegiun e verso il confine con il Comune di Rancio Valcuvia.

### 3.3.4 Elementi antropici

Sulla carta della dinamica con elementi di litologia sono stati inoltre riportati alcuni elementi legati all'azione antropica, quali la presenza di opere di sistemazione del versante, opere di regimazione fluviale, opere stradali, che in qualche modo possono influire sui normali processi morfologici. Queste opere portano in genere ad un miglioramento delle condizioni locali (reti paramassi, argini, briglie, ...).

Sono state distinte:

- Opere di difesa del versante: rappresentate da reti di protezione in aderenza ubicate sugli ammassi rocciosi affioranti lungo i primi tornanti della strada per Arcumeggia; da interventi di riprofilatura con gradonatura del pendio presso il cimitero di Cavona; reti paramassi ed in aderenza lungo la strada per il Monte San Martino.
- Arginature: realizzate lungo il tratto a valle della S.S. 394 del Torrente Marianna e lungo tutto il corso del Gottardo (o Canale Nuovo) dall'apice del conoide in località S. Anna fin quasi all'immissione nel Boesio. Per il T. Gottardo dall'apice del conoide fino alla S.S. si tratta di una sistemazione completa dell'alveo, che ha assunto una sezione rettangolare entro muri in c.a. e in malta e pietrame, con numerose soglie e briglie.
- Opere di difesa spondale: distinte in funzione del materiale utilizzato (c.a., pietrame, legno) interessano i corsi d'acqua vallivi, Canale Boesio Nuovo, Rio Boesio e i tratti terminali dei loro affluenti. Lo stato di conservazione delle opere è in genere medio buono, ad eccezione delle opere realizzate in legname.

Si deve sottolineare che per evitare fenomeni di instabilità e di degrado con conseguente aggravamento delle situazioni di dissesto, è di fondamentale importanza procedere alla pulizia ordinaria e straordinaria degli alvei torrentizi e alla manutenzione delle opere di protezione realizzate.

Risulta quindi essere un parametro importante nella determinazione della pericolosità e quindi della fattibilità geologica la valutazione delle forme antropiche.

## 4 ELEMENTI IDROGEOLOGICI

### 4.1 PUNTI DI CAPTAZIONE

Nelle tabelle seguenti sono riportati gli elenchi dei pozzi pubblici e delle sorgenti che permettono l'approvvigionamento idrico al Comune di Cuveglio, e l'elenco dei bacini di raccolta delle acque captate prima della distribuzione in rete.

Nome e codice	Località	Stato	Falda captata	Profondità (m)	Portata (l/sec)
Sotto Canè (3)	Boffalora	attivo	semifreatica	135,5	10

**Tab. n. 4.1** – Pozzi pubblici ad uso idropotabile.

Nome	Località	Quota (m)	Portata (l/sec)
Marianna ("Beucc")	Casalzuigno	360	4,5
Carati 1	Vergobbio	338	1,5
Carati 2	Vergobbio	338	1,5
"Turegiun"	Duno	530	8,0
Ca Sciareé	Cavona	325	3,0

**Tab. n. 4.2** – Sorgenti pubbliche ad uso idropotabile.

Nome	Località	Capacità (mc)
Marianna	Marianna	178
Carati	Vergobbio	2 da 200 ciascuno
S.Anna	S.Anna	200
Ronco	Cuveglio	100
Cavona	Cavona	200

**Tab. n. 4.3** – Serbatoi di accumulo dell'acquedotto comunale.

Sono inoltre presenti sul territorio comunale altre sorgenti utilizzate per l'approvvigionamento idrico da parte del Comune di Rancio Valcuvia:

Nome	Località	Quota (m)	Portata (l/sec)
Bignes 1	Bignes	365	1,5
Bignes 2	Bignes	365	1,0
Bignes 3	Bignes	365	1,5
Fonte di Henry *	-	475	1,0
Polla di Cantevria	-	280	5,0

**Tab. n. 4.4** – Altre sorgenti pubbliche ad uso idropotabile presenti sul territorio comunale. \*) in disuso.

#### 4.2 STRUTTURA IDROGEOLOGICA

Come si può notare dalle Tabelle 4.1 e 4.2, le sorgenti rappresentano la principale fonte di approvvigionamento idrico del Comune; esse sono state sufficienti per la richiesta d'acqua degli abitanti di Cuveglio fino alla metà degli anni '80, quando si è resa necessaria la perforazione di un pozzo a causa dell'aumento della popolazione. Le sorgenti infatti non forniscono una portata costante per tutto l'anno e, soprattutto nei periodi estivi, si possono avere condizioni di carenza idrica. La realizzazione del pozzo Sotto Canè ha eliminato questa situazione di disagio, consentendo di disporre di sufficienti risorse idriche in modo costante.

Oltre alla stratigrafia del pozzo Sotto Canè è stato possibile reperire le stratigrafie di alcuni pozzi privati ad uso industriale. Dalla correlazione di queste ultime, unitamente a dati geolitologici-strutturali rilevati in sito e ai dati indicativi dello studio idrogeologico dell'Autorità Ambito Territoriale Ottimale della provincia di Varese, è stato possibile ricostruire un modello della struttura idrogeologica del territorio. La sintesi grafica viene esposta nella Tav. n. 2 e nelle due sezioni idrogeologiche E-W e N-S (All. n. 1 e 2)

In base alle caratteristiche geologiche è possibile distinguere due settori aventi idrostrutture differenti: la piana del Boesio, nella quale l'acquifero è costituito da depositi sciolti ("*Idrostruttura Valcuvia*"); e la zona dei versanti dei Monti Rossel, S. Martino a Nord e del Monte Martinello a Sud, nella quale l'acquifero è di natura carsica ("*Idrostruttura Monte Nudo*").

#### *4.2.1 Idrostruttura Valcuvia*

Dall'analisi delle sezioni prodotte possiamo identificare le caratteristiche principali di questa idrostruttura di fondovalle, costituita dalle seguenti unità idrogeologiche, determinate sulla base del grado di permeabilità dei depositi presenti, seguendo le linee guida dell'ATO:

*A) Substrato roccioso:* costituisce la base impermeabile o permeabile per fatturazione e carsismo degli acquiferi di fondovalle. Nell'area di studio è costituito dalle rocce del complesso carbonatici intermedio.

*B) Unità delle argille prevalenti:* l'unità è costituita da depositi in facies transizionale e marina di età pliocenica, caratterizzati da limi, argille e argille sabbiose grigie e azzurre alternati a lenti di materiali più grossolani colmanti le maggiori incisioni del substrato roccioso. Le possibilità acquifere di questa unità, variabili a seconda della zona, sono legate alla presenza di acquiferi profondi di tipo confinato e semiconfinato nei livelli sabbioso ghiaiosi intercalati alle argille.

*D) Unità delle ghiaie, sabbie e argille:* è costituita da sedimenti di origine glaciale o fluvioglaciale con litologie eterogenee, rappresenta l'unità stratigraficamente più giovane con diretto riscontro morfologico in superficie. Diffusa la presenza di livelli torbosi nei primi metri dal piano campagna.

#### **Sezione idrogeologica A – A' (All. n. 1)**

La litozona superficiale è costituita da uno strato impermeabile di torba, limo, argilla o sabbia argillosa, che può raggiungere nella zona occidentale del territorio, in corrispondenza del pozzo 30, profondità di 20 metri. I valori indicativi di permeabilità variano tra  $10^{-7}$  e  $10^{-9}$  cm/s.



La zona orientale del territorio, a nord della località Cavona è formata da un livello ghiaioso – sabbioso, di circa 5 metri di spessore, mentre verso Sud Ovest la granulometria diminuisce, passando a sabbie prevalenti, con poca ghiaia, fino alla profondità di 42 metri, dove ricompaiono ghiaie e sabbie grossolane. Passando alla zona sud occidentale del territorio troviamo ghiaie e sabbie con tracce di argilla, che raggiungono spessori di oltre 10 metri. Questa litozona può essere seguita con continuità da NE a SO, anche se non mantiene uno spessore costante; nella parte centrale della valle infatti raggiunge gli spessori massimi (pozzo Sotto Canè). Costituisce un acquifero semiconfinato sede di una falda semifreatica. La permeabilità è medio - alta, con diminuzioni locali dovute a tracce di materiali fini: si stimano valori compresi tra  $10^{-1}$  e  $10^{-3}$  cm/s.

Al di sotto troviamo depositi di origine lacustre costituiti da argille grigie e limi molto fini, che possono presentarsi debolmente sabbiosi. Si tratta di una formazione idrogeologica a bassa permeabilità. Il suo spessore è variabile da pochi metri ad oltre 30 metri (pozzo 30), risultando anche assente verso il margine meridionale della valle dove la litozona permeabile poggia direttamente sul substrato roccioso (pozzi 24 sud e nord). La permeabilità ha valori indicativi minori di  $10^{-6}$  cm/s.

I depositi più profondi sono osservabili solo in corrispondenza della zona centrale della valle, dove il substrato roccioso è stato scavato maggiormente dall'azione dei ghiacciai e risulta essere più depresso rispetto alle aree marginali, nelle quali la roccia raggiunge profondità di appena 15 metri. E' formata da ghiaia sabbiosa, sabbia fine con argilla e verso il basso compare una ghiaia sabbiosa compatta ("conglomerato arenaceo"). Costituisce una formazione idrogeologica permeabile profonda, sede di una falda semifreatica. La sua permeabilità varia da elevata a media, con valori indicativi compresi tra  $10^{-1}$  e  $10^{-3}$  cm/s.

### **Sezione idrogeologica B – B' (All. n. 2)**

La litozona superficiale è costituita da un livello continuo di origine lacustre, a scarsa permeabilità, formato da argille, limi e torbe di colore

scuro, di spessore variabile, sempre superiore a 8 metri. I valori indicativi di permeabilità sono inferiori a  $10^{-7}$  cm/s.

Al di sotto troviamo ghiaie e sabbie di circa 15 metri di spessore nella zona sud – occidentale (pozzo 24 sud), che si assottigliano in direzione nord, risultando intercalate da livelli di torba e limo fino alla profondità di 22 metri, dove si incontra un livello ghiaioso – sabbioso con orizzonti di limosi (pozzo 24 nord). Analogamente a quanto detto per la sezione A – A', costituisce una formazione idrogeologica permeabile sede di una falda in pressione o semifreatica. La permeabilità assume valori indicativi compresi tra  $10^{-1}$  e  $10^{-3}$  cm/s.

La litozona più in basso torna ed essere costituita da litologie meno permeabili. E' costituita da limi e argille e nel centro della valle ha lo spessore maggiore (oltre trenta metri – pozzo 30), per poi assottigliarsi verso sud e nord, quando il substrato roccioso risulta essere meno profondo. Forma il substrato impermeabile della litozona sovrastante, con valori di permeabilità stimati intorno a  $10^{-5}$  e  $10^{-7}$  cm/s.

L'ultima litozona, più in basso, è formata da materiale grossolano (ghiaia e pietrisco) e da sabbia limosa con ghiaia. Come è possibile osservare dalla sezione B – B', questa litozona è presente solo nella parte centrale della valle: è infatti assente a sud, in corrispondenza del pozzo 24 sud, mentre nulla si può dire per quanto riguarda la zona settentrionale, poiché il pozzo 24 nord raggiunge solo la litozona più alta. Costituisce una formazione idrogeologica permeabile, sede di una falda semifreatica. I valori indicativi di permeabilità variano tra  $10^{-1}$  e  $10^{-3}$  cm/s.

Dalle sezioni idrogeologiche risulta quindi che la successione sedimentaria di origine fluvioglaciale della Valcuvia costituisce un acquifero delimitato lateralmente dai versanti della valle stessa, che formano il suo substrato roccioso; si nota infatti che tale substrato è poco profondo in corrispondenza delle zone laterali della piana, mentre si approfondisce al centro, dove l'incisione dei ghiacciai ha agito maggiormente (sezione B – B'). Si può inoltre ritenere che la litozona permeabile superiore abbia una buona continuità laterale, sia in senso N – S che trasversalmente, anche

se non presenta spessore costante. Le litozone inferiori possiedono invece continuità in direzione NE – SO nella parte centrale della valle, mentre sono assenti ai margini di quest'ultima. I sedimenti che formano gli acquiferi sono inoltre eterogenei, essendo caratterizzati dalla presenza di livelli o strati di materiale fine poco permeabile, intercalati a materiali grossolani: in questo modo gli acquiferi sono sede di una o più falde sovrapposte (acquiferi monofalda o multifalda).

L'alimentazione delle falde circolanti nelle litozone maggiormente permeabili ha origine diversa: la prima falda è alimentata da infiltrazioni idriche superficiali, dovute alla copertura non omogenea, da rii e torrenti e da fenomeni carsici epigei; la falda profonda è invece dovuta alle acque che alimentano il carsismo ipogeo.

Le misure dei livelli statici effettuate durante la perforazione dei pozzi indicano che la falda ha profondità comprese tra 0,5 e 2 metri dal piano campagna (pozzi 3, 22, 23, 31), con frequenti casi in cui la falda risale fino alla superficie (falda artesianica – pozzi 30, 25, 27, 24 nord). Questo fatto è evidenziato anche dalla presenza di sorgenti situate nella piana del T.Boesio; ad esempio si possono citare due emergenze a sud della località Canonica, nelle vicinanze della strada che dalla S.P. n° 54 conduce a Cuvio.

#### *4.2.2 Idrostruttura Monte Nudo*

L'esistenza di numerose sorgenti (captate o non sfruttate), in corrispondenza dei versanti rocciosi dei Monti Rossel e S. Martino, è indice di una importante circolazione idrica anche all'interno del substrato lapideo: la presenza in superficie di fratture e microfratture consente alle precipitazioni meteoriche di infiltrarsi nell'ammasso roccioso e di proseguire in profondità. La circolazione idrica negli ammassi rocciosi avviene anche lungo i piani di strato e all'intersezione tra questi e i piani di fessurazione; le acque d'infiltrazione si muovono, quindi, seguendo la

geometria della stratificazione (immersione NW - SW, inclinazione tra 10° e 50°) e della rete di fratturazione (generalmente subverticale).

In particolare all'interno della formazione del Calcere di Moltrasio ("*Complesso carbonatico intermedio*") si ha una notevole circolazione d'acqua dovuta all'elevata permeabilità della roccia causata da fenomeni di dissoluzione carsica, che, oltre a creare sempre nuove cavità e condotte, porta al progressivo allargamento delle fessure già esistenti, contribuendo alla creazione di una fitta rete di condotte che si sviluppano in tutto l'ammasso roccioso.

I fenomeni carsici presenti nelle aree di affioramento favoriscono un'estesa area di assorbimento superficiale; in tal modo le acque che si infiltrano costituiscono l'alimentazione delle sorgenti sparse lungo i versanti montuosi a nord del centro abitato di Cuveglio.

Inoltre il complesso strutturale dei Monti Rossel e S.Martino alimenta la falda profonda esistente all'interno dei depositi grossolani della piana.

### *4.3 SORGENTI*

Nella Tavola 2 sono state cartografate le emergenze idriche principali presenti nel territorio: esse comprendono le sorgenti collegate alla rete dell'acquedotto comunale (Tab. n. 4.2), le sorgenti captate da privati e quelle non captate.

Generalmente le acque d'infiltrazione sono soggette ad una circolazione complessa all'interno delle fratture degli ammassi rocciosi, con percorsi che variano a seconda dell'orientazione, del numero e della connessione tra le diverse discontinuità.

Le sorgenti presenti nella parte montuosa dell'area in esame sono legate direttamente ad un'alimentazione dovuta alle condotte carsiche e alle fratture degli ammassi rocciosi, mentre altre sono affioranti nei depositi sciolti del fondovalle della Valcuvia e rappresentano l'emergenza della falda acquifera contenuta nei depositi grossolani di piana. Sempre nella zona di piana, al contatto tra le alluvioni e le morene e i depositi argilloso - torbosi, la falda emerge a causa del cambio di permeabilità, dovuto alla

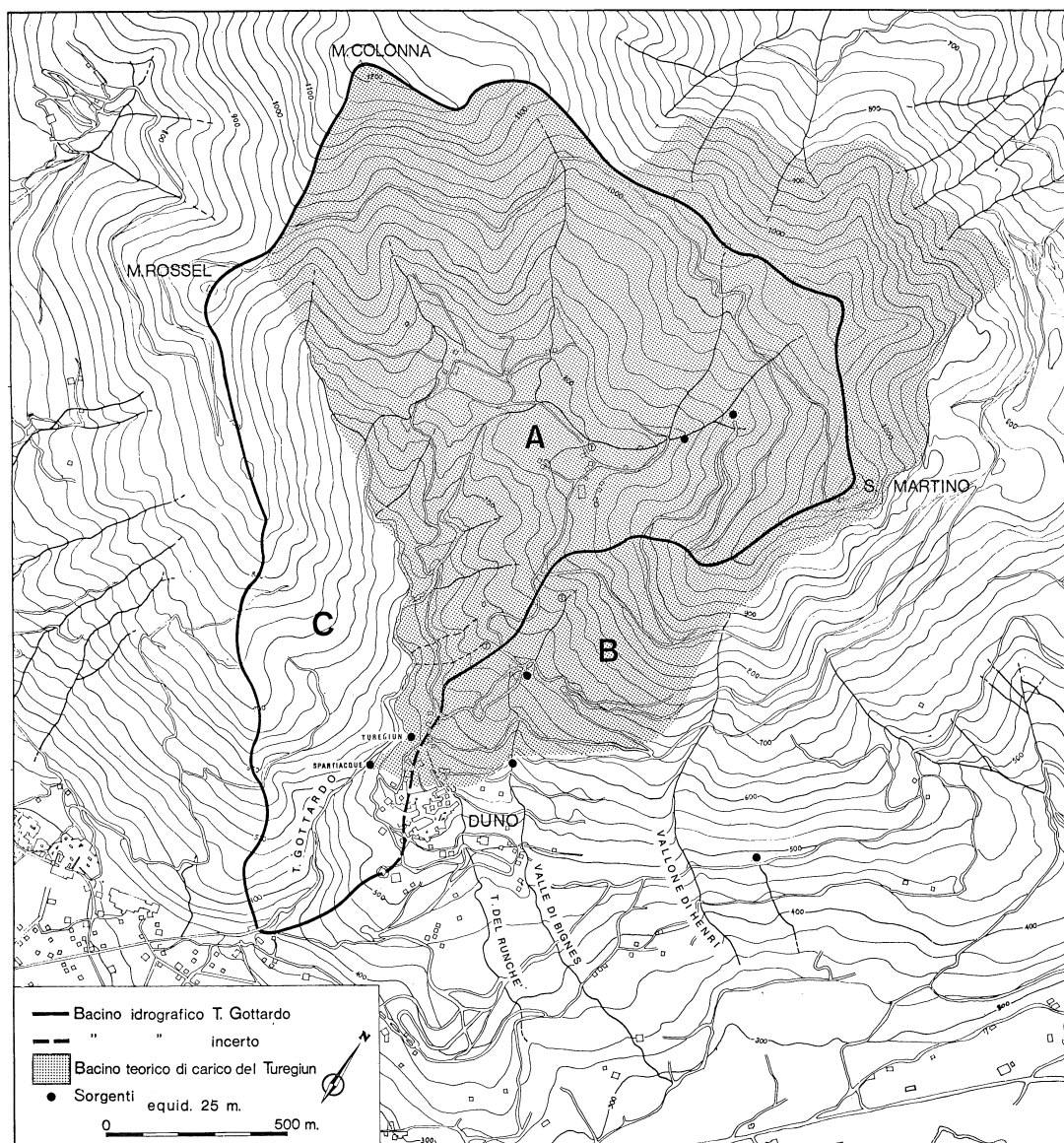
granulometria più fine e quindi meno permeabile dei sedimenti torboso-argillosi.

**Sorgenti del Turegiun** – costituiscono il più importante complesso di risorgenza dell'area in esame, costituito da due sbocchi: la grotta del Turegiun, posta più a monte e la condotta dello "Spartiacque". La portata di queste sorgenti varia da meno di 10 l/s nei periodi di magra ad oltre 100 l/s in occasione delle piene. Il bacino di alimentazione delle sorgenti presenta una notevole estensione (Fig. n. 4.1), che copre gran parte del massiccio del M. San Martino e dei versanti settentrionale della cima di quota 1098 e meridionale del M. Colonna, per una superficie complessiva di c.ca 2,4 km<sup>2</sup>. I considerevoli valori di portata, la mancanza di sorgenti a Sud della "Faglia di Duno" e l'esplorazione diretta di parte dei condotti, inducono a ritenere che queste sorgenti siano gli esattori di una "falda sospesa" in cui convergono importanti vie di drenaggio carsico. L'alto grado di canalizzazione ipogea dell'area e la sua estensione sono inoltre confermate dalle variazioni di portata e dall'intensità dei fenomeni di piena (fino a 150 l/s).

**Sorgenti Bignes** – si tratta di tre punti di captazione a carattere semiperenne, con bacino di alimentazione che in parte si sovrappone a quello delle sorgenti del Turegiun tramite le infiltrazioni dai corsi d'acqua minori.

**Fonte di Henry** – è costituita da due cavità, quella superiore che funge da scolmatore di troppo pieno e quella inferiore (captata) mantiene una portata pressoché costante e continua nel corso dell'anno. Il bacino di carico interseca parzialmente quello delle sorgenti del Turegiun, captando parte delle perdite per deflusso superficiale lungo i corsi d'acqua minori (Vallone di Henry).

**Polla di Cantevria** – sgorga dal terreno alluvionale di fondo valle, ma le sue acque si originano dai sistemi carsici che alimentano la sorgente Henry.



**Fig. n. 4.1** – Delimitazione del bacino idrogeologico delle sorgenti del Turegioun (da "Il fenomeno carsico e l'idrologia ipogea del complesso M. San Martino – M. Colonna – M. Rossel").

Uno studio sul carsismo che interessa la zona dal titolo "Il fenomeno carsico e l'idrologia ipogea del complesso M. San Martino – M. Colonna – M. Rossel (Valcuvia – Va)" effettuato nel 1978 permette di ricavare informazioni riguardo al chimismo delle acque delle sorgenti.

Dall'esame delle analisi chimiche effettuate sui campioni prelevati dalle sorgenti si nota che il pH ha valori costanti, mentre risultano elevate le concentrazioni degli ioni  $\text{Ca}^{2+}$  (38-60 mg/l), la durezza totale (100-200

mg/l di  $\text{CaCO}_3$ ) e di conseguenza anche la conducibilità ionica specifica risulta elevata, dal momento che questo parametro è indice del grado di mineralizzazione delle acque.

Il valore del rapporto Ca/Mg varia tra 3,5-9,6, ad eccezione delle sorgenti S. Francesco (Ca/Mg = 31,6) e Valec (Ca/Mg = 17,5) presso la sommità del M. San Martino, dove si riscontra un tenore particolarmente basso di magnesio associato ad una minore mineralizzazione. Questo fatto potrebbe essere dovuto al breve percorso delle acque di queste due sorgenti nella formazione del Calcere di Moltrasio, che possiede un certo tenore di Mg e nella mancanza di acque filtranti attraverso i depositi glaciali (morene) che portano ad un aumento della concentrazione di magnesio. Le differenze riscontrate per questo rapporto dipendono dalla circolazione idrica più o meno profonda, dal tempo di permanenza dell'acqua a contatto con la roccia e dalla lunghezza dei percorsi dell'acqua all'interno della roccia.

Le concentrazioni di solfati, cloruri, sodio e silice sono molto al di sotto dei limiti di potabilità, mentre la presenza di ammoniaca si può ricondurre alla decomposizione di sostanze vegetali.

#### *4.4 VULNERABILITÀ INTRINSECA DELL'ACQUIFERO SUPERFICIALE*

##### *4.4.1 Generalità*

La vulnerabilità intrinseca o naturale degli acquiferi si definisce come la suscettibilità specifica dei sistemi acquiferi, nelle loro diverse parti componenti e nelle diverse situazioni geometriche ed idrodinamiche, ad ingerire e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinante fluido od idroveicolato tale da produrre impatto sulla qualità delle acque sotterranee, nello spazio e nel tempo (Civita, 1987).

Le carte di vulnerabilità degli acquiferi vengono compilate allo scopo di fornire una zonizzazione delle aree maggiormente esposte, passaggio che si inserisce in un più ampio discorso di programmazione e pianificazione dell'utilizzo delle risorse idriche.

La valutazione della vulnerabilità per le acque sotterranee (Cavallin et al., 1990) permette di stimare il "rischio" d'inquinamento in base alla seguente equazione:

$$\text{Rischio} = \text{Pericolosità} * \text{Vulnerabilità} * \text{Valore}$$

La pericolosità viene intesa come la probabilità che si verifichi un certo evento di contaminazione con un determinato tempo di ritorno. La vulnerabilità, invece, esprime l'attitudine a sopportare l'evento mentre il valore si riferisce alla qualità del corpo idrico che subisce l'evento, in termini socio-economici.

In questo ambito è stata valutata la vulnerabilità intrinseca degli acquiferi. Sono state prese in considerazione, infatti, le caratteristiche idrogeologiche, litostrutturali e idrodinamiche del sottosuolo assimilando il comportamento dell'inquinante a quello dell'acqua, senza considerare le caratteristiche chemiodinamiche delle sostanze. Questa approssimazione rappresenta, in generale, un fattore di sicurezza poiché si verifica frequentemente che le interazioni liquido-liquido o liquido-solido da parte dell'inquinante determinano un'attenuazione del fronte di inquinamento.

La vulnerabilità specifica degli acquiferi, invece, viene calcolata anche in base alle caratteristiche chimiche dell'inquinante e alle interazioni tra esso e il sistema in cui si diffonde, attraverso l'uso di opportuni modelli di simulazione.

Le metodologie che possono essere utilizzate al fine di calcolare la vulnerabilità intrinseca degli acquiferi sono riconducibili sostanzialmente a tre diverse tipologie:

- metodi qualitativi
- metodi parametrici distinti in:
  - sistemi a matrice;
  - sistemi a punteggio semplice;
  - sistemi a punteggio e pesi. A questa categoria appartengono, per esempio, il sistema DRASTIC (Aller et al., 1985 e 1987) e il sistema SINTACS (Civita, 2005);



- sistemi di valutazione di impatto ambientale;
- metodi numerici.

#### 4.4.2 Metodo SINTACS

Nel presente lavoro si è ritenuto opportuno procedere alla valutazione della vulnerabilità intrinseca dell'acquifero superficiale avvalendosi del metodo SINTACS (Civita, 2005), sia perché permette di valutare la vulnerabilità intrinseca degli acquiferi basandosi su tutti i principali parametri che la determinano, sia perché esclude un condizionamento soggettivistico mediante l'uso di punteggi e pesi.

Nasce dall'esigenza di adeguare il metodo Drastic (Aller et al., 1985 e 1987) alle realtà idrogeologiche riscontrabili sul territorio italiano e ai dati effettivamente ivi disponibili. L'evoluzione del metodo Sintacs è passata negli anni attraverso cinque release; nella presente analisi è stata adottata la release R5.

Il metodo considera sette parametri come input per determinare la vulnerabilità dai quali deriva l'acronimo SINTACS:

- Soggiacenza, risulta essere un parametro molto importante poiché dal suo valore assoluto e dalle caratteristiche idrogeologiche dell'insaturo dipende il tempo di transito (TOT) di un qualsiasi inquinante idroportato e la durata delle azioni autodepurative dell'insaturo;
- Infiltrazione efficace, da cui dipende il trascinamento in profondità degli inquinanti e la loro diluizione, dapprima nell'insaturo e quindi nella zona di saturazione;
- Non-saturo (effetto di autodepurazione del), comprende la parte di sottosuolo tra la base del suolo e la zona satura dell'acquifero nella quale fattori fisici e chimici lavorano in sinergia favorendo i processi di attenuazione;
- Tipologia della copertura, costituisce la prima linea di difesa ove avvengono importanti processi fisici chimici e biologici che costituiscono il potenziale di attenuazione del suolo;

- Acquifero (caratteristiche idrogeologiche del), ove avvengono i processi di dispersione, diluizione, assorbimento e reattività chimica del mezzo al di sotto della superficie piezometrica;
- Conducibilità idraulica dell'acquifero, ossia la capacità di spostamento dell'acqua sotterranea nel mezzo saturo e dunque degli inquinanti idroportati o con le stesse caratteristiche di densità dell'acqua sotterranea;
- Superficie topografica (acclività della), da cui dipende la quantità di ruscellamento che si produce a parità di precipitazione e la velocità di spostamento dell'acqua, e quindi degli inquinanti, sulla superficie.

I singoli parametri alla base del metodo sono esaltati con l'utilizzo di varie stringhe (linee di pesi moltiplicatori) che permettono di modellare la metodologia sulla situazione effettiva identificata per ciascun elemento in cui è stato discretizzato il territorio (maglia).

L'indice di vulnerabilità intrinseca (I sintacs) viene quindi calcolato per ogni elemento della maglia:

$$I_{\text{sintacs}} = W_S S + W_I I + W_N N + W_T T + W_A A + W_C C + W_S S$$

dove:

- W è il peso relativo della stringa prescelta;
- S, I, N, T, A, C, S sono il punteggio di ciascuno dei sette parametri considerati dal metodo.

#### 4.4.3 Risultati ottenuti

La stima della vulnerabilità intrinseca dell'acquifero superficiale alla scala comunale è stata effettuata suddividendo il territorio in tre aree omogenee, sulla base dei parametri di interesse (soggiacenza della falda, caratteristiche del non saturo, tipologia di acquifero, morfologia).

Di seguito vengono descritte le caratteristiche delle tre aree omogenee prese in considerazione:

- Area 1: Versanti – si tratta delle zone più rilevate caratterizzate da pendenze medio-elevate, costituite dai versanti rocciosi carbonatici del Monte Rossel, del Monte S. Martino e dei rilievi che circondano la località di Cavona. L'acquifero è costituito dal "Complesso carbonatico intermedio" dotato di permeabilità elevata per carsismo. La falda ha soggiacenza variabile mentre la copertura, di natura glaciale e/o eluvio-colluviale, ha spessore in genere basso e tessitura media.
- Area 2: Zone di raccordo – costituiscono la fascia di raccordo tra la piana del Boesio e i rilievi carbonatici; sono costituite da depositi morenici e di conoide caratterizzati da permeabilità per porosità da media ad alta. Non è presente una vera e propria falda ma livelli idrici sospesi in corrispondenza degli orizzonti più permeabili; i terreni di copertura presentano una tessitura medio-grossolana.
- Area 3: Fondovalle Valcuvia – comprende il solco vallivo della Valcuvia. La falda ha caratteristiche locali di artesianità o comunque presenta una soggiacenza molto bassa dal piano campagna; il non saturo è spesso costituito da suoli torbosi, con tessitura fine e bassa permeabilità; l'acquifero, costituito da orizzonti sabbiosi o sabbioso ghiaiosi si trova a profondità in genere superiori a 20 m da p.c..
- Area 4: Fondovalle in Loc. Cavona – si tratta della valle sospesa in località Cavona. La falda, scarsamente produttiva si ipotizza a quote comprese tra 5 e 10 m da p.c., è contenuta in livelli sabbioso ghiaiosi; il non saturo è spesso costituito da suoli torbosi, con tessitura fine e bassa permeabilità.

I valori attribuiti ai 7 parametri sono convertiti in punteggi attraverso alcuni abachi previsti dal metodo stesso; questi punteggi vengono successivamente moltiplicati per i pesi scelti all'interno della stringa che meglio descrive la situazione idrogeologica. Per le tre aree in esame sono state utilizzate due diverse stringhe di pesi (Tab. n. 4.5): la stringa

moltiplicatrice relativa all'impatto carsico (Area 1) e quella inerente le zone fortemente antropizzate, cioè a impatto rilevante (Aree 2, 3 e 4).

Parametro	I. normale	Impatto rilevante	Drenaggio	Carsismo	Fessurato
<b>S</b>	5	5	4	2	3
<b>I</b>	4	5	4	5	3
<b>N</b>	5	4	4	1	3
<b>T</b>	3	5	2	3	4
<b>A</b>	3	3	5	5	4
<b>C</b>	3	2	5	5	5
<b>S</b>	3	2	2	5	4

**Tab. n. 4.5** – Stringa di pesi moltiplicatori previsti per Sintacs R5

Nelle tabelle seguenti sono rappresentati, per ciascuna delle aree prese in esame, i punteggi assegnati ai diversi parametri, i pesi moltiplicatori scelti e i valori totali. Nella parte bassa delle tabelle è inoltre indicato il valore di vulnerabilità totale, il relativo valore normalizzato ed il grado di vulnerabilità stimato.

<b>AREA 1 - Versanti</b>				
Parametro	Valore	Punt.	Peso	Tot.
Soggiacenza	Variabile	7	2	14
Infiltrazione	1400 mm/y	4,5	5	22,5
Non-saturo	Morene medio-grossolane	5	1	5
Tipologia copertura	Franco sabbioso-limoso	5	3	15
Acquifero	calcarei carsici	9	5	45
Conducibilità idrica	$10^{-3}$ - $10^{-4}$ m/s	8,5	5	42,5
Superficie topografica	Scoscesa	1	5	5
	<b>Vulnerabilità</b>			<b>149,0</b>
	<b>Valore normalizzato</b>			<b>53</b>
	<b>GRADO</b>			<b>A</b>

**Tab. n. 4.6** – Stima della vulnerabilità intrinseca nell'Area 1

<b>AREA 2 – Zone di raccordo</b>				
<b>Parametro</b>	<b>Valore</b>	<b>Punt.</b>	<b>Peso</b>	<b>Tot.</b>
<b>Soggiacenza</b>	15-20 m	4,5	5	22,5
<b>Infiltrazione</b>	1000 mm/y	4,5	5	22,5
<b>Non-saturo</b>	Morene medio-gross.; Alluvioni grossolane	6	4	24
<b>Tipologia copertura</b>	Franco sabbioso-limoso	5	5	25
<b>Acquifero</b>	Morene medio-gross.; Alluvioni grossolane	8	3	24
<b>Conducibilità idrica</b>	$10^{-4} - 10^{-5}$ m/s	6	2	12
<b>Superficie topografica</b>	Pendente	4	2	8
	<b>Vulnerabilità</b>			<b>138,0</b>
	<b>Valore normalizzato</b>			<b>48</b>
	<b>GRADO</b>			<b>M - A</b>

**Tab. n. 4.7** – Stima della vulnerabilità intrinseca nell'Area 2.

<b>AREA 3 – Fondovalle Valcuvia</b>				
<b>Parametro</b>	<b>Valore</b>	<b>Punt.</b>	<b>Peso</b>	<b>Tot.</b>
<b>Soggiacenza</b>	20 m*	3,5	5	17,5
<b>Infiltrazione</b>	300 mm/y	6,5	5	32,5
<b>Non-saturo</b>	Alluvioni fini	3	4	12
<b>Tipologia copertura</b>	Franco limoso	4	5	20
<b>Acquifero</b>	Alluvioni medio-fini	7	3	21
<b>Conducibilità idrica</b>	$10^{-4} - 10^{-5}$ m/s	6	2	12
<b>Superficie topografica</b>	Subpianeggiante	8,5	2	17
*) profondità del tetto degli orizzonti acquiferi più superficiali.				
	<b>Vulnerabilità</b>			<b>132,0</b>
	<b>Valore normalizzato</b>			<b>45</b>
	<b>GRADO</b>			<b>M-B</b>

**Tab. n. 4.8** – Stima della vulnerabilità intrinseca nell'Area 3.

<b>AREA 4 – Fondovalle Cavona</b>				
<b>Parametro</b>	<b>Valore</b>	<b>Punt.</b>	<b>Peso</b>	<b>Tot.</b>
<b>Soggiacenza</b>	5-8 m	7	5	35
<b>Infiltrazione</b>	700 mm/y	4,5	5	22,5
<b>Non-saturo</b>	Alluvioni fini	4	4	16
<b>Tipologia copertura</b>	Franco limoso	4	5	20
<b>Acquifero</b>	Alluvioni medio-gros.	8	3	24
<b>Conducibilità idrica</b>	$10^{-4}$ - $10^{-5}$ m/s	6	2	12
<b>Superficie topografica</b>	Subpianeggiante	8,5	2	17
	<b>Vulnerabilità</b>			<b>146,5</b>
	<b>Valore normalizzato</b>			<b>51</b>
	<b>GRADO</b>			<b>M-A</b>

**Tab. n. 4.9** – Stima della vulnerabilità intrinseca nell'Area 4.

Infine, il grado di vulnerabilità è stato ricavato confrontando i valori normalizzati con gli intervalli di vulnerabilità definiti in tabella n. 4.10. Tali intervalli, modificati secondo le caratteristiche geologiche del territorio, rappresentano l'adattamento locale alle indicazioni di range sviluppate nel metodo Sintacs (Civita, 2005).

<b>Intervallo di punteggio normalizzato</b>	<b>Grado di vulnerabilità intrinseca dell'acquifero</b>
41-46	Medio basso (M-B)
47-52	Medio alto (M-A)
53-58	Alto (A)

**Tab. n. 4.10** – Modifica e riduzione degli intervalli di classificazione SINTACS del grado di vulnerabilità, secondo le caratteristiche geologiche locali.

Si evince che nel comune di Cuveglio sono stati individuati tre diversi gradi di vulnerabilità, rappresentati nella Carta idrogeologica (Tav. n. 2).

#### **GRADO DI VULNERABILITÀ MEDIO-BASSO**

Appartiene a questa classe la parte del territorio sita nel fondovalle, posto alle quote più basse. Nonostante la presenza di estese aree di ristagno ed emergenze idriche, la falda vera e propria, di tipo confinato è localizzata in corrispondenza di orizzonti sabbiosi e ghiaiosi presenti a profondità superiori a 20 m, al di sotto di un consistente spessore di materiali fini (torbe, limi e argille) che conferiscono all'acquifero un certo grado di protezione.

#### **GRADO DI VULNERABILITÀ MEDIO-ALTO**

Rientrano in questa classe le aree di raccordo tra il fondovalle ed i rilievi collinari e il fondovalle in località Cavona; non è presente una vera e propria falda ma livelli acquiferi sospesi più o meno continui e superficiali; il non saturo è costituito da materiali a permeabilità medio - alta, nelle zone di raccordo e da materiali fini in località Cavona. Il principale elemento di protezione è dato dalla discontinuità degli orizzonti acquiferi, oltrechè dalla natura del non saturo.

#### **GRADO DI VULNERABILITÀ ALTO**

Rientrano in questa classe le aree poste lungo i versanti carbonatici costituenti un acquifero carsico molto importante a livello provinciale. L'elevato grado di vulnerabilità è determinato dalle caratteristiche dell'acquifero e dalla mancanza di consistenti elementi di protezione (coperture).

### ***4.5 BILANCIO IDROLOGICO***

Il bilancio idrologico rappresenta il calcolo che mette a confronto le entrate e le uscite d'acqua del bacino idrologico di riferimento (Torrente Gottardo). Le entrate sono in genere rappresentate dagli afflussi meteorici e dalle eventuali infiltrazioni provenienti da bacini limitrofi; le uscite sono costituite dall'evapotraspirazione, dai deflussi superficiali e dai prelievi idrici.

L'equazione che in genere riassume il bilancio idrologico è:

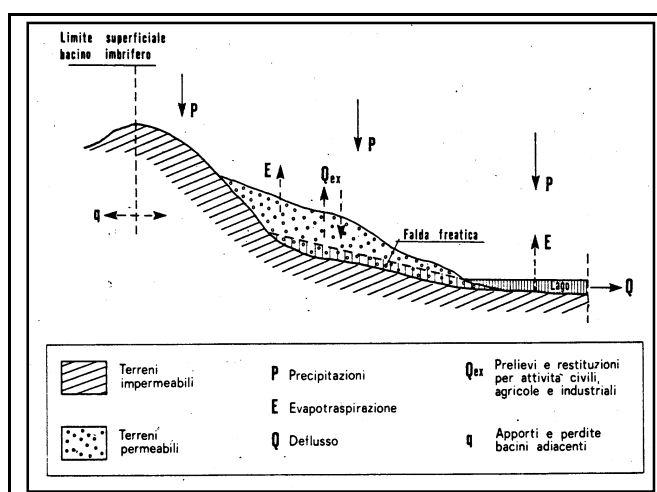
$$P = E_r + R + I$$

P = precipitazioni (mm/a)

$E_r$  = evapotraspirazione reale (mm/a)

R = Ruscellamento superficiale (mm/a)

I = Infiltrazione efficace (mm/a)



**Fig. n. 4.2** – Schema idrologico teorico (Barnaba, 1982).

Le acque di infiltrazione efficace (I) rappresentano le risorse idriche sotterranee, cioè quei volumi di acqua utilizzabili senza provocare eccessivi squilibri al ciclo idrologico naturale.

**Precipitazioni** – il valore della precipitazione media annua sul territorio comunale è stato ricavato dall'analisi della carta delle precipitazioni medie annue del territorio alpino lombardo (periodo 1891 – 1990) realizzata dalla Regione Lombardia; da questa si osservano valori di precipitazioni medie di c.ca 1973 mm/a.

**Evapotraspirazione** – Il calcolo dell'evapotraspirazione reale è stato condotto tramite la formula di Turc (1954), di semplice utilizzo perché richiede la conoscenza solo delle precipitazioni e delle temperature medie. Per il territorio in esame è stato ricavato un valore medio di 630 mm/a.

**Ruscellamento superficiale** – E' stato stimato considerando il coefficiente di deflusso del bacino analizzato (0,25), valutato in base alle



caratteristiche litologiche e di uso del suolo. Si è quindi ottenuto un valore di c.ca 490 mm/a.

**Infiltrazione efficace** – Il valore dell'infiltrazione si ricava dall'equazione del bilancio idrico per sottrazione dei valori sopra ricavati ( $I = P - D - E$ ). Per il territorio comunale di Cuveglio si ottengono 850 mm/a, corrispondenti sulla superficie in analisi a c.ca 6.430.000 m<sup>3</sup>/anno.

Dall'elaborazione dei parametri precedenti si ricava una stima della quantità di ricarica dell'acquifero che avviene all'interno del territorio in esame, pari al valore dell'infiltrazione efficace. A questa devono essere aggiunti ulteriori volumi idrici provenienti dai territori circostanti appartenenti al medesimo bacino idrogeologico, in particolare dal Comune di Duno, e da altri bacini idrogeologici limitrofi con i quali avvengono scambi idrici tramite condotte carsiche e sistemi di fratture.

Analizzando l'acquifero della Valcuvia tramite una sezione idrogeologica ortogonale alle linee di flusso e passante per alcuni punti di captazione è possibile stimare la quantità d'acqua che costituisce la risorsa idrica del sistema idrogeologico considerato (rappresentato nel caso specifico dalla porzione dell'acquifero della Valcuvia defluente verso Ovest). Dalle sezioni si misurano i valori dell'altezza e della larghezza dell'acquifero, conoscendo i valori del gradiente e della trasmissività (ottenuto da prove sui pozzi comunali o tramite stime) si ricava il deflusso annuo:

$$D = T \times L \times i$$

Per quanto riguarda l'acquifero in esame, considerando un gradiente idraulico medio di c.ca 1% ed una permeabilità variabile tra  $1 \times 10^{-5}$  e  $1 \times 10^{-4}$  m/sec, con uno spessore stimato in base alle sezioni allegate compreso tra m 20 e 25, si ricava una quantità d'acqua pari a c.ca 350.000 m<sup>3</sup>/anno: questi volumi rappresentano la quantità d'acqua disponibile nel comparto occidentale dell'acquifero della Valcuvia.

Nella porzione di acquifero con deflusso verso Est, per la quale le stratigrafie disponibili documentano spessori di materiali sabbioso ghiaiosi

anche fino a 80 m, si ipotizza una quantità d'acqua di c.ca 1.000.000 m<sup>3</sup>/anno.

In merito ai volumi idrici provenienti dalle sorgenti, in base ad informazioni bibliografiche, si stima che il sistema che alimenta le sorgenti del Turegiun disponga in media tra 2 e 3 milioni di metri cubi annui di acqua. Per le altre sorgenti presenti sulle pendici meridionali del M. San Martino (Henry, Bignes, Polla di Cantevria) si stimano invece volumi di c.ca 300.000 m<sup>3</sup> annui. Per le altre sorgenti non si hanno a disposizione dati utili.

#### *4.6 FABBISOGNO IDRICO*

##### ***Dati a disposizione***

Il Comune, che gestisce in proprio l'acquedotto, per lo studio del tematismo in esame ha potuto fornire solamente i dati riguardanti i volumi idrici fatturati negli anni dal 2001 al 2009. Non sono noti invece i volumi idrici captati da pozzi e sorgenti, dai quali sarebbe possibile stimare le perdite.

Le portate medie del pozzo e delle sorgenti comunali sono riportate nelle tabelle n. 4.1 e 4.2.

##### ***Analisi dei consumi idrici***

Sulla base dei dati a disposizione (*Tab. n. 4.11*) è stato possibile stimare in c.ca 230 l/g il consumo medio per abitante, corrispondenti ad un fabbisogno medio annuo di c.ca 8,4 l/s. I valori del giorno di massimo consumo (determinati seguendo le indicazioni del PTUA) sono pari a c.ca 12,6 l/s. Questi valori rappresentano i consumi idrici complessivi (uso potabile, sanitario e industriale).

<b>Anno</b>	<b>Volume Fatturato (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Consumo medio annuo (l/s)</b>
2001	234.100	7,4
2002	275.423	8,7
2003	268.353	8,5
2004	282.507	9,0
2005	275.672	8,7
2006	272.556	8,6
2007	259.469	8,2
2008	251.748	8,0
2009	c.ca 250.000	c.ca 7,9

**Tab. n. 4.11** – Consumi idrici annuali.

Sulla base delle portate note delle sorgenti comunali (*Tab. n. 4.2*) e del pozzo (*Tab. n. 4.1*) è possibile stimare in c.ca 28,5 l/s la disponibilità idrica dei punti di captazione. Parte di questa quantità si disperde dai troppo pieni delle sorgenti prima di entrare in rete e parte (stimata dal Comune in c.ca 10 - 20% del fatturato) viene utilizzata per l'approvvigionamento di fontane ed edifici pubblici (scuole, uffici, etc.) o dispersa a causa di perdite nella rete acquedottistica.

Il confronto tra i valori stimati indica comunque una buona disponibilità idrica.

### **Previsioni sull'incremento dei consumi idrici**

Sulla base delle previsioni di incremento della popolazione contenute nel P.G.T. (c.ca 720 - 830 abitanti nell'arco del decennio) l'acquedotto comunale dovrà fornire ulteriori 60.000 - 70.000 m<sup>3</sup> annui, che porteranno i fabbisogni complessivi per uso potabile e sanitario a c.ca 11,2 l/s (16,8 l/s per il giorno di massimo consumo).

Per quanto riguarda le attività produttive il Piano di Governo del Territorio prevede un incremento delle superfici di c.ca 2 Ha, che porteranno un incremento di domanda di risorsa idrica stimabile in c.ca 0,9 l/s.

Il fabbisogno idrico totale salirà quindi nell'arco di tempo considerato nelle previsioni del Piano a c.ca 12,1 l/s (17,7 l/s per il giorno di massimo consumo).

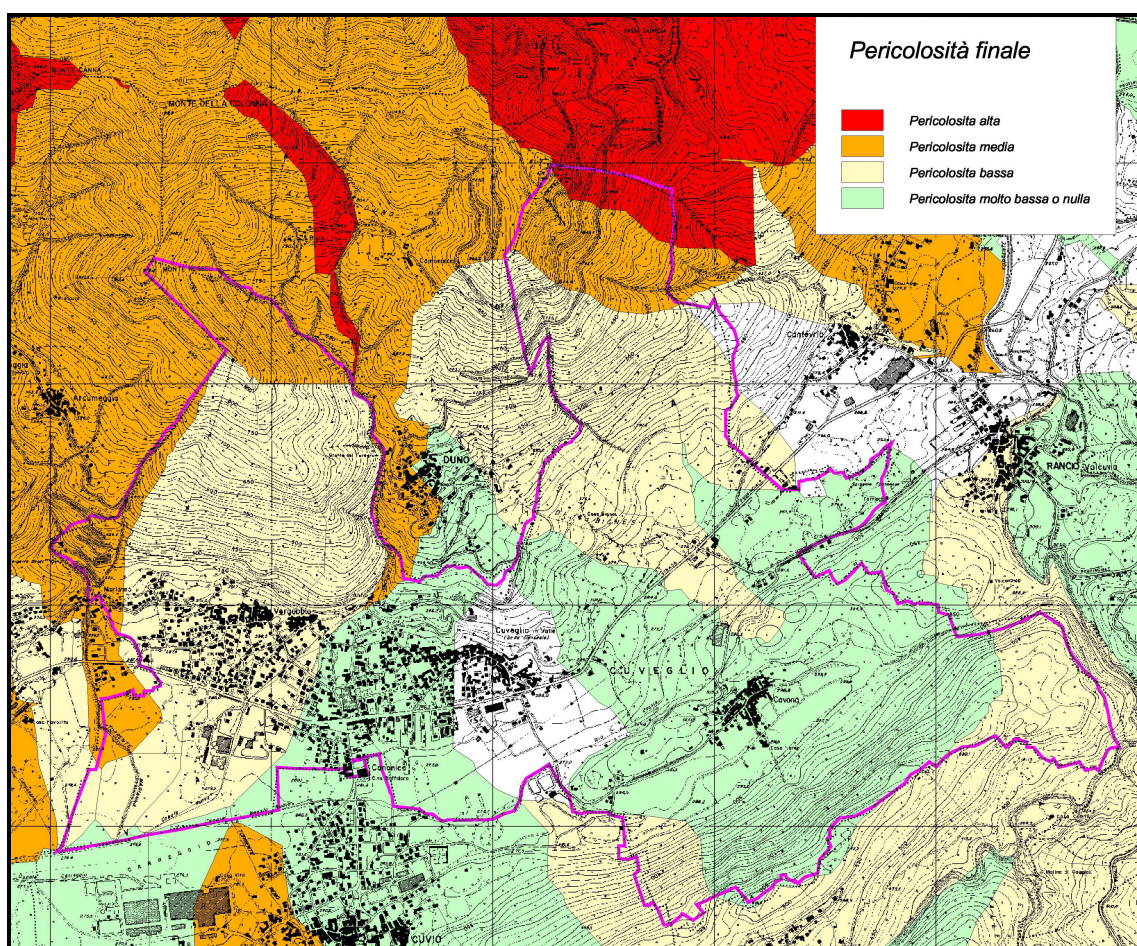
Secondo l'Ufficio Tecnico comunale che gestisce l'acquedotto la quantità idrica attualmente disponibile è sufficiente per fare fronte all'incremento insediativo previsto dal P.G.T..

***Previsioni di intervento***

Il Comune di Cuveglio ha già predisposto il progetto esecutivo per la realizzazione di un nuovo pozzo in località Cavona per una capacità prevista di almeno 5 l/s. Tale perforazione garantirà un ulteriore approvvigionamento sia alla frazione di Cavona, che , in caso di necessità, alla zona più bassa di Cuveglio e di Vergobbio.

## 5 PERICOLOSITA' DA FRANA

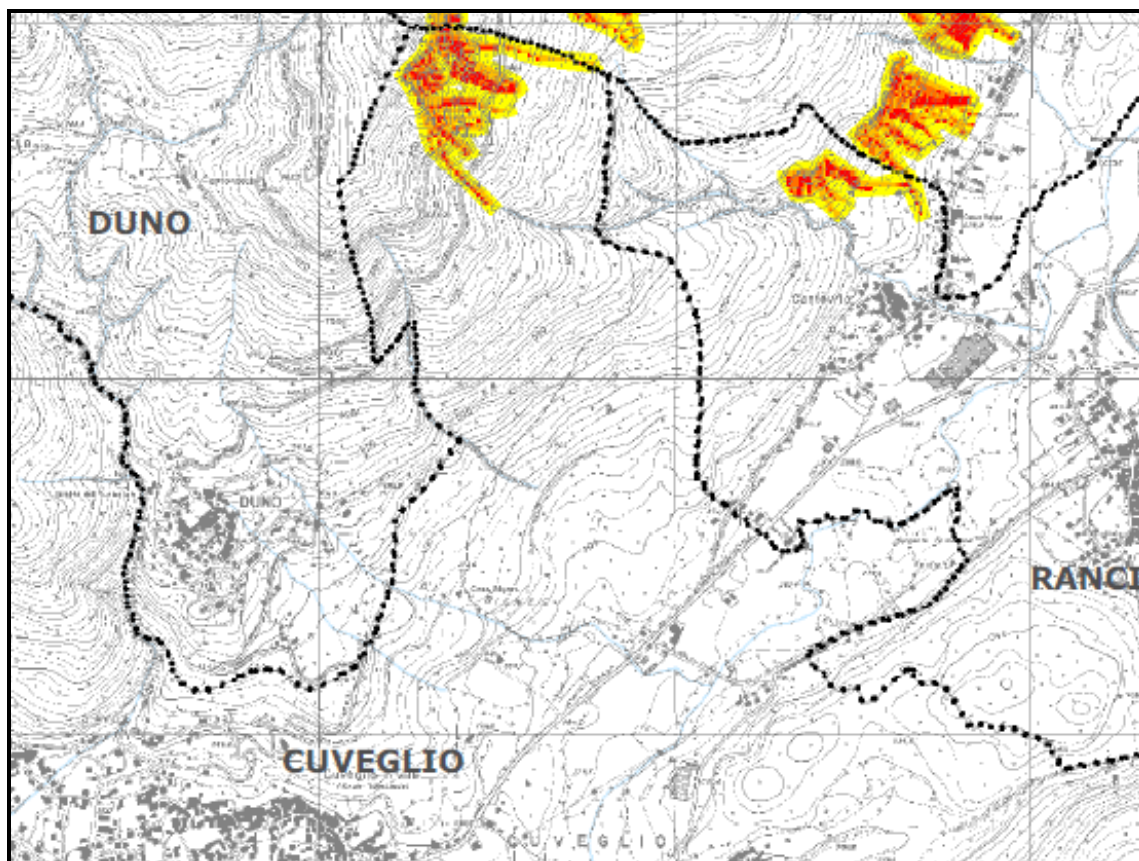
La carta della pericolosità frane della Provincia di Varese (documento RIS3 del PTCP, Fig. n. 5.1) evidenzia la presenza di diverse aree a pericolosità alta (solo una limitata porzione del versante orientale del Monte San Martino), media (versanti meridionali del Monte San Martino e del Monte Rossel) e bassa (versanti meridionali del Monte San Martino e del Monte Rossel, parte delle conoidi alluvionali e versante settentrionali rilievi a Sud di Cavona).



**Fig. n. 5.1** – Stralcio documento RIS3 del PTCP.

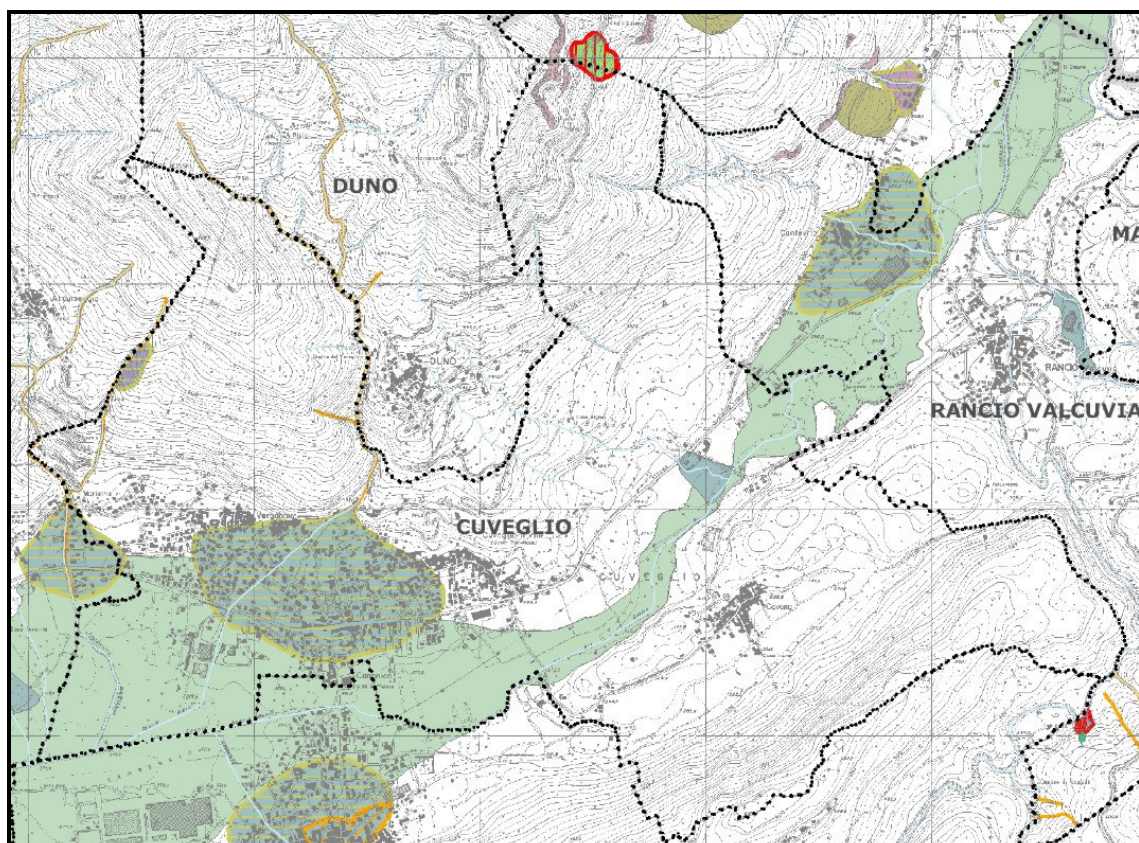
Sempre nell'ambito degli studi di approfondimento del PTCP è stata prodotta una carta di pericolosità per crolli (documento RIS4 del PTCP)

che evidenzia i fenomeni di crollo che interessano le pareti rocciose del Monte San Martino (Fig. n. 5.2).



**Fig. n. 5.2** – Stralcio documento RIS4 del PTCP.

Nella carta del censimento dei dissesti della Provincia di Varese (documento RIS2 del PTCP, Fig. n. 5.3) sono riportati tutti gli eventi noti (aggiornamento marzo 2005) in base all'inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia (luglio 2002), aggiornato in base ai dati provenienti dagli archivi di Comunità Montane, Comuni, etc., oltre che da fotointerpretazione e controllo sul terreno; sul territorio comunale di Cuveglio si osserva la presenza di un'area origine di crolli (Monte S. Martino), di alcuni corsi d'acqua soggetti a "debris flow" (T.te Gottardo), di conoidi quiescenti (T.te Gottardo, T.te Marianna) e di un'area a franosità superficiale diffusa quiescente (versante Sud-Ovest del Monte Rossel).



**Fig. n. 5.3** – Stralcio documento RIS2 del PTCP.

Nel censimento dei dissesti della Regione si trovano 25 schede riferite al Comune di Cuveglio: si tratta prevalentemente di piccoli smottamenti della copertura ed erosioni spondali. E' segnalato inoltre un fenomeno di esondazione del tratto terminale del T.te Gottardo poco a monte dell'immissione nel Boesio.

In conformità a quanto richiesto nelle Norme di Attuazione del PTCP è stato realizzato uno studio di approfondimento sui fenomeni di scivolamento superficiale secondo la metodologia proposta dalla Regione Lombardia (Allegato 2 D.G.R. 22 Dicembre 2005 n. 8/1566).

Relativamente ai fenomeni di crollo è stato effettuato lo studio di dettaglio (Allegato 2 D.G.R. 22 Dicembre 2005 n. 8/1566) solo relativamente alle pareti in località Vergobbio, in quanto interessano direttamente zone urbanizzate; le pareti prospicienti il Rio Boesio e quelle del Monte S. Martino, non sono state oggetto di ulteriori studi in quanto

non interessano zone urbanizzate o infrastrutture di interesse rilevante. Per quest'ultima situazione (Monte S. Martino) si adottano a livello comunale le risultanze dello studio di approfondimento riportate sulla cartografia provinciale (documento RIS4 del PTCP), con limitate modifiche dovute alla differente base cartografica e alle risultanze dei rilievi in sito.

In Tavola n. 3 è riportata la pericolosità finale, elaborata partendo dai risultati delle analisi di dettaglio descritte nei paragrafi successivi.

### 5.1 SCIVOLAMENTI SUPERFICIALI

Lo studio di approfondimento è stato condotto secondo la metodologia proposta dalla Regione Lombardia (Allegato 2, paragrafo 2.2.2), ed è stato realizzato su tutte le aree di versante.

Il territorio è stato suddiviso in zone omogenee in funzione della pendenza (*Fig. n. 5.4*) e delle caratteristiche litologiche (*Fig. n. 5.5*).

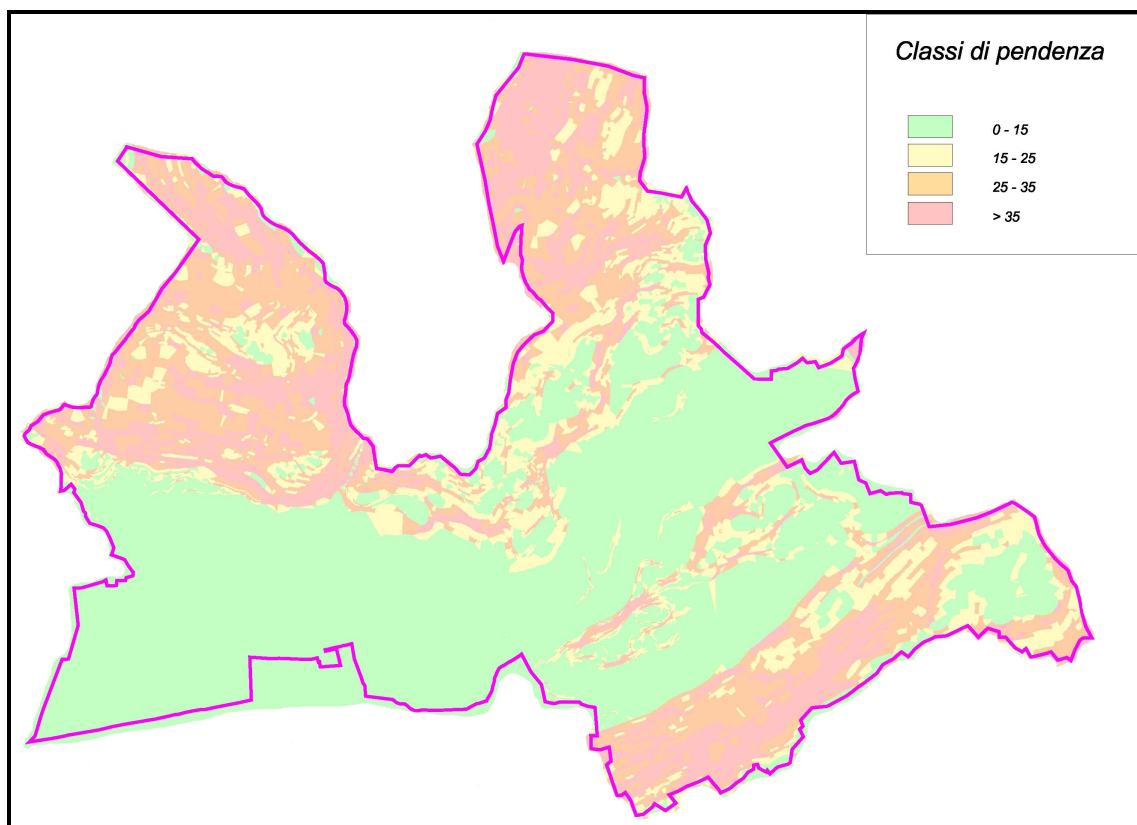
<b>Pendenza</b>	<b>Litologia</b>			
	Depositi alluvionali	Depositi morenici	Depositi di conoide	Depositi eluvio-colluviali
$0 < i < 15^\circ$	A1	M1	C1	EC1
$15^\circ < i < 25^\circ$	-	M2	-	EC2
$25^\circ < i < 35^\circ$	-	M3	-	EC3
$i > 35^\circ$	-	M4	-	EC4

**Tab. n. 5.1** – Zone omogenee per pendenza e caratteristiche litologiche.

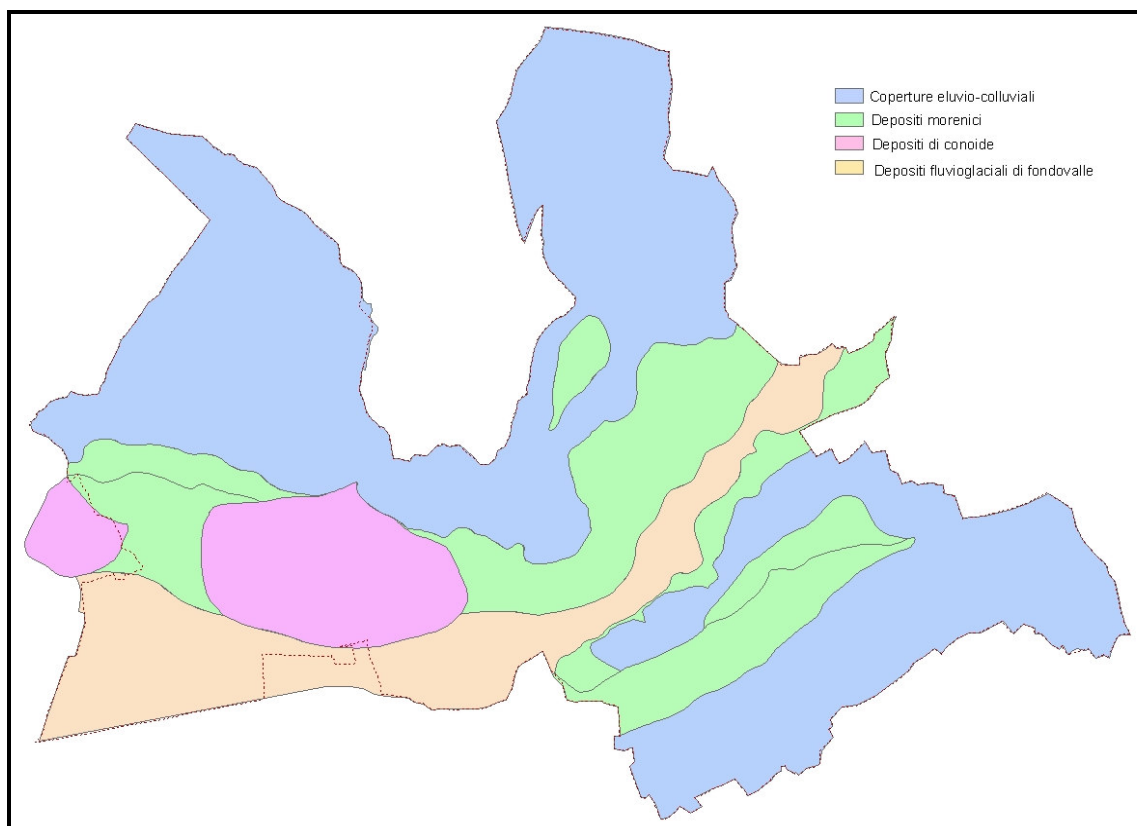
Per ciascuna unità sono stati assegnati i seguenti parametri geotecnici, stimati sulla base dei dati disponibili:

- depositi alluvionali:  $\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$ ;  $\phi = 30^\circ$ ;  $c = 15 \text{ kPa}$ .
- depositi morenici:  $\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$ ;  $\phi = 26^\circ$ ;  $c = 8 \text{ kPa}$ .
- depositi di conoide:  $\gamma = 19,5 \text{ kN/m}^3$ ;  $\phi = 34^\circ$ ;  $c = 0 \text{ kPa}$ .
- depositi di copertura eluvio-colluviale:  $\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$ ;  $\phi = 28^\circ$ ;  $c = 5 \text{ kPa}$ .





**Fig. n. 5.4** – *Suddivisione del territorio in classi di pendenza.*



**Fig. n. 5.5** – *Suddivisione del territorio in aree a litologia omogenea.*

Quindi sono state eseguite delle verifiche di stabilità con il metodo del pendio indefinito considerando generalmente, per ciascuna unità litologica uno spessore  $z$  pari a m 2,0 ed uno spessore della zona satura  $h_w$  pari a m 0,5; quest'ultima assunzione, che schematizza le condizioni idrauliche, vuole considerare una situazione legata ai fenomeni metereologici che maggiormente condizionano la stabilità dei pendii in esame:

$$F_s = \frac{c' + \gamma_t \cdot (1 - m \cdot \frac{\gamma_w}{\gamma_t}) \cdot z \cdot \cos^2 \beta \cdot \operatorname{tg} \phi'}{\gamma_t \cdot z \cdot \cos \beta \cdot \sin \beta}$$

essendo:

$c'$ : intercetta di coesione apparente ( $\text{kN/m}^2$ );  $\phi'$ : angolo di resistenza al taglio ( $^\circ$ );  $\gamma_t$ : peso di volume unitario umido del terreno ( $\text{kN/m}^3$ );  $z$ : spessore dello strato di terreno (m);  $\beta$ : pendenza media sull'orizzontale del pendio ( $^\circ$ );  $\gamma_w$ : peso di volume unitario dell'acqua ( $\text{kN/m}^3$ );  $m$ :  $(z - h_w)/z$ ;  $h_w$ : quota della falda rispetto al piano campagna (m).

Determinato il coefficiente di sicurezza si valuta la pericolosità primaria secondo tre classi:

- Pericolosità H4:  $1,00 < F_s < 1,20$
- Pericolosità H3:  $1,20 < F_s < 1,40$
- Pericolosità H2:  $1,40 < F_s < 2,00$

Per la valutazione della pericolosità finale sono poi presi in considerazione:

- possibili concentrazioni d'acqua dovute a condizioni morfologiche sfavorevoli (piccoli impluvi, valleciole, etc.), a livelli argillosi o a variazioni di permeabilità nel terreno e ad interventi antropici (muretti a secco, canalette, tornanti stradali, fossi, scarichi, etc.).
- tipologia della vegetazione, diversificata in funzione della profondità degli apparati radicali della vegetazione d'alto fusto.

Nel caso in cui siano presenti uno o più fattori di concentrazione delle acque, il valore della pericolosità preliminare viene aumentato di 1. Solo nel caso in cui si ritenga che la profondità dell'apparato radicale della vegetazione presente sia superiore a quella delle potenziali superfici di scivolamento, sarà possibile diminuire di 1 il valore della pericolosità preliminare.

In sintesi le aree che presentano una certa pericolosità per lo sviluppo di scivolamenti superficiali (H4) sono rappresentate dalle scarpate e dai ripidi pendii dei rilievi montuosi (M.te San Martino e M.te Rossel) a Nord e dalle pendici dei dossi rocciosi nella parte sud-orientale del territorio comunale (Monte Martinello).

Infine sono state riportate sulla carta le perimetrazioni dei dissesti censiti e rilevati nel corso dei sopralluoghi.

In tavola n. 3 sono riportate, tramite sovrapposizione di apposito retino, anche le aree pericolose per crollo di massi.

## *5.2 CROLLI DI SINGOLI MASSI*

Sono state identificate tre distinte zone origine di crollo:

- Monte San Martino.
- Versante settentrionale dei rilievi a Nord di Cavona
- Loc. Vergobbio (presso l'apice del conoide del T.te Gottardo)

Solo relativamente al terzo settore, in quanto interessa direttamente zone urbanizzate, è stato sviluppato uno studio di dettaglio per la zonazione della pericolosità.

Qui è stato realizzato un rilievo geomeccanico per la caratterizzazione dell'ammasso roccioso (Tab. n. 5.2).

<b>Famiglie di discontinuità</b>	<b>Immersione</b>	<b>Inclinazione</b>
Pendio	130°	80°
Stratificazione	190-195°	80-85°
K1	280-310°	60-85°
K2	090-125°	30-50°
K3	160-340°	0-10°
<b>Parametro</b>	<b>Dati di campagna</b>	<b>Valore</b>
Resistenza a compressione monoassiale (MPa)	50 - 100	10
RQD (%)	50 - 75	13
Spaziatura (cm)	20 - 40	15
Condizioni idrauliche generali	Infiltrazioni idriche	7
Condizioni delle discontinuità		11
	RMR	56
Classe (SMR)	III	
Descrizione	roccia discreta	
Angolo d'attrito, $\varphi$ (°)	35° - 40°	
Coesione, c (kPa)	150 - 200	

**Tab. n. 5.2** – Rilievo geomeccanico in località Vergobbio.

Per studiare la stabilità del versante in esame e valutare le tipologie di movimento a cui questo è soggetto sono stati effettuati in corrispondenza delle pareti in località Vergobbio alcuni test di Markland, che hanno messo in luce la presenza di cunei potenzialmente instabili e di ribaltamenti vista l'elevata inclinazione della stratificazione (porzione di ammasso roccioso a ridosso dell'area urbanizzata).

La particolare conformazione morfologica dell'area analizzata, costituita da una superficie subpianeggiante (conoide T.te Gottardo) delimitata da una parete rocciosa subverticale, fa sì che i massi che si distaccano si

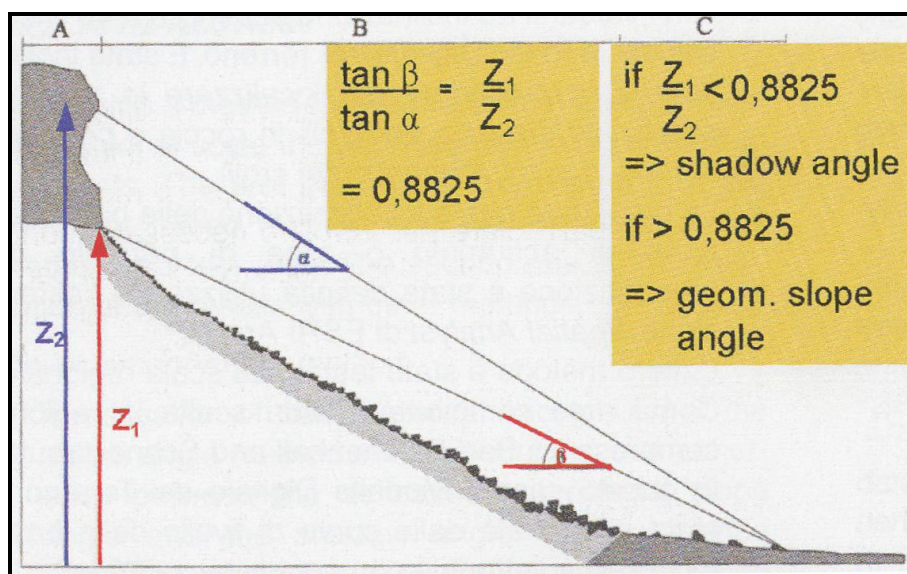
arrestano pressoché alla base della parete, senza che si individui una particolare zona di transito distinta dalla zona di arresto.

La perimetrazione della zona di arresto, come descritto nella procedura preliminare di definizione della pericolosità da frana (all. n. 2 , par. 1.2 della D.G.R. 22 Dicembre 2005 n. 8/1566), si basa sul cosiddetto "cono d'ombra", che sottende la zona in cui la maggior parte dei blocchi si dovrebbero arrestare (Heim, 1932; Lied, 1977; Onofri & Candian, 1979; Evans & Hungr, 1993 e Meissl, 1998).

Questo metodo previsionale empirico si basa sul concetto di linea di energia e di angolo di attrito equivalente; l'area interessata da un crollo può venir delimitata da un "cono" definito utilizzando l'angolo d'ombra minimo, a partire da una parete o da una porzione di versante possibile origine di crolli, oppure l'angolo di inclinazione del versante.

L'angolo d'ombra minimo è definito come l'inclinazione della retta che congiunge l'apice del talus con il blocco più lontano; secondo Evans & Hungr (1993), il valore medio di tale angolo è di 27,5°. Un'altra possibilità è di utilizzare l'angolo di inclinazione del versante (zona di deposito), calcolato partendo dal punto più alto della zona di distacco, congiungendolo con il masso che ha raggiunto la massima distanza di espandimento, che in genere fornisce valori compresi tra 28° e 41° (Onofri & Candian, 1979).

La scelta tra i due metodi può essere effettuata in modo teorico, utilizzando la seguente relazione (Fig. n. 5.6):



**Fig. n. 5.6** – Basi teoriche che illustrano quando usare l'angolo ombra minimo o l'angolo di inclinazione del versante.

se  $Z_1/Z_2 < 0,8825$  si utilizza l'angolo d'ombra minimo; se tale rapporto è  $> 0,8825$ , si utilizza l'angolo di inclinazione del versante.

Nel caso in esame si è utilizzato un angolo di c.ca  $75^\circ$  dal punto più alto della parete di distacco, con la delimitazione di una fascia di ampiezza inferiore a c.ca 10 m alla base della parete rocciosa, nella quale si può verificare l'accumulo dei blocchi crollati, cui corrisponde una pericolosità alta (H4) al di fuori di questa fascia non si ritiene possibile l'accumulo di blocchi e la pericolosità è definita bassa (H2).

### 5.3 TRASPORTO IN MASSA SU CONOIDI

La conoide formata dal T.te Gottardo ha forma approssimativamente triangolare con una superficie di circa  $0,75 \text{ Km}^2$ , lunghezza massima di 730 m dall'apice (loc. S. Anna) alla frazione Canonica ed una larghezza massima tra Vergobbio e Cuveglio in Valle di 1520 m.

L'apice si ubica ad una quota di c.ca 340 m s.l.m.; le parti distali a quota 280 m.s.l.m.. Le pendenze variano tra il 10,7% nella parete superiore e l'1,6% della parte terminale, con una pendenza media del 7,1%.

Al suo interno il collettore si sviluppa per una lunghezza di 720 m circa ed assume, in seguito alle opere di canalizzazione eseguite, un andamento pressoché rettilineo rotto solo da due curve molto ampie.

Dopo l'intersezione con la SP 54, il Torrente Gottardo riassume il suo alveo naturale, di dimensioni ridotte (c.ca 4 m di larghezza) con sponde ripide e fittamente coperte da vegetazione arbustiva.

Dal punto di vista litologico la conoide è costituita da ghiaie e sabbie con scarsa presenza di materiali fini.

L'ultimo tratto del Torrente Gottardo, appena a monte della conoide, corre entro una valle molto stretta (20 – 30 m) incisa tra pareti rocciose subverticali. La litologia è rappresentata da calcari selciferi ben stratificati.

L'alveo canalizzato del conoide è interessato da un fenomeno geologico piuttosto evidente dovuto al carsismo che provoca la consistente diminuzione della portata di deflusso fino alla "scomparsa" delle acque nelle cavità carsiche del substrato. Tale fatto risulta di notevole rilevanza nelle situazioni di forti afflussi in occasione di eventi meteorici eccezionali in quanto favorisce la riduzione del tirante idrico

Per quanto riguarda gli interventi di regimazione delle acque torrentizie, si può rilevare la presenza di lavori di canalizzazione eseguiti sul corso d'acqua, lungo tutto il tratto di conoide, fino a quota 288 m.s.l.m., dove le pendenze diventano minime (1,6%).

Dall'apice all'intersezione con la SP 54 il Torrente Gottardo è stato quasi tutto canalizzato: ha una sezione rettangolare di larghezza variabile da 5,30 m (ponte sopra la SP) a 6,80 m (tra S. Anna e le prime case della località Vergobbio). Gli argini in pietrame hanno mediamente altezza da 1,10 m a 1,50 m, e, in corrispondenza degli attraversamenti, da 2 a 3,5 m.

Sono presenti inoltre numerose soglie (circa 30) a tipologia omogenea, disposte a gruppi di 3/5 elementi o isolate.

Non si segnalano tratti di canale, quali curvature eccessive, restringimenti, etc., che possono determinare punti critici per il deflusso delle acque.

Dalle osservazioni e dai rilievi effettuati non si evincono situazioni che si possano collegare a rimobilizzazione di massa. Di entità piuttosto contenuta è il trasporto solido di materiali lapidei e/o sciolti, se si eccettuano quelli dovuti alla normale azione erosiva.

Dai risultati delle verifiche idrauliche effettuate (ottobre 1999) si desume che le sezioni del Torrente Gottardo e le relative sponde, a partire dalla località S. Anna in Vergobbio di Cuveglio sino alle sezioni in prossimità dell'imbocco nel Fiume Boesio, sono dimensionate in modo tale da contenere tutto il carico idraulico derivante dall'eventuale onda di piena che si origina dal bacino sotteso, anche per tempi di ritorno eccezionali (200 anni).



## 6 RISCHIO SISMICO

Le particolari condizioni geologiche e geomorfologiche di una zona (condizioni locali) possono influenzare, in occasione di eventi sismici, la pericolosità sismica di base producendo effetti diversi che devono essere considerati nella valutazione generale della pericolosità sismica dell'area. Tali effetti vengono distinti in funzione del comportamento dinamico dei materiali coinvolti; pertanto gli studi finalizzati al riconoscimento delle aree potenzialmente pericolose dal punto di vista sismico sono basati, in primo luogo, sull'identificazione della categoria di terreno presente in una determinata area.

In funzione, quindi, delle caratteristiche del terreno presente, si distinguono due grandi gruppi di effetti locali: quelli di sito o di amplificazione sismica locale e quelli dovuti ad instabilità.

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

Tali effetti si distinguono in due gruppi che possono essere contemporaneamente presenti nello stesso sito:

***-effetti di amplificazione topografica:*** si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie superficiali più o meno articolate e da irregolarità topografiche in generale; tali condizioni favoriscono la focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta del rilievo a seguito di fenomeni di riflessione sulla superficie libera e di interazione fra il campo d'onda incidente e quello diffratto; se l'irregolarità topografica è rappresentata da substrato roccioso (bedrock) si verifica un puro effetto di amplificazione topografica, mentre nel caso di rilievi costituiti da materiali non rocciosi l'effetto amplificatorio è la risultante

dell'interazione (difficilmente separabile) tra l'effetto topografico e quello litologico di seguito descritto;

-effetti di amplificazione litologica: si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie sepolte (bacini sedimentari, chiusure laterali, corpi lenticolari, eteropie ed interdigitazioni, gradini di faglia ecc.) e da particolari profili stratigrafici costituiti da litologie con determinate proprietà meccaniche; tali condizioni possono generare esaltazione locale delle azioni sismiche trasmesse dal terreno, fenomeni di risonanza fra onda sismica incidente e modi di vibrare del terreno e fenomeni di doppia risonanza fra periodo fondamentale del moto sismico incidente e modi di vibrare del terreno e della sovrastruttura.

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

Nel caso di *versanti in equilibrio precario* (in materiale sciolto o in roccia) si possono avere fenomeni di riattivazione o neoformazione di movimenti franosi (crolli, scivolamenti rotazionali e/o traslazionali e colamenti), per cui il sisma rappresenta un fattore d'innescio del movimento sia direttamente a causa dell'accelerazione esercitata sul suolo sia indirettamente a causa dell'aumento delle pressioni interstiziali.

Nel caso di *aree interessate da particolari strutture geologiche sepolte e/o affioranti in superficie tipo contatti stratigrafici o tettonici quali faglie sismogenetiche* si possono verificare movimenti relativi verticali ed orizzontali tra diversi settori areali che conducono a scorrimenti e cedimenti differenziali interessanti le sovrastrutture.

Nel caso di *terreni particolarmente scadenti dal punto di vista delle proprietà fisico-meccaniche* si possono verificare fenomeni di scivolamento e rottura connessi a deformazioni permanenti del suolo; per terreni granulari sopra falda sono possibili cedimenti a causa di fenomeni

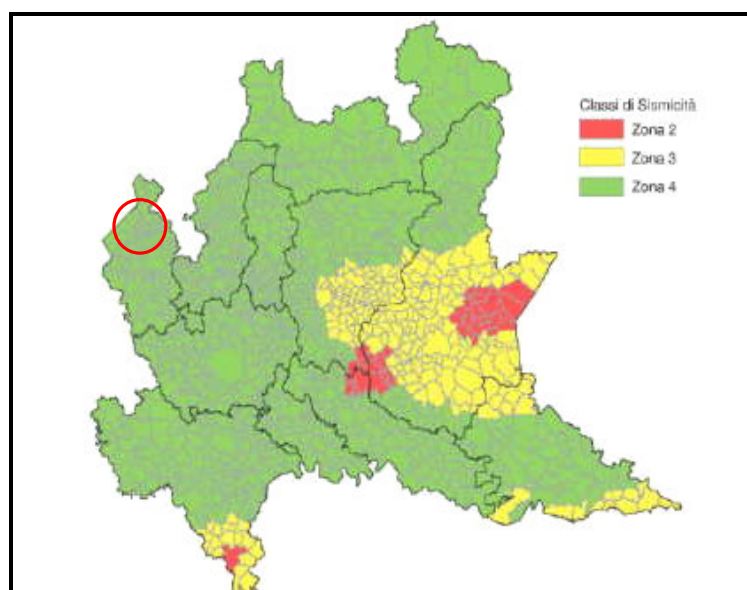
di densificazione ed addensamento del materiale, mentre per terreni granulari fini (sabbiosi) saturi di acqua sono possibili fluitamenti e colamenti parziali o generalizzati a causa dei fenomeni di liquefazione.

Nel caso di *siti interessati da carsismo sotterraneo o da particolari strutture vacuolari presenti nel sottosuolo* si possono verificare fenomeni di subsidenza più o meno accentuati in relazione al crollo parziale o totale di cavità sotterranee.

### 6.1 *NORMATIVA*

Con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", pubblicata sulla G.U. n. 105 dell'8 maggio 2003 Supplemento ordinario n. 72, vengono individuate in prima applicazione le zone sismiche sul territorio nazionale, e fornite le normative tecniche da adottare per le costruzioni nelle zone sismiche stesse.

La Regione Lombardia, con D.G.R. n. 14964 del 7 novembre 2003, ha preso atto della classificazione fornita in prima applicazione dalla citata Ordinanza 3274/03 (*Fig. n. 6.1*).



**Fig. n. 6.1** – *Classificazione sismica dei Comuni della Lombardia.*

## 6.2 ANALISI DELLA SISMICITÀ DEL TERRITORIO

L'analisi della sismicità locale è stata condotta secondo la metodologia presentata nell'Allegato 5 della D.G.R. n. 8/1566 del 22-12-05. La metodologia utilizzata si fonda sull'analisi di indagini dirette e prove sperimentali effettuate su alcune aree campione della Regione Lombardia, i cui risultati sono contenuti in uno "Studio-Pilota" redatto dal Politecnico di Milano - Dip. di Ingegneria Strutturale, reso disponibile sul SIT regionale.

Tale metodologia prevede tre livelli di approfondimento, di seguito sintetizzati:

**1<sup>^</sup> livello:** 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, riportate nella Tabella 1 dell'Allegato 5, in grado di determinare gli effetti sismici locali (aree a pericolosità sismica locale - PSL).

**2<sup>^</sup> livello:** caratterizzazione semi-quantitativa 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 (Fa). L'applicazione del 2<sup>^</sup> livello consente l'individuazione delle aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (Fa calcolato superiore a Fa di soglia comunali forniti dal Politecnico di Milano). Per queste aree si dovrà procedere alle indagini ed agli approfondimenti di 3<sup>^</sup> livello o, in alternativa, utilizzare i parametri di progetto previsti dalla normativa nazionale per la zona sismica superiore (ad es. i comuni in zona 3 utilizzeranno i valori previsti per la zona 2). Il secondo livello è obbligatorio, per i Comuni ricadenti nelle zone sismiche 2 e 3, nelle aree PSL, individuate attraverso il 1<sup>^</sup> livello, suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 della Tabella 1 dell'Allegato 5) 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 PSL 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<sup>^</sup> livello:** definizione degli effetti di amplificazioni tramite indagini e analisi più approfondite. Tale livello si applica in fase progettuale nei seguenti casi:

- quando, a seguito dell'applicazione del 2<sup>^</sup> livello, si dimostra l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale all'interno degli scenari PSL caratterizzati da effetti di amplificazioni morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 della Tabella 1 dell'Allegato 5);
- in presenza di aree caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione e zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico meccaniche molto diverse (zone Z1, Z2 e Z5).

Il 3<sup>^</sup> 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.

Gli approfondimenti di 2<sup>^</sup> e 3<sup>^</sup> livello 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.

In particolare nell'ambito dei diversi livelli di approfondimento previsti dall'allegato 5 alla citata D.G.R., tenuto conto:

- della classificazione del territorio comunale di Cuveglio in **Zona Sismica 4** ai sensi della OPCM n. 3274 del 20/03/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e s.m.i.,

-della D.G.R. 07/11/2003 n. 7/14964 "Disposizioni preliminari per l'attuazione della OPCM n. 3274 del 20/03/2003"

-del D.M. 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni"

l'analisi del rischio sismico locale sarà condotta adottando la procedura di I livello, a partire dalle informazioni già acquisite nella fase di analisi territoriale di base.

### *6.3 CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (PSL)*

La carta della pericolosità sismica locale (*Tav. n. 4*) rappresenta il risultato dell'analisi di 1<sup>o</sup> livello che consiste in un approccio di tipo qualitativo, propedeutico ai successivi livelli di approfondimento; si tratta di un metodo empirico che trova le basi nella continua e sistematica osservazione diretta degli effetti prodotti dai terremoti.

Il metodo permette l'individuazione delle zone ove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica sono, con buona attendibilità, prevedibili, sulla base di osservazioni geologiche e sulla raccolta dei dati disponibili per una determinata area, quali la cartografia topografica di dettaglio, la cartografia geologica e dei dissesti (dati esistenti già inseriti nella cartografia di analisi e inquadramento).

Nella Carta della pericolosità sismica locale viene riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo (*Tab. n. 6.1*) in grado di determinare gli effetti sismici locali, con riferimento alla *Tabella 1* di cui all'Allegato 5 alla D.G.R. n. 8/1566/05.

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

**Tab. n. 6.1** – Scenari di pericolosità sismica locale (sono evidenziati gli scenari individuati per il territorio di Cuveglio).

In particolare nel territorio comunale di Cuveglio, sulla base delle precedenti analisi geologiche e geomorfologiche, sono state riconosciute le seguenti aree di pericolosità sismica locale (PSL):

**Z1a) Zona di frana attiva:** comprende le pareti caratterizzate da crolli di massi in corrispondenza del versante orientale del Monte San Martino e delle località di Vergobbio e Cavona.

**Z1b) Zona di frana quiescente:** si tratta di porzioni limitate di territorio nelle quali sono state perimetrate frane di scivolamento che attualmente non mostrano segni di attività.

**Z1c) Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana:** comprende le aree nelle quali, in base a considerazioni sulla litologia dei terreni affioranti e sulla pendenza, si ritengono possibili fenomeni di

dissesto che interessano le coltri superficiali. Si tratta di ampie porzioni dei versanti del Monte San Martino e del Monte Rossel, a monte del centro abitato di Cuveglio, e del Monte Martinello verso il confine con il Comune di Castello Cabiaglio, nelle quali si sono verificati eventi franosi di dimensioni modeste.

**Z2) Zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti:** si tratta delle aree del fondovalle della Valcuvia caratterizzate dalla presenza di terreni limoso argillosi, talvolta torbosi e con falda idrica prossima al piano campagna.

**Z3a) Zona di ciglio:** è evidenziato sulla cartografia da un elemento lineare che mette in risalto l'orlo delle scarpate principali, aventi altezza superiore a 10 m e inclinazione superiore a 10°. Queste forme impostate prevalentemente alla base dei versanti della Valcuvia, rappresentano importanti rotture di pendenza, localmente riconducibili a origini glaciali.

**Z3b) Zona di cresta e/o cocuzzolo:** anch'essa è evidenziata sulla cartografia da un elemento lineare. Nel Comune di Cuveglio, in base ai criteri geometrici delineati dalla delibera regionale, sono state individuate diverse linee di cresta ubicate ad alte quote in corrispondenza dei due rilievi in cui si è impostata la Valcuvia. Linee di cresta sono inoltre presenti lungo le dorsali dei dossi rocciosi posti nella zona centro orientale del territorio comunale.

*Tutta la porzione di territorio compresa tra il ciglio di scarpata o la linea di cresta/cocuzzolo e la base del pendio è soggetta, in misura differente, ai fenomeni di amplificazione sismica.*

**Z4a) Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali:** questa zona comprende le porzioni del fondovalle della Valcuvia (T.te Boesio e Rio Boesio) e della piccola valle sospesa in località Cavona. I materiali di origine fluvioglaciale ed alluvionale sono di natura molto eterogenea.



**Z4b) Zona pedemontana di falda di detrito e conoide alluvionale:**

si tratta del conoide del T.te Gottardo, sul cui edificio si sono sviluppati gli insediamenti abitativi.

**Z4c) Zona morenica:** in questa zona sono compresi ampi settori delle località poste a quote intermedie tra la piana del Fiume Boesio e i versanti montuosi della Valcuvia, caratterizzati dalla presenza di rilievi morenici, con coperture glaciali di spessore consistente.

La carta della pericolosità sismica locale permette anche l'assegnazione diretta della classe di pericolosità e dei successivi livelli di approfondimento necessari (*Tab. n. 6.2*).

All'interno delle aree definite come suscettibili di amplificazione sismica ed in prossimità delle linee di ciglio e di cresta (entro una distanza pari a c.ca l'altezza complessiva della relativa scarpata), nel caso di edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03), devono essere sviluppati anche i livelli di approfondimento 2<sup>^</sup> e 3<sup>^</sup>.

<b>Sigla</b>	<b>SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE</b>	<b>CLASSE DI PERICOLOSITA' SISMICA</b>
<b>Z1a</b>	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	H3
<b>Z1b</b>	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	H2 – livello di approfondimento 3°
<b>Z1c</b>	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio frana	
<b>Z2</b>	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)	H2 – livello di approfondimento 3°
<b>Z3a</b>	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	H2 – livello di approfondimento 2°
<b>Z3b</b>	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
<b>Z4a</b>	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	H2 – livello di approfondimento 2°
<b>Z4b</b>	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
<b>Z4c</b>	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
<b>Z4d</b>	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
<b>Z5</b>	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	H2- livello di approfondimento 3°

**Tab. n. 6.2** – *Classi di pericolosità per ogni scenario di pericolosità sismica locale (sono evidenziati gli scenari individuati per il territorio di Cuveglio).*

## 7 VINCOLI

La carta dei vincoli (*Tav. n. 5*) è stata redatta su tutto il territorio comunale alla scala 1:5.000; vi sono rappresentate le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore di contenuto prettamente geologico con particolare riferimento a:

- Vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della L. 183/89;
- Vincoli di polizia idraulica ai sensi della d.g.r. 25 gennaio 2002, n. 7/7868 e successive modificazioni;
- Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile;

Nell'ambito del territorio comunale di Cuveglio sono stati individuati i seguenti vincoli.

### *7.1 VINCOLI DERIVANTI DALLA PIANIFICAZIONE DI BACINO AI SENSI DELLA L. 183/89*

Sul territorio comunale di Cuveglio sono presenti vincoli derivanti dal Piano di Assetto Idrogeologico del bacino del Fiume Po rappresentati da aree in dissesto idraulico e idrogeologico. In relazione a quanto contenuto nel quadro del dissesto presente nel SIT regionale e alla "carta del rischio" del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Varese (documento RIS1), sono stati riportati i seguenti elementi:

**Area di conoide attivo non protetto (Ca)**: comprende la fascia più prossima al T.te Gottardo, estesa nel tratto d'asta torrentizia che percorre il conoide. Si tratta delle porzioni giudicate interessabili dal deflusso delle acque e dal trasporto solido.

Nelle aree perimetrate come Ca (art. 9, comma 7 delle Norme di Attuazione del PAI), 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 esclusivamente 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 lett. a), b), c) dell'art. 27, comma 1 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;
- 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.

***Area di conoide non recentemente attivatosi o completamente protetta (Cn)*** – si tratta della porzione urbanizzata della conoide del T.te Gottardo che presenta una bassa pericolosità di essere interessata da fenomeni di dissesto.

Nelle aree Cn (art. 9, comma 9 N.d.A. PAI) 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.

**Area di frana attiva (Fa)**: in questa categoria sono inserite le pareti rocciose origine di crolli diffusi di singoli massi e le relative aree di accumulo che ad esclusione delle aree in località Vergobbio non interessano direttamente aree urbanizzate. La perimetrazione di questi elementi ha subito delle piccole modifiche, rispetto a quanto contenuto negli archivi, in relazione ai nuovi rilievi e agli studi di dettaglio effettuati. Queste porzioni di territorio sono soggette all'applicazione dell'art. 9, comma 2 delle Norme di Attuazione del PAI.

Nelle aree Fa sono esclusivamente consentiti:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- gli interventi di manutenzione ordinaria degli edifici, così come definiti alla lettera a) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457;
- gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo;
- gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche o di interesse pubblico e gli interventi di consolidamento e restauro conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
- le opere di bonifica, 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)**: sono state comprese in tale categoria le frane per scivolamento perimetrale nel corso dello studio che non mostrano segni di attività recente; lo studio precedente (anno 2002) aveva definito attivi alcuni di questi corpi franosi; nel corso dei rilievi effettuati non si sono osservati segni di attività e si è così scelto di ridefinirne lo stato di attività.

Nelle aree Fq, oltre agli interventi previsti per le aree di frana attiva, sono consentiti (art. 9, comma 3 delle Norme di Attuazione del PAI)

- gli interventi di manutenzione straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere b) e c) dell'art. 27, comma 1 della L.R. 12/05, 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, purchè consentiti dallo strumento urbanistico adeguato al presente Piano ai sensi e per gli effetti dell'art. 18, fatto salvo quanto disposto dalle 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 dal D. Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22. E' consentito l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti già autorizzate ai sensi dello stesso D.Lgs. 22/1997 (o per le quali sia stata presentata

comunicazione di inizio attività, nel rispetto delle norme tecniche e dei requisiti specificati all'art. 31 del D.Lgs. 22/1997) 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.

Inoltre, in aggiornamento a quanto contenuto nel quadro del dissesto presente nel SIT regionale e nella "carta del rischio" del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Varese (documento RIS1), sono stati proposti i seguenti elementi:

**Aree a pericolosità molto elevata (Ee)**: si tratta delle aree poste lungo l'asta del Canale Boesio Nuovo e del Canale Nuovo (tratto terminale del T.te Gottardo), potenzialmente soggette a fenomeni di esondazione con tempi di ritorno di 10 anni (studio Comunità Montana). Le attività in queste aree sono regolate dall' art. 9 comma 5 delle Norme di Attuazione del PAI, Fatto salvo quanto previsto dall'art. 3 ter del D.L. 12 ottobre 2000, n. 279, convertito in L. 11 dicembre 2000, n. 365:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, così come definiti alle lett. a), b), c) dell'art. 27, comma 1 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;
- la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili e relativi impianti, 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;
- l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti già autorizzate ai sensi del D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 (o per le quali sia stata presentata comunicazione di inizio attività, nel rispetto delle norme tecniche e dei requisiti specificati all'art. 31 dello stesso D.Lgs. 22/1997) 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 a pericolosità elevata (Eb)**: comprende le porzioni più depresse del fondovalle della Valcuvia, sia nel settore occidentale dove scorre il T.te Boesio e convergono il T.te Gottardo e il T.te Marianna, sia nel settore orientale dove scorre il Rio Boesio; questi settori sono interessati da esondazioni con tempi di ritorno fino a 200 anni. Inoltre sono classificate a pericolosità elevata le aree poste a valle dell'attraversamento della S.P. n. 54 da parte del T.te Valle Bignes, la cui sezione estremamente ridotta causa l'allagamento della S.P. e delle proprietà private poste a valle della stessa; pur presentando un grado di pericolosità alto dovuto alla frequenza del fenomeno (tempi di ritorno fino a 10 anni), non costituisce un elemento in grado di nuocere gravemente all'incolumità delle persone e alla stabilità delle strutture, trattandosi di corso d'acqua minore.

Nelle aree Eb, oltre agli interventi consentiti nelle aree Ee, sono consentiti:

- gli interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti alla lettera d) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457, 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;
- il completamento degli esistenti impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti a tecnologia complessa, quand'esso risultasse indispensabile per il raggiungimento dell'autonomia degli ambiti territoriali ottimali così come individuati dalla pianificazione regionale e provinciale; i relativi interventi di completamento sono subordinati a uno studio di compatibilità con il presente Piano validato dall'Autorità di bacino, anche sulla base di quanto previsto all'art. 19 bis.

## 7.2 VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA

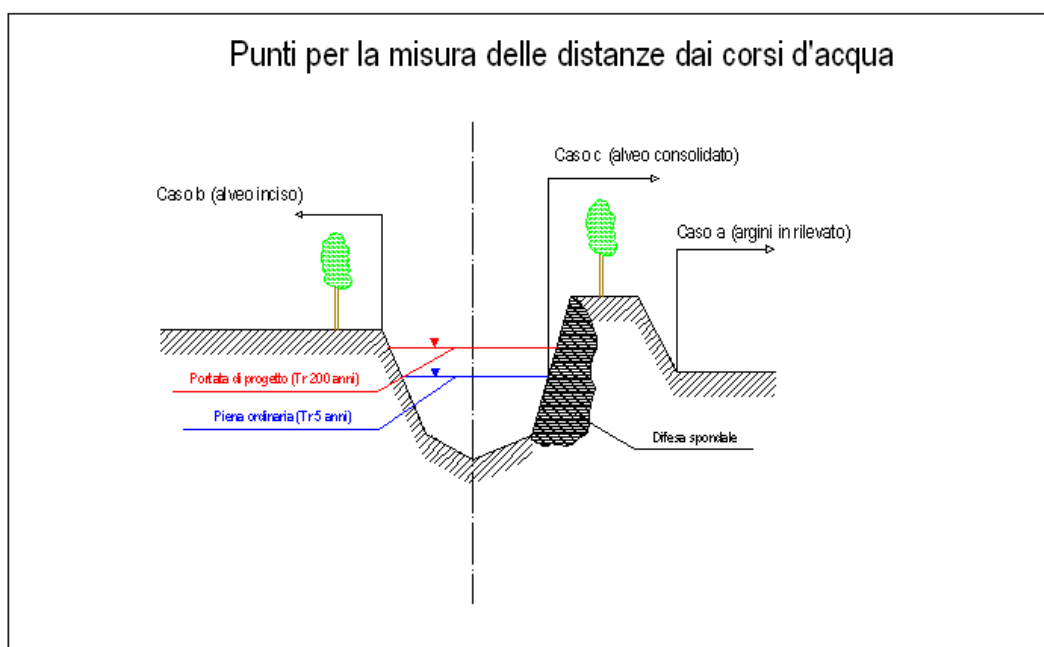
Sono riportate le fasce di rispetto dei corsi d'acqua comunali, ai sensi della D.G.R. 25 gennaio 2002 n. 7/7868 e successive modificazioni, così come perimetrare nell'apposito studio promosso dalla Comunità Montana della Valcuvia.

Sono state individuate:

1. una **fascia di rispetto assoluto di ampiezza pari a 4 metri** per i corsi d'acqua e le loro divagazioni identificati come Reticolo Idrico Principale e Minore;
2. una **fascia di rispetto pari a 10 metri e restringibile fino ad un massimo di 4 metri previa verifica idraulica** per i corsi d'acqua identificati come Reticolo Idrico Principale e Minore lungo i tratti tombinati e/o coperti, nei casi previsti dall'Art. 18 del regolamento di polizia idraulica;
3. una **fascia di rispetto di ampiezza pari a 10 metri** per i corsi d'acqua e le loro divagazioni identificati come Reticolo Idrico Principale e Minore lungo i tratti scoperti;
4. una **fascia di rispetto di ampiezza variabile** per i corsi d'acqua identificati come Reticolo Idrico Principale e Minore che tiene conto delle aree di conoide ad alto rischio idrogeologico di sovralluvionamento e delle aree più sensibili dal punto di vista idrogeologico attualmente individuate a pericolosità più elevata.
5. una **fascia di attenzione di ampiezza variabile** per i corsi d'acqua identificati come Reticolo Idrico Principale e Minore che tiene conto delle aree di conoide a moderato rischio idrogeologico di sovralluvionamento e delle aree più sensibili dal punto di vista idrogeologico attualmente individuate a pericolosità moderata.
6. una **fascia di attenzione di ampiezza indicativa pari a 100 metri**, in analogia con quanto stabilito dal R.D. 25 luglio 1904 Art. 97 punto c, che tiene conto delle aree boscate e delle zone montane, modificata, in seguito, alla luce dell'esistenza di evidenze

morfologiche (crinali e creste spartiacque), manufatti antropici (strade o piste) ed aree urbanizzate.

In accordo con la normativa vigente, le predette fasce di rispetto si devono intendere misurate a partire dal piede arginale esterno (Fig. n. 7.1, caso a) o, in assenza di argini in rilevato, dalla sommità della sponda incisa (Fig. n. 7.1, caso b). Nel caso di sponde stabili, consolidate o protette, la distanza può essere calcolata con riferimento alla linea individuata dalla piena ordinaria (Fig. n. 7.1, caso c).



**Fig. n. 7.1** - Sezione tipo di alveo fluviale con individuazione dei punti per la misurazione delle distanze.

Ai fini della polizia idraulica e della tutela del territorio si intende innanzitutto fare riferimento a quanto contenuto nella normativa vigente, ed in particolar modo al RD. 523/1904, al D.Lvo 152/95 ed al D.G.R. 7/7868 del 25.01.2002.

### *7.3 AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE*

Sono riportate le aree di tutela assoluta e di rispetto, ai sensi del D.Lgs. 258/2000, art. 5, dei pozzi e delle sorgenti che ricadono sul territorio comunale.

L'**area di tutela assoluta** (art. 5 comma 4 D.Lgs. 258/2000) è costituita dall'area immediatamente circostante la captazione: essa deve avere una estensione di almeno dieci metri di raggio dal punto di captazione, deve essere adeguatamente protetta (recinzioni; sistemi di allontanamento delle acque meteoriche; impermeabilizzazione del terreno superficiale; difesa da esondazioni di corpi idrici superficiali) e adibita esclusivamente ad opere di captazione o presa e ad infrastrutture di servizio.

L'**area di rispetto** è rappresentata dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta; sia per il pozzo che per le sorgenti è stato utilizzato il criterio geometrico (circonferenza di raggio 200 m; nel caso delle sorgenti limitata a valle dall'isoipsa corrispondente alla quota del punto di presa).

Quest'area deve essere sottoposta a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata (art. 5 comma 5 D.Lgs. 258/2000). In particolare nella zona di rispetto sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:

- a. dispersione di fanghi ed 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 della 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. E' comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.

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

All'interno delle zone di rispetto le seguenti strutture od attività:

a)fognature;

b)edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione;

c)opere viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio;

d)le pratiche agronomiche e i contenuti dei piani di utilizzazione di cui alla lettera c) del comma 5.

sono disciplinate dalla D.G.R. 10 aprile 2003, n. 7/12693: "Direttive per la disciplina delle attività all'interno delle aree di rispetto, art. 21, comma 6, del D.Lgs. 152/99 e successive modificazioni".

In particolare al fine di proteggere le risorse idriche captate il Comune dovrebbe favorire, nel proprio strumento di pianificazione, la destinazione della zona di rispetto dei pozzi a "verde pubblico", ad area agricola o ad usi residenziali a bassa densità abitativa.

Nella cartografia allegata sono state anche riportate le fasce di rispetto di pozzi e sorgenti che pur situati al di fuori del confine

comunale ricadono parzialmente all'interno del territorio di Cuveglio.

## 8 SINTESI

### *8.1 INTRODUZIONE*

La carta di sintesi (*Tav n. 6*), redatta in scala 1:5.000, rappresenta il risultato della precedente fase di analisi, permettendo la visualizzazione degli elementi più significativi emersi dallo studio.

Tale documento, in conformità alle specifiche tecniche di cui alla D.G.R. n° 8/1566 del 22-12-05 e alla successiva n. 8/7374 del 28-05-08, in attuazione della L.R. 12/05, alle linee guida metodologiche ed alle indicazioni classificative ivi contenute, è stato elaborato attraverso la sovrapposizione dei singoli tematismi considerati, che sono parsi i più idonei per descrivere compiutamente le caratteristiche del territorio comunale. Gli elementi geo-ambientali riportati nella cartografia di dettaglio sono stati raggruppati secondo tematiche simili tenendo conto dei fattori prevalenti, sia in senso qualitativo sia quantitativo, al fine di fornire un quadro sintetico dello stato del territorio.

La carta di sintesi riporta una zonizzazione del territorio comunale, che consente di visualizzare la pericolosità geologica intrinseca dei vari settori e di tradurla in termini d'idoneità all'utilizzazione urbanistica.

### *8.2 DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI DI SINTESI*

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

Le aree appartenenti a questa tipologia comprendono sia i settori interessati da fenomeni di instabilità in atto (delimitabili in base ad evidenze di terreno, cartografia tematica provinciale e/o ad informazioni storiche) sia quelli potenzialmente instabili.

**A.1 - Aree soggette a crolli di massi:** si tratta di possibili distacchi e crolli di blocchi e/o massi di materiale lapideo in corrispondenza di pareti rocciose subverticali con elevato grado di fratturazione; sono state individuate nella parete del Monte San Martino, in località Vergobbio e sui versanti settentrionali dei rilievi di Cavona. Qui sono state individuate

pareti rocciose subverticali con evidenti tracce di crolli di blocchi isolati (fatture beanti, cunei instabili e accumulo di blocchi). Il poligono comprende l'area di distacco, rappresentata dalla parete rocciosa, e quella di transito e accumulo. Nel caso del M. San Martino la perimetrazione tiene conto dello studio di dettaglio effettuato dalla Provincia nell'ambito del PTCP; l'area in località Cavona è stata invece perimetrata su base geomorfologica in base alle evidenze di terreno (morfologia, estensione della falda detritica, etc.); l'area in località Vergobbio, l'unica che interessa direttamente aree urbanizzate, è invece stata perimetrata secondo il metodo empirico descritto nell'all. n. 2 della D.G.R. n° 8/1566.

**A.4 – Aree di frana quiescente**: si tratta di alcune aree nelle quali sono state evidenziate delle frane quiescenti, che non mostrano quindi segni di attività recente (il precedente studio geologico, anno 2002, definiva attivi alcuni di questi corpi franosi). Tale zone sono state interessate da scivolamenti o colate dei materiali di copertura detritico colluviale o morenica.

**A.11 – Aree a pericolosità potenziale alta per la presenza di terreni sciolti su pendii a pendenza elevata**

**A.18 – Aree a pericolosità potenziale media per la presenza di terreni sciolti su pendii a pendenza medio-elevata**

In queste classi sono inserite le aree nelle quali sono stati riconosciuti i tipici fenomeni di versante, quali limitati smottamenti, solchi di ruscellamento concentrato e diffuso. Sono pure inserite le aree nelle quali questi fenomeni non sono sviluppati in modo evidente, ma che presentano simili caratteristiche di acclività e di litologia. Si tratta quindi di tutte le aree a pendenza medio – alta impostate sui depositi morenici e fluvioglaciali; in base alle risultanze dello studio di dettaglio sulle frane superficiali si distinguono aree a pericolosità potenziale alta (classe A.11) e aree a pericolosità potenziale media e bassa (classe A.18).



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

Ricadono in questa classe di sintesi quelle aree con caratteristiche connesse alla presenza di acquiferi che possono essere captati o meno, vulnerabili o protetti, emergenti o sotterranei.

**B.1 – Aree ad alta vulnerabilità degli acquiferi:** Rientrano in questa classe le aree poste lungo i versanti carbonatici costituenti un acquifero carsico molto importante a livello provinciale (*“Idrostruttura Monte Nudo”*). L’elevato grado di vulnerabilità è determinato dalle caratteristiche dell’acquifero e dalla mancanza di consistenti elementi di protezione (coperture).

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

**C.1 – Aree frequentemente inondabili:** si tratta di due aree distinte che lo studio idraulico promosso dalla Comunità Montana ha definito interessate da esondazione con tempi di ritorno fino a 10 anni; la prima è situata lungo il T.te Boesio in corrispondenza della confluenza del T.te Gottardo; la seconda si trova a valle dell’attraversamento della S.P. n. 54 da parte del T.te Valle Bignes, la cui sezione estremamente ridotta causa l’allagamento della S.P. e delle proprietà private poste a valle della stessa.

**C.2 – Aree allagabili con minor frequenza:** comprende le aree che lo studio idraulico della Comunità Montana ha definito interessate da esondazione con tempi di ritorno fino a 200 anni; si tratta delle aree poste alle quote più basse lungo il T.te Boesio ed il Rio Boesio.

**C.7 – Aree interessate da dinamica fluviale:** si tratta delle aree circostanti gli impluvi dei corsi d’acqua minori, a carattere temporaneo, caratterizzate da fenomeni di erosione concentrata e spondale, con innesco di piccoli smottamenti, esondazioni e spagliamento in corrispondenza delle aree meno pendenti. La perimetrazione comprende le aree direttamente interessate dal deflusso delle acque e dei fenomeni connessi, estendendosi nei settori montani anche alle aree più esterne che contribuiscono alla formazione del deflusso idrico.

**C.9 – Aree potenzialmente interessate da flussi di detrito:** si tratta del conoide alluvionale formato dal T.te Gottardo. Nella classe C.9.1 è inserita la porzione attiva dell'alveo interessata dal deflusso delle acque di piena e dai fenomeni di trasporto solido; nella classe C.9.2 è inserita la restante parte del conoide che uno studi di dettaglio ha definito come inattiva.

## **D - Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche**

### **D.1 – Aree con scadenti caratteristiche geotecniche**

Ricadono in questa categoria le aree del fondovalle della Valcuvia e della valle sospesa in località Cavona, caratterizzate dalla presenza di depositi limoso argillosi e torbosi, con estesi fenomeni di ristagno idrico in corrispondenza dei litotipi più fini e delle aree depresse.

## **E - Altre aree**

### **E.1 – Aree da debolmente acclivi a pianeggianti con caratteristiche o fenomeni geologici e idrogeologici non rilevanti:**

rientrano in questa categoria di sintesi quelle aree che non mostrano particolari fenomeni d'instabilità potenziali o in atto, che presentano una morfologia semi pianeggiante o poco ondulata con pendenze di pochi gradi. Questa zona interessa la piana di fondovalle laddove non venga escluso il rischio idrogeologico derivato dalla bassa soggiacenza della falda.

## 9 FATTIBILITÀ GEOLOGICA

### 9.1 PREMESSA

Il territorio comunale è stato suddiviso in classi di fattibilità geologica in base alla valutazione incrociata dei fattori di maggior incidenza sulle modificazioni del territorio e dell'ambiente (riportati nelle carte tematiche) e rappresenta la diretta conseguenza della carta di sintesi, dalla quale sono state ricavate le tematiche e le proposte di perimetrazione.

La carta di fattibilità (Tav. n. 7) non è da intendersi come una semplice carta del rischio geologico ma rappresenta una sintesi più applicativa delle problematiche connesse al territorio, unitamente alla situazione urbanistico-ambientale dell'area.

Sulla base delle indicazioni formulate dal Servizio Geologico della Regione Lombardia è proposta una classificazione costituita da differenti classi, in ordine alle possibili destinazioni d'uso del territorio; sono zone per le quali sono indicate sia informazioni e cautele generali da adottare per gli interventi, sia gli eventuali studi e le indagini di approfondimento.

In base alle valutazioni effettuate, considerando gli elementi geologici, geomorfologici ed idrogeologici riconosciuti, il territorio comunale è stato suddiviso in tre classi di fattibilità geologica:

- *classe di fattibilità con modeste limitazioni (2);*
- *classe di fattibilità con consistenti limitazioni (3);*
- *classe di fattibilità con gravi limitazioni (4).*

*Nelle zone di passaggio tra le differenti classi di fattibilità geologica, sia per i limiti grafici delle basi topografiche utilizzate che per i possibili mutamenti naturali del territorio, dovrà essere prestata particolare attenzione all'intorno dei limiti, considerando l'eventualità che essi possano subire rettifiche negli studi di approfondimento in base ad indagini geologiche specifiche.*

Si specifica che nessuna nuova opera o trasformazione del suolo può essere realizzata se non preceduta dagli specifici studi prescritti per le classi di fattibilità 2, 3 e 4 (limitatamente ai casi consentiti); questi 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".

## *9.2 FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI (CLASSE 2)*

In questa classe ricadono le aree nelle quali sono state riscontrate modeste condizioni limitative alla modifica d'uso dei terreni, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi.

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

### 2-C: Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico

➤C.9.2 - *Aree potenzialmente interessate da flussi di detrito: conoide inattivo.*

Per tali zone, pur non essendo state individuati elementi di criticità legati all'esondazione ed al trasporto solido del T.te Gottardo, dovranno comunque essere rispettate le prescrizioni dettate dal *D.M. 14.01.2008 "Norme tecniche per le costruzioni"*, verificando a scala locale la presenza di eventuali elementi di pericolosità. Questi settori, classificati come

conoide non recentemente attivatosi o completamente protetta (Cn) sono inoltre soggetti alle prescrizioni dell'art. 9, comma 9 N.d.A. PAI.

### 2-E: Altre aree

➤E.1 - *Aree da debolmente acclivi a pianeggianti con caratteristiche o fenomeni geologici e idrogeologici non rilevanti.*

Per tali zone i progetti degli interventi di urbanizzazione dovranno porre particolare attenzione al rapporto tra opera e versante in relazione al possibile verificarsi di instabilità dei terreni oggetto di modifica morfologica. In linea generale non dovranno essere previsti interventi che favoriscano lo scorrimento non controllato delle acque con conseguente erosione lungo il versante e che impediscano l'assorbimento naturale nel sottosuolo.

Si dovrà inoltre porre attenzione alla profondità di riscontro di eventuali acquiferi superficiali di interstrato.

Per le nuove opere, pur non essendo stati individuati fenomeni geologici e geomorfologici di rilievo, si devono prevedere *approfondimenti per l'individuazione delle possibili problematiche geologiche a scala locale*, con riferimento al *D.M. 14.01.2008 "Norme tecniche per le costruzioni"*.

### *9.3 FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI (CLASSE 3)*

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate.

L'utilizzo di queste aree sarà subordinato alla realizzazione di indagini supplementari al fine di accertare la compatibilità degli interventi con le situazioni di dissesto in atto o potenziali e individuare di conseguenza le prescrizioni di dettaglio per poter procedere o meno all'edificazione.

Le aree a consistenti limitazioni sono contraddistinte dalle seguenti tipologie di pericolosità e dalle relative unità di sintesi:

3-A : Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti

- *A.18: Aree a pericolosità potenziale media per la presenza di terreni sciolti su pendii a pendenza medio-elevata.*

All'interno di queste aree dovranno essere previsti indirizzi urbanistici volti alla limitazione del carico insediativo sul territorio (piccola edilizia residenziale e/o produttiva): si tratta infatti di aree che possono potenzialmente dare luogo a fenomeni di dissesto, specialmente in caso di incontrollata modifica dell'assetto morfologico.

Nelle aree comprese all'interno dell'unità di sintesi A.18, preventivamente a qualsiasi intervento si dovrà predisporre una specifica *relazione geologica che definisca nel dettaglio, attraverso rilievi e prove in sito e/o di laboratorio, le locali caratteristiche stratigrafiche, i processi geomorfologici agenti e le proprietà dei materiali in modo da valutare puntualmente le condizioni di stabilità naturale e in relazione all'opera da realizzarsi*. Particolari attenzioni dovranno inoltre essere poste al controllo delle acque superficiali, al fine di evitare fenomeni di ruscellamento incontrollato che potrebbero condurre al deterioramento delle condizioni di stabilità delle aree limitrofe.

3-B : Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico

- *B.1: Aree ad alta vulnerabilità degli acquiferi.*

Per le aree ricadenti in questa classe di sintesi dovranno essere previsti indirizzi urbanistici volti alla tutela della risorse idrica con limitazione del carico insediativo. Al fine di salvaguardare l'acquifero ogni nuovo progetto dovrà prevedere il recapito delle acque reflue e meteoriche in fognatura; per insediamenti isolati, privi di fognatura comunale, è ammesso lo scarico in corpo idrico superficiale e nel suolo/sottosuolo solo con utilizzo di idoneo sistema di trattamento delle acque reflue quali ad esempio pozzetti degrassatori, vasche imhoff, fosse settiche etc. (D.G.R. 05/04/06 n. 8/2318 "Norme Tecniche Regionali in materia di trattamento degli scarichi di acque reflue in attuazione dell'art. 3, comma 1 del Regolamento Reg. 2006, n. 3") e autorizzazione degli Enti competenti. Si consiglia di limitare in questa area la realizzazione di attività

potenzialmente pericolose per la contaminazione delle acque superficiali quali ad esempio lo stoccaggio di prodotti chimici o di carburanti non gassosi (es. gasolio), anche per consumo privato.

Gli interventi dovranno essere supportati da un'apposita *relazione geologica-idrogeologica che accerti la compatibilità con lo stato locale di vulnerabilità dell'acquifero* e fornisca apposite prescrizioni sulle modalità di attuazione degli interventi stessi. Gli interventi edificatori dovranno inoltre considerare, attraverso adeguati studi, l'interazione con la circolazione idrica sotterranea e lo smaltimento delle acque meteoriche e reflue attraverso sistemi di riduzione della contaminazione; dovrà inoltre essere rispettato quanto previsto dal D.M. 14.01.2008.

### 3-C : Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico

#### ➤ C.2: Aree allagabili con minor frequenza.

Nelle aree ricadenti in questa classe di sintesi sono compresi i settori aventi pericolosità per esondazione media o moderata. Si tratta di aree idonee all'utilizzazione urbanistica a condizione che, per le nuove edificazioni, vengano realizzati interventi tecnici a protezione delle acque di inondazione.

Dovranno essere chiaramente indicate, mediante uno specifico *studio di compatibilità idraulica*, le quote di inondabilità del lotto edificabile in relazione alla piena di riferimento e le possibili interazione tra l'intervento ed il deflusso delle acque di piena, indicando le metodologie per la messa in sicurezza delle opere previste. Devono essere eseguite inoltre specifiche e puntuali indagini atte ad accertare le caratteristiche geotecniche dei terreni di imposta delle fondazioni.

In particolare tutti gli interventi, dalle nuove opere alla ristrutturazione, dovranno essere conformi ai seguenti aspetti prescrittivi:

- realizzazione delle superfici abitabili, delle aree sede dei processi industriali, degli impianti tecnologici e dei depositi di materiali sopraelevati rispetto al livello della piena di riferimento (almeno centennale), evitando in particolare la realizzazione di piani interrati.

- posizionamento degli ingressi in modo che non siano perpendicolari al flusso principale della corrente.
- orientazione delle strutture in progetto in modo da limitare la presenza di lunghe strutture trasversali alla corrente principale e da evitare la creazione di canali di scorrimento a forte velocità.
- favorire il deflusso e l'assorbimento delle acque di esondazione.
- realizzazione di opere di drenaggio per evitare le sottopressioni idrostatiche nei terreni di fondazione.
- realizzazione di opere di difesa per evitare fenomeni di erosione delle fondazioni superficiali.
- per le strutture esistenti si consiglia la realizzazione di aperture a tenuta stagna.

Per questi settori, classificati secondo la legenda PAI come aree a pericolosità elevata (Eb) valgono inoltre le prescrizioni dall'art. 9 comma 6 delle Nda del PAI.

*Per il comparto a valle dell'attraversamento della S.P. n. 54 da parte del T.te Valle Bignes sono auspicabili interventi volti alla riduzione del rischio quali la costante manutenzione dell'attraversamento ed il suo adeguamento a luci idonee a consentire il deflusso regolare delle acque.*

### 3-D : Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche

#### ➤ *D.1: Aree con scadenti caratteristiche geotecniche.*

Per le aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche (presenza di terreni fini limoso argillosi, torbosi e con ristagno idrico) si dovrà procedere, in caso di interventi urbanistici (opere edificatorie, di ristrutturazione ed ampliamento, infrastrutturali, etc.) alla realizzazione di una relazione geotecnica supportata da indagini geognostiche di dettaglio, in base a quanto previsto dal D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le costruzioni", al fine di individuare i *parametri geotecnici* principali. Tale studio dovrà inoltre prendere in considerazione gli aspetti idrologici, idrogeologici e geomorfologici (scorrimento acque superficiali e sotterranee, fenomeni geomorfologici attivi).



*Dove due o più ambiti di pericolosità si sovrappongono, la relazione di approfondimento dovrà toccare tutte le tematiche specifiche viste sopra.*

#### ***9.4 FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI (CLASSE 4)***

L'alta pericolosità/vulnerabilità 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.

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

##### ***4-A : Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti***

➤A.1: *Aree soggette a crolli di massi.*

➤A.4: *Aree di frana quiescente.*

➤A.11: *Aree a pericolosità potenziale elevata per la presenza di terreni sciolti su pendii a pendenza molto elevata.*

Per le aree comprese nella classe di sintesi A.1 valgono le norme del PAI, art. 9 comma 2; le aree comprese nella classe A.4 sono invece soggette alle prescrizioni dell'art. 9 comma 3 delle Nda del PAI.

4-C : Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico

➤C.1: Aree frequentemente inondabili.

➤C.7: Aree interessate da fenomeni di dinamica fluviale.

➤C.9.1 – Aree potenzialmente interessate da flussi di detrito: area di conoide attivo.

In particolare per i settori classificati come aree a pericolosità molto elevata lungo il T.te Boesio (C.1) valgono le norme del PAI: art. 9 comma 5. Per la porzione attiva del conoide del T.te Gottardo, limitata alla sola asta torrentizia e ad un suo intorno limitato (Ca) valgono le prescrizioni dell'art. 9 comma 7.

Si specifica che nessuna nuova opera o trasformazione del suolo può essere realizzata se non preceduta dagli specifici studi prescritti per le classi di fattibilità 2, 3 e 4 (limitatamente ai casi consentiti); questi 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".