

COMUNE DI GROSIO

Provincia di Sondrio



sede: Via Roma 35

Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio

secondo i criteri della D.G.R. 22 dicembre 2005 - n° 8/1566

REDATTORE		
Dott. Geologo Francesco Giudes - Via Pisani, 1 - 23037 Tirano (SO) - Tel. 347.6870274		
TAVOLA	SCALA	
R1		
VERS.	DATA	NOTE VERSIONE
01	10 ottobre 2008	Prima stesura

SOMMARIO

1. PREMESSA.....	2
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	4
2.1. Geografia.....	4
2.2. Temperature e precipitazioni.....	5
2.3. Assetto geologico e strutturale del substrato.....	9
2.4. Coperture quaternarie.....	11
2.5. Caratteri geomorfologici.....	14
2.6. Dissesti.....	17
2.7. Eventi storici.....	19
3. ASSETTO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO.....	21
3.1. Elementi idrografici.....	21
3.2. Elementi idrologici.....	30
3.3. Idrogeologia.....	32
4. ANALISI DEL RISCHIO SISMICO	35
4.1. Sismicità dell'area.....	35
4.2. Aspetti normativi e metodologici.....	38
4.3. Analisi sismica di I livello.....	41
5. ANALISI DEI VINCOLI PRESENTI SUL TERRITORIO.....	42
5.1. Vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della L. 183/89.....	42
5.2. Aree sottoposte a vincoli di polizia idraulica.....	42
5.3. Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile.....	42
6. SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ DEL TERRITORIO.....	43
6.1. Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti.....	43
6.2. Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico.....	45
6.3. Aree pericolose dal punto di vista idraulico.....	46
6.4. Interventi esistenti in aree di dissesto o di prevenzione in aree di dissesto potenziale.....	47
7. FATTIBILITÀ DEGLI INTERVENTI SUL TERRITORIO.....	47

1. PREMESSA

Il Comune di Grosio è dotato di uno Studio Geologico a supporto del Piano Regolatore, redatto dal gruppo di lavoro costituito dai geologi G. Conforto, T. Da Prada, D. Grossi e G. Songini ai sensi della L.R. 41/97 secondo i criteri di attuazione approvati con d.g.r. n. 7/6645/2001 e aggiornato nelle sue varie componenti al gennaio 2002.

Con l'entrata in vigore della "Legge per il Governo del Territorio" (L.R. 12/2005) si è modificato l'approccio alla materia urbanistica passando da concetti pianificatori a concetti di Governo del Territorio, secondo il quale i diversi livelli di pianificazione si devono integrare armonicamente anche mediante l'approfondimento di singole tematiche territoriali in funzione della sostenibilità ambientale delle scelte pianificatorie da effettuare.

La pianificazione comunale si concretizza dunque attraverso il Piano di Governo del Territorio (PGT), che definisce l'assetto del territorio articolandosi nel Documento di Piano, nel Piano dei Servizi e nel Piano delle Regole.

Ai sensi dell'art. 57, comma 1, lettera a) della L.R. 12/05, il Documento di Piano deve contenere "la definizione dell'assetto geologico, idrogeologico e sismico comunale sulla base dei criteri ed indirizzi emanati dalla Giunta regionale...*(omissis)*...".

La Regione Lombardia ha dunque emanato all'uopo il documento "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n. 12", approvato con d.g.r. 22 dicembre 2005 n. 8/1566, successivamente modificato con d.g.r. n. 8/7374 del 28/05/2008, nel quale vengono forniti indirizzi, metodologie e linee guida da seguire per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del territorio comunale, per l'individuazione delle aree a pericolosità geologica e sismica, per la definizione delle aree a vulnerabilità idraulica e idrogeologica e per l'assegnazione delle relative norme d'uso e prescrizioni.

Queste riprendono in larga misura i criteri dettati dalla precedente d.g.r. in attuazione della L.R. 41/97, rispetto ai quali è però stata sostituita la metodologia di analisi per la "Determinazione del rischio sismico in Lombardia". Sono state infatti introdotte le "Linee guida per la definizione della pericolosità sismica locale", a seguito della nuova classificazione sismica del territorio nazionale e del d.m. 14 gennaio 2008 "Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".

Mentre al Documento di Piano affluiscono essenzialmente gli elaborati derivanti dalla fase di analisi, coincidenti con la Carta di Inquadramento, con gli eventuali approfondimenti per la definizione della pericolosità per i siti a maggior rischio e con l'analisi del rischio sismico, la fase di sintesi/valutazione e di proposta (rappresentate dalle Carte di Sintesi, dei Vincoli, di Fattibilità delle azioni di piano e dalle relative prescrizioni) costituiscono parte integrante anche del Piano delle Regole nel quale, ai sensi dell'art. 10, comma 1, lettera d) della L.R. 12/05, devono essere individuate le aree a pericolosità e vulnerabilità geologica, idrogeologica e sismica, nonché le norme e le prescrizioni a cui le medesime sono assoggettate.

Alla luce delle indicazioni regionali gli adempimenti minimi che ogni Comune deve affrontare ai sensi della nuova normativa sono dunque i seguenti:

COMUNE DI GROSIO - PROVINCIA DI SONDRIO
RELAZIONE GENERALE ALLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PGT

1. realizzazione della componente sismica;
2. estensione all'intero territorio comunale, qualora non abbiano già provveduto a farlo, della Carta di Sintesi e di Fattibilità;
3. aggiornamento della Carta dei Vincoli, di Sintesi e di Fattibilità e della relativa normativa riguardo alle perimetrazioni delle Fasce Fluviali e delle aree a rischio idrogeologico molto elevato.

Il comune di Grosio ha anche colto l'occasione, per la realizzazione del Piano di Governo del Territorio, di adottare la nuova cartografia tecnica realizzata dalla Comunità Montana Valtellina di Tirano secondo gli standard descritti da Regione Lombardia. La stessa costituisce una base di lavoro aggiornata e maggiormente fedele alla realtà del territorio e delle sue forme rispetto alla Cartografia Tecnica Regionale, componendosi oltre che di tagli alla scala 1:10.000 anche di fotogrammetrie dettagliate in scala 1:2.000 per le aree urbanizzate.

L'impiego di tale cartografia ha messo in risalto fin dal primo momento sfalsamenti anche notevoli tra gli studi precedentemente redatti e la rappresentazione aggiornata del territorio, di conseguenza al fine di pervenire alla stesura di documenti congruenti in ogni aspetto si è ritenuta necessaria la revisione di tutti i livelli informativi costituenti lo studio geologico pregresso, reso disponibile dall'Amministrazione comunale allo scrivente, pervenendo in ultima analisi alla realizzazione, oltre che del presente documento e delle Norme Tecniche di Attuazione, dei seguenti elaborati, i quali globalmente aggiornano e sostituiscono in toto quelli esistenti:

- Carta di Fattibilità delle azioni di piano - n. 3 tavole scala 1:10.000 (F1, F2, F3)
- Carta di Fattibilità delle azioni di piano - n. 3 tavole scala 1:2.000 (F4, F5, F6)
- Carta di Sintesi - n. 3 tavole scala 1:10.000 (S1, S2, S3)
- Carta della Pericolosità Sismica Locale - n. 3 tavole scala 1:10.000 (PSL1, PSL2, PSL3)
- Carta della Pericolosità Sismica Locale - n. 3 tavole scala 1:2.000 (PSL4, PSL5, PSL6)
- Carta dei vincoli - n. 3 tavole scala 1:10.000 (V1, V2, V3)

Su supporto digitale (CD-ROM) sono altresì contenute le suddette tavole in formato .PDF (Adobe) e i dati vettoriali in formato SHAPEFILE (ESRI) da cui risultano ricavate le stesse.

Nella fase di aggiornamento si è provveduto ad integrare la documentazione anche con la cartografia relativa al reticolo idrico minore, di cui il comune si è dotato, nel rispetto della D.G.R 25 gennaio 2002 n. 7/7868 e successive modifiche.

La regolamentazione di reticolo idrico minore sarà vigente solo a completamento dell'iter amministrativo previsto per legge.

Non è stata effettuata alcuna ulteriore proposta di aggiornamento al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, ovvero al Quadro del Dissesto con legenda PAI presente nello studio pregresso, provvedendo unicamente alla rettifica di alcuni limiti in fase di sintesi per soddisfare le esigenze di congruenza spaziale tra i dati cui si è fatto precedentemente cenno.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Vengono di seguito descritti gli elementi scaturiti dalla fase di analisi realizzata mediante l'acquisizione di tutte le fonti bibliografiche esistenti, lo studio del materiale disponibile (foto aeree, censimenti di fenomeni franosi, cartografie tematiche, cartografie tematiche di P.R.G., relazioni geologiche, testimonianze dirette di abitanti del luogo, ricerca di notizie storiche, acquisizione di dati geognostici ecc.), nonché da una dettagliata campagna di rilevamento eseguita a scale differenti per le diverse porzioni di territorio.

2.1. Geografia

Il territorio comunale di Grosio si estende su una superficie di 126,86 kmq estesa dal versante sinistro della Valle dell'Adda, dove è delimitato dal crinale Monte Serottini - Monte Varadega, al versante destro dove si apre l'ampia Valle Grosina, divisa in due rami principali.

Quello orientale, quasi per intero facente parte del territorio comunale di Grosio ad esclusione di una porzione dell'alto versante sinistro ricadente in Comune di Sondalo, presenta due valli tributarie principali, la valle di Avedo e la Valle Cassavruolo, rispettivamente in destra e sinistra orografica.

Il ramo occidentale, di cui fino alla confluenza con la Valle Pedruna (tributario di destra) solo il versante sinistro rientra nei confini comunali di Grosio, si allarga poi a comprendere la Valle Pedruna stessa, la Valle di Malghera e la valle di Sacco.

Esso confina a N con i comuni di Valdidentro e Valdisotto, a E col comune di Sondalo e con la Provincia di Brescia, a O con la Confederazione Elvetica e a S con il comune di Grosotto.

La superficie si sviluppa tra un'altitudine minima di 611 m s.l.m ad una massima di 3370 m s.l.m., essa può essere suddivisa in intervalli corrispondenti alle fasce altitudinali di vegetazione generalmente riscontrabili in Valtellina secondo la seguente tabella:

INTERVALLO ALTIMETRICO	FASCIA	VEGETAZIONE	AREA KMQ	% AREA
611-800	MEDIOEUROPEA	Boschi misti di latifoglie	4,32	3,41
800-1000	SUBATLANTICA	Boschi di faggio	2,94	2,32
1000-1500	BOREALE INFERIORE	Foreste di Abete rosso e Pino Silvestre	12,31	9,7
1500-2200	BOREALE SUPERIORE	Foreste di Abete rosso, Larice e Cembro	39,23	30,92
2200-2400	ALPICA	Arbusteti di Ericacee	21,05	16,59
2400-3370	ALPICA	Praterie e tundra alpine	47,01	37,06

Tabella 1: suddivisione del territorio comunale in fasce altitudinali di vegetazione

L'area in esame è rappresentata nella seguente cartografia:

- Sezioni della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 e omonime sezioni della cartografia elaborata della Comunità Montana Valtellina di Tirano:

D2b1 - Val Viola	D2c1 - Valle di Sotto ovest	
D2a2 - Pizzo del Teo	D2b2 - Valle di Avedo	D2c2 - Cime Redasco
D2a3 - Vetta Sperella	D2b3 - Val Grosina	D2c3 - Sondalo
D2a4 - Pizzo Trevesina	D2b4 - Grosotto ovest	D2c4 - Grosio

COMUNE DI GROSIO - PROVINCIA DI SONDRIO
RELAZIONE GENERALE ALLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PGT

- Restituzioni fotogrammetriche in scala 1:2.000 sul territorio urbanizzato di fondovalle, da O verso E e da N a S:

D2c4a2
D2c4a3
D2c4a4, D2c4b4
D2b4e5, D2c4a5, D2c4b5
D2b5e1, D2c5a1

2.2. Temperature e precipitazioni

In linea generale la distribuzione e l'andamento dei valori di temperatura sul territorio risentono, come d'altro canto accade nel resto della valle, della differente esposizione dei versanti e del susseguirsi lungo i medesimi di depressioni vallive separate da porzioni rilevate più o meno estese, nonché dalla peculiare conformazione dello stesso legato alla presenza dei due rami del Torrente Roasco .

Riguardo alle temperatura, quella media annua¹ per il territorio comunale di Grosio, risulta essere nell'ultimo decennio prossima ai 12-13° sul fondovalle (stazione Grosio) e di 6-8° in Val Grosina (stazione Valgrosina alla diga di Fusino):

STAZIONE	ANNO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	MEDIA ANNO
Grosio	1992	2,95	5,81	8,98	11,5	18,11	18,27	22,03	24,6	17,37	9,87	8,25	2,56	12,53
Grosio	1993	3,37	5,02	7,95	12,52	16,85	20,15	20,87	23,27	15,5	10,79	5,33	3,02	12,05
Grosio	1994	3,26	3,39	12	11,25	16,55	20,08	24,5	23,55	16,83	12,08	9,68	3,77	13,08
Grosio	1995	0,42	5,86	6,66	12,1	16,42	18,15	24,37	21,1	14,65	21,02	6,28	2,48	12,46
Grosio	1996	2,45	2,4	6,42	12,98	15,52	21,3	21,19						-----
Grosio	1997	3,29	5,79	11,29	12,02	16,18	18,25	20,56	21,89	19,83	12,82	6,82	3,06	12,65
Grosio	1998	2,9		8,98	10,78	17,61	20,97	22,73		16,47	11,24	4,4	2,68	-----
Grosio	1999	3,55	2,71	8,71	12,4	17,82	18,95	22,08	21,29		12,5	6	0,98	-----
Grosio	2000	1,89	5,34	9,16	12,1	17,58	21,48	20,11	22,08	21,65	12,58	6,32	3,68	12,83

STAZIONE	ANN O	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	MEDIA ANNO
Valgrosina	1990									12,28	9,31	3,05	-1,47	-----
Valgrosina	1991	0,24	-0,65	5,76	5,48	7,11	13	17,5	18,88	15,22	5,72	3,08	0,95	7,1
Valgrosina	1992	7,65	2,14	4,33	7	12,73	12,42	17,5	11,75	11,85	5,29	1,17	0,56	7,87
Valgrosina	1993	-0,42	2,16	3,13	8	12,19	15,03	15,89	18,34	11,5	7,37	3,3	-0,48	8
Valgrosina	1994	-0,31	-2,05	5,48	4,27	9,69	13,37	17,13	16,24	11,16	7,12	6,42	1,35	7,49
Valgrosina	1995	-2,76	1,43	0,52	6,73	10,11	12,13	17,85	15,19	9,58	11,18	3,02	-0,68	7,03
Valgrosina	1996		-2,09	1	7,28	9,82	14,15	14,08	13,29	8,17	6,39	1,65	-1,44	6,03
Valgrosina	1997	0,45	1,89	5,26	5,42	9,69	11,58	13,79	15,39	13,35	7,58	3,82	0,52	7,4
Valgrosina	1998	0,26	4,52	3,4	4,82	10,77	14,28	15,98	16,48	11,26	6,38	0,02	-0,11	7,34
Valgrosina	1999	0,52	-2,29	2,63	6,17	11,6	12,82	16,05	15,39	12,78				-----
Valgrosina	2000	-1,58	-0,12	2,42	5,32	10,5	13,83	13,03	15,23	11,52	7	1,57	0,15	6,57

Per quanto concerne la variabilità stagionale delle precipitazioni, risulta inoltre interessante osservare che i massimi di piovosità cadono tra maggio e ottobre², manifestando così un clima nettamente continentale freddo-umido con ritardi, spesso, fino a novembre, mentre i minimi si hanno durante l'inverno. L'entità delle precipitazioni nevose ha conosciuto negli ultimi anni forti oscillazioni in relazione al susseguirsi di inverni rigidi e

¹ Dati O.R.S. Lombardia

² Dati O.R.S. Lombardia

COMUNE DI GROSIO - PROVINCIA DI SONDRIO
RELAZIONE GENERALE ALLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PGT

secchi non favorevoli alla formazione di neve. Il manto si preserva in funzione dell'esposizione, dell'altitudine e della morfologia dei versanti, nonché in rapporto diretto con temperature non troppo basse e con correnti umide.

STAZIONE	Anno	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	ANNO
Grosio	1971	59.0	6.5	76.5	68.6	97.1	129.5	94.8	65.8	27.0	9.1	117.8	11.5	763.2
Grosio	1972	22.7	59.3	44.5	45.5	106.4	180.6	127.5	80.0	61.7	20.3	38.0	32.5	819.0
Grosio	1973	6.5	17.0	0.0	52.5	79.6	96.1	154.6	87.6	78.1	82.0	22.0	27.0	703.0
Grosio	1974	7.5	26.6	40.5	49.8	71.4	131.2	53.0	49.7	132.3	37.0	57.2	6.1	662.3
Grosio	1975	66.5	15.4	71.3	75.2	121.5	132.0	48.5	113.5	157.5	44.0	86.5	18.6	950.5
Grosio	1976	0.0	11.0	0.2	43.0	65.5	20.0	156.0	91.0	255.0	199.0	103.5	85.5	1029.7
Grosio	1977	125.7	97.2	86.2	80.5	186.0	78.5	127.0	193.2	30.5	107.0	21.5	23.6	1156.9
Grosio	1978	88.2	72.6	33.1	57.1	135.1	87.7	154.9	37.0	13.0		5.0	68.0	<<<<
Grosio	1979	127.7	41.0	137.7	62.6	48.8	105.9	117.5	135.6	94.6	184.9	54.9	72.4	1183.6
Grosio	1980	31.7	13.0	27.9	4.4	90.0	112.8	121.1	31.2	8.4	205.1	36.6	9.0	691.2
Grosio	1981	1.2	1.8	98.6	22.7	203.9	74.0	228.4	43.4	159.1	64.8	0.0	61.2	959.1
Grosio	1982	24.6	6.2	15.8	9.2	96.0	94.0	88.8	119.0	84.4	107.0	82.4	72.8	800.2
Grosio	1983	48.4	7.4	31.6	121.7	310.2	38.0	26.2	72.0	83.2	32.2	14.9	90.4	876.2
Grosio	1984	12.8	8.6	57.4	43.6	225.4	76.8	13.8	72.3	119.0	76.6	30.4	40.6	777.3
Grosio	1985	82.4	8.8	91.2	43.4	129.4	103.4	105.0	156.4	29.6	19.4	73.2	69.4	911.6
Grosio	1986	35.2	45.4	43.8	211.2	92.9	40.4	39.6	140.5	67.3	15.0	7.6	2.0	740.9
Grosio	1987	9.0	43.7	22.0	58.3	90.0	155.5	223.0	102.8	102.9	105.9	35.5	13.5	962.1
Grosio	1988	55.6	52.2	19.5	29.7	133.2	110.0	82.9	107.4	49.0	158.7	6.0	27.9	832.1
Grosio	1989	0.0	70.5	28.6	200.7	55.2	97.5	119.9	72.7	12.4	7.7	32.6	97.6	795.4
Grosio	1990	32.8		4.8	100.6	49.7	119.8	101.0	41.3	52.3	113.2	131.4	34.9	<<<<
Grosio	1991	18.5	21.0	73.1	20.0	57.5	110.1	73.6	27.8	93.5	122.2	72.2	63.3	752.8
Grosio	1992	16.0	7.9	16.1	184.4	71.4	197.2	81.8	75.0	123.4	176.9	56.9	103.3	1110.3
Grosio	1993	5.0	0.0	23.2	35.4	67.2	112.2	112.2	78.6	182.7	252.2	23.1	20.2	912.0
Grosio	1994	84.1	14.9	32.9	50.3	110.2	46.7	121.3	88.1	260.4	60.3	59.6	37.7	966.5
Grosio	1995	28.2	33.2	34.2	74.7	90.6	61.8	90.2	111.1	101.7	110.8	26.2	50.8	813.5
Grosio	1996	84.1	12.5	11.5	24.6	108.0	104.5	86.4	177.7	19.6	126.1	184.3	88.5	1027.8
Grosio	1997	53.7	1.3	12.0	18.5	74.2	278.7	90.3	78.2	40.7	7.1	127.9	72.8	855.4
Grosio	1998	33.3		0.0	151.0	39.6	89.7	112.4		110.8	138.7	18.2	0.6	<<<<
Grosio	1999	23.1	5.3	59.5	106.2	94.2	156.1	76.4	123.1		137.4	21.1	44.0	<<<<
Grosio	2000	1.4	5.0	90.5	128.0	79.7	62.4	157.5	154.6	119.1	225.7	348.0	59.8	1431.7
Anno	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	ANNO	
MEDIA	39.5	25.2	42.8	72.4	106.0	106.8	106.2	94.0	92.0	101.6	63.2	46.9	896.6	
MAX	127.7	97.2	137.7	211.2	310.2	278.7	228.4	193.2	260.4	252.2	348.0	103.3		
MIN	0.0	0.0	0.0	4.4	39.6	20.0	13.8	27.8	8.4	7.1	0.0	0.6		

STAZIONE	Anno	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	ANNO
Valgrosina	1971	25.9	10.8	61.4	54.4	58.7	89.6	68.0	79.5	18.4	7.5	85.9	10.6	570.7
Valgrosina	1972	16.7	47.3	47.3	89.5	62.9	112.5	91.9	50.8	65.6	21.8	35.3	26.5	668.1
Valgrosina	1973	14.9	10.7	0.6	15.0	72.9	95.6	173.5	59.1	74.5	79.9	22.9	26.2	645.8
Valgrosina	1974	3.0	17.8	31.8	41.3	73.5	129.0	47.8	40.5	129.2	48.2	45.1	4.9	612.1
Valgrosina	1975	134.4	10.7	70.5	70.5	92.8	90.7	56.1	68.1	114.3	36.1	64.7	18.3	827.2
Valgrosina	1976	0.0	2.5	5.0	40.4	36.8	34.0	102.9	72.2	185.4	153.7	76.0	67.9	776.8
Valgrosina	1977	89.9	65.7	55.0	66.3	135.3	51.9	101.8	120.9	22.7	87.5	13.0	24.2	834.2
Valgrosina	1978	69.2	46.4	32.7	45.1	86.9	72.7	111.7	15.9	17.3	53.8	1.0	42.9	595.6
Valgrosina	1979	106.7	20.8		30.5	34.0	68.9	56.7	119.9	68.0	150.4	47.2	54.0	<<<<
Valgrosina	1980	39.5	4.5	13.8	6.9	45.9	69.4	133.0	28.5	15.2	177.6	35.7	0.0	570.0
Valgrosina	1981	1.7	2.0	76.6	28.9	146.8	60.3	157.7	33.2	147.4	24.2	0.3	44.7	723.8
Valgrosina	1982	18.5	7.0	9.5	3.6	70.4	57.7	61.3	117.0	91.3	67.6	81.1	74.2	659.2
Valgrosina	1983	35.5	6.2	25.9	74.3	229.3	20.5	31.1	72.0	115.6	26.7	14.6	108.1	759.8
Valgrosina	1984	13.4	13.9	47.2	37.9	218.3	37.3	15.0	50.2	138.3	86.5	28.7	43.4	730.1
Valgrosina	1985	73.8	8.4	87.8	50.4	141.8	109.4	78.2	128.2	36.4	17.0	96.6	55.6	883.6
Valgrosina	1986	45.6	39.4	36.6	225.7	108.6	35.0	45.4	162.2	57.6	18.9	28.4	13.2	816.6
Valgrosina	1987	8.8	49.1	25.2	71.4	68.6	179.2	230.0	103.2	118.6	94.0	18.2	10.0	976.3
Valgrosina	1988	83.3	64.0	18.8	28.4	141.9	115.6	97.6	136.7	67.6	150.8	5.0	29.9	939.6
Valgrosina	1989	0.0	95.6	29.6	211.5	62.0	90.2	90.8	67.2	50.8	8.8	44.5	113.6	864.6
Valgrosina	1990	34.8	50.2	5.2	117.8	50.8	130.0	120.2	46.6	52.6	111.0	179.8	39.0	938.0
Valgrosina	1991	22.8	28.6	83.8	16.2	55.0	122.8	75.0	34.2	140.8	109.0	71.8	76.8	836.8
Valgrosina	1992	13.2	14.4	25.6	162.8	61.0	178.4	89.2	66.4	135.2	190.8	42.4	114.0	1093.4
Valgrosina	1993	4.6	0.6	17.2	35.4	75.6	111.0	111.6	92.0	217.4	373.0	27.8	34.6	1100.8
Valgrosina	1994	110.4	22.2	38.8	37.6	111.8	44.2	119.0	120.6	263.0	52.6	69.6	32.4	1022.2
Valgrosina	1995	47.6	40.2	28.2	92.2	99.4	86.6	65.6	102.5	131.8	6.8	34.8	55.0	790.7
Valgrosina	1996		17.0	21.0	30.2	95.8	106.2	112.0	191.0	20.2	120.8	233.0	58.8	<<<<
Valgrosina	1997	70.0	3.2	15.0	17.2	81.4	296.2	110.4	109.2	23.2	11.0	146.0	71.2	954.0
Valgrosina	1998	41.0	16.6	5.0	163.0	40.6	114.0	102.0	76.0	137.2	173.0	15.6	1.0	885.0
Valgrosina	1999	36.6	27.8	62.2	101.0	85.2	141.0	72.0	158.2	130.2				<<<<
Valgrosina	2000	3.4	10.4	92.4	121.2	83.8	65.4	166.4	129.4	107.8	237.2	368.6	58.6	1444.6
Anno	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	ANNO	
MEDIA	40.2	25.1	36.9	69.6	90.9	97.2	96.5	88.4	96.5	93.0	66.7	45.2	846.0	
MAX	134.4	95.6	92.4	225.7	229.3	296.2	230.0	191.0	263.0	373.0	368.6	114.0		
MIN	0.0	0.6	0.6	3.6	34.0	20.5	15.0	15.9	15.2	6.8	0.3	0.0		

Il regime pluviometrico si riflette peraltro su quello idrometrico: le magre coincidono con il periodo invernale con i minimi nei mesi di gennaio e febbraio, le morbide e le piene si riscontrano nel periodo da aprile a luglio, nel quale si verifica il contributo dello scioglimento delle nevi e della fusione dei ghiacciai e delle nevi a quote più elevate, un leggero calo a settembre con una ripresa a ottobre.

A questo riguardo è utile osservare come venga rappresentato l'area di Grosio nella "Carta delle precipitazioni medie, minime e massime annue del territorio alpino lombardo (registrate nel periodo 1891-1990) redatta dalla

COMUNE DI GROSIO - PROVINCIA DI SONDRIO
RELAZIONE GENERALE ALLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PGT

Regione Lombardia: Direzione Generale Territorio ed Edilizia Residenziale - Servizio Geologico e Riassetto del Territorio- Ufficio Rischi Geologici - Ufficio Interventi Straordinari per la Valtellina, a cura di Ceriani Massimo e Carelli Massimo con la collaborazione di U. Agnelli, N. Bondio, S. Colombo, S. Lauzi, M. Martelli.

Sul territorio comunale di Grosio, le stazioni di rilevamento esistenti sono Ortesedo, Fusino e Grosio, per le quali la tabella associata alla suddetta carta delle precipitazioni indica i seguenti dati:

ORTESEDO - quota 1700 m s.l.m. - strumento di misura: pluvionivometro

data di inizio misure: 1921 - ultimo anno considerato: 1931 - intervallo: 26 anni

precipitazione massima: 1501,0 mm

precipitazione minima: 443,7 mm

precipitazione media: 973,3 mm

FUSINO - quota 1160 m s.l.m. - strumento di misura: pluvionivometro, pluviografo

data di inizio misure: 1921 - ultimo anno considerato: 1990 - intervallo: 70 anni

precipitazione minima: 335,2 mm

precipitazione massima: 5063,8 mm

precipitazione media: 809,0 mm

GROSIO - quota 652 m s.l.m. - strumento di misura: pluviometro

data di inizio misure: 1915 - ultimo anno considerato: 1983 - intervallo: 36 anni

precipitazione minima: 500 mm

precipitazione massima: 1273 mm

precipitazione media: 877,1 mm

Si evidenzia come i minimi di precipitazione minima si focalizzino sulla zona di Fusino e quelli di precipitazione massima sul fondovalle intorno al paese.

COMUNE DI GROSIO - PROVINCIA DI SONDRIO
RELAZIONE GENERALE ALLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PGT

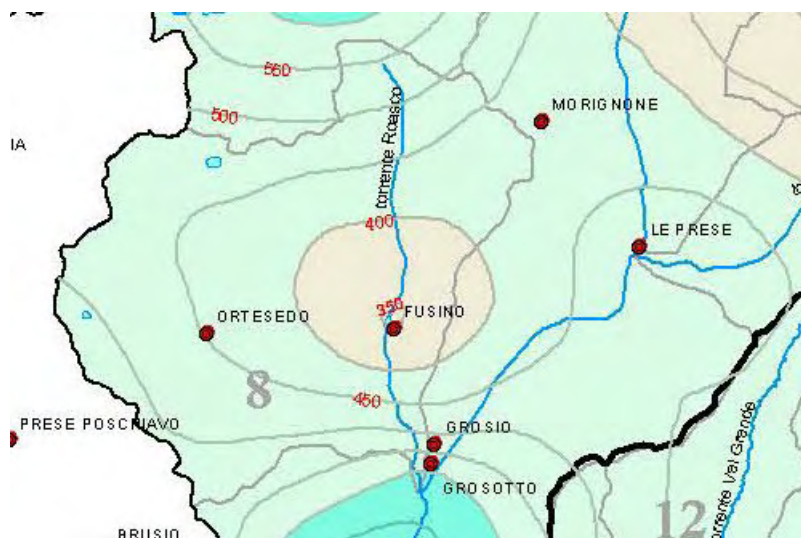


Figura 1: Stralcio della Carta delle precipitazioni minime

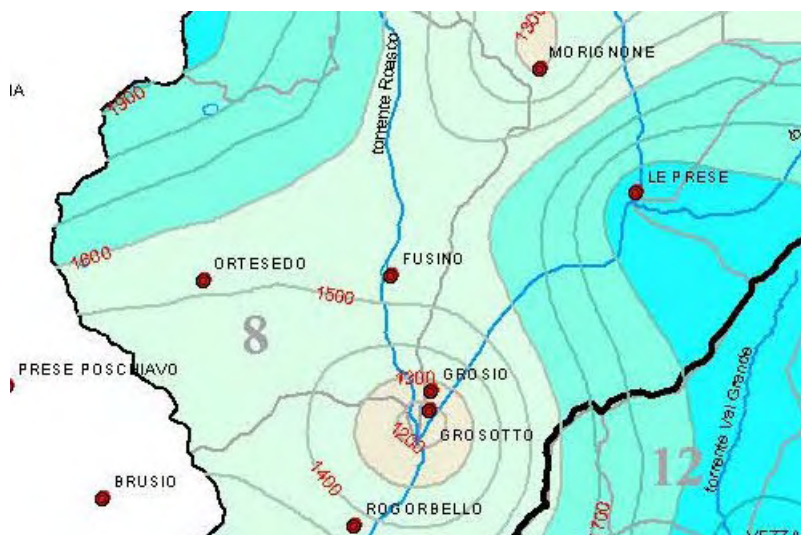


Figura 2: Stralcio della Carta delle precipitazioni massime

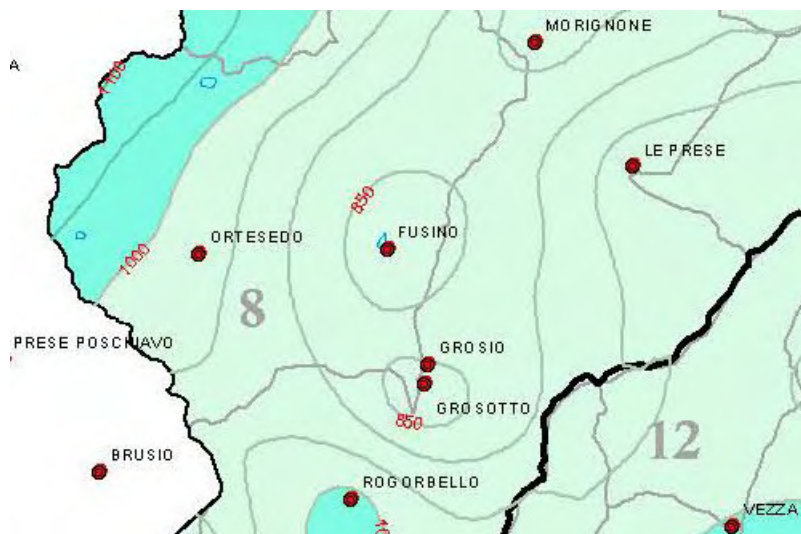


Figura 3: Stralcio della Carta delle precipitazioni medie

COMUNE DI GROSIO - PROVINCIA DI SONDRIO
RELAZIONE GENERALE ALLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PGT

Quanto sopra detto in merito al regime ordinario delle precipitazioni si riflette anche sulla previsione di quelle di breve durata e forte intensità. Pur utilizzando i pochi dati disponibili provenienti da pluviografi (installati soprattutto durante gli anni '30 e '50) debitamente interpolati sulle serie storiche complete, l'analisi di questo tipo di eventi evidenzia che le precipitazioni più intense con tempo di ritorno pari a 100 anni si registrano sul versante orobico, specie sul settore occidentale, e che complessivamente i valori di precipitazione aumentano con la quota.

In ultima analisi l'effetto di tale tendenza e del suo perdurare nel tempo si riflette sulla morfologia delle valli che, solcando il versante orobico, innestano intensi fenomeni erosivi¹.

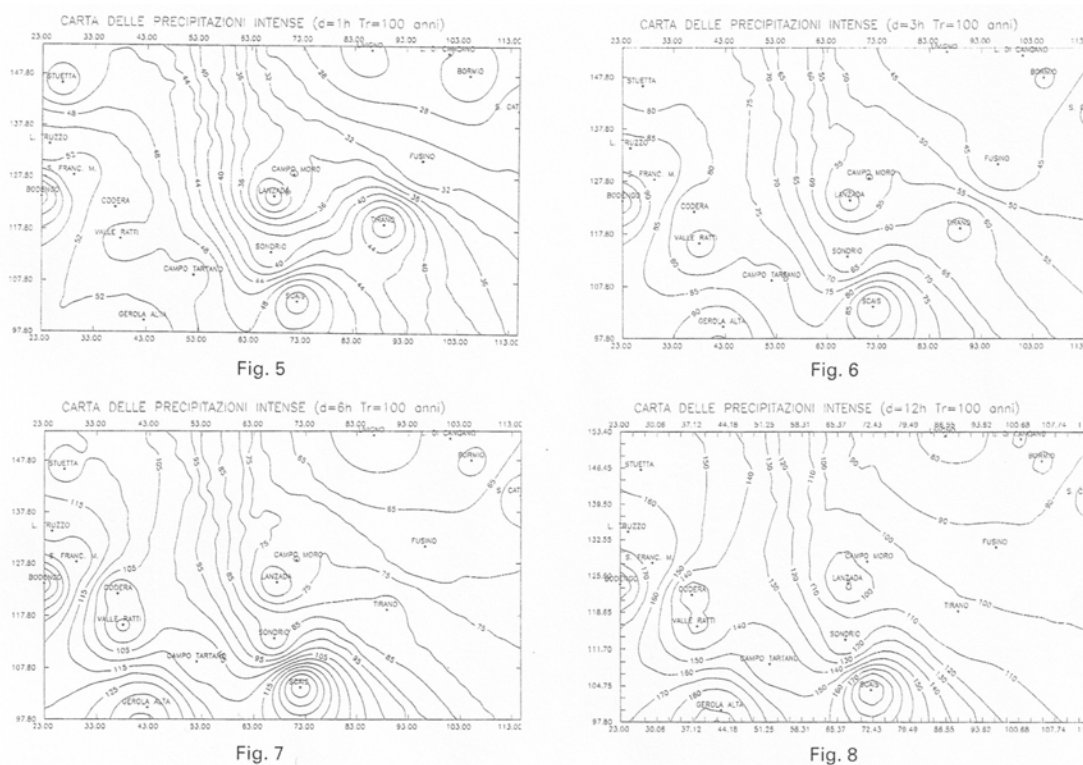


Figura 4.: Elaborazioni di Gumbel per le precipitazioni di breve durata e forte intensità in Provincia di Sondrio

2.3. Assetto geologico e strutturale del substrato²

Sia geologicamente che da un punto di vista geomorfologico, il territorio comunale di Grosio presenta caratteristiche diverse sui due versanti della valle dell'Adda.

Sul versante sinistro della valle dell'Adda il substrato roccioso, costituito prevalentemente da litotipi metamorfici e subordinatamente intrusivi, è rappresentato dalla Formazione che veniva un tempo indicata come "Formazione della Punta di Pietra Rossa e dalla Diorite del Monte Serottini".

Sul versante destro della valle dell'Adda il substrato roccioso è costituito dagli Gneiss del Monte Tonale in

1 S. Agostoni, R. Laffi, E. Sciesa - Centri Abitati Instabili della Provincia di Sondrio - C.N.R. Progetto SCAI

2 La maggior parte delle informazioni presenti in questo capitolo sono tratte da: R. Pozzi, G. Bollettinari, A. Clerici - Studio Geomorfologico e Geologico applicato dell'Alta Valtellina - Quaderni AEM, dalle note alla Carta Geologica d'Italia e dai contenuti del precedente studio.

prossimità dei fondovali e a quote superiori dalla Formazione di valle Grosina; entrambe le formazioni suddette sono appartenenti all'Austroalpino superiore (Sistema Languard-Tonale).

La "**Formazione della Punta di Pietra Rossa**", la quale, date le affinità petrografiche e strutturali con la Formazione di Valle Grosina, viene attualmente con la stessa identificata, è costituita da una vasta gamma di rocce che rispecchiano condizioni di diverso ambiente metamorfico con reciproci passaggi attraverso insensibili transizioni. I tipi petrografici prevalenti sono per altro rappresentati da micascisti muscovitico-cloritici e anfibolico-granatiferi localmente tormaliniferi, nonché gneiss minuti biotitici, talora granatiferi e anfibolici, con locali intercalazioni lenticolari sempre concordanti di quarzo e quarziti micacee grigio-chiare a muscovite prevalente e subordinata biotite cloritizzata. In prossimità del corpo intrusivo Serottini - Tremoncelli, oltre a litotipi prevalentemente gneissici si hanno fenomeni di contatto quali brecce di intrusione ed hornfels ad andalusite, granato e tormalina.

La **Formazione di Valle Grosina** è costituita da una vasta gamma di diversi litotipi e, anche se il tipo petrografico medio prevalente è uno gneiss minuto biotitico nel quale si intercalano masse cospicue di rocce migmatiche, le diverse facies presenti sono distinte in due membri principali, gli Gneiss del Monte Storile e le Migmatiti di Vernuga. I primi sono gneiss minuti prevalentemente biotitici e anfibolici, con granato, che passano attraverso insensibili e graduali transizioni a tipi quarzitici o micascistosi a causa di locali diminuzioni del plagioclasio alle quali corrispondono aumenti percentuali di quarzo e biotite. Si riscontrano inoltre concentrazioni di cianite e staurolite la cui frequenza permette talora la distinzione in gneiss staurolitici presenti in forma di intercalazioni lenticolari. I litotipi appartenenti al membro degli Gneiss del Monte Storile sono infine caratterizzati da una bancatura regolare ma spesso disturbata da pieghe a corto raggio e da una marcata scistosità e divisibilità in lastre che rendono la roccia poco consistente.

Le migmatiti di Vernuga sono gneiss granitoidi biotitici compatti e gneiss occhiadini o listati, più o meno scistososi, a muscovite prevalente. Si tratta di rocce di genesi migmatitica con tipi a struttura eterogenea e zonata e tipi più omogenei, assimilabili a rocce granitiche.

La **Diorite del Monte Serottini** è un massiccio intrusivo a carattere prevalentemente dioritico, le cui facies più acide (granodioriti e graniti) e più basiche (gabbrodioriti) costituiscono locali differenziazioni con passaggi insensibili al litotipo prevalente, una diorite a grana medio-fine, a composizione tonalitica, macroscopicamente quarzifera e con plagioclasio andesinico-labradoritico, a tessitura spesso orientata e con frequenti fenomeni di fratturazione e clastesi.

La **Formazione degli Gneiss del Monte Tonale** è costituita prevalentemente da gneiss e micascisti a due miche, in prevalenza biotitici, sillimanitici e granatiferi iniettati da lenti quarzoso-feldspatiche.

Ovunque diffuse nella formazione risultano le intercalazioni lenticolari di anfiboliti e anfiboliti gneissiche, spesso associate a calcari, calcari dolomitici cristallini e calcefiri, mentre più rare sono le lenti di quarziti micacee. Tali intercalazioni, di carattere singenetico sedimentario sono da porre in rapporto a locali variazioni nella composizione litologica di un originario deposito argilloso-arenaceo, colpito dal metamorfismo principale della formazione.

In Valle Grosina sono inoltre molto diffusi i **filoni di pegmatite e gneiss aplitico-pegmatitici**, rocce con

quarzo come componente prevalente, a cui seguono il feldspato potassico, il plagioclasio, la muscovite, nonché granato, tormalina ed ortite come accessori. Tali iniezioni sono spesso discordanti ed attraversano le intercalazioni di marmi e anfiboliti, nelle quali si notano segni di trasformazioni pneumatolitiche; esse sono quindi da ricollegare ad un ciclo di manifestazioni magmatiche o di mobilizzazioni successive al metamorfismo catazonale.

Relativamente all'assetto tettonico e strutturale e ai rapporti tra le formazioni citate, va anzitutto evidenziato come l'originaria interpretazione è stata messa in discussione dalla citata revisione della "Formazione della Punta di Pietra Rossa".

Questa, il cui limite inferiore veniva considerato come una graduale transizione ai micascisti della Cima Rovaia, veniva infatti considerata alla base della "serie", sovrastata dagli Gneiss del Monte Tonale a loro volta sovrascorsi dalla Formazione di Valle Grosina. In tale contesto il massiccio del Monte Storile (costituito interamente da litotipi di quest'ultima formazione poggianti su una base di Gneiss del Monte Tonale) veniva interpretato come un "klippe".

Attualmente, per le unità Austroalpine superiori è stato invece proposto uno schema strutturale più semplice: gli Gneiss del Monte Tonale (in facies sillimanitica) e gli Scisti della Cima Rovaia (Tonale in facies staurolite) costituiscono una fascia omogenea tra la Linea Insubrica e la Linea del Mortirolo alla base della serie e sono sovrastati tettonicamente dalle metamorfite di valle Grosina (fascia tra la Linea del Mortirolo e la linea della Val Viola, a nord della quale compaiono le rocce in facies scisti verdi - Filladi di Bormio - che si trovano alla sommità dell'edificio e sulle quali poggiano le serie sedimentarie dell'Alta Valtellina).

Il territorio comunale di Grosio è interessato, oltre che dai sovrascorrimenti tra le unità sopra descritte, da diverse famiglie di faglie e fratture ad andamento per lo più rettilineo, prevalentemente orientate NE-SW (faglie dirette con piano da subverticale o immergente a S-E, che danno luogo a strutture ribassate) e NW-SE (faglie per lo più verticali che dislocano i motivi strutturali a direttrici NE-SW).

2.4. Coperture quaternarie

Nel territorio del Comune di Grosio si ritrovano praticamente tutti i tipi di terreni di copertura che localmente e con diverso spessore ricoprono il substrato roccioso.

I fondovalle principali dell'Adda e del Torrente Roasco, sia occidentale che orientale, nonché delle sue valli laterali più importanti (Avedo, Cassavruolo, Pedruna, Malghera) sono infatti occupati da alluvioni attuali, recenti ed antiche e da conoidi di deiezione, mentre sui versanti si ritrovano accumuli detritici ed eluvio-colluviali, nonché depositi morenici.

Alluvioni di fondovalle

Le alluvioni di fondovalle, distinguibili in attuali (quelle che occupano l'alveo attuale dei corsi d'acqua), recenti (limitrofe all'alveo attuale, colonizzate da vegetazione spontanea e ancora periodicamente interessate da fenomeni di trasposto e deposizione) ed antiche (quelle terrazzate, più distanti dall'alveo, coperte da uno strato di suolo vegetale di almeno 30 cm che ne permette la coltivazione e riattivabili solo in corrispondenza delle scarpate che le separano dalle alluvioni più recenti) sono costituite da facies prevalentemente sabbioso-

ghiaiose, con ciottoli e blocchi (soprattutto quelle attuali e recenti) e livelli fini sabbioso-limosi subordinati (più frequenti nelle alluvioni terrazzate), localizzati nelle porzioni di fondovalle a minore pendenza, dove la riduzione della velocità della corrente ha permesso la deposizione delle frazioni a granulometria inferiore. Il grado di addensamento è variabile da sciolto (per i depositi attuali) a mediamente addensato (per le alluvioni terrazzate), mentre lo spessore è compreso tra qualche metro e alcune decine di metri. La permeabilità è infine variabile da ridotta (per i livelli sabbioso limosi ai quali può essere attribuito un coefficiente k di 10^{-5} - 10^{-3} cm/s) a elevata (con coefficiente sino a 1 cm/s).

Coni di deiezione

I coni di deiezione sono distribuiti allo sbocco delle valli laterali sia del Fiume Adda che del Torrente Roasco. Nel fondovalle grosino si segnalano, in sinistra idrografica partendo da Nord, quello del Rio Spinedo, quelli coalescenti della Val Scalota, Val del Mant e Val Maggiore e quello della Valle di Lago; in sponda destra si hanno invece quelli del Solcasc¹ (al confine con il Comune di Sondalo), della valle di Vernuga, della Sassa (di tipo misto detritico-alluvionale) della valle Castrin e del Rovinaccio. Lungo il ramo orientale del Torrente Roasco, a monte della confluenza con il ramo occidentale, partendo dal basso si hanno in sponda destra i piccoli coni delle valli di Mora e di Calosso, quello maggiore della valle Prà del Sasso, quelli che occupano in parte la piana di Eita, nonché i conoidi lungo la Valle di Avedo; in sponda sinistra vi sono quelli della Valle del Cannello, del Valandegun e del Cassavruolo. In Valgrosina occidentale i conoidi più significativi sono infine quelli delle valli di Dossa e della Val Pedruna.

Gli edifici alluvionali suddetti sono costituiti da materiali di origine fluvio-torrentizia, erosi nel bacino di alimentazione dei corsi d'acqua laterali, presi in carico essenzialmente dalle acque di ruscellamento (e solo limitatamente da altri agenti di trasporto quali le valanghe o le colate detritico-fangose), trasportati verso valle e qui depositi con una tipica forma a ventaglio che, in corrispondenza della piana alluvionale dove si ha una riduzione delle pendenze, si allarga lateralmente rispetto all'alveo del tributario. Tali accumuli, prevalentemente costituiti da granulometrie tipiche degli ambiti fluvio-torrentizi (sabbie e ghiaie) presentano per altro variazioni di facies senza alcuna continuità laterale e/o verticale (intercalazioni lenticolari di limi) dovute alla sovrapposizione nel tempo di diversi eventi con differente energia di trasporto. Va per altro tenuto conto che quest'ultima diminuisce dall'apice al piede del conoide ed in tal senso si assiste quindi ad una riduzione delle dimensioni dei materiali che costituiscono i depositi. Lo spessore complessivo dei medesimi, il cui grado di addensamento è moderato, è inoltre dell'ordine delle decine di metri. Il grado di attività delle conoidi decresce solitamente scendendo dall'apice verso valle e all'aumentare della distanza dall'alveo attuale del corso d'acqua. Nelle porzioni meno attive i depositi sono addensati e diagenizzati, nonché coperti da uno strato di suolo vegetale di almeno 50 cm che ne permette la coltivazione. La permeabilità mediamente è analoga o leggermente inferiore a quelle delle alluvioni.

Depositi morenici

I depositi morenici nel territorio del Comune di Grosio si ritrovano a varie quote su entrambi i versanti della valle

¹ Sulla base C.T.R. la valle del Solcasc è indicata erroneamente come Valle Vernuga, la quale corrisponde al bacino imbrifero posizionato immediatamente a Sud.

principale (dell'Adda) e della Valle Grosina, sia orientale che occidentale e sui fianchi delle sue valli laterali più importanti (rispettivamente Cassavruolo, d'Avedo e Val di Sacco, Malghera, Pedruna). Essi ricoprono i terrazzi morfologici, sui quali sorgono nuclei rurali o alpeggi, in quanto caratterizzati da pendenza media inferiore rispetto a quelle medie dei versanti, ed alcune porzioni di fondovalle, soprattutto nelle porzioni medio-superiori delle valli.

È questo il caso della Val di sacco e della Val Pedruna, e quasi per intero della Val Grosina orientale (da Fusino sino al Passo Verva), della Val d'Avedo e della valle Cassavruolo. Tra i terrazzi morenici dei versanti della Val Grosina orientale si ricordano invece quello di Pra' del Sasso a destra (tra 1700 e 2500 m s.l.m. circa) e di Redasco a sinistra (tra 1800 e 2600 m s.l.m. circa), mentre in Val Grosina occidentale si ha, in sinistra idrografica, quello di Baite del Piano-Pian delle Montanelle (tra 2200 e 2600 m s.l.m.). Nel tratto terminale della Val Grosina si ha inoltre il terrazzo di Menarolo tra i 1450 ed i 2100 m s.l.m.

Sui versanti della valle dell'Adda in territorio comunale di Grosio i depositi morenici sono infine arealmente più estesi sul sinistro, dove si riconoscono quelli maggiori che comprendono gli alpeggi di Salamone, Batistot, la Fontana, Le Baite, Zuf, Pila, Piazz Martin, Lotto Sulf, Scandolaro, le Cerese, Mora, il Piazzello, Barbison, l'Alpe, Stabini, Ron , Pero sino al Baitone, Bursec e Vedait in una fascia NE-SW compresa tra 800 e 1700 m s.l.m. e quelli minori di Martinaccio, Vergiach, Bainoghe, Ruina e Piazz (tra 900 e 1600 m s.l.m., al limite settentrionale del Comune). Sul versante destro sono invece conservati solo limitati relitti dei terrazzi morenici (tra i quali, a partire da 1600 m s.l.m. Musella, la Sassa, Tegiola, Solena, Fileccio, Castrin, Arzuga, Sasso Orobio, Bosca e Gromo a 950 m s.l.m.), oltre a quello maggiore di Ravedo, tra 700 e 850 m s.l.m.

I depositi morenici sono i materiali trasportati dai ghiacciai che un tempo occupavano la valle dell'Adda e depositati sui fianchi della stessa. Hanno spessori variabili da qualche metro a poche decine di metri, ma solitamente tali da impedire l'affioramento del substrato roccioso, caratterizzati da tessitura eterogenea comprendente, ghiaia, ciottoli e massi trovanti caoticamente mescolati ad abbondante matrice limoso-sabbiosa con un discreto grado di addensamento dovuto ai successivi processi di diagenesi subiti nel tempo. Sono inoltre coperti da uno strato di suolo vegetale di almeno 30 cm e solitamente adibiti a prati o coltivi. La permeabilità è infine compresa tra 10^{-5} - 10^{-2} cm/s (a seconda del contenuto percentuale di frazione limoso-sabbiosa).

Depositi detritici

I depositi detritici sono distribuiti sul territorio comunale di Grosio sia in forma di coni che di falde, nonché di accumuli isolati. Tra i primi ricordiamo in particolare quelli, in parte attivi, formati allo sbocco in Adda delle valli laterali di destra, il Solcasc, la Valle di Vernuga e la Sassa, nonché quelli attivi del versante sinistro dell'alta Val Grosina orientale e del versante destro della Val di Sacco e della Val Pedruna. Le falde si riscontrano invece maggiormente in quasi tutti gli antichi circhi glaciali della Val Grosina e lungo le porzioni di versante in corrispondenza delle creste rocciose di spartiacque (e sono in questo caso non colonizzate da vegetazione), oltre ad interessare alcune porzioni dei versanti medio inferiori (dove sono prevalentemente colonizzate da vegetazione arborea). Tra gli accumuli più significativi si hanno anzitutto quelli che si estendono per circa 4 km dalla località Campo Pedruna alla località Dossa in Val Grosina occidentale alle pendici del

Sasso Farinaccio - Sasso Campana (parzialmente attivi), quelli in prossimità dello sbocco della Val d'Avedo (sia in destra che in sinistra della medesima) nella Val Grosina orientale (versante sinistro della medesima) e quelli che, sempre sul versante sinistro di quest'ultima si estendono in modo discontinuo sino a Fusino. Tali falde, di dimensioni più limitate, possono essere considerate inattive o scarsamente alimentate, così come quelle che, sul basso versante destro della Val Grosina, si ritrovano a valle della confluenza con il Rio Cassavruolo e a valle di Fusino.

Gli accumuli, i coni e le falde di detrito, pur con geometria diversa, presentano caratteristiche analoghe. Si tratta infatti dei materiali di frane o comunque derivanti dall'alterazione del substrato roccioso ad opera degli agenti atmosferici che, a causa delle pendenze elevate delle porzioni di versante ove gli stessi si formano, precipitano lungo il versante e si raccolgono ove le inclinazioni diminuiscono leggermente. Sono quindi costituiti da frammenti lapidei sciolti o poco addensati, di dimensioni eterogenee: dai grossi blocchi alla ghiaia, con frazione fine (sabbia) assente o subordinata e comunque concentrata nelle porzioni meno superficiali dei depositi. Negli stessi si riconosce inoltre la caratteristica selezione legata alla gravità con un aumento delle dimensioni dall'alto al basso dell'accumulo. Sono sia attivi e quindi soggetti alla continua caduta di massi sia inattivi e colonizzati da vegetazione spontanea che tende a stabilizzarli. Hanno infine una permeabilità medio-elevata compresa tra 10^{-2} - 10^2 cm/s, tipica di ghiaie e sabbie.

Coltri eluvio-colluviali

Le coltri eluvio-colluviali, analogamente agli accumuli detritici, derivano dalla disgregazione delle rocce del substrato, ma rispetto ai questi ultimi subiscono diverse trasformazioni ad opera delle gravità. Occupano infatti le porzioni di versante ad inclinazione poco significativa dove i materiali risultanti dall'alterazione del bedrock rimangono in posto (eluvio) o subiscono solo un modesto rimaneggiamento ad opera delle acque superficiali (colluvio) e proteggono quindi le rocce sottostanti (sciolte e/o lapidee) dall'ulteriore disfacimento. Le loro caratteristiche dipendono da quelle della roccia di origine e, derivando prevalentemente da litotipi gneissici e micascistosi e limitatamente da granodioriti, sono costituiti da sabbie con limo più o meno abbondante, ghiaia e frammenti lapidei spigolosi e subarrotondati delle dimensioni dei ciottoli. Gli accumuli eluvio-colluviali, mediamente addensati, sono spesso colonizzati da boschi, hanno una distribuzione areale significativa essendo presenti un po' su tutto il territorio comunale di Grosio (in particolare sul versante sinistro della valle dell'Adda), ma hanno uno spessore limitato che permette l'affioramento del substrato roccioso in modo piuttosto estesamente. La loro permeabilità può infine essere considerata analoga a quella dei depositi morenici (10^{-5} - 10^{-2} cm/s).

2.5. Caratteri geomorfologici

Sull'intero territorio comunale di Grosio si riconoscono le forme, sia di erosione che di deposito, operate dai diversi agenti morfogenetici, in primo luogo quelle originarie glaciali, attualmente rappresentate soprattutto da forme minori e periglaciali, cui si è sovrainposta la morfogenesi legata alla gravità e alle acque correnti superficiali.

La **morfologia glaciale** si riconosce in alcune forme conservate, sia lungo le valli principali (dell'Adda e

Valgrosina orientale e occidentale) sia lungo le valli laterali.

Tra le forme di erosione riferite al modellamento dei ghiacciai, lungo la valle dell'Adda, oltre al profilo tipicamente ad U della medesima, con fondo largo e ripidi versanti, vanno evidenziate le superfici montonate e le scarpate diffuse su tutto il versante sinistro ed in particolar modo in prossimità di Taronno (confine con il Comune di Sondalo) e sul versante destro in corrispondenza di Ravoledo e del castello Visconti Venosta nei pressi dello sbocco del Torrente Roasco. Tali forme testimoniano la confluenza delle colate glaciali della Val Grosina e della Valle dell'Adda. In Val Grosina l'azione erosiva glaciale è invece testimoniata dalla tipica forma a truogolo, dalla presenza di valli tributarie sospese e dalle conche di sovraescavazione separate da soglie in roccia che danno luogo ad un aspetto a gradinata del tratto superiore sia della valle principale (in particolare il ramo orientale, nei pressi di Eita, ma anche l'alta Val di Sacco) sia delle valli secondarie (Val Malghera, Val Pedruna e Val d'Avedo, interrotte da numerosi gradini di valle che individuano altrettanti ripiani tra i quali quello sede del Lago Negro), dove le conche sono sede di laghetti e paludi o colmate da sedimenti alluvionali. Il complesso delle forme glaciali di erosione in Val Grosina si caratterizza inoltre per la frequenza dei ripiani in roccia montonati e interrotti da scarpate di erosione, talora influenzati dalla presenza di sistemi di faglie e fratture, tra i quali si riconoscono quelli ad Est di Eita (in sinistra della Val Grosina orientale tra 2164 e 2010 m s.l.m.) e a S dei Laghi di Tres (in destra della Valle d'Avedo, tra 2700 e 2400 m s.l.m.). I limiti dei bacini minori sono infine marcati da creste prevalentemente affilate che individuano una serie di circhi di varia forma ed estensione mentre indicazioni di probabili transfluenze si hanno lungo lo spartiacque principale a Passo Verva, Passo di Sacco e Passo di Malghera.

Relativamente alle forme di accumulo glaciali sono già stati citati i numerosi depositi morenici presenti a varie quote sui versanti della valle dell'Adda e della Val Grosina e sul fondo di quest'ultima e delle sue valli laterali, gli apparati morenici delle quali (Val d'Avedo, Val di Sacco, Val Malghera, Val Pedruna, Valle Cassavruolo), sia pleistocenici che tardiglaciali, si presentano prevalentemente come cordoni allungati, arcuati verso valle e talora concentrici. Le morene tardiglaciali sono poco rappresentate nel ramo principale della Val Grosina occidentale, così come nel tratto terminale di quella orientale e a valle della confluenza tra i due, poiché, a quote superiori risultano parzialmente ricoperte da depositi recenti e attuali (soprattutto detritici), mentre inferiormente non si sono conservate a causa dell'elevata acclività dei versanti e del modellamento dei medesimi ad opera di altri agenti successivi all'azione glaciale.

Si rinvencono inoltre **morfologie periglaciali**: tra le forme di erosione vanno ricordati soprattutto i corridoi di valanga (tra i quali quello della Val di Lago, importato su una discontinuità tettonica, che solca il versante sinistro della valle dell'Adda), le nicchie di nivazione, (distribuite in tutta la Val Grosina a quote elevate, modellate sul substrato roccioso, prevalentemente rivolte verso N-NE e talora sede di piccoli laghetti) e i fenomeni di gelifrazione tra i quali il soliflusso (ben visibile sui versanti settentrionali di Sasso Farinaccio e Monte Alpisella, nonché sul pendio di Costa di Ferrandina e le aree più acclivi dei versanti con coperture caratterizzate da abbondante matrice limoso-argillosa). Le forme di accumulo più importanti e diffuse sul territorio comunale di Grosio sono i rock glaciers, distribuiti sia sul versante sinistro dell'Adda (tra accumuli inattivi sulle pendici del Monte Varadega) sia in tutta la Val Grosina, dove possono ritenersi attivi quelli al di

sopra dei 2500 m s.l.m. e dove occupano soprattutto il fondo degli antichi circhi glaciali, collegati alle falde detritiche dai quali vengono alimentati; le forme più vistose sono infatti ubicate alla base della falda detritica sui versanti della cresta Sasso Campana - Sasso Farinaccio, in alta valle Malghera, Pedruna, Cassavruolo e Barello, nonché sul versante sinistro della Valle di Sacco. Altre forme di accumulo, più rare, sono le nivomorene (versante orientale di Pizzo Sassalbo), mentre relativamente abbondanti sono le microforme quali lastricati di pietre (Passo Verva), suoli poligonali e cuscinetti erbosi, localizzate in aree subpianeggianti o sul fondo di conche. Vanno infine ricordati gli accumuli derivanti dall'azione delle valanghe.

Tra le **forme legate allo scorrimento delle acque superficiali**, si rinvencono numerose sia quelle di erosione che quelle di accumulo. Queste ultime sono rappresentate essenzialmente dai depositi alluvionali che occupano in prevalenza le conche di sovraescavazione glaciale (val di Avedo, valle Grosina Occidentale), nonché dai conoidi di deiezione precedentemente descritti. Le prime sono invece rappresentate soprattutto dalle incisioni vallive la cui disposizione evidenzia innanzitutto il forte controllo tettonico strutturale nell'evoluzione del reticolo che ha orientamenti prevalenti N-S ed E-O. Spicca sul territorio la profonda forra incisa nel gradino glaciale dal Torrente Roasco per raccordarsi al fondovalle principale. Diversi sono anche i fenomeni di erosione spondale sia relitti che recenti o attuali, lungo i gradini di valle distribuiti a varie quote lungo la val Grosina occidentale. Poco a monte del bacino di Fusino tali fenomeni hanno terrazzato i conoidi detritici poligenici di Folino e Canello. In val Grosina Occidentale l'erosione spondale che insiste sui depositi alluvionali e di versante tra Presaccie e Dossa ha terrazzato alcuni conoidi detritici situati sul versante di Ortesei. La valle, di origine glaciale, confluisce nella val Grosina presso Sciori, raccordandosi al fondovalle con una gola incisa nelle metamorfite tra val Palanca e Fiesso.

È comunque da notare che processi erosivi e di deposizione con alluvionamento dell'alveo e/o dei conoidi si alternano o possono essere concomitanti: l'erosione della val Cassavrolo, incidendo l'archetto morenico di quota 2050 m s.l.m. ha trasportato il materiale a valle con conseguente sovralluvionamento nella zona di Remit. Relativamente alla **morfogenesi gravitativa** si rinvencono tra le forme di erosione numerose scarpate di degradazione che interessano il versante sinistro dalla val di Lago fino al limite del territorio comunale ed oltre verso sud. Scarpate in evoluzione incidono il versante sudorientale del monte Storile, delle quali la più vistosa si estende sul fianco settentrionale della val Vernuga tra 1250 e 2000 m s.l.m. L'elevata fratturazione del substrato favorisce crolli di materiale soprattutto lungo quest'ultima valle e quelle limitrofe.

Particolarmente intensi sono i processi di degradazione al di sopra dei 2000 m di quota in tutta la val Grosina, ove essi si esplicano lungo gli orli dei circhi glaciali che in funzione dello smantellamento subito presentano in alcuni casi accentuate discontinuità plano-altimetriche legate alla presenza di fasce cataclastiche. Tra le forme più vistose vi sono le scarpate in evoluzione presso il passo di Verva, sui versanti di Sasso Maurigno e Sassi Rossi, nonché sui fianchi della valle del Rio di Cassavrolo, in valle di Avedo tra Dosso Sabbione e il lago Venere, in val Grosina Occidentale a valle di Ortesei. Particolarmente rilevante la scarpata sommitale del Sasso Farinaccio che costituisce l'orlo del coronamento di una deformazione gravitativa di versante.

Sono queste ultime infatti, oltre agli accumuli detritici precedentemente menzionati, le forme di accumulo maggiormente rilevanti tra quelle legate alla gravità. La più appariscente è quella ubicata sul versante

meridionale del Sasso Farinaccio, marcata dalla presenza di numerose trincee in cresta, contropendenze, scarpate e fratture, isorientate con direzione E-W, che occupa un'area di circa 2 kmq estesa dallo spartiacque, ove è collocata la scarpata principale, fino al fondovalle. I processi di degradazione interessano sia la scarpata principale in arretramento per le numerose fratture di trazione che isolano pinnacoli in precarie condizioni di equilibrio, sia la porzione mediana dell'accumulo che alimenta coni e falde detritiche situate tra 2100 m s.l.m. e il fondovalle. Analoghe morfostrutture, pur se con grado evolutivo meno spinto, interessano anche il versante sinistro della valle dell'Adda che, a partire dal monte Varadega, interessa praticamente tutta la sponda fino al monte Padrio tra i comuni di Sernio e Tirano.

Si segnalano infine due accumuli di frana per scorrimento relitti, uno a ovest di Teggia (tra i 2250 m e i 1980 m s.l.m.) e l'altro, meno evidente, nei pressi di Biancadino (tra i 2150 m e i 1800 m s.l.m.).

Da ultimo si segnala la presenza di **forme di origine antropica**, tra le quali particolare rilevanza assumono le opere legate allo sfruttamento idroelettrico, le opere di regimazione dei corsi d'acqua e sui versanti, nonché quelle di viabilità sia principale che minore.

2.6. Dissesti

Sul territorio comunale di Grosio le situazioni di dissesto maggiormente rilevanti per la possibile interferenza con gli insediamenti antropici e/o le infrastrutture esistenti sono quelli che interessano i bacini della valle della Sassa e della Val Maggiore (o del Crosc), le colate detritiche e i ripetuti crolli lungo la Val Grosina (sia quella propriamente detta che quella occidentale) e i fenomeni valanghivi.

Il bacino della **Valle della Sassa**¹ è caratterizzato dalla presenza al suo interno di cospicui fenomeni di dissesto ascrivibili a frane di crollo. Tali fenomeni sono localizzati nella porzione mediana del bacino, dove affiorano litotipi ascrivibili a metagraniti e/o ortogneiss occhiadini interessati da numerosi set di discontinuità. Alla base di pareti e scarpate che delimitano lo spartiacque è presente una notevole quantità di materiale detritico a pezzatura grossolana soggetto a periodiche rimobilizzazioni per azione delle acque incanalate o a causa di nuovi crolli dalle pareti suddette. A partire da circa 900 m s.l.m., è presente un ampio conoide di tipo misto alluvionale-detritico alla base del quale sono presenti abitazioni, edifici produttivi ed il campo sportivo comunale. Oltre alla pericolosità legata alla formazione di colate detritiche provenienti dal bacino, la presenza di pareti sub verticali di altezza cospicua determina per l'area di conoide così come per le aree sottostanti la possibilità di essere interessate dall'arrivo di massi rocciosi.

A mitigazione di tali fenomeni, in corrispondenza del settore basale SO del conoide è disposto in guisa di vallo paramassi un cospicuo accumulo di materiali inerti, utilizzato anche come eliporto della A.E.M.; l'opera garantisce un'adeguata protezione per gli edifici e le infrastrutture sottostanti.

In corrispondenza del limite NE del suddetto vallo è stata realizzata, a seguito di un evento tipo colata detritica del 1987 un canale in pietrame e malta che termina verso l'alto con una vasca di raccolta posizionata a 750 m s.l.m.. Attualmente il canale suddetto non raccoglie i deflussi provenienti dal bacino in quanto la notevole permeabilità dei depositi di conoide permette una consistente infiltrazione delle portate liquide già in

¹ I fenomeni di dissesto attivi all'interno del bacino sono descritti nella scheda n. 25 dello studio "Centri Abitati Instabili della Provincia di Sondrio" - C.N.R./C.N.D.C.I, Regione Lombardia, Università degli Studi di Milano/Dipartimento di Scienze della Terra 1997

corrispondenza del settore apicale, mentre i deflussi impulsivi legati a eventi meteorici di forte intensità si incanalano attualmente lungo un alveo posizionato in posizione più settentrionale il quale, terminando poco a monte delle case dell'abitato di Vernuga, ha determinato modesti fenomeni di allagamento di alcuni edifici tra cui la scuola per muratori. Attualmente sono in corso nella parte terminale del conoide lavori di estrazione di materiale lapideo ed inerte. Tale attività di cava prevede, in linea teorica il prossimo anno, la realizzazione di un vallo paramassi in sinistra orografica (con lo scopo di proteggere definitivamente la zona della scuola muratori) e la regimazione delle acque con un canale in grado di recare le stesse alla suddetta vasca di quota 750 m e quindi al successivo canale. Qualora tali interventi vengano idoneamente realizzati, potrebbero aumentare la sicurezza di tutta l'area.

La **valle Maggiore**¹ è impostata in un solco in rapida fase erosiva lungo le cui scarpate laterali si originano diversi crolli rocciosi con conseguente accumulo lungo l'asse dell'impluvio di materiale detritico costituito da blocchi di oltre 100 mc che qualora rimobilizzati in occasione di forti piogge possono minacciare l'abitato di Tiolo. In corrispondenza dell'uscita dell'alveo dalla forra, a quota 840 m s.l.m. circa, dove il medesimo si presenta poco inciso all'interno dei depositi alluvionali di conoide, è presente in sponda destra un modesto muro d'argine realizzato al fine di evitare che il torrente potesse indirizzarsi nella direzione del suddetto abitato lungo un paleoalveo ancora ben evidente.

La valle Grosina, compreso il suo ramo occidentale, è frequentemente interessata da **fenomeni di colata detritica**. A più riprese tali fenomeni hanno coinvolto la strada per Fusino e il versante da essa attraversato, particolarmente rilevanti sono quelli innescati alla base delle case di Fusino e quello in località "I Pin", località quest'ultima storicamente nota per essere stata a più riprese dissestata dalle colate. Nelle immediate vicinanze della zona la viabilità comunale è stata messa in sicurezza in corrispondenza dell'intersezione con l'incisione valliva mediante la realizzazione di una galleria artificiale, che la dovrebbe peraltro proteggere anche da **fenomeni di crollo**, tuttavia tali eventi si sono ancora recentemente verificati coinvolgendo la sede stradale. La maggior parte degli eventi di crollo si originano dalla grossa frana di crollo in località "Vastacc" la cui volumetria, stimata in circa 10000 mc, incombe sulle porzioni sottostanti a partire da quota 1300 m s.l.m. in corrispondenza di un pianoro sul quale si è arrestata. Fenomeni analoghi si verificano lungo il ramo occidentale, soprattutto all'interno del dominio deformativo del Sasso Farinaccio² e nelle aree adiacenti, con periodici episodi che interessano le frazioni poste lungo la strada di collegamento con Malghera e la sede stradale medesima. Ulteriori fenomeni di crollo minacciano le abitazioni della frazione Torchio e della zona di Case di Dentro³, nei pressi del limite amministrativo con il comune di Sondalo, dove i distacchi si originano dalle pareti situate a monte del nucleo abitato che ha resa necessaria la realizzazione di un muro paramassi, successivamente completato da una rete e dall'ampliamento del vallo retrostante. Alcune interventi di mitigazione dello scendimento massi sono stati recentemente realizzati in vari punti di rilievo lungo la strada comunale Grosio-

1 I fenomeni di dissesto attivi all'interno del bacino sono descritti nella scheda n. 23 dello studio "Centri Abitati Instabili della Provincia di Sondrio" - C.N.R./C.N.D.C.I, Regione Lombardia, Università degli Studi di Milano/Dipartimento di Scienze della Terra 1997

2 Il dissesto del Sasso Farinaccio è descritto nella scheda n. 22 dello studio "Centri Abitati Instabili della Provincia di Sondrio" - C.N.R./C.N.D.C.I, Regione Lombardia, Università degli Studi di Milano/Dipartimento di Scienze della Terra 1997

3 Tale fenomeno è descritto nella scheda n. 24 dello studio "Centri Abitati Instabili della Provincia di Sondrio" - C.N.R./C.N.D.C.I, Regione Lombardia, Università degli Studi di Milano/Dipartimento di Scienze della Terra 1997

Fusino (in particolare barriere paramassi tra le località Arzuga e Grom e a monte di quest'ultima, nonché bonifica e disgaggio del costone roccioso ubicato tra l'ultimo tornante della strada per Fusino e la ex-condotta AEM).

Un quadro completo dei dissesti recenti censiti sul territorio comunale è contenuto nel database messo a disposizione da Regione Lombardia a disposizione sul SIT regionale.

Si rilevano inoltre su tutto il territorio comunale numerosi fenomeni valanghivi il cui posizionamento è stato desunto dall'esame integrato del Catasto delle Valanghe della Lombardia (R.L. - Ispettorato Regionale delle Foreste, 1977) e del Sistema Informativo Regionale Valanghe - SIRVAL e adeguato alla morfologia del territorio rappresentato. Le direttrici preferenziali sono riportate nella cartografia di sintesi ove è indicato anche il relativo riferimento alle schede descrittive degli eventi.

2.7. Eventi storici

Nella fase di analisi del presente studio geologico è stata effettuata una ricerca storica di tutte le notizie che riguardano eventi calamitosi che hanno interessato in passato il territorio comunale di Grosio.

Per assolvere a tale compito si è fatto riferimento alle seguenti fonti:

- l'Archivio Valtellina della Biblioteca comunale di Sondrio;
- Vecchi numeri delle riviste *Corriere Valtellinese* (dal 1877), *La Valtellina* (dal 1879), *L'Alpe Retica* (dal 1876), *L'Eco della Provincia di Sondrio* (dal 1885), consultati nell'emeroteca di Sondrio;
- Il volume *"Ricerche bibliografiche per un catalogo sulle inondazioni, piene torrentizie e frane in Valtellina e Valchiavenna"* - realizzato, per conto del Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica nel Bacino Padano (IRPI), da Mario Govi e Ornella Turitto (1994).
- Il volume *"Centri instabili della Provincia di Sondrio"* - realizzato dal CNR-GNDICI con la partecipazione del Servizio Geologico della Regione Lombardia e dell'Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Scienze della Terra.

Si evidenzia come le principali situazioni di dissesto per l'abitato di Grosio sono derivate da fenomeni alluvionali del fiume Adda e dalla periodica riattivazione di frane all'interno di alcuni bacini minori con riattivazione dei conii detritici alluvionali posti alla base delle incisioni.

Data	Tipologia dell'evento	Effetti	Località interessata	Fonte bibliografica
1600	frana	-	Grosio	Centri instabili della Provincia di Sondrio
1879	frana/valanga	Travolta una persona	Abitato di Tiolo	La Valtellina 06/06/1879
1911	alluvione	-	Grosio, Tiolo	Pro Valtellina - 1912 Anno VII n. 19-24

COMUNE DI GROSIO - PROVINCIA DI SONDRIO
RELAZIONE GENERALE ALLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PGT

1921	alluvione F. Adda	-	Grosio	Corriere della Valtellina 10/06/1921
1921	colata detritica	Ostruzione della via Ravoledo, allagamento di cantine, case quasi completamente coperte di materiale, perdita di capi di bestiame	Valle Rovaschiera, Grosio Centro Terreni a Nord della chiesa di Ravoledo	Corriere della Valtellina 01-08-22/07/1921 La Valtellina 06/07/1921
1924	frana	Strada di Val Grosina, tra S. Giacomo e Fusino, in località Pin distrutta per un tratto di circa 400 m	Val Grosina	La Valtellina 02/01/1924 La Valtellina 19/01/1924

Ulteriori informazioni sono state tratte dai seguenti riferimenti bibliografici:

- (1) Bonsignori G. & Ragni U. (1967): Studio di alcuni movimenti franosi nella Media Valtellina. C.N.R. Fondazione per i problemi dell'Arco Alpino, Milano, n. 55, 49 p.
- (2) Cantieri (s.A.) (1952): Cantieri di rimboschimento e sistemazione montana nella Provincia di Sondrio. Quaderni Valtellinesi, Camera di Commercio, Industria e Agricoltura, Sondrio n. 4.
- (3) Bresadola C. (1938): Le sistemazioni idraulico-forestali nella Valtellina e Valle Camonica. L'Alpe, Milano, anno 25, p. 450-462.
- (4) Comandini AS. & Monti A. (1900 - 1942): L'Italia nei cento anni del secolo XIX (1801 - 1900) giorno per giorno illustrata. Milano, Vallardi, 5 Volumi.
- (5) Martinis B. & Cavallin A. (1972): Frane. In: "Annuario Ecologico Lombardo", Rapporto di avanzamento 2, Istituto di geologia di Milano, p. 1 - 62.
- (6) Opere (s.A.) (1967): Opere per 450 milioni di bonifica montana e sistemazioni idrauliche. Le vie del Bene, Morbegno, n. 6.
- (7) R.L. - Ispettorato Regionale delle Foreste (1977), Catasto delle Valanghe della Lombardia.
- (8) Scesi L. (1985) Problemi geologici sulla viabilità statale della Lombardia nord orientale. Le strade, Milano.

Data	Tipologia dell'evento	Effetti	Località interessata	Fonte bibliografica
1616	frana		Grosio	(3)
1839	frana		Rovinaccio	(4)
1951	valanga	Coinvolte case o strade o ponti	Moregno	(8)
1952	frana	-	Tensa	(2)
1960	frana	5000 mq - 2000 mc	Fusino Pin	(5)
1961	Movimenti di massa	-	Dossa	(1)
1961	frana	-	Aldano	(1)
1961	frana	-	Pedruna	(1)
1967	opere		Val di Sacco	(6)

COMUNE DI GROSIO - PROVINCIA DI SONDRIO
 RELAZIONE GENERALE ALLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PGT

Riattiv. annuale	frana	5000 mq - 3000 mc	Fusino	(5)
1970	frana	10000 mq - 1000 mc	Case di Dentro	(5)
Riattiv. annuale	frana	100000 mq - 20000 mc	Strada Val di Sacco	(5)
Riattiv. annuale	frana	3000 mq - 2000 mc	Strada Eita	(5)
1972	frane		V. Vernuga, V. Palanca, Porf, Sfoirosa	(6)
1975	valanga	Coinvolte case o strade o ponti	06/05 Stavello	(7)
1975	valanga	Coinvolte case o strade o ponti	06/05 A. Stपालina	(7)
1975	valanga	Coinvolte case o strade o ponti	06/05 B.ta Pedruna	(7)
1975	valanga	Coinvolte case o strade o ponti	06/05 La Costa	(7)
1977	valanga	Coinvolte case o strade o ponti	11/01 Cima Bainoghe	(7)
1985	frane		Bedognolo e Fusino	(8)

3. ASSETTO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO

3.1. Elementi idrografici

Nel territorio del comune di Grosio gli elementi idrografici principali sono rappresentati dal Fiume Adda il quale attraversa il comune con uno sviluppo longitudinale dell'alveo di circa 4 km, dal Torrente Roasco che raccoglie le acque della Val Grosina e che confluisce in Adda all'interno del Comune di Grosotto, e, in sponda idrografica sinistra dai Torrenti del Rio Spinedo, Scalota, Mant, Maggiore, Lago, in sponda idrografica destra Solcasc (al confine con il Comune di Sondalo), Vernuga, Sassa (di tipo misto detritico-alluvionale) Castrin e Rovinaccio.

Suddividendo idealmente il territorio comunale in due fasce montana e valliva, si osserva che nella prima, estesa al di sopra del centro abitato principale e caratterizzata dal passaggio da una morfologia piana (o comunque con limitate pendenze) di fondovalle ad una fortemente inclinata per le aste principali della Val Grosina (torrenti Roasco e Roasco Occidentale), i torrenti presentano un alveo inciso e ben delimitato. Tale situazione comporta fenomeni di esondazione di limitata entità ed estensione, mentre possono essere più importanti i fenomeni di trasporto solido. Nella seconda, dove sono concentrate le criticità maggiori in quanto è quella dove si ha una forte concentrazione delle attività antropiche con conseguente aumento dell'indice di danno in caso di esondazioni, comprendente il fondovalle e la zona di conoide delle valli laterali, il reticolo si presenta come un ben definito sistema di drenaggio, con pattern di tipo parallelo tipico di versanti inclinati con

terreni impermeabili, determinato anche dal controllo strutturale e costituito da corsi d'acqua naturali, artificiali e tombati.

Di seguito vengono descritti nelle linee essenziali gli elementi idrografici principali e minori, facendo riferimento al loro nome o, in assenza di una indicazione toponomastica, alla sigla con la quale sono state individuate nello studio sul reticolo minore in istruttoria presso le strutture competenti.

Il Fiume Adda interessa il territorio del comune di Grosio per un tratto di circa 4 km. L'alveo, caratterizzato da decorso circa rettilineo, nel corso degli eventi alluvionali del luglio 1987 ha subito rilevanti modifiche, a seguito di ingenti fenomeni deposizionali ed erosivi localizzati su entrambe le sponde. I danni causati dal suddetto evento alluvionale hanno riguardato principalmente i terreni agricoli presenti all'interno delle fasce golenali più vicine all'alveo ed hanno interessato alcuni edifici. Da ricordare che all'interno delle cronache giornalistiche del passato sono riportati eventi alluvionali che hanno provocato danni ai ponti e nel 1921 interessarono anche alcuni edifici localizzati alla base della scarpata morfologica che limita a Sud-Est il centro abitato. All'interno dello studio idraulico¹ predisposto nel quadro della L. 102/90 per la progettazione delle opere di sistemazione necessarie, viene evidenziata la necessità di provvedere alla regimazione dell'alveo mediante la realizzazione di protezioni spondali, di soglie e di cospicui svassi di materiale attualmente presente in alveo. Tali opere sono in corso di realizzazione ed ultimazione all'atto della stesura del presente documento. *A seguito dei rilievi effettuati, all'analisi dei suddetti elaborati progettuali e degli elaborati degli studi predisposti dal Comitato tecnico dell'Autorità di Bacino del Fiume Po si ritiene che le opere di protezione in corso di realizzazione forniranno una sufficiente protezione dalla possibilità di esondazione in alcune zone golenali, per quanto rimanga da verificare per ogni modifica della destinazione d'uso il rischio di alluvionamento residuo.*

Il Torrente Roasco non interessa direttamente il territorio urbanizzato di Grosio; l'alveo, che delimita il confine con l'adiacente comune di Grosotto per tutto il tratto intermedio del torrente, in corrispondenza dell'uscita dalla forra sul fondovalle grosino, sino alla confluenza all'interno del fiume Adda è posizionato nel territorio comunale di Grosotto. Per quanto riguarda il settore mediano e sommitale dell'alveo del torrente, in base ai dati storici esaminati ed ai rilievi eseguiti per la stesura della Carta di Sintesi, allegata alla presente relazione, sono stati individuati numerosi tratti con presenza di cospicua attività erosiva che talvolta hanno interessato o lambito da vicino anche alcuni edifici rurali. Da segnalare che a seguito degli eventi alluvionali del 1987 sono stati predisposti alcuni interventi di sistemazione² in località Veradura ed nella piana del Fulin. La Val Grosina è anch'essa interessata dalla progettazione e realizzazione di opere nell'ambito della L. 102/90 dislocati in vari punti e in particolare sono previsti, oltre alla realizzazione di una barriera paramassi in loc. Remundiga, con allargamento della sede stradale e realizzazione di muro di valle, i seguenti interventi³:

- sostituzione di muri di controripa in loc. Pier,
- sostituzione dei ponti Guer e Vermolera, in val Cassaruolo,
- sistemazione idrogeologica del tratto terminale del Torrente Val di Conca,
- sistemazione spondale del Torrente Roasco, tra le loc. I Pone e I Remit.

1 L. 102/90 - Opere Idrauliche - Schede AD/01/01 - AD/01/02

2 L.102/90 - C.M. Tirano - Schede MT33, MT34, BT19

3 L.102/90 - Scheda AD/02/03

Il bacino della **Valle del Solcasc**, posizionato quasi completamente all'interno del comune di Sondalo, è caratterizzato dalla presenza di ingenti fenomeni franosi attivi, impostati nelle rocce alterate che affiorano abbondantemente all'interno del bacino, i quali alimentano costantemente i depositi detritici presenti all'interno dell'incisione principale. Nel corso degli eventi alluvionali del luglio-agosto 1987 non si sono verificati fenomeni di riattivazione sul conoide presente nel settore basale del bacino. Il suddetto conoide è caratterizzato dalla presenza di una copertura boschiva, impostata su antiche opere di terrazzamento. Queste ultime sono realizzate con murature a secco intervallate a zone in cui in passato sono stati accumulati cospicui quantitativi di materiale detritico in forma di "muracche" di notevoli proporzioni. La conformazione del terreno è inoltre caratterizzata dalla presenza di solchi ad andamento circa radiale rispetto all'apice del conoide a testimonianza di antichi reiterati fenomeni di divagazione e colata detritica. L'alveo attuale è discretamente inciso, con scarpate di 2÷3 m di altezza e larghezza di 4÷5 m, all'interno dei depositi alluvionali di conoide. Non sono state rilevate opere di stabilizzazione dell'alveo. *Si ritiene che l'intera area di conoide possa essere interessata da fenomeni tipo colata detritica anche all'esterno dell'attuale alveo con riattivazione degli antichi paleoalvei presenti. All'interno dell'area di conoide non sono presenti edifici ad esclusioni di alcune baracche agricole o ruderi di ricoveri per bestiame di modesta entità, e si ritiene che non debba essere aumentata la pressione antropica dell'area nonché che vengano attentamente valutati eventuali interventi di ristrutturazione e/o modificazione della destinazione d'uso dell'esistente.*

Il bacino della **Valle di Vernuga**, limitato a nord dalla dorsale che dal M.te Storile (2470 m s.l.m.) scende sino all'alpeggio di Mellarolo, è caratterizzato da pendenza media elevata e prevalenza di rocce affioranti e/o subaffioranti al di sotto di una coltre eluviale discontinua e di modesto spessore. L'alveo si presenta, alle quote maggiori, come un impluvio profondamente scavato nel bedrock gneissico e nelle coperture quaternarie. Per quanto all'interno del bacino non sono stati individuati rilevanti fenomeni di dissesto, l'asta risulta classificata come percorso preferenziale di colata quiescente, mentre lungo tutto il versante prossimo alla stessa sono segnalati isolati fenomeni di crollo. Le criticità rilevabili si concentrano sulla zona di conoide che si presenta comunque ben vegetato. Tali criticità coincidono con gli attraversamenti della strada di collegamento agli alpeggi di Solena, in particolare quella a quota 740 m s.l.m. è stata rilevata una sezione che denota franchi minimi rispetto alla sola portata liquida, e possibilità di esondazione in sponda sinistra dove peraltro, oltre che in zona apicale, sono osservabili solchi radiali rispetto all'apice del conoide sicuramente interpretabili come paleoalvei del torrente. *Nell'ipotesi di innesco di trasporto in massa si ritiene che allo stato attuale buona parte dell'area di conoide possa ancora essere interessata, mancando o essendo insufficienti le opere di protezione esistenti.*

Il bacino della **Valle della Sassa** è stato ampiamente descritto al capitolo sui dissesti. L'asta nasce ad una quota prossima ai 2100 m s.l.m. e scende con direzione SSE un versante con pendenze molto elevate che diminuiscono sotto i 900 m s.l.m.. L'alveo si presenta alle quote maggiori come un marcato impluvio scavato nella roccia affiorante mentre sotto i 1450 m s.l.m. esso risulta impostato in un'imponente coltre di detrito colonizzato e di seguito nei depositi di conoide/detrito. A quote comprese tra 1600 e 950 m s.l.m. lungo l'asta, si rilevano consistenti aree in erosione regressiva attualmente attive (fonte Regione Lombardia - Struttura Rischi

Idrogeologici) che forniscono alla dinamica torrentizia cospicue quantità di materiali facilmente rimobilizzabili. All'apice del conoide l'asta s.s. curva verso est per poi tornare verso la base del terrapieno dove risulta ubicata una vasca per il deposito della frazione solida; da qui l'alveo prosegue regimato con direzione SE per circa 350 metri prima di confluire, dopo un breve tratto tombinato, nel Fiume Adda. Si rammenta nuovamente che, oltre alla pericolosità legata alla formazione di colate detritiche provenienti dal bacino, la presenza di pareti sub verticali di altezza cospicua determina per l'area di conoide così come per le aree sottostanti la possibilità di essere interessate dall'arrivo di massi rocciosi. In corrispondenza del limite nord-est del suddetto vallo è stata realizzata, a seguito di un evento tipo colata detritica del 1987 un canale in pietrame e malta che termina verso l'alto con una vasca di raccolta posizionata a 750 m s.l.m.; attualmente il canale suddetto non raccoglie i deflussi provenienti dal bacino in quanto la notevole permeabilità dei depositi di conoide permette una consistente infiltrazione dei deflussi già in corrispondenza del settore apicale del conoide. Inoltre i deflussi impulsivi legati a eventi meteorici di forte intensità si incanalano attualmente lungo un alveo posizionato in posizione più settentrionale il quale, terminando poco a monte delle case dell'abitato di Vernuga, ha determinato di recente modesti fenomeni di allagamento di alcuni edifici tra cui la scuola per muratori. L'area di conoide è attualmente interessata dall'apertura di una cava di coltivazione di materiali lapidei prevista dal Piano delle Attività Estrattive della Provincia di Sondrio. Nell'ambito dell'insediamento della cava è prevista la sistemazione definitiva dell'area con rimodellamento del versante, realizzazione di un canale centrale regimato che convogli i deflussi solido-liquidi nella esistente vasca e dunque da questa al recapito finale, collettamento in quest'ultimo dei deflussi convogliati lungo il paleoalveo in sinistra idrografica mediante opera di canalizzazione a monte del vallo paramassi esistente. *Con la realizzazione di tali opere si avrà una significativa riduzione della pericolosità sulle aree a ridosso del conoide, in ogni caso fino alla loro completa realizzazione e comunque in assenza di una periodica manutenzione, soprattutto della vasca, permarrà una situazione di pericolosità per le aree della porzione più meridionale del conoide ovvero in corrispondenza del campo sportivo e della porzione di più recente edificazione della frazione di Vernuga.*

Il bacino della **Valle di Castrin** è caratterizzato, a differenza dell'attiguo bacino della Valle della Sassa, dalla presenza, in luogo di un solo alveo che raggiunge l'apice del conoide, di tre alvei distinti che raccolgono i deflussi di zone differenti del bacino. Questo fatto comporta che, pur essendo il bacino caratterizzato da elevati rapporti di circolarità ed allungamento, caratteristici di bacini con elevata predisposizione alla formazione di onde di piena, in concomitanza con eventi meteorici di forte entità, gli effetti siano tendenzialmente minori di quanto prevedibile. All'interno del bacino non sono presenti estesi fenomeni di dissesto, mentre sulle pareti che delimitano il bacino sono osservabili testimonianze di reiterati fenomeni di crollo localizzato. A tali fenomeni è da ricondurre il cospicuo quantitativo di materiale detritico presente sul fondo delle incisioni maggiori, tanto che la carta dei dissesti (fonte Regione Lombardia - Struttura Rischi Idrogeologici) identifica le aste come percorsi preferenziali di colata attivi. La prima asta, nonché la minore, nasce a quota 1200 m s.l.m. e risulta chiaramente identificabile sino a quota 720 m s.l.m. dove si perde all'interno dei depositi di conoide coalescenti attribuibili ai tre rami della Valle di Castrin. L'alveo si presenta come un solco piuttosto inciso nella roccia (gneiss). Il secondo ramo, quello centrale, è chiaramente individuabile da quota 1880 a quota 725 m s.l.m.,

perdendosi quindi più a valle all'interno dei depositi di conoide/falda. L'incisione della valle nel bedrock appare piuttosto marcata soprattutto nelle fasce tra quota 900 e 1050 e tra quota 1400 e 1600. Il terzo ramo, quello più orientale, ha caratteristiche del tutto simili al secondo (al quale scorre parallelo ed a distanza di soli 60 metri). Alla base delle incisioni, a partire da circa 840 m s.l.m., sono presenti alcuni conoidi coalescenti con copertura boschiva, impostata su antiche opere di terrazzamento. Queste ultime sono realizzate con murature a secco intervallate a zone in cui in passato sono stati accumulati cospicui quantitativi di materiale detritico in forma di "muracche". La conformazione del terreno è inoltre caratterizzata dalla presenza di solchi ad andamento circa radiale rispetto agli apici dei conoidi a testimonianza di antichi reiterati fenomeni di divagazione e colata detritica. Alla base dei conoidi sono presenti diversi edifici e strutture antropiche. *Con tali presupposti si ravvisa una potenziale situazione di pericolosità per le aree situate alla base dei conoidi e nelle immediate adiacenze, in quanto nel caso all'interno del bacino si dovessero verificare franamenti che potrebbero alimentare anomali flussi di detrito tali da raggiungere la fascia pedemontana esterna ai conoidi.*

Il bacino della **Valle Rovinaccio**, caratterizzato come i precedenti da prevalenza di roccia affiorante e pendenza media elevata, è limitato a Nord dalla dorsale compresa tra Mellarolo di sopra e Mellarolo di sotto. In base ai rilievi eseguiti e dall'osservazione aerofotogrammetrica non sono presenti all'interno del bacino estesi fenomeni di dissesto. L'asta principale nasce ad una quota prossima ai 1700 m s.l.m. e scende con direzione SSE un versante con pendenze prossime al 60% che diminuiscono sotto i 1000 m s.l.m.. L'alveo si presenta, alle quote maggiori, come un marcato impluvio scavato nel bedrock affiorante mentre, a valle, diminuendo la pendenze l'asta risulta meno incisa nella roccia gneissica. Alle quote di 907 e 894 m s.l.m. si hanno intersezioni con la sede stradale (Grosio-Fusino): qui l'alveo appare completamente colonizzato da vegetazione infestante che comunque, grazie al dimensionamento delle opere, non ostacola sensibilmente, il passaggio delle portate liquide. Poco a valle della confluenza dei due rami laterali (da quota 710 m s.l.m. circa) l'alveo viene intubato attraversando così i propri depositi di conoide (su cui sorge buona parte dell'abitato di Grosio). Il ponte presente a 930 m s.l.m. sul ramo meridionale si presenta quasi completamente ostruito dal materiale trasportato dalle acque. Dall'analisi storica risulta che il torrente nel 1839 e successivamente nel 1921 causò il sovralluvionamento dell'abitato di Grosio, ed in particolare delle cantine delle case che si affacciano sulla via Ravoledo e dei terreni posizionati a Nord della chiesa di Ravoledo. La causa del evento del 1921 secondo il parere dei cronisti dell'epoca fu da attribuire ai lavori di realizzazione di strade militari nella zona di testata del bacino presso gli alpeggi di Mellarolo. *Allo stato attuale il Torrente Rovinaccio costituisce un pericolo rilevante per il settore di abitato posizionato in corrispondenza dell'apice del conoide in quanto anche modesti fenomeni di trasporto solido potrebbero determinare la completa ostruzione del tratto tombinato; è auspicabile la realizzazione di opere di trattenuta del materiale, tipo briglie, lungo il tratto mediano dell'alveo e nella porzione basale tipo vasca di accumulo a più stadi correttamente dimensionata.*

Il bacino della **Valle Spinedo**, con un'estensione areale tra le maggiori tra i bacini esaminati, è caratterizzato da modeste densità di drenaggio e frequenza dei fiumi. Tale caratteristica è da ricondurre alla presenza di estese placche di depositi morenici, sulle quali sono posizionati anche i numerosi alpeggi, le quali permettono l'instaurarsi di rilevanti fenomeni di circolazione sottosuperficiale; le acque circolanti nel sottosuolo alimentano,

in corrispondenza del settore basale del bacino, fenomeni sorgentizi a carattere semiperenne. La caratteristica suddetta unita alla forma molto allungata del bacino determina una tendenza del bacino ad una risposta lenta nei confronti di eventi pluviometrici estremi ed una sostanziale mancanza di fenomeni di dissesto legati alla circolazione idrica. L'edificio di conoide alluvionale presente alla base del bacino è infatti caratterizzato da modeste proporzioni e dalla presenza di limitate testimonianze di attività del medesimo. L'asta si origina in Comune di Sondalo a quote prossime ai 1690 m s.l.m. e scende con direzione NW un versante avente pendenza media attorno al 60%; da quota 980 m s.l.m. l'asta entra nel territorio comunale di Grosio andando poco oltre a formare un modesto conoide non attivo. Nel tratto medio-alto l'asta appare come un solco piuttosto inciso nel versante litologicamente formato da micascisti e gneiss minuti biotitici o a due miche appartenenti alla formazione degli Gneiss del Monte Tonale; il bedrock appare ampiamente coperto da coltri moreniche quaternarie che consentono un certo deflusso subsuperficiale delle acque, testimoniato da diverse emergenze sorgentizie. All'interno del bacino colatore della Valle Spinedo non si segnalano rilevanti fenomeni di dissesto. In prossimità dell'apice del conoide è presente una vasca d'accumulo a due stadi cui segue un tratto sotto montagna di circa 150 metri non regimato; attorno a quota 805 m s.l.m. le acque vengono intercettate e deviate in una roggia di modeste dimensioni che prosegue attraverso i prati sino all'abitato di Tiolo. Attraversando il paese tramite tratti aerei e tombinati la roggia reca le proprie acque nell'asta principale dell'Adda. Per tale asta, le problematiche maggiori emergono in corrispondenza della zona di conoide, dove la sezione della succitata roggia appare del tutto inadeguata a contenere le prevedibili portate presenti in concomitanza ad eventi meteorici particolarmente intensi. Quindi, ferma restando l'utilità della vasca di accumulo relativamente al trasporto solido, sono da prevedere, in caso di piena, fenomeni di sovralluvionamento interessanti il settore nord-orientale dell'abitato di Tiolo (come peraltro già avvenuto nella porzione di piana che collega l'abitato di Tiolo al piccolo nucleo di Tognat), cui si può ovviare solamente ridimensionando l'alveo della stessa asta a valle della vasca sino alla foce. *Con tali presupposti si ritiene che allo stato attuale non esistano problemi derivanti dal pericolo di fenomeni di trasporto, mentre permangono problemi di allagamento della zona risolvibili solamente con il completo rifacimento dell'opera di canalizzazione esistente a valle della vasca di accumulo sopra menzionata.*

Il bacino della **Valle Scalota**, con un estensione areale discreta, è caratterizzato, rispetto all'attiguo bacino della Valle di Spinedo da maggiore densità di drenaggio e frequenza dei fiumi. Tale caratteristica è da ricondurre alla minore estensione areale dei depositi morenici, con conseguente diminuzione della permeabilità del bacino. Tale situazione determina una risposta maggiormente impulsiva ad eventuali eventi pluviometrici estremi, e quindi la possibilità di innesco di fenomeni di dissesto legati all'azione delle acque incanalate. Nel 1977 si verificò una valanga a partire da cima Bainoghe che interessò alcuni edifici di alpeggio posti a monte del nucleo di Bainoghe. L'asta nasce dall'unione di due incisioni che da quota 2100 m s.l.m. scendono il versante in direzione NW confluendo attorno a quota 1250 m s.l.m.; l'alveo che viene a formarsi prosegue sempre in tale direzione sino a quota 800 m s.l.m. laddove, a partire dall'apice del conoide, non è rilevabile alcun alveo in quanto i deflussi provenienti dal bacino si infiltrano completamente. Nel tratto a monte del conoide l'alveo si presenta come un solco piuttosto inciso nel versante, qui formato da gneiss e rocce intrusive

basiche coperte, alle quote maggiori da coltri moreniche, sotto i 900 m s.l.m. da falde di detrito. Non presentando la Valle Scalota una vera e propria foce, infiltrandosi le attuali limitate portate nell'ampio edificio di conoide, è da prevedere, in caso di fenomeni meteorici particolarmente intensi e/o in concomitanza ad eventi franosi in alveo, attività di trasporto solido e sovralluvionamento interessanti tutta la zona di deiezione. *Non sono quindi da prevedere interventi edificatori all'interno dell'area di conoide.*

Il bacino della **Valle del Mant**, il quale sottende un'area estremamente ridotta in cui è presente una sola asta di deflusso ha le medesime caratteristiche della attigua valle Scalota. Il conoide alluvionale presente alla base del bacino, a partire da quota 900 m s.l.m. circa, è di piccole dimensioni ed è coalescente con quelli delle valli Scalota a Nord e Maggiore a Sud. In considerazione della morfologia e dimensione del bacino, non si ravvisano consistenti possibilità di innesco di fenomeni di dissesto legati alla circolazione delle acque incanalate. L'alveo si presenta piuttosto inciso nel versante formato da gneiss e rocce intrusive basiche coperte, alle quote maggiori da coltri moreniche e sotto i 900 m s.l.m. da falde di detrito e depositi di conoide. Anche per la Valle del Mant, non presentando una vera e propria foce, è da prevedere, in caso di fenomeni meteorici particolarmente intensi e/o in concomitanza ad eventi franosi in alveo, attività di trasporto solido e sovralluvionamento (peraltro molto meno importanti) interessanti la zona di conoide. *Per l'area di conoide valgono quindi le medesime considerazioni esposte per il bacino della Valle Scalota.*

Il bacino della **Valle Maggiore**, è caratterizzato, da valori di densità di drenaggio e frequenza dei fiumi paragonabili a quelle della Valle Scalota. Tale situazione determina una risposta impulsiva ad eventuali eventi pluviometrici estremi, e quindi la possibilità di innesco di fenomeni di dissesto legati all'azione delle acque incanalate. L'asta si origina dalla confluenza, a quota 1100 m s.l.m., di due incisioni a loro volta ramificate nella parte alta del bacino colatore. L'alveo, di dimensioni considerevoli, risulta profondamente inciso nel bedrock avente come litologia dominante dioriti quarzifere passanti localmente a granodioriti e graniti, oppure a gabbrodioriti, appartenenti alla Formazione delle Diorite del Monte Serottini. Il conoide, di proporzioni decisamente maggiori rispetto ai due coalescenti delle valli Mant e Scalota, è caratterizzato dalla presenza di una copertura boschiva a castagneto, con esemplari plurisecolari, impostata su antiche opere di terrazzamento realizzate con mura a secco, intervallate a zone in cui in passato sono stati accumulati cospicui quantitativi di materiale detritico in forma di "muracche" di notevoli proporzioni. Tali opere realizzate quale bonifica agraria e recinzione per il pascolo, nel caso di colata detritica possono efficacemente proteggere le zone sottostanti. All'interno delle zone d'alveo e paleoalveo è invece sviluppata una boscaglia disetanea di ontano frassino pioppo ecc. con esemplari di età massima pari a 10÷15 anni. In corrispondenza dell'uscita dell'alveo dalla forra, a quota 840 m s.l.m. circa, dove il medesimo si presenta poco inciso all'interno dei depositi, è presente in sponda destra un modesto muro d'argine, restaurato di recente, realizzato al fine di evitare che il torrente potesse indirizzarsi nella direzione dell'abitato di Tiolo lungo un paleoalveo ancora ben evidente, nel quale è peraltro sovente possibile osservare un limitato deflusso idrico superficiale. Da segnalare che tale opera non è intestata sino a raggiungere le bastionate rocciose; a monte della terminazione dell'argine è infatti presente una scarpata di lunghezza pari a 20÷25 m e altezza 3÷4 m lungo la quale affiorano i depositi colonizzati da vegetazione arbustiva. L'alveo principale, nella zona mediana del conoide, è discretamente inciso, con scarpate

di 2÷3 m di altezza e larghezza di 8÷10 m, mentre nel settore basale l'alveo si allarga a circa 30 m con scarpate di 1,0÷1,5 m. Nel settore basale del conoide i deflussi idrici, passando attraverso una griglia di circa 1x1 metri, vengono convogliati in una canaletta avente sezione stimata 30x30 cm. Tale sistema di canalette, peraltro di recente realizzazione e quindi in buono stato, prosegue costeggiando la carrareccia sino a confluire, intubata, nel canale che reca le acque della Valle Lago in Adda. Per quanto tali opere siano state realizzate al fine di migliorare il deflusso delle portate liquide in seguito agli eventi del luglio 1987 durante i quali la zona posizionata a monte della suddetta strada del Mortirolo, e attualmente coltivata a prato, ha subito allagamenti, senza deposizione di materiale, con tirante idrico di 0,5÷1,0 m, *si ritiene ancora elevata la probabilità di riattivazione di antichi paleoalvei esistenti a meno di interventi sostanziali atti a regimare l'area di conoide, attualmente priva di edifici ad esclusione di alcune baracche agricole.*

Il bacino della **Valle Lago**, è caratterizzato, da bassi valori di densità di drenaggio e frequenza dei fiumi paragonabili a quelli della Valle Spinedo. Tale situazione è dovuta principalmente alla conformazione del bacino che, nella porzione sommitale conserva le forme caratteristiche del modellamento glaciale, con ampi pianori e cospicui accumuli morenico-detritici. Nella porzione mediana ed inferiore il bacino assume le tipiche forme dovute al modellamento fluvio-torrentizio già evidenziate e comuni anche agli altri bacini affluenti di sinistra del Fiume Adda. L'asta nasce a quote prossime ai 2200 m s.l.m. da un sistema di drenaggio formato da tre valli principali e scende con direzione NW lungo un versante avente pendenze medie nell'ordine del 50%. L'alveo si presenta come un solco a "V" profondamente inciso nelle rocce intrusive acide della Formazione delle Dioriti del Monte Serottini cui segue, da quota 880 m s.l.m., l'edificio di conoide, i cui depositi risultano coalescenti con quelli della Valle Maggiore. A quote comprese tra 840 e 740 m s.l.m. l'alveo risulta regimato tramite briglie e argini realizzati con gabbioni, dette opere si presentano in più punti ammalorate e potrebbero quindi non essere in grado di trattenere entro l'alveo eventuali flussi di detrito. È infine presente una vasca monostadio di recente realizzazione parzialmente riempita da materiale e vegetazione. A quota 740 m s.l.m. l'asta incontra la strada per il Mortirolo, la costeggia attraverso un canale di gronda completamente invaso da vegetazione infestante e viene quindi, in corrispondenza del cavalcavia della SS38, intubata sino all'asta principale del Fiume Adda.

Il conoide, presente alla base del bacino a partire da quota 850 m s.l.m. circa è caratterizzato dalla presenza di una copertura boschiva disetanea di ontano frassino pioppo ecc. con esemplari di età massima pari a 20÷30 anni. Solamente nella porzione basale del conoide, al di sotto del tracciato della Strada del Mortirolo, è presente un bosco "coltivato" a castagneto con esemplari plurisecolari cresciuti all'interno di antiche opere di terrazzamento realizzate con murature a secco, intervallate a zone in cui in passato sono stati accumulati cospicui quantitativi di materiale detritico in forma di "muracche". Tale situazione è verosimilmente da ricollegare, oltretutto alla pendenza considerevole delle porzioni mediana e superiore del conoide anche alla frequenza di divagazione dell'alveo del torrente. *In caso di fenomeni meteorici particolarmente intensi, si ritiene che le succitate opere, seppur bisognose di manutenzione, risultino in grado di smaltire parte delle portate di piena, evitando allagamenti presso la strada del Mortirolo e l'abitato di Carlot, ma non è da escludere la possibilità, in considerazione dello stato dell'alveo nella porzione mediana e sommitale del conoide, che si verifichino fenomeni di sovralluvionamento all'esterno dell'alveo attuale.*

COMUNE DI GROSIO - PROVINCIA DI SONDRIO
 RELAZIONE GENERALE ALLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PGT

Tra le aste minori si rammenta in particolare la **Valle di Fusino** (SO/GR/142), lunga poco più di 400 metri, meritevole di attenzione a causa del dissesto da scivolamento recentemente riattivatosi che ha causato la chiusura della strada comunale per Fusino che la interseca poco a valle della località medesima. In seguito a tale evento venne realizzata una galleria artificiale atta ad evitare il ripetersi del fenomeno; le acque della valle attraversano la strada passando sul tetto di tale struttura. L'asta, seppur di modeste dimensioni, viene a solcare coltri eluviocolluviali interessate da fenomeni di scivolamento recentemente riattivatisi che forniscono materiali facilmente riattivabili in caso di intense precipitazioni. Le opere testé descritte, realizzate a seguito di un evento di particolare entità, neutralizzano gli effetti di eventuali trasporti di massa consentendo la transitabilità della sede viaria.

Di seguito vengono sintetizzate le principali grandezze geometriche e morfometriche dei bacini descritti:

NOME	AREA [kmq]	LUNGH. BACINO [km]	PERIMETRO [km]
Adda (a monte confl. Roasco)	683		
Roasco (a monte confl. in Adda)	130		
Vernuga	0,41	1,68	3,55
Solcasc	0,98	2,29	5,35
Sassa	0,53	1,75	3,96
Castrin	1,06	1,81	4,54
Rovinaccio (Rovaschiera)	0,56	1,68	3,89
Spinedo	0,96	2,15	4,88
Scalota	0,86	2,32	5,27
Mant	0,23	2,27	4,69
Maggiore	1,28	2,35	5,69
Lago	1,62	2,97	7,50

		Vernuga	Solcasc	Sassa	Castrin	Rovinaccio	Spinedo	Scalota	Mant	Maggiore	Lago
Fattore di forma	F	2,34	2,06	2,14	1,56	2,00	1,95	2,23	4,21	1,85	2,08
Rapporto di circolarità		0,41	0,43	0,42	0,65	0,46	0,51	0,39	0,13	0,50	0,36
Rapporto di allungamento		0,43	0,49	0,47	0,64	0,50	0,51	0,45	0,24	0,54	0,48
Densità di drenaggio	Km/Kmq	5,37	3,67	4,53	3,96	4,46	1,56	4,53	7,39	5,47	2,16
Frequenza dei fiumi	N°/Kmq	9,76	5,10	7,55	4,72	7,14	1,04	3,49	4,35	7,03	1,85
Costante di permanenza	Kmq/Km	0,19	0,27	0,22	0,25	0,22	0,64	0,22	0,14	0,18	0,46
Indice di Melton R		1,81	1,74	1,96	1,43	1,50	1,41	1,71	2,81	1,49	1,39

Il valori dei rapporti di allungamento (rapporto tra il diametro del cerchio avente la stessa area del bacino e la lunghezza dell'asta fluviale principale), e di circolarità (rapporto tra l'area del bacino e l'area del cerchio di

uguale perimetro) forniscono indicazioni utili al fine di valutare l'effetto di concentrazione del ruscellamento dovuto alla forma dei diversi bacini: quanto più tali parametri si avvicinano all'unità tanto è maggiore la tendenza all'interno del bacino alla concentrazione temporale dei deflussi con conseguenti onde di piena di maggiore ampiezza. I valori calcolati indicano per tutto i bacini una **forma allungata o molto allungata e sostanzialmente parallela all'andamento del reticolo di drenaggio superficiale** poco favorevole quindi alla concentrazione dei deflussi. Dall'interpretazione dei dati calcolati si possono trarre conclusioni utili per la modellizzazione dei deflussi di piena in quanto la densità di drenaggio (rapporto tra la somma delle lunghezze di tutti i segmenti fluviali e l'area del bacino), è in genere correlata con legge di proporzionalità inversa alla permeabilità dei bacini; la scarsa frequenza dei fiumi e densità di drenaggio riducono infatti l'effetto di concentrazione degli afflussi alla rete idrografica. Nella maggior parte dei bacini esaminati si riconosce un **pattern di drenaggio del tipo parallelo**, costituito da collettori subparalleli fra loro tipico di versanti inclinati con terreni impermeabili (prevalenza del substrato roccioso affiorante e subaffiorante) con un controllo strutturale determinato da fratture subparallele. Solamente nel caso della Valle di Spinedo ed in misura minore nella Valle di Lago la presenza di estese placche moreniche e detritiche riduce considerevolmente la densità di drenaggio determinando all'interno di tali bacini condizioni favorevoli al deflusso idrico sottosuperficiale a spese del deflusso idrico incanalato.

3.2. Elementi idrologici

Considerato che nei bacini montani raramente sono disponibili misure di deflusso, la stima delle portate di piena con assegnato tempo di ritorno si basa su relazioni di tipo empirico o su opportuni modelli di trasformazione afflussi-deflussi. In quest'ultimo caso le condizioni climatiche ed in particolare le precipitazioni costituiscono un elemento determinante per l'analisi delle portate e di conseguenza, una base essenziale per la soluzione pratica dei problemi concernenti il dimensionamento e la verifica delle opere idrauliche. Per il calcolo delle portate di piena, sono stati quindi utilizzati i dati forniti dagli studi redatti a completamento ed integrazione del "Piano Valtellina"¹

Per le sezioni caratteristiche del Fiume Adda e del Torrente Roasco si può fare riferimento alle portate centenarie calcolate all'interno degli studi redatti nel quadro della L. 102/90.

Per il calcolo delle portate di piena dei bacini tributari delle valli minori è stato utilizzato un modello di trasformazione afflussi-deflussi di tipo analitico, denominato "Metodo Razionale", che si basa sia sui dati morfometrici del bacino in esame e sia sul bilancio idrologico durante l'evento di piena. L'ipotesi fondamentale sulla quale si basano questo tipo di relazioni è quella che la frequenza probabile delle portate di piena sia pari a quella delle precipitazioni che la causano, mentre nella realtà la probabilità di accadimento degli eventi di piena è una probabilità composta funzione del valore di precipitazione e del grado di saturazione del terreno.

Per la stima degli afflussi meteorologici sul bacino i valori assegnati ai parametri a e n sono stati utilizzati i valori calcolati per la stazione di Fusino.

1 **Regione Lombardia** - Piano e programma di ricostruzione riconversione e sviluppo della Valtellina e delle zone adiacenti colpite dalle avversità atmosferiche dei mesi di luglio e agosto 1987 - *Analisi idrologiche, idrogeologiche ed ambientali - Modello afflussi deflussi.*

COMUNE DI GROSIO - PROVINCIA DI SONDRIO
 RELAZIONE GENERALE ALLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PGT

I valori utilizzati per tutti i bacini del territorio comunale sono i seguenti:

- parametro **a** (mm/h) **23,3**
- parametro **n** **0,44**

Per il calcolo del tempo di corrivazione è stata utilizzata la nota relazione di Giandotti.

La metodologia di calcolo utilizzata prevede di inserire nella formula un coefficiente adimensionale C (coeff. di deflusso) che tiene conto della riduzione della portata meteorica per effetto dell'infiltrazione. Nei casi in esame la quantificazione di tale coefficiente è stata effettuata tenendo conto dei seguenti fattori:

- i bacini del Rio Spinedo e della Valle di Lago, hanno densità di drenaggio bassa e pendenza media;
- i restanti bacini sono caratterizzati da media densità di drenaggio ed elevati valori di pendenza dei profili di fondo dei corsi d'acqua;
- i bacini sono caratterizzati da una copertura a bosco ben sviluppata mentre nelle porzioni sommitali è presente la vegetazione erbacea del piano culminale e/o la vegetazione caratteristica dei macereti.

Nella tabella seguente vengono indicati i valori di portata al colmo con tempo di ritorno di 100 anni (Q_{100}) e di portata media annuale (Q_{med}), calcolate alle sezioni di chiusura considerate significative per l'utilizzo del presente studio, normalmente posizionate in corrispondenza delle interferenze più significative con il tessuto infrastrutturale o in alternativa alla sommità del conoide alluvionale.

Nome	Tc (ore)	hc (mm)	Q_{100} (mc/s)	Q_s (mc/s/kmq)	Q_{med} (mc/s)	C
Vernuga	0,26	12,8	3,4	8,3	0,03	0,6
Solcasc	0,31	14,0	6,1	6,2	0,07	0,5
Sassa	0,25	12,6	4,5	8,5	0,04	0,6
Castrin	0,30	13,2	7,1	6,6	0,07	0,5
Rovinaccio	0,20	12,4	4,1	7,3	0,04	0,5
Spinedo	0,29	13,4	5,0	5,2	0,07	0,4
Scalota	0,34	14,5	5,1	5,9	0,06	0,5
Mant	0,25	12,7	1,6	7,3	0,00	0,5
Maggiore	0,37	14,9	7,3	5,7	0,09	0,5
Lago	0,32	14,2	7,9	4,9	0,11	0,4

con:

- Tc** = Tempo di corrivazione
- Hc** = Pioggia critica Q_{med}
- Q_{100}** = Portata centenaria
- Q_s** = Portata specifica centenaria
- Q_{med}** = Portata media annuale
- C** = Coefficiente di deflusso

Le portate al colmo sopra stimate rappresentano unicamente l'effetto dello scorrimento superficiale e non

tengono quindi conto di eventuali punte indotte dalla rottura di sbarramenti temporanei legati a frane e scoscendimenti difficilmente prevedibili in termini quantitativi.

3.3. Idrogeologia

La struttura idrogeologica del territorio comunale si può considerare costituita da un unico sistema idrogeologico di versante, rappresentato da un complesso di base a permeabilità da ridotta a molto ridotta, localizzato nel substrato roccioso metamorfico, e da corpi acquiferi ospitati nelle coperture moreniche e detritiche di versante localizzate in cospicue placche presenti in prevalenza al di sopra di quota 1900-2000 m s.l.m..

Il complesso metamorfico è caratterizzato da una permeabilità primaria da ridotta a molto ridotta; per una corretta interpretazione di alcuni fenomeni idrogeologici si deve altresì considerare che, in corrispondenza di lineamenti o contatti tettonici, i litotipi metamorfici ed intrusivi possono essere caratterizzati da una permeabilità secondaria da ridotta a media legata alla presenza di sistemi di fratture, che rappresentano potenziali vie di deflusso idrico nell'ammasso roccioso e rendono quest'ultimo disomogeneo ed anisotropo dal punto di vista idrogeologico.

La circolazione sotterranea è normalmente contenuta entro le prime decine di metri di profondità, a causa della progressiva chiusura delle discontinuità stesse con l'aumentare della pressione litostatica. La piezometrica si adatta per lo più alla morfologia esterna e l'emergenza delle acque avviene in forma di sorgenti per affioramento della falda freatica; tale schema di circolazione determina, all'interno del territorio considerato, numerosi fenomeni sorgentizi solitamente di entità modesta.

Le coperture di versante, permeabili per porosità, comprendono principalmente i depositi morenici e le falde di detrito; in generale sia i primi che le seconde ospitano corpi acquiferi per lo più di limitata estensione, alimentati localmente dall'infiltrazione legata alle precipitazioni ed al ruscellamento superficiale.

Particolare menzione meritano gli accumuli di *rock glacier* presenti in corrispondenza di molte delle testate delle valli laterali della Val Grosina. Piccole sorgenti di modesta portata possono localizzarsi alla base degli accumuli, dove si trova un limite od una soglia di permeabilità, o in presenza di livelli a minore permeabilità relativa che sostengono lenti acquifere e nel contempo rappresentano anch'essi limiti di permeabilità più o meno definiti. Tali corpi sedimentari, nel caso in cui non sia più presente del ghiaccio all'interno, si comportano come serbatoi di accumulo delle acque provenienti dalle precipitazioni o dallo scioglimento delle nevi; alcuni corpi, all'interno dei quali è ancora presente del ghiaccio, si comportano invece in modo sostanzialmente analogo ai ghiacciai, peraltro talora presenti nelle vicinanze, alimentando in modo sostanziale sia i deflussi superficiali che quelli sotterranei. E' questo il caso della valle di Cassavrolo dove la presenza congiunta di corpi di *rock glacier* attivi, di ghiacciai e di estese coperture detritico-moreniche, permette la formazione di una cospicua falda idrica sotterranea che alimenta le sorgenti attualmente captate dall'acquedotto comunale. L'entità della portata media complessiva delle sorgenti, dell'ordine dei 200-300 l/s non troverebbe spiegazione in relazione all'estensione del bacino se non ci fosse una cospicua aliquota di alimentazione proveniente dallo scioglimento dei ghiacci perenni.

Dal punto di vista idrogeologico vi è inoltre da segnalare la particolare situazione presente sul versante sinistro del Fiume Adda immediatamente a Sud Ovest del bacino della Valle Lago, sino al limite del territorio comunale. Questa zona identificata da alcuni autori¹ come una zona di deformazione gravitativa profonda, e cartografata all'interno della carta di sintesi come "area a deformazione gravitativa profonda", è caratterizzata dalla pressoché completa mancanza di un reticolo di drenaggio superficiale, accompagnato dalla presenza di cospicue e localizzate emergenze sorgentizie di cui ben 5 captate per l'alimentazione dell'acquedotto comunale. Tale situazione è da ricondurre alla probabile presenza di linee di dislocazione presenti che separano le varie scaglie che compongono il "sackung". Questi lineamenti funzionano come sbarramenti, circa ortogonali alla direzione di massima pendenza, alla circolazione idrica superficiale e come vie di scorrimento sotterraneo preferenziale delle acque. Le sorgenti anzidette sono quindi verosimilmente da associare all'intersezione del lato depresso di tali lineamenti con la superficie topografica.

La presenza di numerose emergenze idriche ha consentito al comune di Grosio lo sviluppo di una rete acquedottistica in cui una o più sorgenti alimentano singole reti per l'approvvigionamento di contrade o frazioni differenti.

Secondo il recente censimento effettuato dall'amministrazione comunale (2002) lo schema di approvvigionamento è il seguente:

- **Baiton, Bursec, Cassavruolo superiore e inferiore**, che attualmente alimentano Grosio e le sue frazioni, Ravoledo, Vernuga e Tiolo;
- **Avedo, Campo, Caval, Grasso, Le Pirle-Foss (denominata anche Brata), Malghera, Piasin, Scalutina-Eita, Schieno, Sulf, Valpalanca, Vastacc**, in uso per acquedotti rurali, per le quali esiste già opera di presa ma deve essere eventualmente realizzato un tronco di acquedotto più o meno lungo, per inserire queste portate nella rete per le forniture residenziali.

Le caratteristiche chimico-fisiche delle sorgenti sono indicate nella seguente tabella².

1 Forcella F. (1984) The Sackung between Mount Padrio and Mount Varadega, Central Alps, Italy: a remarkable example of slope gravitational tectonics. Méditerranée, Aix, tome 51, n.1-2, p. 81-92

2 "Le sorgenti nei comuni dell'USSL di Tirano", vol. 2, febbraio 1994, a cura del dott. geol. M. Tagni

COMUNE DI GROSIO - PROVINCIA DI SONDRIO
RELAZIONE GENERALE ALLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PGT

SORGENTE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ^{- -}	Cl ⁻	DUREZZA T.	CONDUCIB.
SULF	1.018	0.271	0.078	0.038	0.952	0.356	0.010	7.0	129
BURSEC	0.937	0.253	0.107	0.043	0.952	0.270	0.009	6.4	119
BAITON	0.993	0.245	0.099	0.041	0.996	0.266	0.009	6.6	119
LA FONTANA	1.426	0.402	0.137	0.038	1.306	0.528	0.022	9.9	177
BUAT	1.978	0.402	0.166	0.043	1.480	0.916	0.027	12.6	219
FONTANELLA	1.396	0.565	0.156	0.051	1.309	0.687	0.032	10.7	180
MALGHERA	0.284	0.046	0.059	0.009	0.360	0.050	0.001	2.3	39
PIRLI/FOS	0.280	0.143	0.057	0.020	0.349	0.137	0.007	1.9	50
CAMPO	0.683	0.210	0.125	0.025	0.650	0.393	0.004	5.0	96
SCALUTINA	0.543	0.066	0.071	0.009	0.509	0.137	0.005	3.6	61
CASSARUOLO SUP.	0.368	0.088	0.041	0.015	0.309	0.185	0.004	2.8	53
CASSARUOLO INF.	0.380	0.095	0.047	0.016	0.319	0.187	0.005	3.0	53
VAL CAVAL	0.742	0.188	0.104	0.022	0.475	0.528	0.011	5.1	112
SCHIENO	0.519	0.140	0.084	0.023	0.439	0.301	0.008	3.5	80
CALANDELA	1.655	0.500	0.133	0.043	1.747	0.532	0.019	11.4	195
VASTACC A.E.M.	0.227	0.118	0.102	0.030	0.239	0.206	0.012	2.2	52

Sorgente	Quota (m s.l.m.)	Portata (l/s)	Tipo di emergenza
Baitone	1420	13	Scaturigine in roccia
Bursec	1490	4	Scaturigine in roccia
Cassavrolo superiore	2000	200	Subalveo Rio Cassavruolo
Cassavrolo inferiore	1960	200	
Avedo 1	1675	2	Subalveo Valle di Tegno
Avedo 2		4	
Campo	1730	0.3	Contatto/limite di perm. inferiore
Val Caval	1425	1.5	Scaturigine in roccia
Grasso Pedruna	1940	0.5 - 5	Contatto/limite di perm. inferiore
Pirle - Foss (Brata)	1880	0.8	Contatto/di terrazzo
Malghera superiore	2010	11	Contatto/intersez. topografica
Malghera inferiore		0.4	
Piasin	1350	1	Contatto/di terrazzo
Scalutina-Eita	1880	20	Scaturigine in roccia
Schiena	1270 - 1300	4	Emergenza di falda detritica

COMUNE DI GROSIO - PROVINCIA DI SONDRIO
 RELAZIONE GENERALE ALLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PGT

Sorgente	Quota (m s.l.m.)	Portata (l/s)	Tipo di emergenza
Sulf	1540	4.5	Scaturigine in roccia
Valpalanca	1650	1	Contatto/limite di perm. inferiore
Vastacc A.E.M., sup e inf	1300 - 1350	50	Contatto/limite di perm. inferiore
Buat (esclusa)	820	1	Scaturigine in roccia
Calandela (esclusa)	1100	1.5	Emergenza/intersezione topografica
Fontanella (esclusa)	700	0.2	Contatto/limite di perm. inferiore
La Fontana (esclusa)	1200	0.5	Scaturigine in roccia
Ginogiola ¹	1730	alcuni l/s	Contatto/limite perm. inf.
Piazz - Ruina	1000	2	Scaturigine in roccia
Torrente Barello	1900 - 2000	4	Limite perm/inters. topog.
Galleria ANAS Tiolo	850	30	Scaturigine in roccia

4. ANALISI DEL RISCHIO SISMICO

4.1. Sismicità dell'area

Per analizzare la sismicità dell'area grosina si è fatto innanzitutto riferimento a i dati riportati nel catalogo DBMI04 presente sul sito dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia² (INGV).

Il catalogo consente una ricerca per località e fornisce risultati in forma tabellare in cui sono riportati i valori di I_s , la data dell'evento, l'area dell'epicentro, il valore I_0 e quello M_w .

I valori I_0 e I_s rappresentano entrambi valori di intensità macrosismica, cioè descrivono il grado di danneggiamento causato dai terremoti, impiegando la scala MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg, dai nomi degli scienziati che la misero a punto), comunemente chiamata *scala Mercalli*, rispettivamente all'area epicentrale e nell'area per la quale è stata effettuata la ricerca.

Ad esempio nella tabella di seguito riportata l'intensità macrosismica del terremoto della Garfagnana del 1920 è stata pari al IX-X grado della scala Mercalli nella zona dell'epicentro ed è stata risentita come del III grado a Grosio.

Il valore M_w esprime invece la quantità di energia liberata dal sisma secondo la scala Richter, (dal nome dello scienziato che la definì), una scala logaritmica senza limiti superiori né inferiori, se non quelli strumentali, che definisce la reale intensità del sisma. La scala Richter *non ha alcuna divisione in gradi* e gli indici riportati sono comunemente noti come *magnitudo*. Tale magnitudo si ottiene riportando il logaritmo decimale dell'ampiezza

¹ Le sorgenti Ginogiola, Piazz-Ruina, Torrente Barello e galleria ANAS non sono attualmente captate ma dispongono di un buon potenziale per l'approvvigionamento e sono dunque da ritenere particolarmente meritevoli di tutela

² <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI04/>

massima di una scossa e il logaritmo decimale di una scossa campione.

Non vi è alcuna corrispondenza diretta tra la scala Mercalli e la scala Richter in quanto gli effetti prodotti dal terremoto in una certa zona dipendono fortemente dal grado di urbanizzazione dell'area in cui si risentono gli effetti, dalla tipologia costruttiva e, come verrà meglio descritto in seguito, dagli effetti di sito ovvero dalle caratteristiche morfologiche o litologiche della zona stessa, mentre l'energia liberata dal sisma è di per sé un valore assoluto.

L'analisi della storia sismica comunale rivela come questa porzione di territorio sia solo marginalmente interessata da eventi sismici. Nel database non è presente infatti alcun archivio riguardante il territorio comunale di Grosio, tuttavia è possibile osservare come il limitrofo comune di Grosotto registri solo alcuni eventi con $I_s < 5$, peraltro sempre come riflesso di terremoti aventi epicentro in regioni contigue a maggiore sismicità.

Tale situazione è da ricondurre al fatto che l'intera provincia appare priva di elementi tettonici sismogenetici: la maggior parte dei lineamenti strutturali sono di incerta interpretazione¹, inoltre, pur con le limitazioni legate alla difficoltà di individuazione di indizi certi di attività tettonica in ambiente alpino², non risultano presenti nel territorio comunale faglie definite capaci. A tal proposito è stato infatti consultato l'elenco del Catalogo delle faglie capaci del Progetto ITHACA³. Con la denominazione faglia capace, si intende, tra le faglie attive, quelle "con un significativo potenziale di dislocazione in superficie o nella sua prossimità" secondo la definizione di capable fault, IAEA, 1991, Safety Series No. 50-SG-51- Rev. 1.

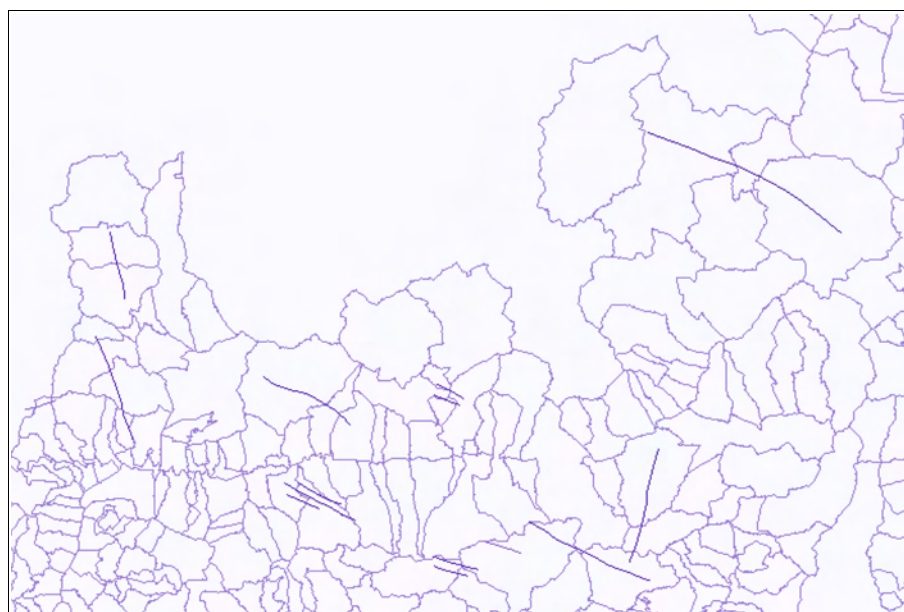
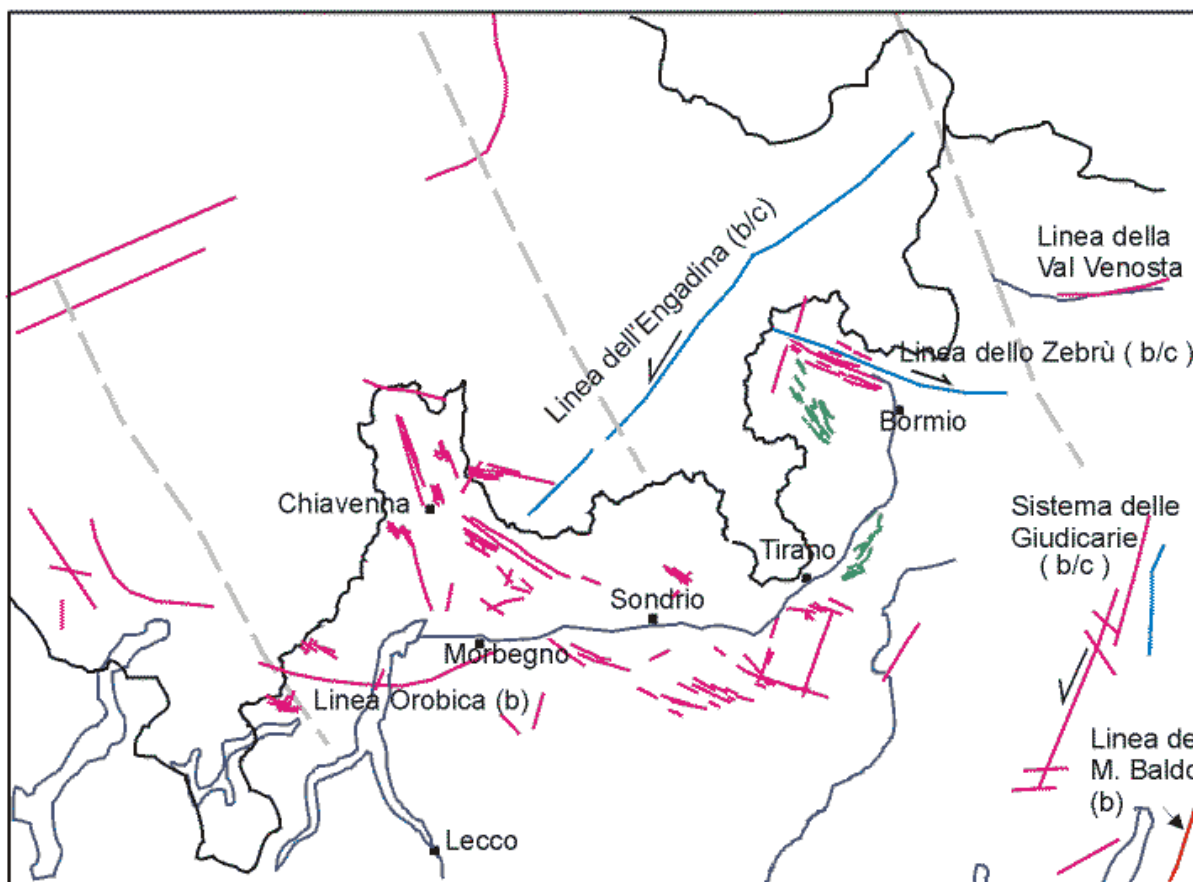


Figura 5: stralcio della cartografia del progetto ITHACA per l'area in esame

1 <http://emidius.mi.ingv.it/eqs/000406/bormio.html>

2 http://gndt.ingv.it/Pubblicazioni/Meletti/2_01_galadini.pdf

3 http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Progetti/ITHACA_-_catalogo_delle_faglie_capaci



(La legenda segue, per le faglie, le indicazioni della legenda del GNDT (1999) per l'inventario delle faglie attive su scala nazionale).

- Faglie per le cui espressioni superficiali sono disponibili dati sull'attività nel corso del Pleistocene superiore-Olocene.
 - Faglie ad attività quaternaria per le cui espressioni superficiali non sono disponibili dati sull'attività nel corso del Pleistocene superiore-Olocene.
 - Elementi strutturali fragili di incerta interpretazione (neotettonici o gravitativi)
 - Superfici di taglio di origine gravitativa profonda attive nel Pleistocene sup. - Olocene
- (a: faglie normali; b: faglie inverse; c: faglie trascorrenti)
- - - Direzione del vettore di massima compressione neotettonica;
(da Pavoni e Mayer Rosa, 1978)

Figura 6: schema tettonico con indicazioni sull'attività delle discontinuità in Valtellina e nelle zone adiacenti

Gli eventi sismici recenti maggiormente significativi che hanno in qualche misura interessato il territorio valtellinese sono da ricondurre al periodo compreso tra il dicembre 1999 e l'aprile 2000, con un evento principale di magnitudo 4,9 avvenuto il 29 dicembre seguito da 70 repliche di cui le più forti di magnitudo 4,3 avvenute il 31 dicembre e il 6 aprile.

Indizi sulle cause di questa attività sismica quaternaria nell'area valtellinese sono individuabili considerando gli epicentri di alcuni terremoti a maggiore energia avvenuti nel XX secolo e impiegando i dati delle stazioni sia italiane che svizzere in grado di rilevare terremoti di bassa energia. Questi dati permettono di evidenziare una fascia di sismicità disposta in direzione NO-SE, parallela all'asse Gran Zebrù - Ortles, che interseca la fascia attiva dell'Engadina. Essendo assodato che la cosiddetta Linea Insubrica non è oggi attiva e non può quindi essere responsabile della odierna sismicità, è da ritenere come maggiore indiziata un'altra linea di discontinuità di importanza regionale, la cosiddetta Linea dello Zebrù. Essa è stata recentemente classificata, sulla base delle conoscenze geologiche, come una faglia ad attività quaternaria di cui tuttavia non sono evidenti espressioni superficiali dell'attività nel corso degli ultimi 50.000 anni.

Si annoverano infine gli effetti risentiti in seguito all'evento di Salò del 24 novembre 2004, legato al sistema di thrust delle Giudicarie, con magnitudo dell'evento principale pari a 5,2 ($I_s = IV$), le repliche (magnitudo 1,7-2,1) non sono state avvertite.

Nel complesso quindi il comune di Grosio e il territorio valtellinese in generale è da ritenere a bassa sismicità, non si rilevano infatti episodi sismici che abbiano avuto epicentro nel territorio comunale o eventi disastrosi legati ad epicentri innescati in zone adiacenti.

4.2. Aspetti normativi e metodologici

La classificazione sismica del territorio italiano è stata originariamente definita con Decreto Ministero Lavori Pubblici del 14/07/1984 e decreti successivi. Erano previste 3 zone sismiche e la possibilità di avere aree non classificate¹. Una proposta di riclassificazione è stata successivamente elaborata nel 1998 a cura del Gruppo di Lavoro ING-GNDT-SSN costituito dalla Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi².

Nell'ambito del progetto GNDT per la nuova proposta di classificazione sismica del territorio nazionale è stato privilegiato un metodo probabilistico consolidato e preso a riferimento anche da numerosi progetti internazionali. Tale metodo - detto di Cornell, dal nome di colui che l'ha per primo proposto negli Stati Uniti degli anni Settanta - prevede:

- i) che vengono riconosciute nel territorio le zone o strutture responsabili della sismicità (zone o sorgenti sismogenetiche);
- ii) che sia quantificato il loro grado di attività;
- iii) che si calcoli l'effetto provocato da tali sorgenti con la distanza.

I risultati del calcolo della pericolosità sismica col metodo di Cornell sono quindi una zonazione sismogenetica dell'area studiata, un catalogo di terremoti, ed una o più relazioni di attenuazione del parametro sismologico

1 <http://zonesismiche.mi.ingv.it/class1984.html>

2 <http://zonesismiche.mi.ingv.it/proclass1998.html>

scelto quale indicatore di pericolosità.

Dall'attività del GNDT, è scaturita una zonazione sismogenetica del territorio italiano e regioni limitrofe che considera 80 sorgenti, omogenee dal punto di vista strutturale e sismogenetico; è stato predisposto un catalogo finalizzato alla pericolosità per i terremoti avvenuti nell'intervallo temporale dall'anno 1000 al 1980 sul territorio nazionale e regioni limitrofe che consiste di oltre 3000 eventi principali (le repliche sono escluse); sono state validate, o sviluppate a partire dai dati osservati in occasione di diversi terremoti significativi, le relazioni di attenuazione dei due indicatori di pericolosità di interesse, ovvero l'intensità macrosismica e l'accelerazione orizzontale di picco. L'accelerazione orizzontale di picco è una grandezza di interesse ingegneristico che viene utilizzata nella progettazione in quanto definisce le caratteristiche costruttive richieste agli edifici in zona sismica.

L'O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 ha introdotto la nuova classificazione sismica del territorio nazionale¹, ed è stata successivamente integrata dal D.M. 14 settembre 2005 "Norme Tecniche sulle Costruzioni" che ha di fatto sostituito le norme tecniche del precedente atto stabilendo che l'azione sismica di progetto venga definita valutando l'influenza delle condizioni stratigrafiche, morfologiche e geotecniche locali mediante studi di risposta sismica locale. Il Decreto, entrato in vigore il 23 ottobre 2005, prevedeva inizialmente un periodo transitorio di 18 mesi durante il quale era possibile alternativamente applicare la precedente normativa. Ad oggi sulla G.U. n. 29 del 4 febbraio 2008 (Suppl. Ord. n. 30) è stato pubblicato il **DM 14/01/2008**, recante «Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni». Dette norme sostituiscono quelle approvate con il decreto ministeriale 14 settembre 2005. Il decreto è entrato in vigore dal 5/03/2008 (30 giorni dopo la pubblicazione in G.U.) ed è immediatamente vincolante per tutti gli edifici e le opere infrastrutturali di interesse strategico e con funzionalità antisismica elencati nel Decreto di Protezione Civile del 21 marzo 2003 (G.U. n. 252 del 29.10.2003). Per quanto riguarda l'edilizia privata con la pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale N. 51 del 29 Febbraio 2008, della L. 28 febbraio 2008 n. 31, in vigore dal 1° marzo 2008, inerente la conversione in legge del decreto "milleproroghe" (DL 248/2007 nella G.U. 31/12/2007, n. 302) il regime transitorio nel quale è consentita l'applicazione della normativa previgente è stato esteso fino al 30 giugno 2009. **Dal 1° luglio 2009 la progettazione antisismica, per tutte le zone sismiche e per tutte le tipologie di edifici sarà regolata dal d.m. 14 gennaio 2008.**

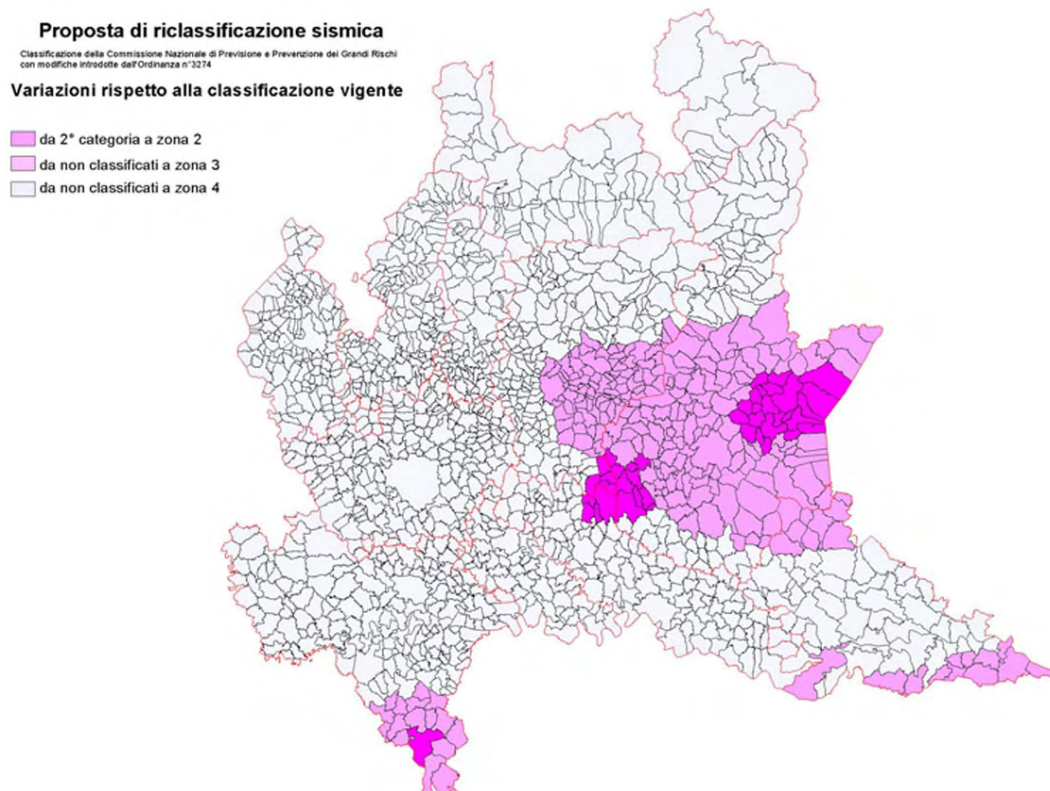
Con l'approvazione della nuova normativa viene superata l'originaria divisione del territorio nazionale in "zone sismiche", in quanto il testo di legge prende a riferimento per la definizione della pericolosità sismica di base l'elaborazione fornita dall'INGV e pubblicata sulla mappa al sito <http://esse1.mi.ingv.it>.

Ai fini del presente lavoro, fatte salve future differenti indicazioni, la d.g.r. prevede tre livelli di approfondimento, in funzione della zona sismica di appartenenza e degli scenari di pericolosità sismica locale di seguito definiti. Si specifica a questo proposito, che, ai sensi del d.m. 14 gennaio 2008, la determinazione delle azioni sismiche in fase di progettazione non è più valutata riferendosi ad una zona sismica territorialmente definita (come nella precedente versione delle Norme Tecniche), bensì sito per sito, secondo i valori riportati nell'Allegato B al citato d.m.; la suddivisione del territorio in zone sismiche (ai sensi dell'o.p.c.m. 3274/03),

¹ <http://zonesismiche.mi.ingv.it/class2003.html>

COMUNE DI GROSIO - PROVINCIA DI SONDRIO
RELAZIONE GENERALE ALLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PGT

schematizzata nella figura seguente, individua unicamente l'ambito di applicazione dei vari livelli di approfondimento in fase pianificatoria.



Le metodologie per la definizione della pericolosità sismica locale secondo la zona sismica assegnata sono contenute all'Allegato 5 della d.g.r. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e sono state successivamente aggiornate, sulla base degli ultimi atti normativi, con d.g.r. n. 8/7374 del 28/05/2008.

I tre livelli di approfondimento suddetti, con grado di dettaglio crescente, sono definiti come di seguito esposto.

Il I livello prevede l'individuazione degli scenari di pericolosità sismica locale (PSL) e la predisposizione dell'omonima carta, con il II livello si perviene a una caratterizzazione semi-quantitativa del Fattore di amplificazione (F_a) nelle aree PSL individuate con il I livello i quali vanno confrontati con i valori di riferimento, il III livello prevede la caratterizzazione quantitativa degli effetti di amplificazione tramite indagini e analisi approfondite.

I primi due livelli si applicano in fase pianificatoria con modalità differenti secondo la Zona Sismica attribuita su base comunale, il III livello si applica in fase progettuale nelle aree indagate con il II livello quando il F_a calcolato è maggiore del valore di soglia comunale, sia per gli scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di amplificazione, sia per quelli caratterizzati da instabilità, cedimenti e/o liquefazione e contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse.

Per l'individuazione degli scenari di pericolosità sismica locale bisogna fare riferimento alla Tabella 1 di cui all'Allegato 5 alla d.g.r. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 di seguito riportata.

COMUNE DI GROSIO - PROVINCIA DI SONDRIO
 RELAZIONE GENERALE ALLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PGT

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

Ai fini della individuazione dei possibili scenari di pericolosità sismica locale nell'ambito del territorio in esame sono dunque stati analizzati i dati acquisiti nella fase di analisi e inquadramento valutando la possibilità di ricondurre le indicazioni geologiche, geotecniche e geomorfologiche ad una delle categorie descritte dalla tabella.

4.3. Analisi sismica di I livello

Sulla base di quanto esposto al paragrafo precedente il territorio comunale di Grosio è classificato in Zona Sismica 4.

L'esame della documentazione analitica e l'osservazione dettagliata dell'assetto morfologico del territorio ha consentito l'individuazione degli scenari di pericolosità sismica locale in grado di dar luogo ad apprezzabili modificazioni dello spettro di risposta elastica, sintetizzati nell'omonima carta e di seguito descritti.

Facendo riferimento alla tabella riportata al paragrafo precedente, la Carta della Pericolosità Sismica Locale (scala 1:2.000 - 1:10.000) è stata costruita individuando in primo luogo le aree in grado di generare effetti di amplificazione litologica, riconducibili essenzialmente alle aree di piana alluvionale (Z4a), di conoide o di falda detritica pedemontana (Z4b) e quelle con presenza di depositi morenici (Z4c).

A questa prima attribuzione sono state sovrapposte le informazioni relative alla presenza di terreni scadenti (discariche, aree con ristagno idrico, torbe). Tutte queste superfici sono state attribuite allo scenario Z2, considerando in questo modo tali elementi come materiali poco addensati. Questa attribuzione, sebbene non sempre verificabile, è sicuramente cautelativa rispetto alla risposta sismica effettiva.

Si è dunque proceduto con l'analisi morfologica del territorio comunale dalla quale è emersa la presenza di elementi in grado di generare amplificazioni topografiche riconducibili agli scenari Z3a e allo scenario Z3b.

Sono state infine individuate le aree passibili di effetti di instabilità individuando le porzioni di territorio caratterizzate da movimenti franosi riconducibili sia alla tipologia degli scivolamenti che a quella dei crolli e ribaltamenti, definibili come attivi (Z1a) o quiescenti (Z1b), oltre alle aree potenzialmente franose alle quali è attribuito lo scenario Z1c.

5. ANALISI DEI VINCOLI PRESENTI SUL TERRITORIO

Le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore di contenuto prettamente geologico sono stati sintetizzati nella Carta dei Vincoli (scala 1:10.000), redatta su tutto il territorio comunale.

Le prescrizioni dettate da questi vincoli sono vigenti e dunque recepite ed esplicitate nelle Norme Tecniche di Attuazione.

5.1. Vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della L. 183/89

Comprendono le aree in dissesto e la delimitazione delle Fasce Fluviali contenute nei seguenti elaborati:

- *Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, approvato con D.P.C.M. 24 maggio 2001* (Elaborato n.8 - Tavole di delimitazione delle Fasce Fluviali);
- *Piano Stralcio delle Fasce Fluviali approvato con D.P.C.M. 24 luglio 1998* (in particolare per quanto riguarda la perimetrazione delle fasce fluviali del Fiume Po);
- *Quadro del dissesto come presente nel SIT regionale*, comprensivo anche delle aree perimetrare negli Allegati 4.1 e 4.2 all'Elaborato 2 del PAI ("aree rosse" e "aree verdi"), nonché delle aree a rischio idrogeologico molto elevato introdotte con i successivi aggiornamenti al PS267. Si ricorda a tale proposito che le zone di inedificabilità assoluta e temporanea, introdotte ai sensi della L. 102/90 con d.g.r. n. 6/35038 del 13 marzo 1998, come definite ed individuate nel piano approvato con d.c.r. 3 dicembre 1991, n. 376 e nel D.P.R. 9 ottobre 1997 sono confluite nell'Elaborato n. 2 del PAI approvato con D.P.C.M. 24 maggio 2001. Con Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 3 del 13 marzo 2002 esse sono state assoggettate alle norme dell'art. 9 delle N.d.A. del PAI.

5.2. Aree sottoposte a vincoli di polizia idraulica

Ai sensi della d.g.r. 25 gennaio 2002, n. 7/7868 e successive modificazioni, sono riportate le fasce di rispetto individuate nello studio finalizzato all'individuazione del reticolo idrico minore, previo parere positivo da parte della Sede territoriale regionale competente; fino all'espressione di tale parere e al recepimento dello studio mediante variante urbanistica, sulle acque pubbliche, così come definite dalla legge 5 gennaio 1994, n. 36, e relativo regolamento, valgono i vincoli disposti dall'art. 96, lettera f), del regio decreto 25 luglio 1904, n. 523.

5.3. Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile

Sono riportate le aree di tutela assoluta e di rispetto, (comprese le porzioni di aree di salvaguardia relative a pozzi e sorgenti dei comuni limitrofi, qualora ricadano all'interno del territorio del comune in esame), ai sensi del D.Lgs. 258/2000, art. 5, comma 4. Per l'individuazione è stato utilizzato il criterio geometrico, qualora si volessero definire le aree di rispetto con i criteri idrogeologico e temporale ai sensi della d.g.r. n.6/15137 del 27

giugno 1996, le medesime diventano efficaci solo a seguito del rilascio del relativo atto autorizzativo da parte dell'Autorità competente.

Le norme relative alle aree di rispetto e di tutela assoluta devono essere adeguate alle disposizioni previste dalla d.g.r. 10 aprile 2003, n. 7/12693: "Direttive per la disciplina delle attività all'interno delle aree di rispetto, art. 21, comma 6, del D.Lgs. 152/99 e successive modificazioni".

6. SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ DEL TERRITORIO

Sulla base delle informazioni raccolte dalla fase di analisi, nonché dall'esame degli studi esistenti sulla pericolosità e dalle indicazioni fornite dagli strumenti di pianificazione sovraordinata, è stata prodotta la Carta di Sintesi (scala 1:10.000) interessante l'intero territorio comunale.

La stessa rappresenta le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità geologico-geotecnica e della vulnerabilità idraulica e idrogeologica. Tali aree sono raggruppate secondo il fenomeno caratterizzante e il grado di pericolosità generato, ed individuate mediante poligoni.

Di seguito vengono dunque descritte le situazioni individuate sulla carta indicando le condizioni di rischio che troveranno successivamente riflesso nella Carta di Fattibilità.

Per il Comune di Grosio sono state individuate le seguenti caratterizzazioni:

6.1. Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti

Vi ricadono sia aree già interessate da fenomeni di instabilità dei versanti, delimitabili in base a evidenze di terreno e/o in base a dati storici, sia aree che potenzialmente potrebbero essere interessate dai fenomeni.

- **Area di frana attiva:** comprende le zone caratterizzate da movimenti gravitativi in atto; i più significativi sono, nella Valle dell'Adda, la frana della Sassa, lungo l'impluvio che solca il versante destro a monte del campo sportivo di Grosio, la frana lungo la valle Sfuriosa - versante sinistro della Val Grosina orientale, le frane alla testata delle Valli di Dossa e in località Porf-Presaccie sul versante sinistro della Val Grosina orientale e la frana sul versante sinistro della Val Pedruna. *In tali aree, l'alto rischio comporta gravi limitazioni per la modifica delle destinazioni d'uso e non è possibile prevedere nuove edificazioni, se non opere tese al consolidamento ed alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Dovrà inoltre essere valutata la necessità di predisporre sistemi di monitoraggio geologico che permettano di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni in atto. Per gli edifici esistenti saranno consentiti esclusivamente interventi così come definiti dall'art. 31, lettere a), b), c) della legge 457/1978, mentre per i nuclei abitati esistenti dovranno essere predisposti idonei piani di protezione civile. Eventuali opere pubbliche e di interesse pubblico che non prevedano la presenza continuativa e/o temporanea di persone dovranno essere valutate da una relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico.*
- **Zona interessata da fenomeni franosi parzialmente stabilizzati, piccoli smottamenti diffusi che possono evolvere in colate e da localizzati fenomeni di flusso lento delle coperture:** si tratta delle aree direttamente interessate da piccoli fenomeni di dissesto, localizzati e puntuali o parzialmente

stabilizzati e delle zone interessate dalle colate che si possono originare dagli stessi. Nel territorio comunale di Grosio si ritrovano prevalentemente in Val Grosina, mentre nella valle dell'Adda sono circoscritte, sul versante sinistro, alla scarpata che delimita il terrazzo morenico di Lot. In Val Grosina orientale si ritrovano invece sul basso versante sinistro tra il Valandegun e la Valle Sfuriosa, nonché lungo tali incisioni ed in corrispondenza della Valle di Prà del Sasso. In Val Grosina occidentale si identificano infine alcune aree a monte della località Palanca e nei pressi del Sasso Farinaccio nonché sul basso versante destro della Val Malghera allo sbocco nella Valle principale e sul medio versante sinistro della Val di Sacco di Fronte alla Casera. In tale classe rientrano anche le zone interessate da fenomeni di flusso lento delle coperture, dei quali il più significativo interessa la Costa di Ferrandina, sul versante destro della Val Grosina occidentale di fronte alla località Campo Pedruna, in corrispondenza dello spartiacque destro della Valle Pedruna. *L'utilizzo di queste aree, in relazione all'entità e alla natura dei rischi individuati anche nell'immediato intorno, è subordinato alla realizzazione di supplementi di indagine per acquisire una maggiore conoscenza geologico-tecnica mediante campagne geognostiche, prove in situ e di laboratorio e studi tematici specifici (idrogeologici, idraulici pedologici, ambientali ecc). Da ciò potranno essere definite le idonee destinazioni d'uso, le volumetrie ammissibili, le tipologie costruttive più opportune nonché le opere di sistemazione e bonifica e/o sistemi di monitoraggio geologico.*

- **Zona caratterizzata da distacco e arrivo di massi:** si tratta delle scarpate rocciose dalle quali si verifica il distacco di massi a causa della loro più o meno intensa fratturazione e degli accumuli e falde di detrito soggette alla caduta dei frammenti lapidei. In comune di Grosio si ritrovano sia nella valle dell'Adda (su praticamente l'intero versante destro ed in corrispondenza del crinale Monte Serottini - Passo Varadega sul sinistro) che in Val Grosina; in quest'ultimo caso diffusissimi a quote elevate in prossimità delle creste di spartiacque e degli orli di circo, ad esempio in Val di Sacco, alta Valle Malghera, alta Val Pedruna, Val d'Avedo, Val Cassavruolo ed in prossimità del Passo Verva, nonché sul versante sinistro della Val Grosina occidentale in corrispondenza del Sasso Farinaccio e sul versante destro della Val Grosina orientale, tra le località Piatta ed Eita. *Come per la classe precedente, eventuali interventi in tali aree è subordinato alla realizzazione di studi più approfonditi e all'esecuzione delle opere di difesa dagli stessi individuati.*
- **Zona attualmente stabile con localizzata propensione al dissesto connessa alla presenza di falda idrica di versante con limitata soggiacenza, pendenza elevata e presenza di coperture prossime all'equilibrio limite:** si tratta di aree prive di significativi fenomeni in atto, ma comunque caratterizzate da situazioni di equilibrio limite che determinano fragilità del territorio (quali limitata soggiacenza della falda, pendenza elevata e ridotto spessore dei depositi di copertura). In comune di Grosio si localizzano anzitutto sul versante sinistro dell'Adda in corrispondenza delle scarpate che delimitano i terrazzi morenici che si susseguono a varie quote a gradonare il medesimo e tra le incisioni della Val di Lago, Val Maggiore e Val Spinedo, dove è per altro mancante la copertura boschiva distrutta da un incendio. Tali aree si ritrovano per altro anche sul versante sinistro della bassa Val Grosina nel tratto compreso tra lo sbocco nella valle dell'Adda e la località Fusino, nonché poco a monte di quest'ultima sia nel ramo orientale che occidentale. *In tali aree le condizioni limitative alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni sono puntuali e ridotte,*

ma per la realizzazione di qualsiasi intervento, è necessario realizzare approfondimenti di carattere geologico-tecnico e idrogeologico che permettano di definire gli interventi per una corretta realizzazione delle opere.

- **Traiettoria di valanga nota:** vengono indicati i percorsi di valanghe sia rilevati sul terreno o dalla fotointerpretazione sia indicati dal Catasto delle Valanghe della Regione Lombardia (1977), sia indicati dal Corpo Forestale dello Stato nelle revisioni più recenti e precedentemente descritti ed aggiornati secondo le indicazioni del SIRVAL nonché sulla base delle condizioni topografiche locali, assieme alle schede descrittive degli eventi. *In tali aree, da definire e perimetrare con adeguati studi specifici nell'intorno dei siti individuati nella cartografia come soggetti al fenomeno (freccia), l'alto rischio comporta gravi limitazioni per la modifica delle destinazioni d'uso e non è possibile prevedere nuove edificazioni, se non opere tese al consolidamento ed alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti saranno consentiti esclusivamente interventi così come definiti dall'art. 31, lettere a), b), c) della legge 457/1978, mentre per i nuclei abitati esistenti dovranno essere predisposti idonei piani di protezione civile. Eventuali opere pubbliche e di interesse pubblico che non prevedano la presenza continuativa e/o temporanea di persone dovranno essere valutate da una relazione valangologica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di rischio idrogeologico.*
- **Area di discarica di materiali inerti stabilizzati:** gli esempi maggiori si trovano sul medio-basso versante destro dell'Adda, allo sbocco dell'incisione valliva de La Sassa sul fondovalle (zona campo sportivo di Grosio), dove è stata trasformata in vallo paramassi e zona di atterraggio elicotteri e nei dintorni di Ravoledo, sia a monte che a valle dell'abitato. *L'utilizzo di tali zone dovrà essere preceduto da indagini geologico-tecniche, idrogeologiche, idrauliche, ambientali e pedologiche che definiscano non solo le destinazioni d'uso, le volumetrie e le tipologie costruttive delle opere, ma anche gli interventi di difesa dai fenomeni eventualmente individuati nell'intorno.*

6.2. Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico

- **Proposta di zonazione dell'area di rispetto delle sorgenti:** secondo quanto previsto dall'art. 6 del D.P.R. 236/1988 e dalla delibera della giunta regionale del 27/06/1996 n° 6/15137, viene indicata la proposta dell'area di rispetto delle sorgenti utilizzate per il consumo umano individuata con criterio idrogeologico (porzione di cerchio di raggio non inferiore a 200 m, con centro nel punto di captazione che si estende a monte dell'opera di presa ed è delimitata verso valle dall'isoipsa passante per la captazione e lateralmente dai limiti del bacino di alimentazione). Si tratta di una proposta di zonazione delle aree di rispetto delle sorgenti effettuata in base ad un rilievo superficiale ed alle caratteristiche geomorfologiche della zona. In accordo con la già citata normativa vigente dovrà essere eseguito al più presto uno studio idrogeologico approfondito delle sorgenti, al fine di individuare con precisione le relative aree di salvaguardia. *Allo stato attuale delle conoscenze si propone di utilizzare le aree di rispetto qui individuate e di seguire al loro interno la relativa normativa di uso del suolo indicata nella Normativa di Fattibilità Geologica indicata nel seguito.*

- **Sorgente captata per approvvigionamento idrico pubblico:** Sono state cartografate le sorgenti presenti nel territorio comunale di Grosio che vengono utilizzate per l'approvvigionamento idrico potabile del Comune.
- **Zona caratterizzata dalla presenza di coperture con permeabilità da media ad elevata e deflusso idrico sotterraneo:** comprendono le aree, localizzate prevalentemente ad alta quota e costituite "geologicamente" da rock glaciers inattivi, depositi morenici e detritici; da un punto di vista granulometrico all'interno di tali sono presenti ghiaie, ciottoli e blocchi sciolti con scarsa frazione fine sabbiosa, caratterizzate da circolazione idrica sotterranea; le aree contraddistinte con tale voce rappresentano le zone di alimentazione dei corsi d'acqua principali (Torrente Roasco, ramo orientale ed occidentale, Rio Cassavruolo, Rio Barello e Rio Avedo). *Anche in queste zone, per qualsiasi opera in progetto dovranno essere individuati gli accorgimenti utili ad una corretta esecuzione delle medesime in modo che non si inducano effetti negativi sul territorio (ad esempio ostacolo alla circolazione idrica sotterranea, fenomeni di inquinamento della risorsa ecc.).*
- **Zona caratterizzata dalla presenza di coperture con permeabilità da media a ridotta, con manifestazioni sorgentizie e/o fenomeni di ristagno idrico per mancanza di drenaggio:** si tratta delle zone con manifestazioni sorgentizie diffuse, che danno luogo ai corsi d'acqua minori, o con ristagni superficiali; in quest'ultimo le aree cartografate, localizzate in prevalenza in corrispondenza delle conche di sovraescavazione glaciale o nelle depressioni moreniche (esempio Baite del Piano - versante destro della Valgrosina occidentale, alta Val Malghera, alta Val di Sacco), sono caratterizzate da pendenze ridotte. *Per tali zone valgono le prescrizioni suggerite per la perimetrazione precedente.*

6.3. Aree pericolose dal punto di vista idraulico

- **Zona dissestabile per l'azione erosiva dei corsi d'acqua e/o per l'innescò di fenomeni alluvionali e/o di trasporto in massa:** sono le aree, sia sui versanti sia sui conoidi, sia sul fondovalle, limitrofe agli alvei dei corsi d'acqua e/o delle incisioni vallive e quindi facilmente coinvolgibili da eventi di erosione e sovralluvionamento. In tale caratterizzazione rientrano anche le zone interdette dall'edificazione comprese nella distanza di 10 m dall'alveo di piena dei corsi d'acqua come previsto all'art. 96 del R.D. n° 523/1904 e puntualizzato con il parere del Consiglio di Stato n° 55 del 1° giugno 1988. Sono state qui ricomprese le aree limitrofe a tutte le incisioni vallive e quelle sui conoidi più vicine all'alveo dei corsi d'acqua. *In tali aree, l'elevato rischio comporta gravi limitazioni per la modifica delle destinazioni d'uso e non è possibile prevedere nuove edificazioni, se non opere tese al consolidamento ed alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti saranno consentiti esclusivamente interventi così come definiti dall'art. 31, lettere a), b), c) della legge 457/1978, mentre per i nuclei abitati esistenti dovranno essere predisposti idonei piani di protezione civile. Eventuali opere pubbliche e di interesse pubblico che non prevedano la presenza continuativa e/o temporanea di persone dovranno essere valutate da una relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico.*

- **Zona di pertinenza idraulica:** si tratta delle aree marginali a quelle precedenti, comunque morfogeneticamente legate allo scorrimento delle acque superficiali (aree dei conoidi più distanti dall'alveo attuale del corso d'acqua e alluvioni terrazzate), ma con un minore rischio di essere interessate da una eventuale azione erosiva e/o di sovralluvionamento. *Rispetto alle precedenti in tali aree gli approfondimenti di carattere geologico-tecnico ed idrogeologico necessari per qualsiasi intervento dovranno definire soprattutto le tipologie costruttive più idonee a mitigare gli effetti negativi dei fenomeni ed eventualmente le opere di difesa necessarie a raggiungere tale scopo.*

6.4. Interventi esistenti in aree di dissesto o di prevenzione in aree di dissesto potenziale

È stata mappata la posizione e l'andamento delle opere di regimazione idraulica longitudinali e trasversali (argini, scogliere, briglie, soglie, ecc.). Sono presenti le seguenti voci:

- **Tratto di torrente regimato:** sono stati distinti i tratti di corsi d'acqua regimati con opere idrauliche longitudinali discontinue (A), con briglie e/o soglie (B), intubati (T) o canalizzati con briglie, soglie, rivestimenti di fondo e arginature continue su entrambe le sponde (C); sono state inoltre segnalate le vasche di espansione (V). In particolare le prime due tipologie si riconoscono per i due corsi d'acqua principali, il Fiume Adda ed il Torrente Roasco, mentre sono presenti alcune briglie sul medio corso delle valli minori (di Lago e Maggiore sul versante sinistro dell'Adda e Valli di Dossa in Val Grosina occidentale). Gli stessi risultano inoltre spesso intubati o canalizzati nel loro tratto terminale (in particolare gli impluvi che hanno sbocco nella Valle dell'Adda, come la Sassa - canalizzato - ed il Rovinaccio - intubato - sul versante destro e la valle Maggiore e di Lago sul sinistro, entrambi intubati). Le vasche di espansione nel territorio comunale di Grosio sono infine presenti sulla Valle Spinedo e sulla Valle di Lago.
- **Opere di stabilizzazione del manto nevoso:** sono state indicate le opere esistenti per la stabilizzazione del manto nevoso (ponti e reti), così come ricavate dal catasto delle valanghe della Regione Lombardia (1977).

7. FATTIBILITÀ DEGLI INTERVENTI SUL TERRITORIO

Le limitazioni e le indicazioni per l'uso del territorio sono sintetizzate nella Carta della Fattibilità Geologica redatta in scala 1:2.000 per le aree urbanizzate e al 10.000 sull'intero territorio.

La costruzione della carta, redatta con criteri di coerenza mediante l'esame integrato del Quadro del Dissesto, della Carta dei Vincoli e di quella di Sintesi, ha portato all'attribuzione delle classi di fattibilità.

Non è stata attribuita alcuna classe/sottoclasse di fattibilità ai seguenti elementi, riportati nella carta di fattibilità con apposito sovrassegno, in quanto soggette a specifica normativa:

Aree di rispetto e di tutela assoluta delle sorgenti e dei pozzi captati a scopo idropotabile

Delle norme specifiche bisognerà tenere conto in aggiunta a quanto eventualmente prescritto da quelle geologiche e da altri strumenti di pianificazione.

Di seguito vengono dunque sintetizzate le caratteristiche delle singole classi di fattibilità e le limitazioni d'uso

del territorio che l'attribuzione ad una di queste comporta, demandando alle Norme Tecniche di Fattibilità Geologica il dettaglio relativo alle sottoclassi e alle indicazioni progettuali da adottare per la riduzione del rischio.

Classe 1: Fattibilità senza particolari limitazioni

In questa classe ricadono le aree per le quali gli studi non hanno evidenziato specifiche controindicazioni di carattere geologico all'urbanizzazione o alla modifica della destinazione d'uso delle particelle. Non è stata individuata alcuna porzione di territorio con tali caratteristiche.

Classe 2: Fattibilità con modeste limitazioni

In questa classe ricadono le aree nelle quali sono state rilevate puntuali o ridotte condizioni limitative alla modifica delle destinazione d'uso dei terreni, per superare le quali è consigliabile realizzare approfondimenti di carattere geologico-tecnico o idrogeologico finalizzati alla realizzazione di eventuali opere di sistemazione e bonifica, le quali non dovranno incidere negativamente sulle aree limitrofe. Le relative sottoclassi risultano essere:

- **2a:** sono situate su pendio morenico, sui conoidi alluvionali, su superfici rocciose di spianamento glaciale o su depositi alluvionali terrazzati con inclinazione massima di 20°. Vi si trovano terreni con buone caratteristiche geotecniche;
- **2b:** costituiscono aree posizionate in corrispondenza dei conoidi di alcuni torrenti potenzialmente interessati da esondazioni con limitato tirante idraulico e fenomeni di trasporto solido assenti o limitati. Si tratta di "aree di rispetto" poste ai lati dei corsi d'acqua o ai margini di zone di esondazione poste in classe 3b;
- **2c:** sono localizzate al piede di versanti acclivi posti generalmente in classe 3c. Si tratta di una "fascia di rispetto" posta alla base di versanti da cui potenzialmente possono mobilizzarsi blocchi rocciosi provenienti da pareti rocciose, da muretti a secco in cattive condizioni, da depositi morenici o da falde detritiche.

Classe 3: Fattibilità con consistenti limitazioni

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni per l'entità e la natura dei rischi individuati nell'area di studio o nell'immediato intorno. L'utilizzo di queste zone sarà pertanto sempre subordinato alla realizzazione di supplementi di indagine per acquisire una maggiore conoscenza geologico-tecnica dell'area e del suo intorno, mediante campagne geognostiche, prove in situ o di laboratorio, nonché mediante studi tematici specifici di varia natura. Ciò dovrà consentire di precisare le idonee destinazioni d'uso, le volumetrie ammissibili, le tipologie costruttive più opportune, nonché le opere di sistemazione e bonifica. Le relative sottoclassi risultano essere:

- **3a:** sono localizzate entro pendii con inclinazione maggiore di 20°. Si tratta di aree, spesso colonizzate dal bosco, con presenza di blocchi, in genere di dimensioni limitate, posti in precarie situazioni di equilibrio e muri di sostegno a secco spesso ammalorati. Localmente possono essere presenti affioramenti del substrato roccioso caratterizzati da un medio grado di fratturazione. Le caratteristiche geotecniche dei terreni sono solitamente buone;
- **3b:** costituiscono aree di potenziale espansione con associato trasporto solido dei corsi d'acqua e aree in

cui è possibile l'innesco di fenomeni erosivi da parte delle acque incanalate a causa della mancanza o inadeguatezza delle opere di difesa; sono inoltre comprese all'interno di questa sottoclasse anche le zone acclivi (con inclinazione maggiore di 20°) poste all'interno dei piccoli impluvi dove sia presente una circolazione idrica sottosuperficiale che spesso causa localizzati fenomeni di scivolamento superficiale delle coperture indotti da saturazione dei materiali a seguito di prolungati periodi piovosi;

- **3c:** comprendono le zone sottostanti pareti rocciose subverticali. All'interno di tali aree sono quindi possibili fenomeni di caduta di massi provenienti da crolli di massi rocciosi dalle pareti sovrastanti.

Classe 4: Fattibilità con gravi limitazioni

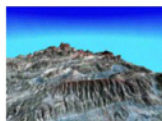
L'alto rischio comporta gravi limitazioni per la modifica delle destinazioni d'uso delle particelle. Dovrà essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non per opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti saranno consentiti esclusivamente interventi così come definiti nell'art. 31, lettere a), b) e c) della L. 457/1978.

Si dovranno inoltre fornire indicazioni in merito alle opere di sistemazione idrogeologica e, per i nuclei abitati esistenti, quando non sarà strettamente necessario provvedere al loro trasferimento, dovranno essere predisposti idonei piani di protezione civile ed inoltre dovrà essere valutata la necessità di predisporre sistemi di monitoraggio geologico che permettano di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni in atto.

Eventuali opere pubbliche o di interesse pubblico che non prevedano la presenza continuativa e temporanea di persone, dovranno essere valutate puntualmente. A tal fine, alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, dovrà essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico. Le relative sottoclassi risultano essere:

- **4a:** alvei attivi dei corsi d'acqua maggiori e dei riali minori; sono inoltre inserite in tale sottoclasse le relative zone di rispetto assoluto necessarie per mantenere una corretta funzionalità idraulica dei corpi idrici individuati e consentire un facile accesso per le operazioni di svaso e pulizia;
- **4b:** pareti rocciose subverticali anche se non chiaramente sede di possibili distacchi rocciosi. Sono inoltre inserite in questa classe le discariche di materiali inerti caratterizzate da instabilità delle scarpate o in posizione tale da poter essere coinvolte da fenomeni di erosione ad opera di torrenti.

Tirano, 10 ottobre 2008



STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA

Dott. Geol. Francesco Giudes

Master in GIS

Tecnico e consulente Geologo

iscr. Albo Geologi Lombardia n. 1319

C.F. GDSFNC78H22L175H - P. IVA 00819380148
Via Pisani 1 - 23037 Tirano (SO)
tel: 347.6870274 - mail: francesco.giudes@libero.it