



COMUNE DI TRESIVIO

PROVINCIA DI SONDRIO

PIANO REGOLATORE GENERALE

INDAGINE GEOLOGICA



Tavola:	Oggetto:
Scala: 1 : 5.000	RELAZIONE ILLUSTRATIVA MODIFICATA IN ACCOGLIMENTO DELLE MODIFICHE D'UFFICIO REGIONALI - D.G.R. N° VIII/1581 DEL 22.12.2005
Data: aprile 2003	
Aggiornamento 1: marzo 2005	
Aggiornamento 2: gennaio 2006	

INDICE

1. PREMESSE	Pag. 2
2. ASPETTI METEO CLIMATICI DEL TERRITORIO COMUNALE	Pag. 4
3. ORDINE DI GRANDEZZA DELLE PORTATE DI PIENA DEI CORSI D'ACQUA PRINCIPALI	Pag. 9
4. PRINCIPALI SITUAZIONI DI DISSESTO NEL TERRITORIO COMUNALE	Pag. 15
5. PROPOSTE DI AGGIORNAMENTO DEL QUADRO DEL DISSESTO DEL PAI	Pag. 33
5.1 Valutazione delle condizioni di rischio nelle aree di conoide del torrente Rhon	
6. VALUTAZIONE, CON METODO SEMPLIFICATO, DELLE CONDIZIONI DI RISCHIO NEI TERRITORI DELLA FASCIA FLUVIALE C, DELIMITATI CON SEGNO GRAFICO INDICATO COME "LIMITE DI PROGETTO TRA LA FASCIA B E LA FASCIA C".	Pag. 36
7. NOTE ILLUSTRATIVE DELLE CARTE DI FATTIBILITÀ GEOLOGICO-TECNICA DI PIANO	Pag. 39
Appendice 1 - Stralcio progetto rilevati arginali completati dal Magistrato per il Po nel 1996, a difesa del territorio dei Comuni di Piateda, Poggiridenti e Montagna.	
Appendice 2 - Scheda conoide e bacino torrente Rhon	

1. PREMESSE

La presente relazione illustra lo studio geologico eseguito per verificare la compatibilità tra le previsioni urbanistiche del PRG e le condizioni geologiche del territorio comunale di Tresivio. Tale studio, finalizzato alla prevenzione del rischio geologico, idrogeologico e sismico, è imposto e finanziato dalla legge regionale n° 41 del 24 novembre 1997.

Le modalità d'esecuzione dell'indagine geologica sono disciplinate dalle delibere regionali n° 6/40996 del 15 gennaio 1999, n°7/6645 del 29 ottobre 2001 e n° 7/7365 dell'11 dicembre 2001.

La prima delibera stabilisce le "legende di riferimento per la predisposizione della carta geologica, geomorfologica ed idrogeologica e dei colori proposti per la redazione delle 4 classi della carta della fattibilità", la seconda definisce "le direttive per la redazione dello studio geologico ai sensi dell'art. 3 della l.r. 41/'97" e sostituisce totalmente la vecchia delibera n° 6/37918 del 6 agosto 1998; la terza e ultima delibera contiene le direttive per l'applicazione del Piano Stralcio per l'Assetto idrogeologico del bacino del fiume Po (PAI) in campo urbanistico (art. 17, comma 5, della legge 18 maggio 1989 n. 183).

L'incarico è stato conferito al sottoscritto dall'Amministrazione Comunale di Tresivio.

In conformità con il D.G.R. n° 7/6645, il lavoro è stato condotto in tre fasi distinte: analisi, valutazione (o sintesi) e proposte finali.

Ciascuna fase si conclude con la redazione di specifiche carte tematiche che devono comprendere almeno il centro edificato e le aree oggetto di variante.

La fase di analisi ha come obiettivi principali la raccolta dei "dati e delle informazioni esistenti relative agli aspetti geologici, strutturali, geomorfologici, pedologici, idrogeologici, idrografici ed ambientali". Le informazioni esistenti, tratte in parte dalle carte geoambientali e da indagini geologiche specifiche, sono state verificate e notevolmente integrate da numerosi rilievi di campagna.

I dati raccolti in questa fase sono riportati in un unico elaborato cartografico (v. elaborati A) che contiene numerose informazioni di tipo geomorfologico, geotecnico, idrogeologico e d'inquadramento geologico strutturale.

La fase di valutazione o di sintesi consiste nella redazione di una carta di sintesi alla scala 1 : 5.000 che "ha lo scopo di fornire in un unico elaborato un quadro sintetico dello stato del territorio". Questa carta (v. elaborati B) presenta una legenda semplificata e facilmente comprensibile ai tecnici che collaborano alla pianificazione urbanistica. In particolare sono evidenziate le principali problematiche idrogeologiche

che possono condizionare o limitare l'edificazione.

La fase propositiva finale è riassunta nella carta della fattibilità geologica delle azioni di piano (v. elaborati C) che mostra una zonazione di tutto il territorio comunale "in funzione dello stato di pericolosità e rischio geologico, idrogeologico presente".

Si tratta dell'elaborato più importante, che fornisce le indicazioni generali riguardo alle possibili destinazioni d'uso del suolo, gli studi di carattere idrogeologico necessari per realizzare le opere in sicurezza e le zone a rischio idrogeologico che necessitano d'interventi di sistemazione.

Le aree di fondovalle e le zone montane del territorio comunale fino a circa 900 m di quota sono state rappresentate su una cartografia a curve di livello in scala 1 : 5.000 che costituisce un ingrandimento della Carta Tecnica Regionale in scala 1 : 10.000.

La carta di fattibilità geologico tecnica di piano è stata realizzata anche su una base planimetrica catastale e in scala 1 : 5.000, che costituisce la base planimetrica adottata dal PRG.

Le curve di livello e le quote tratte dalla cartografia CTR sono state riportate nella carta catastale tramite un lungo e difficile lavoro di grafica al computer. In questo modo, la planimetria catastale è diventata idonea anche alla rappresentazione delle tematiche geologiche.

Per quanto concerne l'attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto idrogeologico del bacino del fiume Po (PAI) in campo urbanistico, lo studio geologico si è proposto i seguenti obiettivi:

- 1) Proporre un aggiornamento del quadro del dissesto del PAI per la parte riguardante il conoide del torrente Rhon.
- 2) Tracciare le fasce fluviali alla scala dello strumento urbanistico comunale.
- 3) Valutare, con metodo semplificato, le condizioni di rischio nei territori della fascia fluviale C, delimitati con segno grafico indicato come "limite di progetto tra la fascia B e la fascia C".

2. ASPETTI METEO CLIMATICI DEL TERRITORIO COMUNALE

Il territorio comunale di Tresivio presenta climi differenti in funzione della fascia altimetrica considerata.

Alle quote più basse (300÷1200 m s.l.m.) esiste un clima classificabile come “continentale umido a estati fresche”. In questa zona la copertura vegetale prevalente è il bosco misto (latifoglie decidue e conifere).

Tra i 1200÷2100 m di quota compare un clima “subartico” e la copertura vegetale prevalente diviene la foresta di conifere.

Sopra i 2.100 m di altitudine il clima diventa “polare”. In queste zone si sviluppa una vegetazione erbacea e arbustiva molto simile a quella della tundra.

I tre tipi di clima sopra descritti possiedono i seguenti caratteri generali:

- precipitazioni presenti in tutte le stagioni, con valori massimi nel periodo tardo primaverile e autunnale e minimi in quello invernale;
- copertura nevosa invernale persistente per un lungo periodo (4÷7 mesi);
- escursioni termiche annue molto forti, sempre superiori a 18 °C e temperature medie annue inferiori a 9 °C.

Nei paragrafi seguenti verranno analizzati più in dettaglio due elementi climatici fondamentali: le temperature e le precipitazioni.

I dati sulle precipitazioni e sulle temperature sono stati tratti dallo “Studio idrogeologico e strutturale per la qualificazione della produzione idroelettrica nell’arco alpino e appenninico lombardo”. Tale studio, redatto nel 1990, fu commissionato dall’assessorato all’energia e protezione civile della Regione Lombardia.

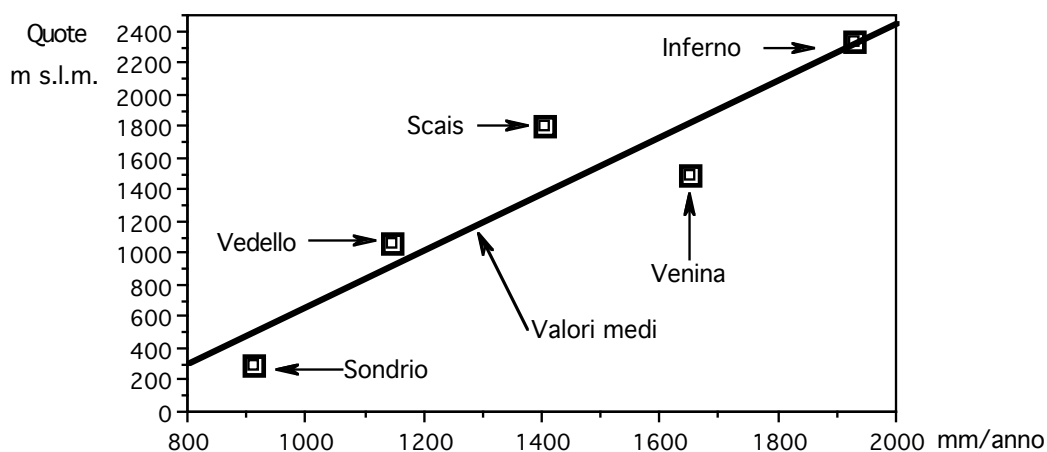
2.1. Dati pluviometrici e temperature versante orobico e parte di quello retico

Le registrazioni pluviometriche delle stazioni di Sondrio (m 298 s.l.m.), Vedello (m 1060 s.l.m.), Scais (m 1500 s.l.m.), lago Venina (m 1800 s.l.m.) e lago Inferno (m 2332 s.l.m.), effettuate per un arco di tempo che si estende dal 1940 al 1970, rivelano valori piuttosto alti delle precipitazioni medie annue: esse aumentano alzandosi di quota assumendo un valore massimo di 1928 mm/anno nella stazione di lago Inferno fino ad un valore minimo di 912 mm/anno a Sondrio.

I valori più elevati delle precipitazioni medie mensili si hanno nei mesi di giugno, agosto e novembre dove, generalmente, si superano i 120÷140 mm di pioggia. I periodi più secchi sono i mesi di gennaio e febbraio con precipitazioni intorno a 40÷50 mm.

Mesi	Precip. med. mensili a Sondrio 298 m s.l.m. (mm)	Precip. med. mensili a Vedello 1060 m s.l.m. (mm)	Precip. med. mensili a Scais 1500 m s.l.m. (mm)	Precip. med. mensili al lago Venina 1800 m s.l.m. (mm)	Precip. med. mensili al lago Inferno 2332 m s.l.m. (mm)
Gennaio	40.8	43.20	63.30	61.50	60.60
Febbraio	37.9	51.80	61.20	72.70	70.50
Marzo	48.4	65.90	85.60	78.70	81.90
Aprile	71.5	92.60	139.40	106.10	155.00
Maggio	85.3	113.90	187.40	141.20	192.90
Giugno	88.3	121.70	193.70	155.70	263.70
Luglio	92.7	118.10	153.10	139.00	211.30
Agosto	107.9	125.40	160.80	145.40	214.60
Settembre	89.4	120.30	180.30	148.40	206.40
Ottobre	90.4	112.40	173.60	148.60	238.90
Novembre	104.2	135.70	193.60	142.50	171.80
Dicembre	55.5	38.40	81.90	87.70	71.60
Valori annuali	912,3	1147,20	1649,70	1405,60	1928,20

Precipitazioni medie mensili registrate nelle stazioni di Sondrio, Vedello, Scais, lago Venina e Lago Inferno dal 1930 al 1970.

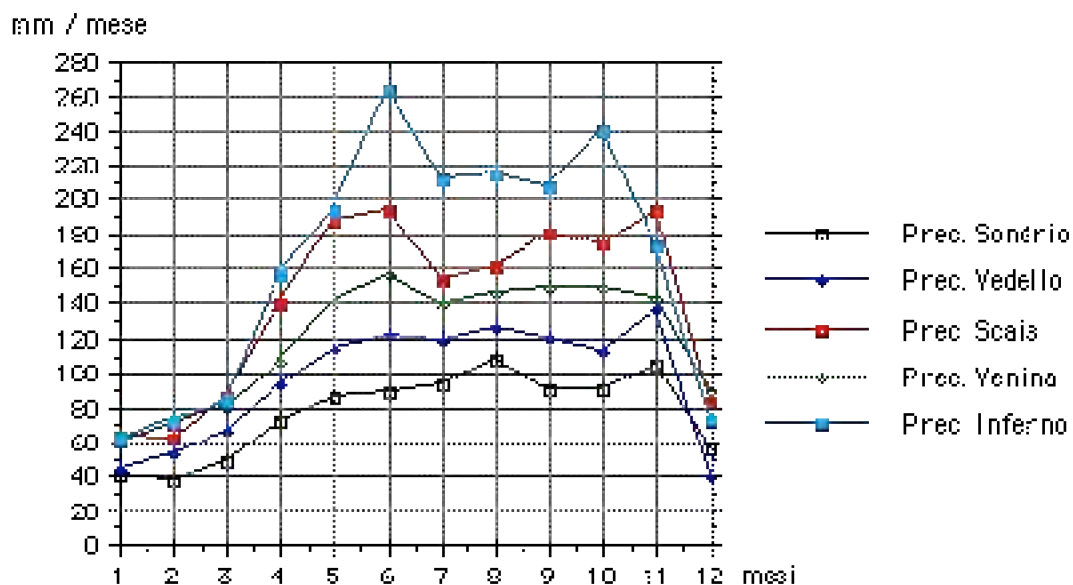


Le precipitazioni medie annue nelle stazioni pluviometriche considerate. Le precipitazioni crescono rapidamente con la quota.

Il diagramma soprastante mostra la variazione delle precipitazioni medie annue con la quota, ottenuta estrapolando i dati forniti dalle stazioni di Sondrio, Vedello, Venina, Scais e Lago Inferno. La retta riportata nel grafico ha la seguente equazione:

$$Q = 1,7782 P - 1106,8$$

dove Q è espresso in m s.l.m. e P in mm.



I valori più elevati delle precipitazioni si hanno nei mesi di giugno, agosto, ottobre e novembre. Dicembre, gennaio e febbraio sono i mesi più secchi.

Le Temperature

Mesi	Temperature medie stazione di Sondrio 298 m s.l.m. (°C)	Temperature medie stazione di Scais 1500 m s.l.m. (°C)	Temperature medie stazione del lago Inferno 2332 m s.l.m. (°C)	Gradiente termico verticale (°C/100 m)
Gennaio	0,5	-2,1	-6,9	0,290
Febbraio	2,7	-2,2	-5,9	0,415
Marzo	6,9	0,0	-4,1	0,557
Aprile	11,1	4,5	-1,2	0,577
Maggio	14,6	8,0	1,3	0,601
Giugno	18,5	11,9	7,8	0,538
Luglio	21,6	15,5	11,3	0,507
Agosto	20,7	15,1	10,1	0,494
Settembre	17,5	12,1	7,4	0,473
Ottobre	12,1	8,5	2,3	0,391
Novembre	5,7	3,6	-2,0	0,277
Dicembre	2	1,3	-4,4	0,186
Valori medi	11,2	6,4	1,3	0,442

Temperature medie mensili registrate nelle stazioni di Sondrio, Scais e Lago Inferno durante il decennio '79-'88.

Per determinare le temperature presenti a diverse quote del territorio comunale, sono stati elaborati i dati registrati nelle vicine stazioni di Sondrio, Vedello, Scais e lago Inferno durante il decennio 1979-'88.

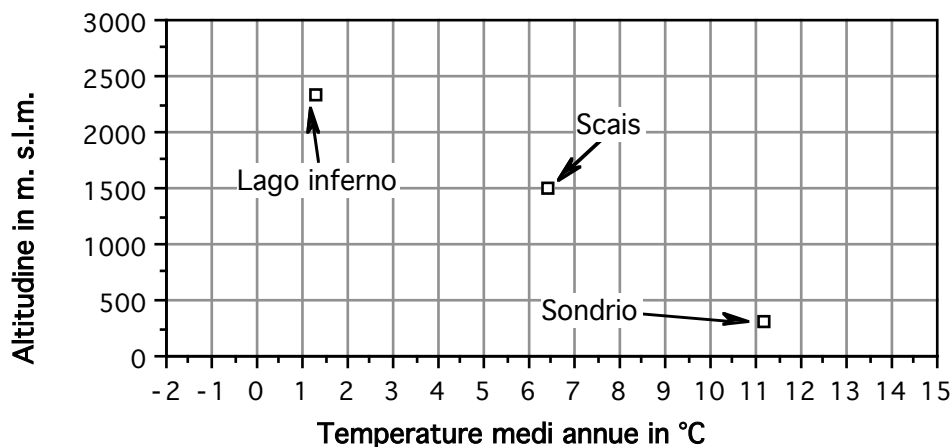
La temperatura media annua nella stazione di Sondrio è pari a 11,2 °C, a Scais è 6,4 °C mentre nel Lago Inferno si riduce a 1,3 °C. Il gradiente termico verticale medio tra le tre stazioni è risultato uguale a 0,442 °C/100 m.

Il diagramma sottostante mostra la variazione della temperatura media annua con la quota, ottenuta estrapolando i dati forniti dalle stazioni di Sondrio, Scais e Lago Inferno.

La retta mostrata nel grafico ha la seguente equazione:

$$Q = - 205,01 T + 2668,3$$

Dove Q è espresso in m s.l.m. e T in °C.



Recentemente (maggio 2000) il servizio geologico della regione Lombardia ha pubblicato sulla rivista "Professione Geologo" le carte delle precipitazioni medie, massime e minime annue del territorio alpino della Regione Lombardia (precipitazioni registrate nel periodo 1891÷1990). I dati relativi alle località considerate sono esposti nella tabella sottostante.

Si può constatare che le precipitazioni medie annue risultano leggermente più alte, rispetto ai dati precedentemente esposti.

	Quota	Precip. medie	Precip. minime	Precip. massime
Sondrio	298	970,2	450,0	2011,0
Vedello	1060	1235,0	509,0	2083,0
Scais	1500	1714,9	1060,0	3000,0
lago Venina	1800	1437,7	912,0	2325,0
lago Inferno	2332	1964,8	1301,4	3023,0

Anche le precipitazioni di forte intensità e di breve durata, che influenzano le portate dei corsi d'acqua, assumono valori elevati.

Infatti, dall'andamento a scala regionale delle isoiete relative alle massime precipitazioni giornaliere con un tempo di ritorno di 100 anni (sempre sulla base dei dati forniti dallo studio della Regione Lombardia) le precipitazioni oscillano da 140 mm/giorno per le aree di fondovalle fino a circa 200 mm/giorno per le zone più

elevate del bacino del torrente Venina.

Le massime precipitazioni orarie con tempo di ritorno di cento anni oscillano invece da 30 mm/ora a 45 mm/ora.

3. ORDINE DI GRANDEZZA DELLE PORTATE DI PIENA DEI CORSI D'ACQUA PRINCIPALI

3.1 Torrente Rhon

Il bacino idrografico del torrente Rhon occupa una valle che si estende, con direzione circa nord-sud, dal fondovalle valtellinese fino allo spartiacque con le valli di Togno e Fontana .

La cima più alta del bacino è la Vetta di Rhon di m 3168,6 s.l.m.. Lo studio morfometrico del bacino del, eseguito su cartografie 1:10.000 ha permesso di definire i principali parametri morfologici: i limiti topografici, la superficie planimetrica, la quota massima, la lunghezza del corso d'acqua e l'altezza media. Quest'ultima (H_m) è stata calcolata tramite la seguente formula:

$$H_m = \frac{\sum h_i A_i}{A}$$

Posizionando la sezione di chiusura a 570 m di quota il bacino idrografico è caratterizzato da una superficie di 9,274 km², un'altezza media di m 1776 s.l.m. e una lunghezza dell'asta principale del corso d'acqua intorno a 7,6 km.

Intervallo tra le isoipse	Superficie parziale		Superficie progressiva		Alt. media h_i	Prodotto $h_i A_i$
	km ²	%	km ²	%	km	km ³
3138,6 - 2600	0,543755	5,863	0,5438	5,863	2,720	1,47901
2600 - 2500	0,302918	3,266	0,8467	9,130	2,550	0,77244
2500 - 2400	0,372704	4,019	1,2194	13,148	2,450	0,91312
2400 - 2300	0,847057	9,134	2,0664	22,282	2,350	1,99058
2300 - 2200	0,631225	6,806	2,6977	29,088	2,250	1,42026
2200 - 2100	0,495666	5,345	3,1933	34,433	2,300	1,06568
2100 - 2000	0,352784	3,804	3,5461	38,237	2,050	0,72321
2000 - 1900	0,374817	4,042	3,9209	42,279	1,950	0,73089
1900 - 1800	0,435697	4,698	4,3566	46,977	1,850	0,80604
1800 - 1700	0,468471	5,051	4,8251	52,028	1,750	0,81982
1700 - 1600	0,548178	5,911	5,3733	57,939	1,650	0,90449
1600 - 1500	0,648756	6,995	6,0220	64,935	1,550	1,00557
1500 - 1400	0,637443	6,873	6,6595	71,808	1,450	0,92429
1400 - 1300	0,569866	6,145	7,2293	77,953	1,350	0,76932
1300 - 1200	0,514305	5,546	7,7436	83,498	1,250	0,64288
1200 - 1100	0,442515	4,772	8,1862	88,270	1,150	0,50889
1100 - 1000	0,374983	4,043	8,5611	92,313	1,050	0,39373
1000 - 900	0,295232	3,183	8,8564	95,497	0,950	0,28047
900 - 800	0,215156	2,320	9,0715	97,817	0,850	0,18288
800 - 700	0,101863	1,098	9,1734	98,915	0,750	0,07640
700 - 600	0,084516	0,911	9,2579	99,826	0,650	0,05494
600 - 570	0,016063	0,173	9,2740	100,000	0,590	0,00948
					$\Sigma h_i A_i =$	16,47441

Bacino torrente Rhon: dati di calcolo dell'altezza media e della curva isopografica. Quota di chiusura a 570 m s.l.m.

Tempi di corrivazione

Il tempo di corrivazione del bacino, calcolato con la formula proposta da Giandotti

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1,5L}{0,8 \sqrt{H_m - H_c}} \quad (2)$$

dove

- S è la superficie del bacino in km²,
- L è la lunghezza dell'asta principale del torrente in km,
- H_m - H_c è l'altezza media del bacino rispetto alla sezione considerata in m,
- t_c è il tempo di corrivazione espresso in ore,

è risultato pari a 0,85 ore.

Precipitazioni critiche

I valori delle precipitazioni critiche (h_c), cioè le precipitazioni di massima intensità e di durata uguale al tempo di corrivazione del bacino (t_c), che sono necessari per calcolare le portate di piena del corso d'acqua, sono stati calcolati tramite la nota formula:

$$h_c = a \cdot t_c^n \quad (3)$$

che permette di determinare l'altezza massima delle precipitazioni registrate da un pluviografo in funzione della loro durata.

I parametri a ed n che dipendono dalle caratteristiche pluviometriche del bacino, vengono determinati tramite una elaborazione statistica dei dati pluviometrici nota come "metodo di Gumbel".

Il parametro a dipende anche dal tempo di ritorno (t_r) delle precipitazioni secondo la relazione

$$a(t_r) = c \cdot \left\{ 1 - k \cdot \left[\ln \left(\ln \left(\frac{t_r}{t_r - 1} \right) \right) \right] \right\} \quad (4)$$

I valori dei parametri c, n e k, presenti nelle formule 3 e 4, dipendono dalla posizione planimetrica e dalla quota della zona di interesse. La Valtellina è stata suddivisa in 5 zone pluviometriche omogenee; ciascuna zona è caratterizzata da valori di k costanti e valori di c ed n che dipendono dalla quota z del punto di interesse.

Il bacino del torrente Rhon (ma anche quelli dei torrenti Vedellini, e Rogna) si colloca quasi totalmente nella zona pluviometrica 1 nella quale valgono le seguenti relazioni per determinare i valori dei parametri k, n e c.

Zona pluviometrica 1

$$K = \text{cost.} = 0,24 \quad (5)$$

$$n = e \left[-1,524 + 0,1187 \cdot \ln(z) \right] \quad (6)$$

$$c = \frac{1}{(0,084 - 3,756 \cdot 10^{-5} \cdot z)} \quad (7)$$

Sostituendo nella 6 e nella 7 la quota della sezione di chiusura del bacino si ottengono i seguenti valori dei parametri, n e c:

Sezione di chiusura	Parametro n	Parametro c
310 m	0,43	13,8

Sostituendo ancora nella (3) e nella (4) i valori di c, n e k sopra indicati, sono state ricavate le altezze di pioggia critica (h_c), per differenti tempi di ritorno (30, 50 e 100 anni).

t_r (anni)	a (mm/ora)	n	h_c (mm)
30	25,0	0,43	23,3
50	26,8	0,43	24,9
100	29,1	0,43	27,1

Portate di piena del torrente Rhon

Si è utilizzato a tale scopo il cosiddetto "Metodo Razionale" secondo il quale la portata di piena di un corso d'acqua è valutata con la formula generale:

$$Q = \frac{C \times h_c \times S}{t_c}$$

dove:

- C è il coefficiente di deflusso il cui valore medio, tenendo conto della morfologia del bacino (modesta presenza di boschi, suoli poco spessi con fondo roccioso), s'ipotizza, cautelativamente, pari a 0,70.
- h_c è l'altezza di precipitazione critica in m;
- A è la superficie del bacino in m^2 ;
- t_c è il tempo di corrivazione in secondi.

Le portate di piena del Torrente Rhon calcolate con la formula sopra scritta e per tempi di ritorno di 30, 50 e 100 anni sono riportati nella tabella sottostante.

t_r (anni)	h_c (mm)	C	Q (mc/s)
30	21,9	0,70	49,56
50	23,4	0,70	52,96
100	25,4	0,70	57,54

In definitiva quindi la massima portata di piena cautelativa del torrente Rhon, con tempi di ritorno di 100 anni, è pari a 58 mc/s.

3.2 Torrente Rogna

Il bacino idrografico occupa una valle quasi simmetrica a quella del torrente Rhon, ma molto più estesa alle quote più elevate.

La cima più alta del bacino è la Cima Brutana di m 3061 s.l.m.. Lo studio morfometrico del bacino, eseguito su cartografie 1:10.000 ha permesso di definire i principali parametri morfologici: i limiti topografici, la superficie planimetrica, la quota massima, la lunghezza del corso d'acqua e l'altezza media.

Posizionando la sezione di chiusura a 500 m di quota il bacino idrografico è caratterizzato da una superficie di 9,919 km², un'altezza media di m 1960 s.l.m. e una lunghezza dell'asta principale del corso d'acqua di 8,2 km.

Intervallo tra le isoipse	Superficie parziale		Superficie progressiva		Alt. media km	Prodotto h _i A _i km ³
	km ²	%	km ²	%		
3061-2800	0,2698	2,720	0,2698	2,720	2,900	0,73381
2700	0,2933	2,956	0,5630	5,676	2,750	0,80645
2600	0,4219	4,254	0,9850	9,930	2,650	1,11815
2500	0,4951	4,991	1,4801	14,921	2,650	1,31198
2400	0,5805	5,852	2,0605	20,773	2,450	1,42215
2300	1,2034	12,132	3,2639	32,905	2,350	2,82792
2200	1,0708	10,796	4,3348	43,701	2,250	2,40941
2100	0,7638	7,700	5,0986	51,401	2,300	1,64222
2000	0,4246	4,280	5,5231	55,681	2,050	0,87035
1900	0,3428	3,456	5,8660	59,138	1,950	0,66856
1800	0,4214	4,248	6,2874	63,386	1,850	0,77956
1700	0,4480	4,516	6,7353	67,902	1,750	0,78393
1600	0,4655	4,693	7,2008	72,595	1,650	0,76809
1500	0,4292	4,327	7,6301	76,922	1,550	0,66533
1400	0,4104	4,138	8,0405	81,060	1,450	0,59509
1300	0,3866	3,897	8,4271	84,957	1,350	0,52190
1200	0,3022	3,047	8,7293	88,004	1,250	0,37774
1100	0,2941	2,965	9,0234	90,969	1,150	0,33826
1000	0,2701	2,723	9,2935	93,692	1,050	0,28361
900	0,2352	2,371	9,5287	96,063	0,950	0,22342
800	0,1544	1,556	9,6831	97,619	0,850	0,13120
700	0,1078	1,087	9,7908	98,706	0,750	0,08084
600	0,0618	0,623	9,8527	99,329	0,650	0,04019
500	0,0665	0,671	9,9192	100,000	0,590	0,03925
					Σ h _i A _i =	19,43940

Bacino torrente Rogna: dati di calcolo dell'altezza media e della curva isopografica. Quota di chiusura a 500 m s.l.m.

Il tempo di corrivazione del bacino, calcolato con la formula proposta da Giandotti è risultato pari a 0,81 ore.

Le portate di piena del torrente **Rogna**, alla sezione di chiusura posta a 500 m s.l.m., calcolate con il metodo razionale e con tempi di ritorno di 30, 50, e 100 anni, sono riportati nella tabella sottostante.

t_r (anni)	C	a (mm/ora)	n	h_{c1} (mm)	Q_M (mc/s)
30	0,70	25,0	0,43	22,9	54,29
50	0,70	26,8	0,43	24,5	58,01
100	0,70	29,1	0,43	26,6	63,04

Precipitazione oraria, altezze di pioggia critica e portate di piena del torrente Rogna per differenti tempi di ritorno, alla quota 500 m s.l.m.

3.3 Torrente Vedellini

Il bacino idrografico occupa una valle esclusivamente fluviale che si estende, con direzione circa nord-sud, dal fondovalle valtellinese fino all'isoipsa di quota 1535 m s.l.m..

Lo studio morfometrico del bacino del, eseguito su cartografie 1:10.000 ha permesso di definire i principali parametri morfologici: i limiti topografici, la superficie planimetrica, la quota massima, la lunghezza del corso d'acqua e l'altezza media.

Posizionando la sezione di chiusura a 350 m di quota il bacino idrografico è caratterizzato da una superficie di 0,650 km², un'altezza media di m 963 s.l.m. e una lunghezza dell'asta principale del corso d'acqua pari a 2,7 km.

Intervallo tra le isoipse	Superficie parziale		Superficie progressiva		Alt. media km	Prodotto $h_i A_i$ km ³
	km ²	%	km ²	%		
1500	0,0132	2,035	0,0132	2,035	1,515	0,02003
1400	0,0486	7,481	0,0618	9,516	1,450	0,07048
1300	0,0572	8,812	0,1191	18,328	1,350	0,07729
1200	0,0551	8,477	0,1741	26,805	1,350	0,06884
1100	0,0732	11,263	0,2473	38,068	1,150	0,08415
1000	0,0855	13,162	0,3328	51,229	1,050	0,08979
900	0,0580	8,932	0,3909	60,161	0,950	0,05513
800	0,0393	6,057	0,4302	66,218	1,000	0,03345
700	0,0372	5,727	0,4674	71,944	0,750	0,02790
600	0,0325	4,997	0,4999	76,941	0,650	0,02110
500	0,1023	15,749	0,6022	92,690	0,550	0,05628
400	0,0441	6,793	0,6463	99,483	0,450	0,01986
350	0,0034	0,517	0,6497	100,000	0,375	0,00126
					$\Sigma h_i A_i =$	0,62555

Bacino torrente Vedellini: dati di calcolo dell'altezza media e della curva isopografica. Quota di chiusura a 350 m s.l.m.

Il tempo di corrivazione del bacino, calcolato con la formula proposta da Giandotti è risultato pari a 0,37 ore.

Le portate di piena del torrente **Vedellini**, alla sezione di chiusura posta a 350 m s.l.m., calcolate con il metodo razionale, ipotizzando un coefficiente di deflusso pari a 0,40 (suolo in gran parte coperto da boschi) e con tempi di ritorno di 30, 50, e 100 anni, sono riportati nella tabella sottostante.

t_r (anni)	C	a (mm/ora)	n	h_{c1} (mm)	Q_M (mc/s)
30	0,40	25,0	0,43	16,4	3,29
50	0,40	26,8	0,43	17,5	3,51
100	0,40	29,1	0,43	19,0	3,82

Precipitazione oraria, altezze di pioggia critica e portate di piena del torrente Vedellini per differenti tempi di ritorno, alla quota 350 m s.l.m.

3.4 Fiume Adda

Secondo lo studio idraulico pubblicato dall'Autorità di Bacino del Fiume Po nell'ottobre 1999, le portate di piena dell'Adda, nella tratto che attraversa il territorio comunale di Piateda e Poggiridenti, variano da 800 a 900 mc/s (v. tabella sottostante).

Località	Portata centenaria (mc/s)	Portate bicent. (mc/s)
Boffetto	810,4	893,7
Stazione di Tresivio	813,6	897,1
Busteggia	820,1	903,6

4. PRINCIPALI SITUAZIONI DI DISSESTO NEL TERRITORIO COMUNALE E NELLE AREE CIRCOSTANTI

Integrando il rilievo di campagna con i dati esistenti, reperibili da studi, giornali dell'epoca, progetti e relazioni di sopralluogo, si è potuto ricostruire l'elenco dettagliato dei principali dissesti idrogeologici che interessano o hanno interessato il territorio comunale e le zone circostanti.

I dissesti sono descritti in ordine cronologico. La loro ubicazione planimetrica è in parte riportata sull'elaborato A .

- N° 1 agosto 1335 Dalla Cronica di Beltramolo De Selva (1233-1335) riportata sul bollettino n° 13 della Società Storica Valtellinese (1959): “...Per cagione delle quali cose l'istesso anno et mese, un giorno di giovedì all'ora di Vespro fu in Valtellina una gran pioggia et tempesta, d'onde ne seguirono molte et infinite ruine, in modo che ruinò montagne della Plebe di Tresivio in molti luoghi; nella qual ruina perirono molte nelle loro proprie case et nelle case altrui, tra i quali morì il Signor Octo Interiortolo con un suo figliolo naturale et la sua consorte, et molti suoi abiateci furono 7 che perirono nella sua casa in detta ruina, oltre quelli che scamparono, ancorché si fossero trovati in detta ruina.”
- N° 2 1600÷1700 Nel diciassettesimo secolo le acque della valle del Rhon provocarono la distruzione dell'antichissima chiesa di San Benedetto, situata sotto la chiesetta di S. Stefano.
- N° 3 agosto 1757 Si segnala una piena dell'Adda che travolse i ponti di tutta la Valtellina.
- N° 4 06÷10/1787 Quattro grandi piene dell'Adda e del Mallero (l'ultima è datata 11 ottobre) nonché numerosi scoscendimenti in tutta la Valtellina.
- N° 5 6-7/09/1862 Dalla Valtellina del 13/09/1862: “Le straordinarie piogge ingrossarono a dismisura i fiumi e i torrenti anche in Valtellina. Oltre la Mera di Chiavenna, il torrente Mallero, il Livrio, il Poschiavino e per conseguenza l'Adda gonfiandosi a dismisura arrecarono gravissimi danni ai terreni ai fabbricati e alle strade compresa la Nazionale perché dovette soffrirne anche la regolarità delle corse postali. In Valmalenco il Mallero trasse con sé il ponte di Chiesa appena allora ultimato e pagato.

Aveva costato 12.000 L. La mattina del 7 corrente fu rinvenuto sulla ghiaia raccolta nel mezzo del letto del torrente Mallero e precisamente dove dicesi alla boscaglia della Sassella, un cadavere che fu riconosciuto per certo Giovanni Masoli d'anni 19 della frazione di Arquino. Quest'ultimo cadde il giorno 6 verso mezzogiorno mentre stava raccogliendo sulla riva del fiume della legna che il Mallero trasportava nella veemenza della piena. Il giorno 7 corrente certo Pietro Pasini del vivente Francesco, d'anni 20, contadino di Ponte, mentre stava intento a demolire un ponticello che attraversava il torrente Val Fontana nella località detta Valfinale, per essergli mancata di sotto i piedi la spalla sinistra di quel ponte sotto a cui osava per la corrosione di sotto esercitata, cadde nelle acque del torrente dove venne poi estratto cadavere circa 3 ore dopo l'accaduto ed una distanza di circa un km dalla suddetta località.

Nella frazione Campo di Novate il giorno 8, un certo Luigi Montini di anni 40 recatosi per una curiosità a vedere gli avanzi di un ponte di legno trasportato dalle acque del torrente Piateda, appoggiatosi sull'orlo di una trave, avanzo del ponte, questo all'improvviso cadde e secolui, il povero Montini che perse la vita. Venne ritrovato cadavere nel lago di riva.

N° 6 23/07/1868

Il giornale Lo Stelvio del 28/07/1868 segnala che, in seguito al temporale scoppiato la sera del 23 luglio, i torrenti di **Tresivio**, Ponte e Boalzo, uscirono dai loro letti e recarono danni più o meno notevoli. L'esondazione più importante è comunque quella del torrente Davaglione nel comune di **Poggiridenti**, che si è spinto fino alla Ca' Bianca inondando i terreni agricoli.

N° 7 20/06/1871

Dal Corriere Valtellinese del 23/06/1873 "Corre già il secondo anno da quando il torrente **Rhon**, che attraversa il strada nazionale lungi circa 5 km sulla direzione Tirano, irrompeva recando rilevanti danni agli ubertosi vigneti circostanti con seria minaccia alla vita degli abitanti di **Strepona**, a tali, che la notte dell'avvenimento si poté, con grave stento e molto lavoro di parecchie ore, salvare 2 donne coi loro bimbi letteralmente sepolti dalla rovina. Ed il maggior danno lo si dovette appunto rilevare dalla scarsa luce del ponticello sulla strada Nazionale, in confronto delle materie condotte dalle acque, le quali otturato subito il vano, formano

una diga naturale facendo deviare le seguenti.” Si invoca la ricostruzione del ponte con una luce maggiore.

N° 8 25/04/1873

Il Corriere Valtellinese del 28/04/1873 segnala che un forte temporale ha arrecato i soliti danni con inondazioni. Il torrente **Rhon** ha asportato con sé il ponte e parte della Via Nazionale per un buon tratto.

N° 9 10/08/1880

Dal giornale La Valtellina del 10/08/1880: ”Il violento temporale scatenatosi sulla nostra città verso le prime ore del mattino del 10 andante, dominò più specificatamente nella direzione nord-est e sulle cime di monti, denudate di ogni vegetazione arborea, brulle o franose che sovrastano a Montagna, Pendolasco e **Tresivio**, il rovescio d’acqua e grandine deve essere stato smisurato, turbinoso. In conseguenza il torrente **Rhon**, che colle ripetute sue disalveazioni costruì il ridente e ubertoso ventaglio della Fiorenza, anche stanotte fece rotta sulla destra a monte della strada fra Ponte e **Tresivio**, danneggiando questa e ricoprendo vasta estensione di campagna di materie franate dai vertici di quella valle. Il vecchio alveo è attualmente all’asciutto per le materie accumulate in gran copia appena inferiormente al punto dove il torrente disalveò, onde le acque trovano sfogo sulla cunetta della strada Nazionale.” Si ritiene urgente provvedere al rimboschimento delle aree franose del bacino.

N° 10 19/05/1881

Dall’Eco della Provincia di Sondrio del 19/05/1881 ”...E’ allo studio una proposta per la sistemazione dell’alveo del torrente **Rhon**, che l’anno scorso straripò con tanti danni e tanta minaccia, non ancora scongiurata. Eccellente pensiero soprattutto se si penserà anche alla difesa e all’imboschimento delle vaste frane che nel più alto bacino della valle sono continuo alimento alla lamentate ruine.”

N° 11 26÷29/09/1885

Dal giornale La Valtellina del 3/10/1885: ”Le piogge torrenziali incominciate nella notte del 26 settembre scorso, furono generali tanto nella valle dell’Adda che in quella del Mera. Arrecarono dovunque da Bormio a Chiavenna incalcolabili danni sia alle opere pubbliche che alle private.... Dopo l’Adda e il Mera i torrenti che più emersero in questa luttuosa circostanza furono il Tartano e il Liro..... Nella Valle di Tartano ci furono 5 vittime.....Da Mazzo in giù dove l’Adda non è contenuta da arginature robuste, si allargò tanto da invadere le

circostanti campagne danneggiandole considerevolmente . Così parve il piano di Bianzone, di Valgella di San Giacomo , quello di Chiuro, di Tresivio, di Piateda, di Pendolasco e di Montagna dove più dove meno, furono allagati fino alla strada nazionale e naturalmente i raccolti subirono non pochi danni. Il paese di Boffetto, frazione di Piateda, nella notte dal 27 al 28 settembre, fu seriamente minacciato di essere completamente sommerso ove il concorso di quella popolazione non avesse riparato in tempo le brecce aperte dalla violenza del fiume nella scogliera di difesa dell'abitato. Presso Sondrio anche l'argine sulla destra sponda che difende la campagna dell'Agneda e che fa capo al ponte di Faedo, fu rotto e senza alcun alzamento operato al secondo argine tutte quella campagna sarebbe stata allagata e rovinata. Il Mallerio, se pur rigonfio d'acque, non ha raccolto nella valle quei danni che la sua straordinaria voracità suole apportare. Si lamenta però la rovina di un buon tratto di strada ai Vassalini. Sotto Sondrio, a Caiolo, una frana soprastante alla contrada degli Uberti seppellì nella sua casa di abitazione un vecchio e un fanciullo." Gravissimi danni ci furono a Fusine e a Colorina per opera del torrente Madrasco (danni superiori a 150.000 L).

N° 12 19/08/1887

Il giornale La Valtellina del 20/08/1887 segnala allagamenti dell'Adda di modesta entità. A Tresivio la strada provinciale fu completamente allagata e resa impraticabile (si era trasformata in un torrente) e il torrente Rhon debordò dall'alveo alla Fiorenza. Minacciate le colture e le case.

N° 13 27/03/1888

Dal giornale La Valtellina del 29/03/1888: "La lugubre discesa che ci ha funestati più tardi che altrove, ma sembra non voglia risparmiarci più che altrove. In Ambria la valanga che aveva già distrutto il bosco protettore e rovinato parecchie case si è ripetuta due giorni sono ed ha anche recato la morte di un povero montanaro. Quel pittoresco villaggio dovrà essere abbandonato. Abbiamo notizie di frane alle Prese e a Carona ma senza notevoli danni. Questa mattina prima delle ore sette un'immensa frana (valanga?) precipitò sulla Casa comunale di Spriana abbattendola e distruggendo due o tre altri casolari vicini. Alcune vacche sono rimaste sepolte nelle macerie. Anche lì la povera gente si affanna a sgomberare le contrade che sono tutt'ora sotto minaccia di nuove discese. Di fronte a Spriana, dove dicesi Al Prato, un'altra frana (valanga?) rovinò

stalle e casolari addossandosi all'osteria di quella località seriamente danneggiata. Più tardi un giovanotto, un certo Scherini di Ponchiera, transitando per la via che conduce a Torre, poco lungi dal ponte nuovo sotto Spriana, fu colto da un macigno rotolante dalla montagna e lanciato nel Mallero sottostante dove scomparve tra le onde. Questo cadavere non si è ancora potuto trovare. “

N° 14 02/06/1901

Dal giornale la Valtellina del 15/06/1901: “Nel comune di **Tresivio**, domenica 2 giugno verso le 7 di sera, un vero nubifragio si scatenò in questo paese sicché dopo un'ora le contrade basse erano interamente allagate. La furia dell'acquazzone, la grandine che l'accompagnava avendo solcato i vigneti soprastanti convogliò nella valle della Nobeleta un vero torrente di terra e pietre che aumentando sempre nella discesa impedì il passaggio della strada per Ponte, ingombrò e rovinò la strada principale della Fiorenza che mette alla Nazionale, solcandone la massicciata facendosene un vero letto per tutta la sua lunghezza, dispensando negli attigui vigneti e prati di tratto in tratto le materie convogliate. Non si era ancora riavuti dalla dolorosa sorpresa che l'altro ieri un altro temporale di più breve durata, ma di più funesto effetto produsse nella terra già smossa dei franamenti da mettere allo scoperto le viti in moltissimi vigneti e rovinare ancora maggiormente la strada della Fiorenza.”

N° 16 26/07/1910

Dal giornale la Valtellina del 26/07/1910: “La straordinaria bufera che dalle ore 17 di sabato ha imperversato, salvo breve sosta, per tutta la notte successiva ha portato notevoli danni alle case e alle campagne.... e neppure dobbiamo lamentare eccezionali danni alle strade e agli abitati per irruzioni di torrenti per quanto molto ingrossati e minacciosi; fra questi però il temuto **Rhon** ha rovinato parte della strada fra Ponte e **Tresivio** invadendo le selve che ne fiancheggiano l'alveo portando dei gravi danni.”

N° 17 21/08/1911

Dal giornale La Valtellina del 29/08/1911: “Fino al **Rhon**, **Tresivio** non ha sofferto danni notevoli se si eccettuano le conseguenze della grandinata. Ma il **Rhon** ha devastato una vasta regione del Comune.

La rovina apparente – della parte alta della valle non si hanno avuto notizie – comincia dal ponte della strada che conduce a

Ponte. Il torrente ha abbandonato il vecchio alveo e si è riversato a destra e a sinistra minacciando di qui di precipitare su Boffetto e allargandosi sulla destra per così largo tratto da coprire tutta la Fiorenza. A circa 150 m dal Ponte la corrente trasportò tanto materiale da formare un'altissima barriera lunga una trentina di metri. Da questa altissima barriera si domina il teatro delle gesta delle acque: a sinistra il **Rhon** si è incassato, minacciando il territorio di Ponte difeso con tronchi di alberi e più sotto ha allagato tutta la campagna. Gli alberi furono abbattuti come fucelli e sfogliati dai rami e persino dalle scorze. Parecchi tronchi giacciono ancora sul greto nudi e bianchi. Qualche raro albero ha resistito e sorge ancora tra le pietre. In basso percorrendo la strada provinciale danneggiata, si scorge la rovina compiuta dal terribile torrente nelle vigne. Dal giornale La Valtellina del 10/10/1911: “A **Tresivio** il torrente **Rhon** danneggiò assai i boschi depositando dei grossi massi per una estensione di parecchi chilometri. Anche la strada che conduce alla ferroviaria è terribilmente danneggiata con dei profondi solchi che non potranno essere tanto presto colmati.”

Sul Bollettino della Società Storica Valtellinese del 1912 il Taramelli scrive che: “Non è facile giudicare il quantitativo d'acqua caduto in quei giorni nell'area più devastata. L'osservatorio del R. Liceo di Sondrio poté costatare per il giorno 21, 30,6 mm e per il giorno 22, 140,0 mm di pioggia; l'osservatorio di Teglio 96 e 10, di Bormio 27 e 54, di Chiavenna 110,3 e 59,9.”

Dal Corriere della Valtellina del 23 aprile 1988: “....Era estate anche nel 1911 quando il torrente Rogna uscì dall'alveo, precisamente ad agosto... Anche allora una compagnia di soldati si accampò nei pressi del torrente ad aiutare i contadini a spostare il materiale depositato. Dopo detta alluvione si costruirono gli argini del torrente Rogna, su interessamento del ministro Credaro.”

N° 19 08/07/1923

Dal Corriere della Valtellina del 12/07/1923: “Domenica verso sera una bufera terribile di acqua e di grandine si abbatteva sulla zona **Tresivio**, Pendolasco e Montagna producendo danni enormi distruggendo completamente il raccolto. Pendolasco è il più colpito. Il ciclone si è accanito sui

suoi fiorenti vigneti (dell'Inferno) distruggendoli. La Pioggia a torrenti ha provocato frane di mole superiore a quella dell'alluvione del 1911. Case pericolanti, locali invasi dalle acque e dalle frane, strade ingombre, muri cadenti, solchi grandi e piccoli nel terreno si vedono ovunque, la viabilità è interrotta, i danni superano il milione. La popolazione esterrefatta guarda i suoi vigneti, i suoi campi, il raccolto distrutto, spera nell'aiuto del governo che è sempre costante, instancabile e laborioso già si accinge a cominciare di nuovo. Anche Tresivio, Piateda e Montagna sono duramente colpiti. Le strade sono in vari punti interrotte. Frane sono cadute in molti luoghi dove la grandine è caduta. Il raccolto è distrutto. L'illustrissimo signor prefetto ha immediatamente inviato sul luogo un rappresentante della Regia Prefettura e un ingegnere del Genio Civile per costatare la gravità dei danni. Le amministrazioni comunali e la popolazione sono soddisfatte del sollecito e premuroso interessamento dell'illustrissimo signor Prefetto e sono convinte che le Autorità e il Governo presteranno anche qui il loro contributo solidale, patriottico, urgente.

N° 20 25/09/1927

Dal giornale Il Popolo Valtellinese del 01/10/1927: "La Valtellina è stata ancora una volta duramente provata dalla furia devastatrice dei suoi torrenti. Quasi ovunque le acque calando simultaneamente a valle hanno gonfiato paurosamente l'Adda seminando lungo il loro passaggio impetuoso la rovina. La cronaca delle giornate di domenica e lunedì deve purtroppo registrare parecchie vittime umane. Secondo un computo approssimativo, il danno totale sarebbe di oltre 100 milioni. Nulla di grave è accaduto nell'alta valle fino a Tresenda, fatta eccezione di qualche straripamento e di alcuni franamenti senza conseguenze degne di rilievo." Per quanto riguarda il tratto compreso tra Tresenda e Sondrio si segnala che: "dopo mezzogiorno correva la voce che nei pressi del ponte di Faedo, un povero vecchio di Montagna sorpreso dal crollo di un argine dell'Adda, si trovava circondato dalla acque e versava in grave pericolo." Fu tratto in salvo con una barca.

A Sondrio l'Adda esondò alla Sassella, dove asportò una parte della linea ferroviaria e della Via Nazionale.

Danni gravissimi provocarono le piene dei torrenti Mallero,

Masino, Mera e Liro.

N° 21 08÷09/11/1927 Dal giornale Il Popolo Valtellinese del 19/11/1927: “I danni provocati dalla piena dell’Adda sono stati questa volta di gran lunga superiori a quelli dell’alluvione dello scorso settembre a causa della grande quantità d’acqua immessavi da tutti i suoi affluenti. Si può dire che il fondo della valle da Tresenda in giù, è stato completamente allagato a danno della viabilità che, specie nel tratto da Sondrio a San Pietro, è gravemente compromessa. Fra i danni più gravi, va notata l’asportazione del ponte in ferro di Caiolo e l’inondazione della bassa valle, tutt’ora allagata, dove le acque scorrono ancor oggi, come se si fossero scavato un nuovo letto. Il piano di Sondrio venne completamente inondato e l’acqua giunse fin quasi all’Ospedale di Sondrio, al macello pubblico e alla stazione ferroviaria. Alcuni tratti di esse sono inghiaiiati.”

Dal Corriere della Valtellina del 23 aprile 1988: “....Nel 1927, sempre in luglio (?), a causa della pioggia, l’Adda rifluì nel fosso, si allagarono le contrade di Pignotti e Conforti del comune di **Poggiridenti** (le stesse che furono colpite nel 1960 e 1987). Dove oggi ci sono molte case, allora c’erano stalle e fienili. L’acqua arrivava già al collo delle bestie quando si riuscì a salvarle.”

N° 22 17-18/09/1960 Dal giornale L’Ordine del 19 e 20/09/1960: “La Valle dell’Adda nel suo corso da Tirano a Delebio è trasformata dall’altra notte in una immensa desolata laguna. Un’alluvione di proporzioni tali da non rammentare precedenti che ha interessato tutta quanta la bassa e media Valtellina. Bisogna risalire al lontano 1927 per trovare un disastro del genere. A Tresenda e San Giacomo, nei punti che già in passate occasioni furono teatro di gravi disastri, l’Adda è uscita dal suo letto, ha invaso le campagne raggiungendo gli abitati e allagando cascinali e case. La zona del Piano di San Giacomo si è trasformata in una laguna melmosa. Durante la notte fra sabato e domenica la corrente ha pregiudicato la stabilità del ponte di Faedo che collega la statale 38 coll’abitato e con Piateda, situato poco più a monte del ristorante Trippi. Un pilone si è notevolmente abbassato e gravi lesioni hanno subito le arcate: il ponte è stato chiuso al traffico e con molta probabilità si prevede che dovrà essere fatto saltare. Danni ingenti hanno subito le installazioni

idroelettriche della centrale della Falck nella zona di Piateda, Venina e Boffetto: l'acqua entrata nei magazzini ha avariato notevolmente il macchinario. Il ponte di Albosaggia, già debole e di portata limitata, ha subito un ulteriore indebolimento e sarà necessario un accurato controllo prima di poterlo riaprire al transito. Nel piano di **Poggiridenti** sono stati allagati dieci case e centoquaranta ettari di terreno per un danno di una cinquantina di milioni. Nel piano di Montagna sono rimasti allagati 50 ettari per un danno di circa 50 milioni. Particolarmente allarmante la situazione nei pressi della Centrale elettrica Vizzola alla "Ca' Bianca": le acque limacciose hanno formato una sorta di laguna seppellendo colture, distruggendo ponticelli e cascinali. A Sondrio, poco prima dell'alba, un argine dell'Adda, nei pressi del ristorante Trippi, ha ceduto e una valanga d'acqua e detriti si è riversata nella campagna, ha raggiunto le case di abitazione poste al di sotto della linea ferroviaria sommergendole sin quasi al primo piano. La statale dello Stelvio è rimasta interrotta alla Ca' Bianca e durante la giornata di ieri si è registrato, per il progressivo crescere dell'acqua, interruzioni sino al bivio con la Via Toti. Completamente allagate le prime case del capoluogo in Via Stelvio, via Toti e via Mezzara.

Ingenti i danni anche alle opere idrauliche di difesa; la falla più larga è quella apertasi nei pressi del ristorante Trippi, attraverso la quale è defluita l'acqua che ha invaso tutto il piano di Sondrio."

N° 23 02/09/1965

Il giornale L'Ordine del 04/09/1965 segnala straripamenti dell'Adda nella bassa Valtellina (Fusine, Colorina - 23 ettari di terreno allagato -, Mantello, Cercino - 100 ettari di terreno allagato -, danni per 40 milioni). Particolarmente estesi gli allagamenti nella zona fra Cosio e Traona, ove durante la notte è rimasto isolato dalle acque un gruppetto di cascine. Dieci ettari di terreno sono finiti sotto una spessa coltre d'acqua nella zona di Valgella a San Giacomo di Teglio mentre la sede stradale è stata coperta da un velo d'acqua alto circa una ventina di centimetri per la lunghezza di un chilometro. I vigili del fuoco sondriesi sono stati richiesti anche a Busteggia (Piateda) ove il torrente Venina ha allagato alcuni scantinati ed un magazzino per il deposito di materiale da costruzione di proprietà di

un'impresa locale. Danni anche alla nuova strada provinciale Albosaggia - Forcola: la piena del torrente Torchione ha divelto le strutture metalliche per la costruzione di un nuovo ponte.

N° 24 22/05/1983

Dal corriere della Valtellina del 04/06/1983 (dopo le frane di Tresenda): "Tresivio con tutta la sua gente ha vissuto e sofferto da vicino con viva trepidazione e sgomento la disumana tragedia che ha colpito e messo a dura prova la nostra valle. Questo ridente borgo antico capoluogo del Terziere di Mezzo, è parte di quella sponda soliva ormai martoriata da quella montagna che da alleata di sempre della nostra gente al punto di privarsi e donare sempre nuovi lembi di sopravvivenza, dimenticando improvvisamente la leale e spontanea convivenza, ha tradito la nostra fiducia divenendo quell'implacabile nemica e inesorabile esecutrice delle catastrofi che ha procurato rovine e morte. A Tresivio il maltempo e le vicissitudini sofferte dalla valle intera oltre a procurare danni materiali un po' dappertutto e una giustificata ripercussione psicologica, ha fatto vivere agli abitanti della contrada Rodola lunghe ore di incubo, essendo la zona già stata oggetto di un precedente smottamento verificatesi due anni prima, fortunatamente senza conseguenze per le persone, ma con tanto fango nelle abitazioni. Questo stato di pericolo immediato è stato preventivamente scongiurato per iniziativa di volenterosi che, senza ulteriori indugi e con propri mezzi meccanici, hanno intrapreso un primo intervento di bonifica delle acque che scendevano un po' dappertutto dal versante sovrastante l'abitato, scongiurando il potenziale ripetersi dello smottamento in fase evolutiva. Ora, mentre nel paese è ritornata una ragionevole calma, e si collabora alla catena di solidarietà in atto (è lodevole e tangibile il contributo sia dei privati sia delle associazioni come Gruppo ANA, Proloco, ecc.) qualcuno si è già rimboccato le maniche dando inizio ai lavori di ripristino dei muretti dei vigneti ed altri tipi d'intervento sul territorio divelto dalle recenti calamità...".

A Castelvetro (zona Teglio) è stata misurata una piovosità nei primi 22 giorni di maggio pari a 384 mm, mentre a Sondrio le precipitazioni sono state pari a 268,8 mm.

N° 25 18÷19/07/1987

Le foto aeree allegate, mostrano le aree di fondovalle, nel periodo immediatamente successivo all'alluvione del luglio

1987. Le zone interessate da fenomeni d'esondazione sono chiaramente visibili.

Si può constatare che il torrente **Rhon** rimase entro le arginature esistenti; si ebbe unicamente un notevole sovralluvionamento dell'alveo e danni alle opere idrauliche, in particolare nel tratto compreso tra la strada provinciale panoramica e il cunettone esistente sulla strada della Madonna di Ponte.

Fenomeni di trasporto in massa, forse causati da sbarramenti temporanei dell'alveo, interessarono i torrenti Serio e Seriole che esondarono nella zona di conoide .

Il torrente Serio inoltre ruppe l'argine naturale a quota 900 m e una parte dell'acqua s'immise nella Val Sorda, che costituisce un suo paleoalveo. Questo fenomeno produsse gravi danni alle case, alle vie di comunicazione e alle aree coltivate delle Località Piano e Valbona.

Durante l'alluvione del 1987 si ebbe la fuoriuscita di acqua dal bacino idroelettrico in località Gaggio che fu causata da un intasamento di materiale detritico. Questo fenomeno produsse un corso d'acqua del tutto innaturale che erose i terreni attraversati e alluvionò, con materiale detritico anche grossolano, le aree di fondovalle.

A causa di una biforcazione della colata d'acqua e detriti a quota 530 m s.l.m., si ebbero due distinte aree colpite.

Il torrente **Venina** trasportò a valle notevoli quantità di materiale solido che ridussero drasticamente la sezione dell'alveo in corrispondenza del conoide di deiezione. Il corso d'acqua esondò da entrambe le sponde, a partire da quota 307 m s.l.m.. Le case costruite in vicinanza delle arginature subirono gravi danni. In base ai lavori di svasso effettuati dal Genio Civile subito dopo l'alluvione (Opere di Pronto Intervento) il torrente Venina ha depositato, nel tratto di alveo compreso tra il ponte per Faedo e l'apice del conoide , quasi 83.000 mc di sedimenti.

Il fiume **Adda** esondò da entrambe le sponde a valle della località Fabbrica. Furono allagate gran parte delle aree di fondovalle (v. elaborato A). Nelle zone più depresse l'altezza dell'acqua superava il metro.

La causa principale fu la scarsa luce libera del vecchio ponte situato a sud della stazione ferroviaria di **Tresivio**.

Questo ponte, costruito dalla S.A. Acciaierie Ferriere Lombarde Falck Milano, aveva una lunghezza complessiva di m 66,09 ed era costituito da otto travi semplicemente appoggiate sulle due spalle e su sette pile in calcestruzzo. La luce libera tra le pile erano le seguenti: m 6,75 - 8,08 - 8,08 - 11,00 - 10,10 - 8,02 - 8,05 - 6,00. Le sette pile del ponte, ostacolando gravemente il deflusso delle acque che trascinarono numerosi tronchi d'albero, provocarono un forte rigurgito e un importante innalzamento del livello idrometrico nel tratto di alveo situato più a monte.

Il ponte subì gravi lesioni e fu in seguito ricostruito con un'unica travata avente una luce libera di oltre 70 m.

AGOSTONI S., LAFFI R., SCIESA E. (1997): Centri abitati instabili della provincia di Sondrio; pubblicazione CNR - GNDCI n° 1580.

VOLPATTI P.: Perimetrazione e zonazione della pericolosità e del rischio da frana nei "siti a rischio" in adempimento alla legge 267/'98; dicembre 1999.

DEL FELICE E., MERIZZI C.: Ripristino corsi d'acqua interessati dalle calamità del luglio 1987 nel comune di Piateda; (1988).

N° 26 18/07/1987

In corrispondenza della testata della Valle delle Pietre, circa 200 m a nord del Sanatorio Umberto I°, q. 1200 m s.l.m., (coordinate: x = 1573880, y = 5115700), esiste un pendio in rocce cataclastiche e milonitiche sottoposto a frequenti fenomeni di crollo. Il materiale di frana contribuisce alla formazione delle colate detritiche che interessano l'alveo della valle delle Pietre. Durante l'alluvione del 1987 si verificò una colata di detrito di alcune migliaia di metri cubi che danneggiò la sottostante strada comunale della Val di **Rhon**.

Bibliografia: segnalazione da parte dell'Ufficio Tecnico del Comune di **Tresivio**; relazione di sopralluogo dei geologi S. Agostoni e M. Ceriani. del Servizio Geologico della Regione Lombardia (8 giugno 1989); scheda frane compilata dal geom. Luigi Moizi dell'Ufficio Tecnico del Comune di **Tresivio** (6 settembre 2000).

N° 27 18/07/1987

Circa 150 m a nord della Valle delle Pietre e a monte della strada per la valle di **Rhon**, q. 1200 m s.l.m., (coordinate: x =

1574050, y = 5115800), si verificò un crollo su un ripido pendio in rocce fratturate.

Bibliografia: Relazione di sopralluogo dei geologi S. Agostoni e M. Ceriani. del Servizio Geologico della Regione Lombardia (8 giugno 1989).

N°28 18/07/1987

Pendio in rocce cataclastiche e milonitiche sottoposto a frequenti fenomeni di crollo caratterizza la testata di una modesta incisione valliva situata a sud-est della località Sasso q. 1350 m s.l.m., (coordinate: x = 1573870, y = 5116050). Il materiale di frana, accumulato nell'alveo e in condizioni di equilibrio precario, può essere la causa di colate detritiche in grado di raggiungere il fondovalle della Val di Rhon. E' sottoposta a rischio la strada che conduce in Val di Rhon.

Bibliografia: Ufficio Tecnico Comunale, Servizio Geologico della Regione Lombardia.

N° 29 18/07/1987

Scivolamento di detrito che interessa la testata di una piccola incisione valliva tra le quote 1040 e 960 m s.l.m. Il materiale di frana può essere la causa di colate detritiche che interessano l'alveo della vallecchia sottostante. Il dissesto può interessare la strada comunale per la Val di Rhon (coordinate: x = 1574400, y = 5116160).

Bibliografia: Ufficio Tecnico Comunale, Servizio Geologico della Regione Lombardia.

N° 30 18/07/1987

Frana potenziale in roccia estremamente fratturata ubicata sul versante destro del torrente Rhon q. 1600 m s.l.m., (coordinate: x = 1574220, y = 5117600). Il volume roccioso i lento movimento è delimitato verso monta da una evidente frattura di tensione con andamento a semicerchio ubicata intorno ai 1600 m di quota .

Bibliografia: Scheda censimento delle frane n° 97 redatta dal Centro Coordinamento Monitoraggio della Regione Lombardia (1988).

N° 31 18/07/1987

Si tratta di un fenomeno di erosione regressiva in litotipi intensamente fratturati esistente da parecchie decine di anni che interessa un'area ampia quasi 1 kmq del versante sinistro orografico della Val di Rhon, tra le quote 1200 e 2300 m s.l.m. (coordinate x = 1574350; y = 5118650).

I litotipi affioranti (Graniti del Monte Rolla) sono interessati da faglie e fratture dirette est-ovest. Il dissesto costituisce la

fonte principale del trasporto solido del torrente **Rhon** e contribuisce alla formazione di colate detritiche che raggiungono i settori medio-apicali del conoide di deiezione.

A questo riguardo, è molto importante la grande frana attiva esistente intorno a quota 1900 m s.l.m. (dissesto n° 31 bis, coordinate x = 1574760; y = 5118120). L'accumulo di frana, pari ad almeno 50.000 mc, ostruisce l'alveo del torrente Rhon tra le quote 1320 e 1750. Ulteriori accumuli di frana s'individuano anche fino a quota 1220 m s.l.m.. In questo settore, tenuto conto della forte pendenza media dell'alveo (pari al 57%), è possibile l'innescò di colate detritiche di grandi dimensioni.

Bibliografia: Scheda censimento delle frane n° 130 redatta dal Centro Coordinamento Monitoraggio della Regione Lombardia (1989).

AGOSTONI S., LAFFI R., SCIESA E. (1997): Centri abitati instabili della provincia di Sondrio; pubblicazione CNR - GNDCI n° 1580.

N° 32 18/07/1987

Scivolamenti traslativi di detrito su versante boscato che interessano il versante destro della valle di **Rhon** tra le quote 1450 e 1750 m s.l.m. (coordinate: x = 1574200, y = 5117300). Alimenta il trasporto solido del torrente **Rhon** e contribuisce alla formazione di colate detritiche che raggiungono le zone medio-apicali del conoide di deiezione. La frana è segnalata dal 1985 e descritta nella scheda censimento delle frane n° 96 redatta dal Centro Coordinamento Monitoraggio della Regione Lombardia (1988).

N° 33 18/07/1987

Esondazione del torrente **Rhon** in corrispondenza dell'Alpe di Rogueda (m 2020 s.l.m.; coordinate: x = 1573400 y = 5118000) che ha provocato la completa distruzione della vecchia mulattiera gippabile per un tratto di circa 300 m, con grave minaccia anche per i pozzetti d'interruzione dell'acquedotto comunale e della condotta stessa Bibliografia: Censimento delle frane (principalmente da foto aeree) redatto dai geologi del Centro di Coordinamento Monitoraggio Valtellina (1990).

N° 34 09/08/1999

In seguito a precipitazioni molto intense, in corrispondenza della Valle delle Pietre (q. 850 m s.l.m.; coordinate: x =

1574300 y = 5115570) si verificò ancora una colata di detriti di alcune migliaia di metri cubi che danneggiò la strada comunale della Val di Rhon.

Interventi eseguiti: svasso dell'alvo e sgombero dei materiali detritici che hanno invaso la sede stradale.

Interventi consigliati: vasca di accumulo a monte della strada.

Bibliografia: Relazione di sopralluogo del geologo Massimo Ceriani del Servizio Geologico della Regione Lombardia (14 settembre 1999).

Scheda frane compilata dal geom. Luigi Moizi dell'Ufficio Tecnico del Comune di Tresivio (6 settembre 2000).

N° 35 febbraio 1990

Crollo di alcune decine di mc di materiale roccioso dalle pareti sottostanti la località Calvario (coordinate x = 1572730; y = 5113650). Il distacco è avvenuto da una parete rocciosa molto articolata posta a quota 540 m s.l.m. circa. La maggior parte dei massi si è fermata nella zona boschiva ai piedi della parete stessa, solo alcuni blocchi, con volumi compresi fra i 2-3 mc, sono scesi più a valle a causa della forte pendenza. Un masso ha danneggiato la tubatura dell'acquedotto ed un altro ha raggiunto i vigneti prossimi al fondovalle.

Bibliografia: Relazione di sopralluogo dei geologi M. Tavelli e R. Laffi del Servizio Geologico della Regione Lombardia (7 febbraio 1990). Scheda censimento delle frane n° 139 redatta dal Centro Coordinamento Monitoraggio della Regione Lombardia (1990). Scheda frane compilata dal geom. Luigi Moizi dell'Ufficio Tecnico del Comune di Tresivio (6 settembre 2000).
Interventi proposti: barriere paramassi

N° 36 febbraio 1997

Si è verificata una piccola frana di crollo al piede del rilievo roccioso di località Calvario (q. 450 m s.l.m.; coordinate x = 1572850, y = 5113460). A breve distanza dalla parete rocciosa esiste una abitazione di recente costruzione

Interventi proposti: piccolo vallo paramassi a monte di un nuovo fabbricato in progetto

Bibliografia: Relazione geologica del geologo Mario Curcio del 1997.

N° 37 04/10/1998

una frana di crollo al piede del rilievo roccioso di località Calvario, a sud del centro abitato (q. 450 m s.l.m.; coordinate x:

1572930, $y = 5113440$). In data 04/10/1998, nel corso di un evento piovoso, una massa rocciosa di circa 80 mc, scivolando lungo dei piani di discontinuità posti a franapoggio (70° circa), ha raggiunto dopo un breve percorso un piccolo ripiano terrazzato coltivato, distruggendo alcuni alberi da frutto. L'elemento più rilevante (35 mc circa) di forma tetraedrica, abbattendo un muretto a secco a contenimento del terrazzo, ha percorso circa una quindicina di metri prima di fermarsi sul terreno del ripiano sottostante. La frana ha avuto origine da una parete rocciosa subverticale interessata da un'intensa fatturazione, soprattutto nella porzione superficiale. Esiste un fabbricato di recente costruzione edificato in un'area avente una pericolosità non trascurabile rispetto ad un evento franoso che coinvolga volumi di roccia di qualche decina di metri cubi.

Bibliografia: Segnalazione da parte dell'Ufficio Tecnico del Comune di Tresivio. Relazione di sopralluogo del geologo G. Cantone del Servizio Geologico della Regione Lombardia (14 gennaio 1999). Scheda frane compilata dal geom. Luigi Moizi dell'Ufficio Tecnico del Comune di Tresivio (6 settembre 2000). Interventi proposti: si deve informare il proprietario del fondo sui potenziali rischi a cui può correre durante le pratiche agricole a ridosso delle pareti rocciose.

N° 38 17/04/2000

Caduta di alcuni massi in località S. Abbondio, in prossimità del centro abitato esistente (q. 700 m s.l.m.; coordinate $x = 1573420$, $y = 5114670$).

Si è trattato di massi di una certa consistenza, non asportabili da una sola persona, la cui rimozione è avvenuta solo dopo la loro demolizione. Il dissesto è avvenuto da una parete rocciosa situata più a monte, che già in passato ha creato episodi analoghi a quello descritto. La caduta di massi ha avuto origine dai primi affioramenti rocciosi presenti a nord del nucleo abitato di Sant'Abbondio, a circa 750 m s.l.m.

N° 39 14/11/2000

Dalla relazione di sopralluogo effettuato il 19/11/2000 dal geol. Alfredo Dell'Agosto (Ufficio Geologico Regione Lombardia): "In località Gaggine (q. coordinate $x = 1573.800$; $y = 514.400$) si è verificato uno smottamento evoluto in colata

insecatosi su versante a vigneto in concomitanza di un cambio di pendenza dovuto alla presenza di substrato lapideo a debole profondità o subaffiorate (il pendio a vigneto soprastante viene localmente denominato "La Ciata"). La superficie di separazione tra la roccia e la copertura, non direttamente osservabile, funge da orizzonte di scorrimento per le abbondanti acque d'infiltrazione che hanno innescato il dissesto. L'evento si è sviluppato con il cedimento di un muro a secco di sostegno (ca. 20 m), ubicato in coincidenza del cambio di pendenza. L'abbondante acqua nel terreno ha determinato l'evoluzione in colata che, dopo aver oltrepassato la sottostante strada, si è concentrata in un sottostante valgello con emergenze idriche perenni e già interessato in passato da dissesti, raggiungendo, infine, un'abitazione in località Rodole (Ca' Molaj) e l'adiacente carrozzabile di accesso. Pochi metri ad est dell'area di innesco del dissesto, è presente un'abitazione recentemente ricavata da un rustico preesistente. Pur osservando presenza di acqua a monte della stessa, parzialmente intercettate e incanalate, non si prevede un'estensione verso est del dissesto osservato. Si ritiene comunque indispensabile realizzare opportuni interventi di drenaggio a monte della stessa abitazione ed inoltre verificare a monte del dissesto eventuali impreviste dispersioni di acque in prossimità dell'abitato di Sant'Antonio. Altri interventi potranno essere valutati solo dopo una evidente riduzione delle acque presenti.

N° 40 14/11/2000

Dalla relazione di sopralluogo effettuato il 19/11/2000 dal geol. Alfredo Dell'Agosto (Ufficio Geologico Regione Lombardia): "In località Piedo, sui ripidi terrazzamenti immediatamente a monte dell'abitato, in parte prudenzialmente evacuati, si osservano alcuni crolli di muri, localmente con fratture di trazione presenti nel terreno immediatamente a ridosso. Non si osservano emergenze idriche se non nella parte più bassa del pendio dove sono in parte sempre presenti e pertanto intercettate ed utilizzate per gli orti. Sui crolli osservati i proprietari (nonché abitanti delle abitazioni sottostanti) hanno provveduto ad una provvisoria messa in sicurezza con stesura di teli in pvc sugli scassi aperti e con barriere per contenere la discesa di eventuali massi.

Oltre agli interventi di ripristino dei muri crollati o ad una loro messa in sicurezza, dovranno essere previsti provvedimenti di stabilizzazione e/o rifacimento su molti tratti delle murature del terrazzamenti adiacenti, nonché opportune opere di intercettazione delle acque d'infiltrazione evidenti in basso.”

5. PROPOSTE DI AGGIORNAMENTO DEL QUADRO DEL DISSESTO DEL PAI

5.1 Valutazione delle condizioni di rischio nelle aree di conoide del torrente Rhon

Il conoide di deiezione del torrente Rhon è uno dei più grandi della Valtellina, occupando una superficie di quasi 6,3 kmq. e volume stimabile in 200÷300 milioni di mc.

Il tratto di alveo che attraversa il conoide presenta una lunghezza intorno a 3,6 km e una pendenza media pari al 12,8% (v. scheda allegata).

Si tratta di un conoide originato da paleofrane di grandi dimensioni, che hanno interessato principalmente il versante destro orografico del bacino, nel tratto compreso tra le quote 1200÷2300 m s.l.m. (v. dissesto n° 31 del capitolo 4).

Nelle zone medio-apicali del conoide s'individuano blocchi di notevoli dimensioni, fin oltre i 20 mc.

La scarpata fluviale, alta più di 30 m, che ha scavato l'Adda nel settore più distale del conoide, testimonia che diverse centinaia di anni fa, fenomeni di trasporto in massa nel torrente Rhon ostruirono l'alveo dell'Adda e probabilmente si formò un lago temporaneo.

Le attuali condizioni di attività del corso d'acqua e delle frane presenti nel bacino idrografico non giustificano un corpo deposizionale così grande e sviluppato.

Ciò è confermato dall'esistenza nel settore sud-orientale del conoide di chiese e nuclei abitati esistenti fin dal medioevo (ad es. il centro storico di Ponte in Valtellina) e mai danneggiati da eventi alluvionali (v. elaborato A).

L'ultimo fenomeno alluvionale che ha interessato il conoide del torrente Rhon risale al 1911. In quell'occasione il corso d'acqua è esondato da entrambe le sponde a partire dal ponte della strada provinciale pedemontana (v. dissesto n° 17 del capitolo 4). Fu interrotta la strada statale e gravemente danneggiati i vigneti che allora ricoprivano tutto il territorio della Fiorenza.

Durante l'alluvione del luglio 1987, il torrente Rhon rimase entro le arginature esistenti; si ebbe unicamente un notevole sovralluvionamento dell'alveo e danni alle opere idrauliche, in particolare nel tratto compreso tra la strada provinciale panoramica e il cunettone esistente sulla strada della Madonna di Ponte. Negli anni successivi all'alluvione, le opere eseguite dal cosiddetto "Pronto Intervento" e dal Piano di difesa del suolo e di riassetto idrogeologico della Valtellina (L. 102/'90), migliorarono sensibilmente le condizioni di rischio idrogeologico.

Tra le opere più importanti si segnalano (v. elaborato A):

- il consolidamento e il potenziamento delle arginature esistenti in molti tratti del conoide di deiezione;

- lo svaso e la riprofilatura dell'alveo;
- la costruzione di una vasca d'accumulo in grado di trattenere circa 2000 mc di materiale a quota 585 m s.l.m.;

Attualmente è in fase di realizzazione un progetto, ancora finanziato dalla legge 102/'90, che prevede il completo rifacimento delle arginature e degli attraversamenti stradali nel tratto di alveo situato nel comune di Piateda e cioè tra la foce con l'Adda e l'isoipsa di quota 400 m s.l.m.. In particolare la larghezza minima dell'alveo sarà portata a 6 m mentre l'altezza minima delle arginature sarà superiore a 2 m.

Secondo i progettisti ingegneri (Riccardo Patriarca e Vasco Bonomi), queste opere garantiranno il passaggio della portata liquida centenaria con un buon franco di sicurezza e saranno in grado di contrastare il trasporto solido anche durante gli eventi più critici.

Una definizione della magnitudo M, ossia del volume massimo di materiale detritico rimobilizzabile durante un evento di trasporto in massa, è quantificabile in modo molto approssimativo utilizzando le formule empiriche sotto riportate.

Non sono state prese in considerazione formule che si basano sulla geometria del conoide di deiezione in quanto forniscono valori troppo alti e non verosimili: si è detto infatti che le enormi dimensioni del conoide non sono una diretta conseguenza degli attuali fenomeni di trasporto solido del corso d'acqua.

$$M = 13.600 A^{0,61} \quad \text{Takei, (1984)}$$

$$M = 21.241 A^{0,28} \quad \text{Bottino \& Crivellari (1996)}$$

$$M = N_a A V_r \quad \text{Yazawa e Mizuyama}$$

- A è la superficie del bacino espressa in chilometri quadrati (9,27 kmq.);
- N_a è un fattore correttivo che tiene conto dell'incremento del volume solido specifico al diminuire dell'area del bacino. Esso varia da 0,5 per $A = 10$ kmq a 3 per $A = 0,1$ kmq; assume il valore 1 per $A = 1$ kmq.

V_r è il valore di riferimento per il volume specifico di solidi per unità di area. In funzione dei terreni affioranti nel bacino, tale parametro assume i seguenti valori: zone granitiche: 50.000 mc/kmq; zone vulcaniche: 80.000 mc/kmq; zone con formazioni del Terziario: 30.000 mc/kmq; altre zone: 30.000 mc/kmq. Nel caso del bacino del torrente Valcanale sono state fatte le seguenti ipotesi: $N_a = 0,9$ e $V_r = 30.000$ mc/kmq.

La magnitudo M calcolata con le formule soprastanti è riportata nella tabella di seguito esposta.

Formule	Magnitudo
Takei	53.000 mc
Bottino & Crivellari	40.000 mc
Yazawa e Mizuyama	139.000 mc

In considerazione degli eventi avvenuti negli ultimi 130 anni e dei valori medi ottenuti con le formule soprascritte nonché della grande complessità del fenomeno, si ritiene ragionevole ipotizzare per il torrente Rhon una magnitudo **M di 100.000 mc.**

E' alquanto improbabile che le opere di difesa idraulica esistenti siano in grado di contenere un trasporto in massa di queste dimensioni, soprattutto nel tratto di alveo situato a cavallo della strada provinciale pedemontana (tra le quote 550 e 450 m s.l.m.).

In considerazione di quanto sopra esposto, si propone di limitare le aree di conoide non protetta (Ca) all'alveo del corso d'acqua e alle sue pertinenze (circa 50.000 mq.) mentre si considera conoide parzialmente protetta (Cp) un'ampio settore (circa 160.000 mq.) delimitato da paleo alvei e comprendente le zone maggiormente colpite dall'alluvione del 1911 (v. elaborati A, B e D).

Le rimanenti aree di conoide si considerano non recentemente attivate o completamente protette (Cn).

6. VALUTAZIONE, CON METODO SEMPLIFICATO, DELLE CONDIZIONI DI RISCHIO NEI TERRITORI DELLA FASCIA FLUVIALE C, DELIMITATI CON SEGNO GRAFICO INDICATO COME "LIMITE DI PROGETTO TRA LA FASCIA B E LA FASCIA C".

Il settore sud-orientale del territorio comunale di Tresivio è interessato in minima parte dalla Fascia fluviale C dell'Adda (v. elaborato A).

Questo tratto di fascia fluviale C è delimitata verso l'Adda dal cosiddetto "limite di progetto della fascia B". In base all'art. 31 comma 5 delle norme PAI, i Comuni nei quali ricadono aree classificate come "limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C, in sede di adeguamento degli strumenti urbanistici sono tenuti a valutare le condizioni di rischio e, al fine di minimizzare le stesse ad applicare anche parzialmente, fino alla avvenuta realizzazione delle opere, gli articoli delle norme relative alla Fascia B".

Valutazione del rischio

Una delle principali cause dell'esondazione dell'Adda durante l'alluvione del 1987 fu la scarsa luce libera del vecchio ponte situato a sud della stazione ferroviaria di Tresivio (v. dissesto n° 25 del capitolo 4).

Questo ponte, costruito dalla S.A. Acciaierie Ferriere Lombarde Falck Milano, aveva una lunghezza complessiva di m 66,09 ed era costituito da otto travi semplicemente appoggiate sulle due spalle e su sette pile in calcestruzzo. La luce libera tra le pile erano le seguenti: m 6,75 - 8,08 - 8,08 - 11,00 - 10,10 - 8,02 - 8,05 - 6,00. Le sette pile del ponte, ostacolando gravemente il deflusso delle acque che trascinarono numerosi tronchi d'albero, provocarono un forte rigurgito e un importante innalzamento del livello idrometrico nel tratto di alveo situato più a monte.

Il ponte subì gravi lesioni e fu in seguito ricostruito con un'unica travata avente una luce libera di oltre 70 m.

Le arginature dell'Adda furono rifatte su entrambe le sponde dal Magistrato per il Po e completate nel giugno 1996 (v. appendice 1 ed elaborati A).

Lo studio idraulico pubblicato dall'Autorità di Bacino per il Po nell'ottobre 1999, tramite il quale sono state definite le Fasce fluviali, si basa su sezioni dell'alveo eseguite nel 1992 e quindi quest'ultime risultano spesso prive di importanti opere di difesa idraulica.

In particolare un rilevato arginale ampio in testa 4 m e alto fin oltre due metri, rispetto al piano campagna adiacente, non risulta segnalato nelle sezioni PAI n° 285,286, 287 e 288 (v. elaborato A2).



Il rilevato arginale situato in sponda destra dell'Adda, fotografato dal ponte che porta alla stazione ferroviaria di Tresivio. Questo rilevato, alto fino a due metri rispetto al piano campagna e ampio in testa 4 m, non è presente nella sezione PAI (n° 286).

Nelle condizioni attuali e nella zona d'interesse, la piena bicentenaria dell'Adda risulta sempre contenuta entro le arginature esistenti con un franco di sicurezza minimo intorno a mezzo metro (v. elaborato A2).

In considerazione di quanto sopra esposto e tenuto conto che al paragrafo 3.3 delle Norme per le fasce fluviali (all. 3 al titolo II delle N.t.A del PAI) si legge che per i corsi d'acqua arginati "la fascia di esondazione (Fascia B) è generalmente delimitata dagli argini maestri (coincide con il piede esterno dell'argine) anche nelle situazioni in cui l'argine sia inadeguato al contenimento della piena di riferimento (tempo di ritorno 200 anni)", si propone di sostituire l'attuale limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C con un semplice limite di Fascia B. Tale limite inoltre sarà fatto coincidere con il piede esterno dell'argine maestro, in conformità con le norme per le fasce fluviali (v. elaborati B e D).

Va precisato infine che, in forza dell'art. 39 della legge regionale n° 51 del 1975, le attuali aree esterne agli argini ma ricadenti nella Fascia fluviale B di progetto, rimangono comunque inedificabili.

Per quanto riguarda le aree ricadenti nella Fascia fluviale C, sono proposte le seguenti limitazioni alle attività di trasformazione e d'uso del suolo.

1) Nuove costruzioni di elevato valore e vulnerabilità idrogeologica (case residenziali, edifici industriali, edifici pubblici, campeggi, ecc) ed ampliamenti di entità superiore

al 20% del volume residenziale esistente nonché opere che comportano scavi sotto il piano di fondazione di edifici o strade adiacenti dovranno essere supportate da uno studio di carattere geologico-tecnico ed idraulico-idrogeologico che analizzi in dettaglio le condizioni di pericolosità esistenti e indichi le eventuali opere necessarie per la mitigazione del rischio.

Si deve altresì stabilire con opportune indagini geognostiche, le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, la quota della falda freatica e la sua massima oscillazione.

Le costruzioni di cui al punto 1, nelle zone dove le quote s.l.m. di massima piena dell'Adda con tempi di ritorno di 200 anni, riportate in carta, superano quelle del piano campagna lungo una direttrice ortogonale all'alveo, dovranno essere progettate in modo tale da ridurre al minimo la loro vulnerabilità nei confronti di una possibile esondazione, in particolare i piani seminterrati non dovranno essere abitabili, si dovrà posizionare ai piani superiori le installazioni elettriche importanti, evitare la concentrazione di beni di valore nei piani interrati o seminterrati, gli scantinati dovranno avere muri perimetrali impermeabili e solette progettate in modo tale da resistere alla sottospinta idrostatica esercitata dalla falda freatica e la pavimentazione del piano terreno abitabile dovrà trovarsi possibilmente sopra la quota di massima piena dell'Adda.

2) Recupero patrimonio edilizio esistente: sono consentiti gli interventi definiti dall'art. 31, lettere a), b), c), d) della legge n. 457/1978 ed eventuali ampliamenti.

3) Opere di sistemazione idrogeologica, infrastrutture e opere d'interesse pubblico: sono permesse a condizione che siano supportate da una specifica indagine geologico-tecnica come stabilito nel D.M. 11/03/1988.

7. NOTE ILLUSTRATIVE DELLE CARTE DI FATTIBILITÀ GEOLOGICO-TECNICA DI PIANO

In conformità con quanto previsto dal DGR n° 7/6645 del 29 ottobre 2001, il centro edificato, gli ambiti di variante e le aree a maggiore criticità individuate nella fase di analisi, sono state suddivise in quattro differenti zone "in funzione dello stato di pericolosità e rischio geologico, idrogeologico presente" (v. elaborati C). Di seguito si riportano, per ciascuna zona o classe di fattibilità, le limitazioni alle destinazioni d'uso del territorio nonché gli studi o le indagini che si ritiene opportuno eseguire per realizzare le opere in sicurezza.

Queste disposizioni sono riportate interamente nella legenda della carta della fattibilità geologica per le azioni di piano.

Classe 1 - Fattibilità senza particolari limitazioni

In questa classe ricadono le aree nelle quali gli studi non hanno individuato specifiche controindicazioni di carattere geologico all'urbanizzazione o alla modifica di destinazione d'uso delle particelle. Nuove costruzioni di elevato valore e vulnerabilità idrogeologica (case residenziali, edifici industriali, edifici pubblici, campeggi, ecc) ed ampliamenti di entità superiore al 20% del volume residenziale esistente nonché opere che comportano scavi sotto il piano di fondazione di edifici o strade adiacenti dovranno comunque essere supportate da un'indagine geologico tecnica, come indicato nel D.M. 11/3/1988. La caratterizzazione dei terreni di fondazione può essere effettuata sulla base di dati e notizie raccolti mediante indagini precedenti, eseguite su terreni simili ed in aree adiacenti.

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 destinazioni d'uso dei terreni, per superare le quali si rende necessario realizzare approfondimenti di carattere geologico-tecnico e idrogeologico finalizzati alla realizzazione d'eventuali opere di sistemazione e bonifica le quali non devono incidere negativamente sulle aree limitrofe. La ridotta pericolosità di queste zone è condizionata al mantenimento in perfetta efficienza delle opere di difesa idraulica esistenti, alla regolare pulizia degli alvei dalla vegetazione ad alto fusto e al mantenimento delle attuali sezioni di flusso mediante periodiche opere di svaso.

Le indagini e studi geologico-tecnici sopra citati devono essere eseguiti preliminarmente ad ogni intervento edificatorio e non sono in ogni caso sostitutivi di quelli prescritti in fase esecutiva dei lavori dal d.m. 11 marzo 1988.

LIMITAZIONI ALLE ATTIVITÀ DI TRASFORMAZIONE E D'USO DEL SUOLO

- 1) Nuove costruzioni di elevato valore e vulnerabilità idrogeologica (case residenziali, edifici industriali, edifici pubblici, campeggi, ecc), gli interventi definiti dall'art. 31, lettera d) della legge n. 457/1978 ed eventuali ampliamenti nonché opere che comportano scavi sotto il piano di fondazione di edifici o strade adiacenti devono essere supportate da una indagine geologico-geotecnica che fornisca le informazioni di carattere geologico-tecnico per la redazione del progetto.
- 2) Recupero patrimonio edilizio esistente: gli interventi definiti dall'art. 31, lettere a), b), c) della legge n. 457/1978 sono consentiti senza integrazioni di carattere geologico.
- 3) Opere di sistemazione idrogeologica, infrastrutture e opere d'interesse pubblico: sono permesse a condizione che siano supportate da una specifica indagine geologico-tecnica come stabilito nel D.M. 11/03/1988.

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 pericoli idrogeologici individuati nell'area di studio o nell'immediato intorno.

Nelle aree ricadenti in questa classe l'edificazione richiede particolari indagini e studi geologico-tecnici che devono essere eseguiti preliminarmente ad ogni intervento edificatorio e non sono in ogni caso sostitutivi di quelli prescritti in fase esecutiva dei lavori dal d.m. 11 marzo 1988. E' suddivisa in 5 sottoclassi.

Sottoclasse 3a

Si tratta generalmente delle aree di versante che possiedono una pendenza media superiore al 50% ($\approx 26,6^\circ$), dove si ritiene che per realizzare un nuovo edificio, in piena sicurezza e non esposto a fenomeni di dissesto, si debbano seguire particolari attenzioni e cautele progettuali. Sono comprese principalmente le aree a basso rischio di caduta massi situate al piede di pendii rocciosi nonché i terrazzamenti con muri di sostegno potenzialmente instabili. Il dimensionamento e la posizione dell'edificio dovranno essere valutati non solo sotto il profilo architettonico e paesaggistico, ma soprattutto in funzione delle problematiche geologiche esistenti, al fine di non compromettere le condizioni di stabilità del pendio.

LIMITAZIONI ALLE ATTIVITÀ DI TRASFORMAZIONE E D'USO DEL SUOLO

- 1) Nuove costruzioni di elevato valore e vulnerabilità idrogeologica (case residenziali, edifici industriali, edifici pubblici, campeggi, ecc), gli interventi

definiti dall'art. 31, lettera d) della legge n. 457/1978 ed eventuali ampliamenti nonché opere che comportano scavi sotto il piano di fondazione di edifici o strade adiacenti dovranno essere supportate da uno specifico studio di carattere geologico-tecnico e idrogeologico che analizzi in dettaglio le eventuali condizioni di pericolosità esistenti (presenza di acque di ruscellamento superficiale, acque freatiche, lenti scivolamenti gravitativi della parte superficiale del suolo, distacco di massi, terrazzamenti con muri di sostegno in precarie condizioni di stabilità, ecc.) e indichi le eventuali opere di risanamento (opere di difesa dalla caduta di massi, consolidamento dei muri di sostegno, regimazione delle acque superficiali, ecc.). Inoltre si dovrà definire le caratteristiche geotecniche e geomeccaniche del terreno di fondazione e il grado di stabilità dei pendio, tenendo conto anche degli effetti derivanti dalla realizzazione della costruzione. Lo studio deve essere esteso a tutta la zona di possibile influenza degli interventi previsti.

- 2) Recupero patrimonio edilizio esistente: gli interventi definiti dall'art. 31, lettere a), b), c) della legge n. 457/1978 sono consentiti senza integrazioni di carattere geologico.
- 3) Opere di sistemazione idrogeologica, infrastrutture e opere d'interesse pubblico: sono permesse a condizione che siano supportate da una specifica indagine geologico-tecnica come stabilito nel D.M. 11/03/1988.
- 4) Nelle aree di rispetto delle sorgenti valgono anche le limitazioni imposte dal D.P.R. n° 236/1988, D.L.vo n° 152/1999, D.L.vo n° 258/2000 e D.G.R. n° 7/12693 del 10 aprile 2003.

Sottoclasse 3b

Si tratta delle aree di conoide di piccoli corsi d'acqua (rogge) senza un ben definito bacino idrografico, spesso alimentati da sorgenti e/o da opere di derivazione per scopi agricoli. Le portate liquide di massima piena sono naturalmente modeste ($< 4 \text{ mc/s}$) e soprattutto sono scarsi gli apporti di materiale solido grossolano. Potenziali esondazioni sono di debole entità ($v \times h < 0,7 \text{ mq/s}$) e sono dovute, principalmente, a canalizzazioni, attraversamenti stradali e tombamenti dei corsi d'acqua sottodimensionati.

In queste zone, si segnala la necessità di una adeguata e organica regimazione idraulica, che tenga conto dell'effettiva portata centenaria dei corsi d'acqua. E' importante che si realizzino piccole ma correttamente dimensionate vasche d'accumulo del materiale solido, che dovranno essere posizionate all'apice del conoide di deiezione, quando il corso d'acqua scorre ancora entro sponde sufficientemente alte. Lo scopo è quello di trattenere il materiale solido prima che raggiunga le zone di potenziale esondazione. Il

completo riempimento o l'occlusione di una vasca d'accumulo non deve rappresentare un pericolo o la causa di una esondazione.

Una parte di queste opere, in seguito agli eventi alluvionali di novembre 2000, sono in fase di realizzazione.

LIMITAZIONI ALLE ATTIVITÀ DI TRASFORMAZIONE E D'USO DEL SUOLO

- 1) Nuove costruzioni di elevato valore e vulnerabilità idrogeologica (case residenziali, edifici industriali, edifici pubblici, campeggi, ecc), gli interventi definiti dall'art. 31, lettera d) della legge n. 457/1978 ed eventuali ampliamenti nonché opere che comportano scavi sotto il piano di fondazione di edifici o strade adiacenti dovranno essere supportate da uno studio di carattere geologico-tecnico ed idraulico-idrogeologico che analizzi in dettaglio le condizioni di pericolosità esistenti e indichi le eventuali opere necessarie per la mitigazione del rischio.
- 2) Recupero patrimonio edilizio esistente: gli interventi definiti dall'art. 31, lettere a), b), c) della legge n. 457/1978 sono consentiti senza integrazioni di carattere geologico.
- 3) Opere di sistemazione idrogeologica, infrastrutture e opere d'interesse pubblico: sono consentite a condizione che siano supportate da una specifica indagine geologico-tecnica come stabilito nel D.M. 11/03/1988.
- 4) Nelle aree di rispetto delle sorgenti valgono anche le limitazioni imposte dal D.P.R. n° 236/1988, D.L.vo n° 152/1999, D.L.vo n° 258/2000 e D.G.R. n° 7/12693 del 10 aprile 2003.
- 5) All'interno delle fasce fluviali B e C dell'Adda valgono inoltre le limitazioni imposte dalle norme di attuazione del PAI (art. 1, commi 5 e 6; art. 30, comma 2; art. 31; art. 32, commi 3 e 4; art. 38; art. 38 bis; art. 39, commi dall'1 al 6; art. 41).

Sottoclasse 3c

Si tratta delle aree di conoide del torrente Rhon distanti dall'alveo e potenzialmente esposte a fenomeni d'esondazione di medio-bassa entità in caso di eventi catastrofici. In particolare si possono avere deflussi con altezze idriche e velocità ridotte ($v \times h < 1,5$ mq./s) e trasporto prevalente di materiali ghiaioso-sabbiosi.

In queste zone, in assenza di ulteriori, specifiche nonché adeguate opere di difesa (difese spondali, briglie, soglie, vasche di accumulo, ecc), la costruzione di edifici di elevato valore e vulnerabilità idrogeologica (case residenziali, edifici industriali, edifici pubblici, campeggi, ecc.) è sconsigliata e comunque soggetta alle limitazioni esposte in seguito. Il nuovo PRG dovrà in ogni caso limitare al minimo l'edificazione in

queste aree adottando un indice di fabbricabilità molto basso. Il grado di pericolosità è condizionato al mantenimento in perfetta efficienza delle opere di difesa idraulica esistenti, alla regolare pulizia degli alvei dalla vegetazione ad alto fusto e al mantenimento delle attuali sezioni di flusso mediante periodiche opere di svaso.

LIMITAZIONI ALLE ATTIVITÀ DI TRASFORMAZIONE E D'USO DEL SUOLO

- 1) Nuove costruzioni di elevato valore e vulnerabilità idrogeologica (case residenziali, edifici industriali, edifici pubblici, campeggi, ecc), gli interventi definiti dall'art. 31, lettera d) della legge n. 457/1978 ed eventuali ampliamenti nonché opere che comportano scavi sotto il piano di fondazione di edifici o strade adiacenti dovranno essere supportate da uno studio di carattere geologico-tecnico ed idraulico-idrogeologico che analizzi in dettaglio le condizioni di pericolosità esistenti e indichi le eventuali opere necessarie per la mitigazione del rischio. Gli edifici dovranno essere progettati in modo tale da ridurre al minimo la loro vulnerabilità nei confronti delle lave torrentizie, in particolare i piani seminterrati non dovranno essere abitabili, gli accessi dovranno essere rialzati e si dovrà evitare la realizzazione di finestre nella zona di potenziale deposito del materiale detritico; l'edificio dovrà avere una struttura molto robusta (ad es. in c.a.) così da resistere ad una eventuale spinta dinamica del materiale, l'imbocco dei garage dovrà essere rivolto verso valle; le fondazioni dovranno essere profonde e in cemento armato in modo tale da non essere distrutte o scalzate da locali fenomeni di erosione.
- 2) Recupero patrimonio edilizio esistente: gli interventi definiti dall'art. 31, lettere a), b), c) della legge n. 457/1978 sono consentiti senza integrazioni di carattere geologico.
- 3) Opere di sistemazione idrogeologica, infrastrutture e opere d'interesse pubblico: sono consentite a condizione che siano supportate da una specifica indagine geologico-tecnica come stabilito nel D.M. 11/03/1988.
- 4) All'interno delle fasce fluviali B e C dell'Adda valgono inoltre le limitazioni imposte dalle norme di attuazione del PAI (art. 1, commi 5 e 6; art. 30, comma 2; art. 31; art. 32, commi 3 e 4; art. 38; art. 38 bis; art. 39, commi dall'1 al 6; art. 41).
- 5) Nelle aree di rispetto delle sorgenti valgono anche le limitazioni imposte dal D.P.R. n° 236/1988, D.L.vo n° 152/1999, D.L.vo n° 258/2000 e D.G.R. n° 7/12693 del 10 aprile 2003.

Sottoclasse 3d

Si tratta di pendii moderatamente inclinati (pendenza minore di 20°) o aree depresse con sottosuolo in materiale sciolto, caratterizzati dalla presenza diffusa di acque sorgive e freatiche. A causa della forte presenza di acqua e di sedimenti limo-argillosi talora organici (torba), il sovraccarico esercitato da una nuova costruzione può generare cedimenti differenziali del suolo e/o lenti scivolamenti gravitativi del terreno sovraccaricato.

In queste zone, la costruzione di edifici di elevato valore e vulnerabilità idrogeologica (case residenziali, edifici industriali, edifici pubblici, campeggi, ecc.) è possibile solo nelle condizioni esposte in seguito. Il nuovo PRG dovrà comunque limitare al minimo l'edificazione in queste aree.

LIMITAZIONI ALLE ATTIVITÀ DI TRASFORMAZIONE E D'USO DEL SUOLO

- 1) Nuove costruzioni di elevato valore e vulnerabilità idrogeologica (case residenziali, edifici industriali, edifici pubblici, campeggi, ecc), gli interventi definiti dall'art. 31, lettera d) della legge n. 457/1978 ed eventuali ampliamenti nonché opere che comportano scavi sotto il piano di fondazione di edifici o strade adiacenti dovranno essere supportate da uno studio di carattere geologico-tecnico ed idraulico-idrogeologico che analizzi in dettaglio le condizioni di pericolosità esistenti e indichi le opere necessarie per il drenaggio nonché l'allontanamento delle acque superficiali e freatiche. Si deve inoltre stabilire con opportune indagini geognostiche, le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione e la quota della falda freatica. La capacità portante e la spinta del terreno dovranno essere calcolate assumendo il sottosuolo completamente saturo d'acqua.
- 2) Recupero patrimonio edilizio esistente: gli interventi definiti dall'art. 31, lettere a), b), c) della legge n. 457/1978 sono consentiti senza integrazioni di carattere geologico.
- 3) Opere di sistemazione idrogeologica, infrastrutture e opere d'interesse pubblico: sono permesse a condizione che siano supportate da una specifica indagine geologico-tecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico.
- 4) Nelle aree di rispetto delle sorgenti valgono anche le limitazioni imposte dal D.P.R. n° 236/1988, D.L.vo n° 152/1999, D.L.vo n° 258/2000 e D.G.R. n° 7/12693 del 10 aprile 2003.

Sottoclasse 3e

Si tratta delle aree di fondovalle potenzialmente esposte a fenomeni d'inondazione in caso di eventi catastrofici (fascia fluviale C e zone di esondazione dell'Adda del luglio 1987). In particolare si possono avere deflussi con altezze idriche e velocità modeste nonché trasporto di materiali sabbiosi e limo-argillosi. Le zone più depresse possono essere allagate, anche per emersione della falda freatica. I terreni di fondazione possono avere caratteristiche geotecniche scadenti mentre la falda freatica si trova sempre a debole profondità dal piano campagna (non può abbassarsi sotto la quota dell'Adda).

In queste zone, nelle condizioni attuali, la costruzione di edifici di elevato valore e vulnerabilità idrogeologica (case residenziali, edifici industriali, edifici pubblici, campeggi, ecc.) richiede particolari cautele progettuali (v. oltre). Il grado di pericolosità è condizionato al mantenimento in perfetta efficienza delle opere di difesa idraulica esistenti, alla regolare pulizia degli alvei dalla vegetazione ad alto fusto e al mantenimento delle attuali sezioni di flusso mediante periodiche opere di svaso.

LIMITAZIONI ALLE ATTIVITÀ DI TRASFORMAZIONE E D'USO DEL SUOLO

- 1) Nuove costruzioni di elevato valore e vulnerabilità idrogeologica (case residenziali, edifici industriali, edifici pubblici, campeggi, ecc), gli interventi definiti dall'art. 31, lettera d) della legge n. 457/1978 ed eventuali ampliamenti nonché opere che comportano scavi sotto il piano di fondazione di edifici o strade adiacenti dovranno essere supportate da uno studio di carattere geologico-tecnico ed idraulico-idrogeologico che analizzi in dettaglio le condizioni di pericolosità esistenti e indichi le eventuali opere necessarie per la mitigazione del rischio. Si deve inoltre stabilire con opportune indagini geognostiche, le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, la quota della falda freatica e la sua massima oscillazione. Le nuove costruzioni dovranno essere progettate in modo tale da ridurre al minimo la loro vulnerabilità nei confronti di una possibile esondazione, in particolare i piani seminterrati non dovranno essere abitabili, si dovrà posizionare ai piani superiori le installazioni elettriche importanti, evitare la concentrazione di beni di valore nei piani interrati o seminterrati, gli scantinati dovranno avere muri perimetrali impermeabili e solette progettate in modo tale da resistere alla sottospinta idrostatica esercitata dalla falda freatica e la pavimentazione del piano terreno abitabile dovrà trovarsi possibilmente sopra la quota di massima piena dell'Adda. Le quota s.l.m. di massima piena dell'Adda con tempi di ritorno di 200 anni è riportata nella carta.

- 2) Recupero patrimonio edilizio esistente: gli interventi definiti dall'art. 31, lettere a), b), c) della legge n. 457/1978 sono consentiti senza integrazioni di carattere geologico.
- 3) Opere di sistemazione idrogeologica, infrastrutture e opere d'interesse pubblico: sono permesse a condizione che siano supportate da una specifica indagine geologico-tecnica come stabilito nel D.M. 11/03/1988.
- 4) Nelle aree di rispetto delle sorgenti valgono anche le limitazioni imposte dal D.P.R. n° 236/1988, D.L.vo n° 152/1999, D.L.vo n° 258/2000 e D.G.R. n° 7/12693 del 10 aprile 2003.
- 5) All'interno delle fasce fluviali B e C dell'Adda valgono inoltre le limitazioni imposte dalle norme di attuazione del PAI (art. 1, commi 5 e 6; art. 30, comma 2; art. 31; art. 32, commi 3 e 4; art. 38; art. 38 bis; art. 39, commi dall'1 al 6; art. 41).

Classe 4 - Fattibilità con gravi limitazioni

L'alta pericolosità idrogeologica (per il possibile verificarsi di frane, esondazioni, trasporto in massa, valanghe) comporta gravi limitazioni per la modifica delle destinazioni d'uso delle particelle.

Si segnala che sono automaticamente inserite nella classe 4:

- le aree di tutela assoluta delle sorgenti;
- i terreni situati ad una distanza inferiore a 10 m dalle sponde dell'alveo o dalle arginature dei torrenti Rhon e Rogna, dai canali, condotte e serbatoi di derivazione idroelettrica;
- le aree situate in corrispondenza dell'Adda che si trovano entro la fascia fluviale A;
- le aree situate ad una distanza inferiore a 5 m dalle sponde del torrente Vedellini.

Per quanto riguarda piccoli corsi d'acqua spesso privi di un bacino idrografico significativo e alimentati da sorgenti, le rogge e le canalette d'irrigazione situate nel fondovalle (non indicate in cartografia) si raccomanda di mantenere una distanza di rispetto dalle sponde pari a 2 m.

Nelle aree di rispetto delle sorgenti valgono anche le limitazioni imposte dal D.P.R. n° 236/1988, D.L.vo n° 152/1999, D.L.vo n° 258/2000 e D.G.R. n° 7/12693 del 10 aprile 2003.

ATTIVITÀ DI TRASFORMAZIONE E D'USO DEL SUOLO CONSENTITE

- 1) Recupero patrimonio edilizio esistente: sono consentiti gli interventi definiti dall'art. 31, lettere a), b), c) della legge n. 457/1978.
- 2) Opere di sistemazione idrogeologica, infrastrutture e opere d'interesse pubblico: sono permesse a condizione che siano supportate da una specifica

indagine geologico-tecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico. All'interno delle fasce fluviali A e B dell'Adda valgono inoltre le limitazioni imposte dalle norme di attuazione del PAI (art. 1, commi 5 e 6; art. 29; art. 30, comma 2; art. 32, commi 3 e 4; art. 38; art. 38 bis; art. 39, commi dall'1 al 6; art. 41).

Il Geologo
Dott. Guido Merizzi

APPENDICE 1 - Stralcio progetto rilevati arginali completati dal Magistrato per il Po nel 1996, a difesa del territorio dei Comuni di Piateda, Poggiridenti e Montagna.

APPENDICE 2 - Scheda conoide e bacino torrente Rhon

1 - DATI GENERALI

Scheda n°: Sigla:
 Data compilazione: Rilevatore:
 Carta Tecnica Regionale (sigla): Comuni:
 Nome del conoide: Comunità Montana:
 Provincia: Bacino:
 Direzione idrografica del canale riceettore rispetto al conoide: DX SX
 Stazioni idrometeorologiche:

2 - DATI MORFOMETRICI DEL BACINO

Superficie bacino (Kmq) Nome torrente:
 quota massima (m) Quota minima (m):
 lunghezza alveo principale (km) Pendenza media alveo principale (%):
 altezza media (m s.l.m.) Lunghezza totale rete idrografica (km):
 densità di drenaggio (km/kmq) Indice di Melton 1:

3 - DATI MORFOMETRICI E MORFOLOGICI DELLA CONOIDE

Superficie (Kmq) Volume (mc)
 lunghezza massima (m) Lunghezza collettore (m)
 lunghezza massima alveo (m): Larghezza minima alveo (m):
 quota massima (m s.l.m.): Quota minima (m s.l.m.):
 pendenza media (%) Pendenza media collettore (%):
 indice di Melton 2:

Dimensione massima del materiale (mc):

- Apice:
- Settore mediano:
- Zona distale:

Presunta migrazione del canale attivo:
 (prima delle opere di canalizzazione)

- Sinistro - centro
- Sinistra - destra
- Destra sinistra
- Destra - centro
- Centro - destra
- Centro - sinistra

lupo del collettore rispetto all'apice:
 Lungo la bisettrice
 Destra
 Sinistra

amica dell'alveo:
 Approfondimento
 Equilibrio
 Innalzamento

Presenza di uno o più paleoalvei:
 Si
 No

4 - CARATTERISTICHE DELL'APICE

Pendenza tratto a monte dell'apice (%): Pendenza tratto a valle dell'apice (%):

Caratteristiche della soglia: In roccia In materiale incoerente: Mista

5 - CARATTERISTICHE DEL CANALE ATTIVO SULLA CONOIDE

Caratteristiche della conoide	Canale poco inciso	<input type="checkbox"/>	Canale pensile per intervento antropico	<input type="checkbox"/>
	Canale inciso	<input checked="" type="checkbox"/>	Canale regimato con opere di difesa	<input type="checkbox"/>
	Canale pensile	<input type="checkbox"/>	Torrente canalizzato e/o impermeabilizzato	<input type="checkbox"/>
Canale intermedio sulla conoide	Canale poco inciso	<input checked="" type="checkbox"/>	Canale pensile per intervento antropico	<input type="checkbox"/>
	Canale inciso	<input type="checkbox"/>	Canale regimato con opere di difesa	<input checked="" type="checkbox"/>
	Canale pensile	<input type="checkbox"/>	Torrente canalizzato e/o impermeabilizzato	<input checked="" type="checkbox"/>
Canale distale della conoide	Canale poco inciso	<input checked="" type="checkbox"/>	Canale pensile per intervento antropico	<input type="checkbox"/>
	Canale inciso	<input type="checkbox"/>	Canale regimato con opere di difesa	<input checked="" type="checkbox"/>
	Canale pensile	<input type="checkbox"/>	Torrente canalizzato e/o impermeabilizzato	<input type="checkbox"/>

6 - INQUADRAMENTO MORFOLOGICO DELLA CONOIDE

Conoide soggetta all'azione anche ordinaria del corso d'acqua

Conoide appoggiata su superfici di fondovalle terrazzate

Conoide sospesa rispetto al fondovalle

Conoide non più interessata per canalizzazione del collettore

Conoide soggetta all'azione del ricettore in caso di eventi

7 - OPERE PRESENTI SULLA CONOIDE

Soglie n° <input type="text" value="4"/>	Efficienti	<input type="text" value="5"/>	Soglie n° <input type="text" value="25"/>	Efficienti	<input type="text" value="25"/>
	Non efficienti	<input type="text" value="0"/>		Non efficienti	<input type="text"/>
Difese n° <input type="text" value="0"/>	Efficienti	<input type="text"/>	Difese spondali (m) <input type="text" value="3980 m"/>	Efficienti	<input type="text" value="3980 m"/>
	Non efficienti	<input type="text"/>		Non efficienti	<input type="text"/>

briglie (m)

 Efficienti

 Non efficienti

 Cellenti (n°)

 Efficienti

 Non efficienti

Argini (m)

 Efficienti

 Non efficienti

Note sul rilievo geomorfologico:

È importante constatare che l'alveo del torrente Rhon tra le quote 1220 e 1750 è molto ripido (57%) e completamente intasato da materiale di frana. In questa zona è possibile il distacco di colate detritiche di grandi dimensioni.

Note sul rilievo delle opere:

Le opere descritte comprendono anche quelle in fase di realizzazione

8 - PUNTI CRITICI SULLA CONOIDE

Ponti o attraversamenti	1) Quota	<input type="text" value="580 m s.l.m."/>	Briglie e/o opere idrauliche che interferiscono negativamente con i deflussi	1) Quota	<input type="text"/>
	2) Quota	<input type="text" value="518 m s.l.m."/>		2) Quota	<input type="text"/>
	3) Quota	<input type="text" value="490 m s.l.m."/>		3) Quota	<input type="text"/>
	4) Quota	<input type="text" value="385 m s.l.m."/>		4) Quota	<input type="text"/>
	5) Quota	<input type="text" value="380 m s.l.m."/>		5) Quota	<input type="text"/>
Sezioni obbligate, sezioni ristrette, curve	1) Quota	<input type="text" value="350 m s.l.m."/>	Possibili superamenti di argini	1) Quota	<input type="text" value="545 m s.l.m."/>
	2) Quota	<input type="text" value="320 m s.l.m."/>		2) Quota	<input type="text"/>
	3) Quota	<input type="text"/>		3) Quota	<input type="text"/>
	4) Quota	<input type="text"/>		4) Quota	<input type="text"/>
	5) Quota	<input type="text"/>		5) Quota	<input type="text"/>
Possibili rotture di argini	1) Quota	<input type="text"/>			
	2) Quota	<input type="text"/>			
	3) Quota	<input type="text"/>			
	4) Quota	<input type="text"/>			
	5) Quota	<input type="text"/>			

5 - INDICAZIONI DI INTERVENTO

riabbionate	<input type="checkbox"/>	Muri di protezione	<input type="checkbox"/>	Demolizioni	<input type="checkbox"/>
inquinazione alveo	<input checked="" type="checkbox"/>	Impermeabilizzazione alveo	<input type="checkbox"/>	Rilevati arginali	<input type="checkbox"/>
combinature	<input type="checkbox"/>	Briglie	<input type="checkbox"/>	Briglie selettive	<input type="checkbox"/>
piogge	<input type="checkbox"/>	Difese spondali /argini	<input checked="" type="checkbox"/>	Riprofilatura e svaso	<input checked="" type="checkbox"/>
repellenti	<input type="checkbox"/>	Sistemazione frane in atto	<input type="checkbox"/>	Vasche di espansione	<input checked="" type="checkbox"/>
raccolgere	<input type="checkbox"/>	Delocalizzazione infrastrutture	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10 - EVENTI

Evento 1: Data:	<input type="text" value="1871"/>	Tipo di evento:	<input type="text" value="A"/>	Feriti evento:	<input type="text" value="0"/>	Vittime evento:	<input type="text" value="0"/>
Evento 2: Data:	<input type="text" value="1880"/>	Tipo di evento:	<input type="text" value="A"/>	Feriti evento:	<input type="text" value="0"/>	Vittime evento:	<input type="text" value="0"/>
Evento 3: Data:	<input type="text" value="1911"/>	Tipo di evento:	<input type="text" value="A"/>	Feriti evento:	<input type="text" value="0"/>	Vittime evento:	<input type="text" value="0"/>
Evento 4: Data:	<input type="text" value="1987"/>	Tipo di evento:	<input type="text" value="A"/>	Feriti evento:	<input type="text" value="0"/>	Vittime evento:	<input type="text"/>

Evento A = trasporto di massa tipo debris flow - Evento B = trasporto di massa tipo debris torrent - Evento C = prevalenti portate liquide

Danni evento 1

Centro abitato	<input type="checkbox"/>	Case sparse	<input checked="" type="checkbox"/>
Scuole, ospedali	<input type="checkbox"/>	Linee tecnologiche	<input type="checkbox"/>
Strada statale	<input checked="" type="checkbox"/>	Galleria idraulica	<input type="checkbox"/>
Strada provinciale	<input type="checkbox"/>	Opere idrauliche	<input checked="" type="checkbox"/>
Strada comunale	<input checked="" type="checkbox"/>	Ponti	<input checked="" type="checkbox"/>
Carrozzabile non asfaltata	<input type="checkbox"/>	Impianti industriali	<input type="checkbox"/>
Opere di consolidamento	<input type="checkbox"/>	Ferrovia	<input type="checkbox"/>
Passerelle	<input type="checkbox"/>	Vigneti	<input checked="" type="checkbox"/>

Danni evento 2

Centro abitato	<input type="checkbox"/>	Case sparse	<input type="checkbox"/>
Scuole, ospedali	<input type="checkbox"/>	Linee tecnologiche	<input type="checkbox"/>
Strada statale	<input checked="" type="checkbox"/>	Galleria idraulica	<input type="checkbox"/>
Strada provinciale	<input type="checkbox"/>	Opere idrauliche	<input checked="" type="checkbox"/>
Strada comunale	<input checked="" type="checkbox"/>	Ponti	<input checked="" type="checkbox"/>
Carrozzabile non asfaltata	<input type="checkbox"/>	Impianti industriali	<input type="checkbox"/>
Opere di consolidamento	<input type="checkbox"/>	Ferrovia	<input type="checkbox"/>
Passerelle	<input type="checkbox"/>	Vigneti	<input checked="" type="checkbox"/>

Danni evento 3

Centro abitato	<input type="checkbox"/>	Case sparse	<input type="checkbox"/>
Scuole, ospedali	<input type="checkbox"/>	Linee tecnologiche	<input type="checkbox"/>
Strada statale	<input checked="" type="checkbox"/>	Galleria idraulica	<input type="checkbox"/>
Strada provinciale	<input type="checkbox"/>	Opere idrauliche	<input checked="" type="checkbox"/>
Strada comunale	<input checked="" type="checkbox"/>	Ponti	<input checked="" type="checkbox"/>
Carrozzabile non asfaltata	<input type="checkbox"/>	Impianti industriali	<input type="checkbox"/>
Opere di consolidamento	<input type="checkbox"/>	Ferrovia	<input type="checkbox"/>
edifici pubblici	<input type="checkbox"/>	Aree coltivate	<input checked="" type="checkbox"/>

Danni evento 4

Centro abitato	<input type="checkbox"/>	Case sparse	<input type="checkbox"/>
Scuole, ospedali	<input type="checkbox"/>	Linee tecnologiche	<input type="checkbox"/>
Strada statale	<input type="checkbox"/>	Galleria idraulica	<input type="checkbox"/>
Strada provinciale	<input type="checkbox"/>	Opere idrauliche	<input checked="" type="checkbox"/>
Strada comunale	<input type="checkbox"/>	Ponti	<input type="checkbox"/>
Carrozzabile non asfaltata	<input type="checkbox"/>	Impianti industriali	<input type="checkbox"/>
Opere di consolidamento	<input type="checkbox"/>	Ferrovia	<input type="checkbox"/>
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>