



**COMUNE DI BARDONECCHIA**  
COMUNITA' MONTANA ALTA VALLE SUSA  
Provincia di Torino

# PIANO REGOLATORE GENERALE

VARIANTE DI ADEGUAMENTO AL PAI

(Art. 18 N.d.A.)

**EGE2**

***RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA  
SUL TERRITORIO COMUNALE  
- VOLUME II -***

(Copia conforme a quella depositata all'ARPA Piemonte e alla Direzione OO.PP. di Torino)

LEPORATI dr. geol. PAOLO

ZANELLA dr. geol. EUGENIO

aprile 2008

# Sommario

●	<b>ANALISI DELLA SITUAZIONE IDRAULICA</b>	<b>3</b>
○	dinamica fluviale e torrentizia	3
○	Il Rio della Valle Stretta e la Gran Gorgia	6
●	CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E IDRAULICHE	6
●	MEMORIE STORICHE E BANCA DATI GEOLOGICA	10
○	Rio fosse	14
●	CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E IDRAULICHE	14
●	MEMORIE STORICHE E BANCA DATI GEOLOGICA	14
○	torrente melezet	16
●	CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E IDRAULICHE	16
●	MEMORIE STORICHE E BANCA DATI GEOLOGICA	17
○	Torrente rho	19
●	CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E IDRAULICHE	19
●	MEMORIE STORICHE E BANCA DATI GEOLOGICA	21
○	torrente frejus	23
●	CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E IDRAULICHE	23
●	MEMORIE STORICHE E BANCA DATI GEOLOGICA	29
○	torrente rochemolles	31
●	CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E IDRAULICHE	31
●	MEMORIE STORICHE E BANCA DATI GEOLOGICA	32
○	torrente perilleux	34
●	CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E IDRAULICHE	34
●	MEMORIE STORICHE E BANCA DATI GEOLOGICA	36
○	Banca dati geologica: danni ai centri abitati e indici di disequilibrio dei principali corsi d'acqua	39
●	<b>MATERIALI PER L'ELABORAZIONE DEL CRONOPROGRAMMA - GLI INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA ESEGUITI O IN ITINERE</b>	<b>45</b>
○	premesse	45
○	gli interventi realizzati ed in itinere	46
●	TORRENTE MELEZET	46
●	TORRENTE RHO	47
●	TORRENTE FREJUS	47
●	TORRENTE ROCHEMOLLES	48
●	TORRENTE PERILLEUX	49
○	interventi proponibili in parte già realizzati	50
○	schema di cronoprogramma per tutti i conoidi di deiezione	52
●	<b>CARATTERIZZAZIONE DEI FENOMENI GRAVITATIVI</b>	<b>55</b>
○	tipologie esistenti	55
●	FRANE	55
●	PALEOFRANE	57
●	Frana di Millaures	63
●	Frana di La Moutte	68
●	Frana del Vallone di Rho	68
●	Frana di Monte Tre Croci	69
●	<b>ANALISI DEI FENOMENI VALANGHIVI</b>	<b>71</b>
○	Memorie storiche e studi pregressi	71

## ● ANALISI DELLA SITUAZIONE IDRAULICA

---

### ○ DINAMICA FLUVIALE E TORRENTIZIA

Il ghiacciaio da cui la valle ha preso origine era formato dalle quattro branche della Valle stretta, Rho, Frejus e di Rochemolles, la cui congiunzione ha creato l'ampia Conca di Bardonecchia. La potenza e la capacità abrasiva di tale ghiacciaio era enorme; il bacino interessato era di 244 kmq. In alcuni tratti il profilo della valle ha una pendenza maggiore in corrispondenza a gradini interpretabili o come soglie trasversali minori o come cerchie moreniche totalmente smembrate e rielaborate.

L'altezza della coltre glaciale è facilmente ricostruibile essendo indicata dall'altitudine massima alla quale, sui fianchi vallivi, si trovano i depositi morenici.

Dalla ripidità dei versanti e dal dissesto idrogeologico in atto, si può dedurre che si sia ancora in una fase evolutiva giovanile con varie modificazioni riscontrabili in un arco di tempo relativamente breve.

La vecchia morfologia glaciale è infatti obliterata da grandi fenomeni franosi oltre che dalla dinamica fluviale per cui l'attività disgregativa delle acque incanalate induce instabilità dell'alveo soprattutto nei tratti di fondovalle.

I sopraddetti presupposti, unitamente a morfologie spesso caratterizzate da elevate acclività, rendono disponibili ingenti quantità di materiali detritici asportabili con estrema facilità che vanno ad accrescere il carico solido dei corsi d'acqua, costituito da elementi estremamente eterogenei per forma e granulometria.

La deposizione di tale materiale allo sbocco dei rii sul fondovalle è alla base della genesi delle conoidi di deiezione la cui tipica conformazione a

ventaglio caratterizza la morfologia del territorio nella confluenza dei torrenti con la rete idrografica principale.

In corrispondenza di repentine diminuzioni della pendenza dell'alveo, infatti, la corrente perde rapidamente, insieme alla velocità, parte della sua capacità di trasporto del materiale solido, determinando fenomeni di sovralluvionamento d'alveo che inducono lo stesso a successive divagazioni e possibili diversioni apicali.

La rete idrografica secondaria è caratterizzata, in regime di forti precipitazioni piovose, dallo sviluppo di fenomeni da violenta attività torrentizia noti come colate detritiche o lave torrentizie (*debris flow*).

I fattori che determinano l'insorgenza di questi fenomeni sono essenzialmente:

- il regime delle precipitazioni, sovente caratterizzato, a quote elevate, da forti intensità e concentrazione;
- le ridotte dimensioni del bacino di alimentazione che comportano una risposta immediata agli apporti meteorici;
- le condizioni di forte pendenza dei tributari e dei collettori principali, con conseguenti brevi tempi di corrivazione;
- la predisposizione dei versanti a fornire ingenti quantità di materiale solido.

L'attività torrentizia si caratterizza soprattutto per l'elevatissima capacità di trasporto solido alimentata essenzialmente dall'instaurarsi da fenomeni franosi nel bacino. La massa d'acqua in movimento prende in carico i materiali franati in alveo, aumentando ulteriormente il volume e la capacità erosiva durante la discesa sia per il sostanziale apporto di alberi sradicati, sia e soprattutto per i materiali alluvionali presenti in alveo che vengono facilmente rimobilizzati, fino talvolta al totale svuotamento dell'asta torrentizia. La miscela solido-liquida può raggiungere densità elevatissime (fino a 2 ton/m<sup>3</sup>) ed altezze notevoli soprattutto nella parte frontale, anche di molto superiori a quelle ipotizzabili in

base alle procedure di calcolo per le massime piene caratterizzate da soli deflussi liquidi. Il fenomeno, che può manifestarsi con più pulsazioni, generalmente si esaurisce nell'arco di qualche decina di minuti, lasciando tuttavia profonde trasformazioni nell'ambiente circostante a causa delle grandi capacità erosive e deposizionali.

I problemi maggiori si manifestano sui coni di deiezione sia perché questi apparati rappresentano l'area naturale nella quale vengono violentemente scaricati e depositi i materiali alluvionali trasportati durante la piena, sia perché essi offrono da sempre favorevoli condizioni morfologiche allo sviluppo di insediamenti con un conseguente forte impatto modificatorio sull'andamento e dimensionamento dell'alveo per ragioni logistiche e di difesa.

● **Caratteristiche geomorfologiche e idrauliche**

Nella Valle Stretta il Torrente Dora di Melezet è sbarrato a monte della linea di confine Italia-Francia dalla *diga delle Sette Fontane* del 1921 con opere di rilascio in sinistra idrografica a capacità massima di 100 mc/s per lo svuotamento di emergenza. Quest'ultima, di proprietà dell'Enel, dispone di un invaso di 5.000 mq per complessivi 48.000 mc di acqua, di cui 30.000 utilizzabili ai fini della produzione di energia tramite una turbina da 7 Megawatt.

Nel Rio di Valle Stretta, a profilo longitudinale gradinato da soglie rocciose o da sbarramenti di grandi, antiche scarpate detritiche, il torrente periodicamente alluviona e rimaneggia lo slargo del fondovalle a monte delle Grange, ma più verso valle si riduce in un alveo ristretto, pure tendendo ancora ad erodere la sponda sinistra nel tronco inferiore. I ponticelli in legname o in muratura per la strada di fondovalle sono stati nel tempo ripetutamente lesionati o asportati.

In questo tratto una serie di n. 3 briglie in gabbioni, a difesa ravvicinata del laghetto artificiale delle Sette Fontane, è stata già da tempo colmata a monte e sifonata lateralmente. L'affioramento roccioso che sostiene il lago, trattenendo in parte l'alluvione, ha impedito la formazione d'una distinta conoide allo sbocco della valle, ma concorre ad alimentare l'alluvionamento in Val Melezet a valle di S. Sisto.

Nella settimana di Pasqua del 1998 una frana di crollo, seguendo due lizze parallele con enormi massi dalla parete in destra idrografica del Melezet, ha superato la strada di confine depositandosi nell'alveo della Dora e nel bacino a monte della diga.

La localizzazione dei campeggi più a valle, come si vede dalla cartografia, è a rischio.

Nel giugno 1999 è stato effettuato un rilascio controllato di acqua nel bacino idroelettrico fino a 10 mc/s allo scopo di calcolare con precisione tempi e modi di rilascio, compatibilmente con la portata del torrente che nasce oltreconfine - nel "Departement del Hautes Alpes" - onde evitare rischi alla frazione di Melezet e alla parte bassa di Bardonecchia (Campo Smith).

L'iniziativa ha avuto valenze diverse: promossa dall'Enel, coinvolge anche l'IRPI-CNR, interessato a monitorare il trasporto solido. I risultati non sono ancora noti.

La Gran Gorgia sottende un bacino di 2.5 Km<sup>2</sup>. Il suo conoide ha un'estensione di oltre 0.5 Km<sup>2</sup>.

Il canale di scarico scorre lambendone il margine orientale ed è inciso nella parte alta e poco inciso nella parte medio-bassa.

In condizioni normali il torrente Gran Gorgia è in fase di scavo per motivi di pendenza fino a quota 478, in fase di equilibrio fino a quota 450 e con fasi di alluvionamento (in relazione alle portate) nel settore distale fino alla confluenza con la Dora di Melezet.

La conoide è formata da un grosso accumulo di materiale che si è depositato nel tempo lungo il fondovalle. La forma dell'accumulo è quella di un cono con l'apice rivolto verso monte, allo sbocco del rio sul fondovalle. Le zone occidentali ed orientali del cono assumono pendenze di qualche grado superiori a quella frontale.

Tutto il cono è inerbito e sono presenti alberi di alto fusto. La vegetazione è spontanea, con alberi e arbusti, nei pressi dell'alveo ed è a prati nelle zone più distanti (prati con cumuli di spietramento per renderli più produttivi).

Il rio corre lungo il settore mediano orientale del cono e non è delimitato tra arginature continue. La canalizzazione in profondità nella zona dell'apice è

dovuta alla potenza erosiva delle acque che arrivano dall'alto bacino. La perdita di forza erosiva dell'acqua corrente, che avviene per il cambio di pendenza, è progressiva e diminuisce le capacità dell'acqua, durante il percorso, di erodere il fondo. Nel frattempo avviene anche la progressiva deposizione del materiale in sospensione, dal più grossolano al più fine tanto da poter allagare un'ampia zona. I sedimenti si depositano perché l'acqua non ha più la forza per sostenerli. Nella zona distale si crea, quindi, un'area di sedimentazione che si innalza con il passare del tempo e impedisce una vera canalizzazione delle acque.

In questa zona, in occasione di intense precipitazioni, le acque fuoriescono anche lateralmente dal rio e inondano i prati limitrofi. Nel cono sono visibili segni di antiche piene. Si trovano infatti allineamenti di massi e ciottoli sul terreno, estesi nella zona a fianco del rio e via via meno persistenti mentre ci si allontana.

Sulla base di valutazioni geomorfologiche e idrauliche è evidente che, ai fini della costruzione dell'imponente conoide, l'apporto depositato nei lunghi periodi di magra risulta trascurabile al confronto dei quantitativi abbandonati durante le piene ordinarie e straordinarie. Si può dunque dedurre che la conoide si è venuta a formare in massima parte per *pulsazioni* di entità diversa variamente distribuita nel tempo, a partire dal termine dell'ultima glaciazione, circa 10.000 anni fa.

L'alveo del torrente per la maggior parte dell'anno si presenta povero di acqua; diventa quasi asciutto nel periodo invernale, durante il quale tutta la superficie del bacino è innevata.

La portata è ordinariamente bassa, suscettibile di incrementi nel periodo del disgelo. Una così esigua portata implica il conseguente trasporto di materiali solidi di norma ridotto.

Alla luce di queste constatazioni diventa stridente il contrasto con gli effetti prodotti dai passati eventi di piena lungo l'asta del torrente e, in particolare, sul



cono di deiezione. Va peraltro messo in luce che nel passato furono costruiti briglie nell'alto bacino.

L'efficienza del canale di scarico della conoide dipende dalla capacità d'invaso delle briglie esistenti nel tronco montano, attualmente in scarsissimo grado di officiosità, da nuove opere di disalveo, soprattutto nel settore inferiore della conoide che è certamente il più dissestato.

Pertanto la conoide di Pian del Colle, costituitasi allo sbocco di una Comba estensivamente dissestata, si trova precariamente stabilizzata, senza opere rilevanti di difesa idraulica, e il letto di piena del torrente, non sempre incassato in un largo solco, riesce a divagare parzialmente.

Il copioso apporto, stagionalmente rinnovato, di blocchi e di tronchi si deposita nel letto del T. Melezet dall'altezza di S. Sisto verso valle.

Al margine della conoide scorre il gemello R. Guiau, con un bacino in roccia meno erodibile, che non concorre alla costruzione della conoide stessa.

Esaminando singolarmente le strutture morfologiche presenti si deve osservare che pur costituendo la Comba della Gorgia un corso d'acqua morfogeneticamente molto attivo, la tendenza evolutiva che negli ultimi secoli si è affermata testimonia che lo sperone roccioso di S. Sisto costituisce uno sbarramento della conoide di deiezione. Infatti il ripiano della Cappella e il sovrastante settore dove si osservano antichi ruderi costituisce una contropendenza e una soglia che sbarra il relitto della conoide dovuta alla Comba della Gorgia.

La soglia fa sì che eventuali disalveamenti all'apice trovino uno sbarramento nello sperone e abbiano tendenza a scorrere in destra verso il R. Guiau o in sinistra verso il corso attuale del T. Gorgia.

I ruderi costituiscono quel che rimane dell'antichissima originaria Frazione di Melezet, trasferita nel fondovalle oltre due secoli fa a causa di un enorme incendio che distrusse tutte le abitazioni in legno tranne la Cappella di S. Sisto e il vasto fabbricato che è stato trasformato nella Casa Alpina S. Anna.

## ● Memorie storiche e Banca Dati Geologica

*“Il torrente ha dato luogo il 23 settembre 1993 ad un notevole trasporto in massa, con alluvionamenti in conoide, ed interruzione della Strada Provinciale.*

*Il parcheggio di un campeggio, posto in prossimità della confluenza del Gran Gorgia con il T. Valle Stretta, è stato ricoperto da sedimenti (soprattutto fini, ma con presenza di frazione a pezzatura più grossolana). Lo spessore della colata che è defluita sul piazzale è stato valutato, dalle tracce lasciate sulle pareti di un garage, in circa 1,5 m.*

*Parte della colata è anche defluita all'interno del campeggio, in prossimità del cancello d'ingresso.*

*In passato sono già stati segnalati processi analoghi lungo il Gran Gorgia, l'ultimo dei quali, nel luglio 1987.*

*In quell'occasione fu possibile evacuare il campeggio solo grazie alla lenta velocità di propagazione della colata. Il 16 maggio 1948 si era verificato un altro trasporto in massa con danni alla strada di Pian del Colle” (Regione Piemonte - G. Bellardone, F. Forlati, S. Raffone, F. Tamberlani).*

La Banca Dati Geologica segnala i seguenti eventi alluvionali che hanno interessato il Rio della Gran Gorgia ed hanno provocato danni ai centri abitati:

- 16/05/48;
- 01/07/87;
- 22/07/87;
- 23/09/93;
- --/06/94;
- 26/06/94.

La Banca Dati Geologica segnala i seguenti eventi alluvionali che hanno interessato il Rio della Valle Stretta ed hanno provocato danni ai centri abitati:

- --/05/1728;
- --/07/1914;
- --/05/1951;
- --/06/1955.

Nell'area indagata la Banca Dati Regionale segnala le seguenti caratteristiche.

- R. Guiau: nel periodo 1830-1981 ha due casi documentati di violenta attività torrentizia e di trasporto di massa durante eventi di piena e pertanto è classificabile come conoide potenzialmente attiva.
- Comba della Gorgia: la conoide del Pian del Colle è classificata dalla B.D.G. come conoide potenzialmente attiva individuata in base alla caratterizzazione tipologica del bacino ricavata in funzione della maggiore o minore disponibilità in alveo di materiali sciolti, delle caratteristiche morfologiche dell'asta torrentizia, della presenza nel bacino di importanti masse nivali, della suscettività ai franamenti dei versanti e delle condizioni idrologiche dell'area (3 eventi segnalati: 23/9/93, 1/7/1987, 16/5/1948 - sempre nel settore distale della conoide, nella zona di confluenza con la Valle Stretta).

Nella Carta dell'attività fluviale e torrentizia nel Bacino della Dora Riparia: danni ai centri abitati e indici di disequilibrio dei principali corsi d'acqua, edita dalla Banca Dati Geologica della Regione Piemonte in scala 1:50.000, la Gran Gorgia è indicato come corso d'acqua sul quale si verificano piene torrentizie con associati trasporti in massa, con rapida mobilitazione di ingenti volumi solidi e successiva loro deposizione in conoide. Il piano di allertamento ed evacuazione del Campeggio Cooperativa Pian del Colle è specificatamente regolamentato dall'ordinanza sindacale n. 67/5531 del 3 agosto 1990..

I dati pubblicati a cura del Settore per la Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico della Regione Piemonte segnalano la situazione schematizzata nella tabella seguente.

## TORRENTE GRAN GORGIA

### LOCALITÀ PIAN DEL COLLE

EVENTI	16 - 05 - 1948	01 - 07 - 1987	23 - 09 - 1993	GIUGNO '94	26 - 07 - 1994
<b>ATTIVITA'</b>	Attività fluviale e torrentizia				
<b>TIPOLOGIE</b>	Trasporto in massa torrentizio		Piena	Trasporto in massa torrentizio	
<b>EFFETTI</b>	Disalveamento			Alluvionamento fine	
	Alluvionamento fine			Alluvionamento grossolano	
		Erosione di fondo	Alluvionamento grossolano	Allagamento	
		Rigurgito			
		Allagamento			
<b>DANNI</b>		Tronco stradale e/o ferroviario danneggiato		Infrastrutture danneggiate	
		Opere idrauliche danneggiate	Infrastrutture danneggiate		
		Coltivi danneggiati			
		Infrastrutture danneggiate			

PIAN DEL COLLE	GRAN GORGIA	- . .	- . .	02	15	01	07	08				03					
PIAN DEL COLLE	GRAN GORGIA	16-05-1948	16-05-1948	02	15	02	07	08				05	17				
PIAN DEL COLLE	GRAN GORGIA	01-07-1987	01-07-1987	02	15	02	07	08				05	17				
PIAN DEL COLLE	GRAN GORGIA	01-07-1987	01-07-1987	02	15	02	13	10	03			05	17				
PIAN DEL COLLE	GRAN GORGIA	01-07-1987	01-07-1987	02	15	02	07	08				05	08	14		17	
PIAN DEL COLLE	GRAN GORGIA	22-07-1987	23-07-1987	02	14	02	13	10				05	17				
PIAN DEL COLLE CANPEGGIO	GRAN GORGIA	23-09-1993	23-09-1993	02	15	02	07	08	09			05	17				
PIAN DEL COLLE	GRAN GORGIA	-06-1994	-06-1994	02	15	02	08	09	10			17					
PIAN DEL COLLE	GRAN GORGIA	26-07-1994	26-07-1994	02	15	02	08	09	10			17					
PIAN DEL COLLE	GUTAI	.	.	02		01						03					

● **Caratteristiche geomorfologiche e idrauliche**

Le dimensioni del conoide di Melezet-Les Arnauds, allo sbocco del compluvio del Rio Fosse, appaiono sproporzionate rispetto al suo limitatissimo bacino, quasi tutto però sviluppato in rocce profondamente degradate. Ne consegue un consistente apporto detritico a valle di un'alta briglia in pietrame crollata nel 1949 e ricostruita nel 1951-52 a cura del Genio Civile, ricolmata poi dal lato a monte e copiosamente scavalcata in occasione di piene torrentizie. Da allora la portata solida del Rio Fosse viene convogliata nel T. Melezet per la presenza di argini convergenti. Inoltre risulta pensile rispetto all'asse del conoide. Tale assetto non ha impedito negli anni ripetuti e successivi straripamenti con inondazioni laterali e interruzioni della strada Bardonecchia-Melezet imputabili prevalentemente alla scarsa manutenzione.

La regimazione del torrente e la presenza in sponda sinistra di uno sperone roccioso di chiusura proteso assai più verso valle che quello di sponda destra, consentono di considerare il lato sinistro del conoide al riparo da eventuali fenomeni di esondazione da parte del rio.

● **Memorie storiche e Banca Dati Geologica**

Nella zona la Banca Dati Regionale segnala le seguenti caratteristiche:

- Rio Gava: in destra idrografica prima dell'abitato di Melezet **non** è classificato nella B.D.G. come tributario minore in cui nel periodo 1830-1981 si sono verificati casi di dissesto documentati di violenta attività torrentizia e di trasporto di massa, anche se la microconoide morfologica appena rilevabile sul terreno è secondo la BDG potenzialmente attiva.

- Rio Fosse: ben più pericoloso appare questo tributario affluente più a valle in sinistra idrografica della Dora di Melezet che ha oltre 10 casi documentati di violenta attività torrentizia.

La Banca Dati Geologica segnala i seguenti eventi alluvionali che hanno interessato il Rio Fosse ed hanno provocato danni ai centri abitati:

- --/09/1924; --/09/1948; --/11/1962.

Piemonte e Foreste segnala che nel 1869 l'abitato della borgata Les Arnauds è stato sepolto. Nel 1924, 1947, 1948, 1949, 1951 e 1962 si sono verificati gravi danni all'abitato, a strade e a precedenti opere di difesa, costruite a più riprese dal Genio Civile in quanto si tratta di difesa di abitati permanenti.

RIO FOSSE													
EVENTI													
ATTIVITA'	Attività fluviale e torrentizia												
TIPOLOGIE	Trasporto in massa torrentizio			Piena			Trasporto in massa torrentizio						
EFFETTI	Disalveamento						Alluvionamento fine						
	Alluvionamento fine						Alluvionamento grossolano						
		Erosione di fondo	Alluvionamento grossolano			Allagamento							
		Rigurgito											
		Allagamento											
DANNI		Tronco stradale e/o ferroviario danneggiato				Infrastrutture danneggiate							
		Opere idrauliche danneggiate	Infrastrutture danneggiate										
		Coltivi danneggiati											
		Infrastrutture danneggiate											
MELEZET E LES ARNAUD	FOSSE	08-07-1949	08-07-1949	02	15	02	08	09				10	04
VALLE FOSSE	FOSSE	-10-1949	-10-1949	02	14	02						07	
MELEZET (PRESSO)	FOSSE	21-06-1954	21-06-1954	02	14	02	13	10				05	
MELEZET	FOSSE	13-06-1957	15-06-1957	02	14		07					03	09
MELEZET LES ARNAUD	FOSSE	01-03-1961	31-05-1961	02	14	02	02					07	08
MELEZET	FOSSE	08-11-1962	08-11-1962	02	14	02	07	10				02	14
MELEZET	FOSSE	08-11-1962	08-11-1962	02	14	02	09	10				02	14
MELEZET	FOSSE	-10-1966	-10-1966	02		01						03	
MELEZET, LES ARNAUD	FOSSE	04-07-1971	04-07-1971	02	15	02	09					05	11
MELEZET	FOSSE	25-07-1994	25-07-1994	02	15	02	09					08	

● **Caratteristiche geomorfologiche e idrauliche**

Il bacino sotteso alla sezione di Campo Smith ha una superficie di 66 kmq, una lunghezza dell'asta principale di 18 km, un'altezza media di 1725 m s.l.m.

Il bacino principale trae le sue origini in territorio Francese e come si è detto risulta dotato di uno sbarramento a scopo idroelettrico gestito dall'ENEL, denominato Bacino delle Sette Fontane.

La presenza dell'invaso delle Fontane provvede a trattenere parte del trasporto solido perciò la maggior quantità di materiale proviene dal Rio della Gran Gorgia e dal Rio Fosse, successivo affluente di sinistra.

Nel torrente Melezet è in buona parte esaurita l'azione di ritenzione dell'alluvione esercitata dalle briglie lungo i valloni affluenti (la Gran Gorgia soprattutto). La moderata pendenza media dell'alveo, di gran lunga inferiore a quella dei corsi affluenti, riduce la capacità di trasporto delle acque, specie per gli elementi di maggiori dimensioni. Concorre infine a diminuire la portata stessa del torrente - e la forza viva delle acque - il deflusso subalveo entro la potente coltre d'alluvione sciolta, eminentemente permeabile. Di conseguenza vi si manifestano processi di irregolare colmata dell'alveo, che tende inoltre ad allargarsi ai lati. In misura più evidente nei tratti a valle delle singole affluenze.

Infatti alla confluenza con il T. Rho, per circa 300 metri verso valle, l'alveo di piena del T. Melezet, piatto e non profondo, si allarga (per una cinquantina di metri), ma è stato modificato sia con una difesa in destra idrografica, che per rimodellamento di materiali nell'area di Campo Smith.

In sintesi, il corso del T. Melezet, risulta tuttora non sistemato definitivamente, passibile di processi di erosione accelerata e di alluvionamento di rilevante entità, ricorrenti e con potenziale pericolo per le abitazioni, le strade, e i terreni lungo le fasce di pertinenza fluviale.



Il T. Melezet, allo sbocco della breve gola a valle della diga delle Sette Fontane, si localizza in sinistra idrografica per effetto dell'azione del conoide del Pian del Colle.

Il suo letto si restringe, assumendo un aspetto monocursale, pochi metri prima dell'ultimo ponte della strada Melezet-Valle Stretta.

A valle dell'attraversamento il letto si amplia e si suddivide in più rami per effetto dei grossi blocchi presenti in alveo, provenienti dalla Comba della Gorgia in seguito a piene torrentizie.

In passato, per effetto delle piene, il ponte per S. Sisto è stato più volte danneggiato e distrutto, la strada di fondovalle contigua asportata e le sponde più a valle erose.

Le condizioni topografiche non migliorano dopo il conoide del Rio Fosse dove il T. Melezet, incassato e con un percorso tortuoso in forte pendenza, è condizionato dagli ingenti apporti detritici del rio.

In corrispondenza del conoide del R. Sagne, è caratterizzato da un alveo particolarmente inciso e perciò non più pericoloso da un punto di vista geomorfologico e idraulico.

Il suo alveo ritorna gradualmente superficiale verso la confluenza con l'ampia sezione del T. Rho.

Nell'ultimo tratto sono state eseguite notevoli opere di sistemazione fino alla confluenza con il T. Frejus.

#### ● **Memorie storiche e Banca Dati Geologica**

Nella zona in esame la Banca Dati Regionale attribuisce al corso d'acqua oltre 10 casi documentati di violenta attività di trasporto di massa durante eventi di piena nel periodo 1830-1981. Secondo la BDG il Melezet costituisce un corso d'acqua sviluppato in fondovalle ristretto su depositi alluvionali, con abbondante trasporto solido al fondo e intensa erosione, con possibili esondazioni e disalveamenti con deposito di materiale grossolano su parte del fondovalle.

Piemonte Foreste segnala danni per allagamenti, danni ai ponti, abitati, viabilità nel luglio 1914, settembre 1920, settembre 1943, maggio 1944 e 1948, maggio 1951, giugno 1955 e 1957, giugno e ottobre 1961, ottobre 1966 e 1977.

<b>TORRENTE MELEZET</b>					
<b>EVENTI</b>					
<b>ATTIVITA'</b>	Attività fluviale e torrentizia				
<b>TIPOLOGIE</b>	Trasporto in massa torrentizio		Piena		Trasporto in massa torrentizio
<b>EFFETTI</b>	Disalveamento			Alluvionamento fine	
	Alluvionamento fine			Alluvionamento grossolano	
		Erosione di fondo	Alluvionamento grossolano	Allagamento	
		Rigurgito			
		Allagamento			
<b>DANNI</b>		Tronco stradale e/o ferroviario danneggiato		Infrastrutture danneggiate	
		Opere idrauliche danneggiate	Infrastrutture danneggiate		
		Coltivi danneggiati			
		Infrastrutture danneggiate			

● **Caratteristiche geomorfologiche e idrauliche**

Si estende interamente in Comune di Bardonecchia, su una superficie di ha 1.600 circa.

Il Rho nasce sotto Punta Nera a quota 2.500 circa e sfocia nella conca di Bardonecchia, a quota 1.230.

La lunghezza dell'asta principale è di circa km 6 con una pendenza media del 22% circa; è del 64% quella dei versanti.

Secondo Piemonte Foreste il tempo di corrivazione, alla sezione di chiusura del sottobacino a quota 1.340, è di ore 1.93.

La portata liquida del Torrente Rho è modesta nei periodi asciutti, violenta e copiosa nei periodi piovosi e particolarmente in quelli di fusione delle nevi.

La portata solida, conseguenza dell'estesa zona ricoperta di detriti di falda, è piuttosto abbondante.

Con entità ancor più rilevante si presenta qui l'alluvionamento potenziale, conseguente all'intensità straordinaria dell'attività erosiva postglaciale localizzata lungo il tronco medio dell'asta. Nelle profonde e strette gole, durante le piene si sovr alza il livello delle acque che acquistano la capacità di trasportare ingenti quantitativi di materiale detritico grossolano abbandonandolo sulla conoide, che si sviluppò in epoca postglaciale su una vasta area fino a respingere il corso del T. Melezet contro il piede del versante destro della valle assiale.

Nell'alto bacino del T. Rho, caratterizzato da frane, paleofrane e da alte e ampie colate di detrito mobile sul fianco destro, è stato in passato sistemato da parte del Corpo Forestale, mediante una serie di n. 4 briglie in legname e pietrame, un tronco dissestato del R. Pissat, affluente di destra all'altezza delle Gr. La Rho.

Più a valle, l'asta del T. Rho (già contenuta sulla sinistra da un imponente argine con rivestimento interno in pietra, effettuato intorno al 1930, a difesa del Borgovecchio) è stata sistemata nel dopoguerra dal Genio Civile mediante n. 11 briglie in calcestruzzo e pietrame, tuttora efficienti. Altri lavori di manutenzione sono avvenuti nell'ultimo quarto di secolo, anche nell'attraversamento della area di espansione edilizia del capoluogo. La larga sezione dell'alveo è stata arginata a monte della confluenza col T. Melezet sia in destra che in sinistra.

L'efficacia delle opere idrauliche ha impedito eventi catastrofici con ripercussioni sull'abitato: sono stati rifatti nuovi ponti in cemento armato ad ampie luci (ponte delle Ciocie e ponte sulla provinciale).

Il processo di formazione ed evoluzione della conoide del T. Rho è strettamente connesso, peraltro, con l'equilibrio del bacino idrografico sotteso, che, a sua volta, dipende dalle caratteristiche geologiche, morfologiche e idrologiche del bacino stesso già estremamente dissestato.

La presenza nell'ambito del bacino idrografico di acclività accentuate e di materiale facilmente erodibile e trasportabile dalle acque di ruscellamento superficiale costituiscono fattori predisponenti all'innescò di fenomeni di ingente trasporto solido e di conseguenza ad una potenziale attività della conoide, anche per la presenza di grandi frane nell'alta valle. Complessivamente la situazione idrogeologica del bacino imbrifero può ritenersi temporaneamente sistemata, anche se, a parere del sottoscritto, la presenza di materiale facilmente erodibile nell'alto bacino costituisce un fattore predisponente a fenomeni di ingente trasporto solido e di conseguenza ad una attività distruttiva nella zona di confluenza.

Inoltre nel settore centrale del conoide il torrente sta solo parzialmente incidendo i sedimenti depositati nell'ambito della fascia di difesa delle arginature sia in destra che in sinistra.

Subito a monte della curva a gomito del torrente l'ampio deposito di materiali non sufficientemente incisi potrebbe rendere possibili diversioni extralveari in Via Mazzini mentre in Via Amprimo il muro d'ala recentemente ricostruito rende il settore sinistro più sicuro.

## ● **Memorie storiche e Banca Dati Geologica**

La Banca Dati Geologica attribuisce al corso d'acqua oltre 10 casi documentati di violenta attività di trasporto di massa durante eventi di piena nel periodo 1830-1981. Secondo la BDG il Rho costituisce un corso d'acqua sviluppato in fondovalle ristretto su depositi alluvionali, con abbondante trasporto solido al fondo e intensa erosione, con possibili esondazioni e disalveamenti con deposito di materiale grossolano su parte del fondovalle.

I dati reperiti presso la banca Dati Geologica confermano perciò la presenza di elevato rischio.

Le tabelle allegate nel capitolo seguente mettono in evidenza la situazione riscontrata relativamente ai fenomeni di attività torrentizia per gli elementi idrografici già esaminati.

Anche secondo Piemonte Foreste sono particolarmente rilevanti i danni causati dal torrente non solo nei secoli scorsi e nei primi decenni di questo secolo ma anche negli ultimi decenni, se non si interviene con il completamento delle opere e con la manutenzione minuziosa e continua di quelle esistenti.

I danni sono avvenuti specialmente contro gli abitati, la viabilità e i ponti, in un lungo sviluppo cronologico, e cioè: 1796, 1798, 1865, agosto 1868, maggio 1872 e 1873, giugno e ottobre 1876, giugno 1877 e 1879, settembre e ottobre 1880, 1902, 1904, luglio 1905, 1911, 1914, settembre 1920, maggio 1936, 1951, giugno 1955 e 1957, ottobre 1966 e novembre 1968.

I danni alluvionali più rilevanti si sono verificati, per la stragrande maggioranza, nel periodo maggio-settembre, a seguito di precipitazioni violente sì, ma pur sempre non eccezionali se confrontate con altre valli dove le precipitazioni delle 24 ore superano non di rado i 300 mm, contro i 100 mm o poco più del bacino del Rho.

La Banca Dati Geologica inoltre nell'800 segnala i seguenti eventi alluvionali che hanno interessato il T. Rho ed hanno provocato danni al centro abitato:

- --/05/1728;

- --/10/1868;
- --/--/1870;
- --/--/1872;
- --/05/1873;
- --/06/1876;
- --/06/1879;
- --/09/1880.

<b>TORRENTE RHO</b>					
<b>EVENTI</b>					
<b>ATTIVITA'</b>	Attività fluviale e torrentizia				
<b>TIPOLOGIE</b>	Trasporto in massa torrentizio		Piena		Trasporto in massa torrentizio
<b>EFFETTI</b>	Disalveamento			Alluvionamento fine	
	Alluvionamento fine			Alluvionamento grossolano	
		Erosione di fondo	Alluvionamento grossolano	Allagamento	
		Rigurgito			
		Allagamento			
<b>DANNI</b>		Tronco stradale e/o ferroviario danneggiato		Infrastrutture danneggiate	
		Opere idrauliche danneggiate	Infrastrutture danneggiate		
		Coltivi danneggiati			
		Infrastrutture danneggiate			
PUNTA TRE CROCI   RHO   . .   . .   01   09   12                   01					

● **Caratteristiche geomorfologiche e idrauliche**

Si estende esclusivamente sul territorio del comune di Bardonecchia su una superficie di 2.200 ha circa.

Il torrente Frejus nasce, con molte ramificazioni disposte a ventaglio, a quota 2.800 circa sulle falde del monte omonimo e sbocca a quota 1.330 nella conca di Bardonecchia, dopo un percorso di km 8.4 circa. La pendenza media dell'asta principale non supera il 14%, mentre quella media dei versanti è del 55%.

Secondo Piemonte Foreste il tempo di corrivazione, alla sezione di chiusura del bacino (quota 1.330 m s.l.m.), è di ore 2,35.

Il bacino è generalmente spoglio di vegetazione arborea (5%); la superficie pascoliva e gli incolti produttivi, cioè la vegetazione erbacea, coprono circa il 60% del bacino, mentre le zone sterili - nude, senza vegetazione di nessun genere, ricoprono un abbondante terzo del bacino.

Anche questo torrente assume le tipiche caratteristiche di quelli della Valle di Susa, in specie di quella alta, e cioè i danni alluvionali si verificano quasi solo nel periodo maggio-settembre, e non per precipitazioni eccezionali (per esempio nella alluvione 26-27 settembre 1947 la stazione meteorologica di Rochemolles ha segnalato una precipitazione complessiva nelle 48 ore di 18 mm, quantità quasi modesta, ma importante per le pendenze eccezionali dei versanti e per le precarie condizioni geolitologiche del substrato e dei terreni di copertura, per la scarsità del manto arboreo e per il mancato governo minuto delle acque su tutte le pendici).

M. Bugnano riferisce *“Il sottobacino idrografico del T. Frejus risulta delimitato verso ovest dalla dorsale che dal fondovalle sale in direzione della P.ta Nera e prosegue in senso orario verso la P.ta del Frejus, la P.ta Bagnà e la C.ma Gardiora; da questo punto il bacino risulta delimitato verso est dalla linea*

*di cresta che ridiscende verso il fondovalle passando per la P.ta Melmise (linea spartiacque con il vallone di Rochemolles).*

*La quota massima del bacino risulta corrispondere a quella della P.ta Bagnà (q 3129); il punto di chiusura verso valle dell'intero bacino è invece posto alla confluenza con il Rio di Valle Stretta, in corrispondenza del piede della conoide su cui sorge l'abitato di Bardonecchia, ad una quota di circa 1250 m.*

*Tra i rami che costituiscono la rete dei tributari che si innestano nell'asta torrentizia principale del T. Frejus riveste particolare importanza il Rio Gaultier, affluente di destra nei pressi di Grange Merdovine, il cui bacino si apre sul versante SE della P.ta Nera .....*

*..... La geomorfologia del bacino, originariamente tipica di un ambiente montano che subì in epoche passate una fase di intenso modellamento glaciale, con genesi di forme meno aspre e blandamente ondulate ancora riconoscibili sugli alti versanti, presenta in corrispondenza delle aste torrentizie i caratteri di un evidente e marcato ringiovanimento, con formazione di profonde incisioni erosionali delimitate da scarpate subverticali, interrotte saltuariamente da incisioni minori che si sviluppano con direzione perpendicolare rispetto all'asta torrentizia principale ed isolano ristrette dorsali e speroni rocciosi.*

*Il bacino in oggetto appare nel complesso interessato da un grado di dissesto grave e generalizzato, con estesi e diffusi movimenti franosi di vario tipo, principalmente a causa dell'assetto strutturale del substrato roccioso, di fattori climatici e dell'esposizione dei versanti, e caratterizzati da vari stadi evolutivi.*

*Determinante per l'insacco ed il progredire nel tempo di queste fenomenologie dissestive è comunque l'intensissima azione erosiva delle aste torrentizie che provocano ovunque evidenti processi di scalzamento al piede dei versanti.*

*Il deposito alluvionale, presente talora abbondantemente lungo i corsi d'acqua, è imputabile essenzialmente a vere e proprie lave torrentizie (debris flows) che vengono innescate in concomitanza di eventi meteorici importanti, non necessariamente eccezionali, in un contesto idrodinamico ed idrogeologico di carattere prevalentemente erosionale. Si assiste così al verificarsi di*



*successive e molteplici pulsazioni deposizionali, con formazione di accumuli di sedimenti anche molto consistenti ben presto reinciati ed asportati dalla successiva azione erosiva dei torrenti, caratterizzati da profili di fondo in forte disequilibrio (soprattutto alla testata) e con una elevata energia.*

*Il notevole trasporto solido, che in passato ha causato gravissimi danni allo sbocco vallivo in corrispondenza della conoide su cui ora è edificata la parte più recente dell'abitato di Bardonecchia, risulta principalmente alimentato dal notevole dissesto che caratterizza alcuni valloni, soprattutto quelli in destra orografica del Rio Gaultier, del rio Chatelard e del rio (senza nome) tributario di destra del Rio dell'Acqua, che si sviluppa sul versante sud della P.ta del Frejus, dove, oltre ad un substrato particolarmente alterato e disgregato, sono presenti accumuli di deposito detritico o glaciale sottoscalzati al piede e facilmente mobilizzabili in concomitanza con periodi molto piovosi o durante il periodo del disgelo primaverile" (M. Bugnano Cfr.).*

Recentemente il Comune di Bardonecchia ha incaricato il Consorzio Forestale Alta Valle di Susa della redazione di indagini finalizzate all'analisi dei dissesti e del grado di rischio idraulico presente all'interno di un'area di PRGC (denominata UUI 19) posta all'apice del conoide.

A. Dotta riferisce "Come confermato all'interno delle documentazioni inerenti la presenza di conoidi attive (Regione Piemonte - Banca dati geologica), il tratto terminale del Rio Frejus viene unanimemente inserito all'interno delle conoidi attive, ovvero gravata dal rischio di riattivazione e di divagazione dell'asta torrentizia principale con conseguenti deposizioni di materiali solidi in aree esterne all'alveo attuale.

*Tali aspetti sono confortati dall'analisi delle Testate del Rio Frejus e del suo affluente principale il Rio Gautier. Tali testate sono caratterizzate da estese aree in frana attiva e che possono alimentare la frazione solido delle piene".*

A. Dotta inoltre riferisce "Al fine di verificare lo stato attuale di rischio idraulico sono stati pertanto calcolati tutti i parametri idrologici del Bacino del Torrente Frejus e le conseguenti portate sia solide che liquide. Per quanto concerne la frazione della piena riferibile alla sola portata liquida è stata calcolata sulla base delle recenti formule regionali. Per la portata solida (riferibile alle lave torrentizie) si è fatto riferimento a quanto adottato con

successo all'interno delle sistemazioni idrauliche realizzate dai colleghi francesi dei servizi RTM-ONF (MEUNIER, 1991, *Elements d'hydraulique torrentielle - Etudes Montagne n° 1 CEMAFREF, Grenoble*).

*Tali studi e sperimentazioni considerano la lava torrentizia come un liquido che non risponde alla teorie idrologiche classiche e per unanime consenso denominate Newtoniane. Pertanto la lava torrentizia non viene più considerata una semplice sommatoria di frazione liquida e frazione solida ma un elemento unico che si comporta con caratteristiche diverse dalle singole parti quando tenute separate”.*

Risultati dell'applicazione del sistema per il Torrente Frejus

<b>Bacino : FREJUS</b>
<b>Parametri morfometrici</b>

		u mis	
Superficie	A	Km <sup>2</sup>	26.54
Lunghezza Asta Principale	L	Km	8.05
Altitudine media del bacino	H med	m slm	1922
Altitudine sezione Chiusura	H ch	m slm	1320
dH		m slm	602
Coefficiente di deflusso	C		0.8

Altezza di precipitazione in mm	h		
Durata della precipitazione in giorni	t	considerato come=tc( calcolato con Giandotti)	1,67
Parametri corrispondenti alla caratteristiche pluviometriche	a, n, n*	n per tc > 1 giorno, n* per tc < 1 giorno	

<b>Bacino pluviometrico n° 12</b>
-----------------------------------

Tr	a	n	n*	H	Q (m3/sec)	q
50	135.8143	0.46065	0.461903	39.59998349	140	5.2
100	149.7258	0.46587	0.459619	43.92304468	156	5.8
200	163.6372	0.470356	0.457657	48.25614774	171	6.4
500	182.0272	0.475461	0.455423	54.00010275	191	7.2

Per ciò che riguarda la cronistoria degli interventi di sistemazione idraulico-forestale del bacino del T. Frejus A. Dotta riferisce “ *La pericolosità del Rio Frejus è nota da tempo. Documenti storici, redatti a seguito del trattato di Utrecht, ritrovati all'interno dell'Archivio di Stato e consultati dal Nostro Ente in occasione delle revisioni del Piano di Assestamento delle proprietà silvo-*

*pastorali, che rapportano la pericolosità dei Rio Frejus a torrenti tristemente noti come il Rio Perilleux, Rio Gorge, Torrente Rho e Rio Fossò.*

*Con l'avvio delle sistemazioni idraulico-forestali a cavallo tra il 1800 ed il 1900, anche il Rio Frejus viene sottoposto a regimazione. Vengono pertanto realizzate opere trasversali (briglie a gravità) dall'apice della conoide e risalendo l'ungo l'asta del torrente. Contestualmente alle opere in alveo vengono realizzati opere di rimboschimento e di salvaguardia dei terreni saldi dall'erosione superficiale, nell'ottica della sistemazione integrata dell'intero bacino. Queste sistemazioni hanno di fatto diminuito l'area in dissesto ed in erosione di sponda sul Rio Frejus. Le ampie porzioni in frana delle testate del Rio Frejus e del Rio Gautier purtroppo non vengono risolte anche per problemi tecnici e strutturali delle tecnologie del tempo. Nel corso degli anni 70 ed 80 la pericolosità del Frejus appare nuovamente evidente anche alla luce di gravi eventi di piena. L'amministrazione Comunale si attiva con tempismo ed efficacia permettendo il finanziamento di interventi di manutenzione delle briglie esistenti e di realizzazione di una nuova briglia filtrante a valle della confluenza con il Rio Gautier. Questi interventi regolarmente conclusi hanno sicuramente contribuito ad aumentare il grado di sicurezza del Torrente Frejus.*

*A complemento di questi interventi sono stati inoltre realizzati fondamentali interventi di regimazione del Rio nel tratto in conoide ed in corrispondenza del centro abitato di Bardonecchia.*

*Queste opere consistono nella realizzazione di un canale artificiale con scogliere, nel tratto a monte del Ponte del Vernet (a monte dell'area 19) e da muri di sponda in c.a., coadiuvati nell'azione di regolazione della quota di fondo e della pendenza da soglie in c.a., poste lungo l'alveo ad intervalli regolari. La sistemazione progettata e realizzata all'inizio degli anni 90 ha ridono ulteriormente la possibilità di esondazione all'interno del centro abitato, permettendo una riduzione drastica del rischio idraulico collegato all'attività del Torrente Frejus.*

*Le relazioni idrologiche ed idrauliche di supporto alla progettazione vengono allegare alla presente in quanto permettono di ricostruire il processo decisionale ed i sistemi di calcolo delle portate e del corretto dimensionamento*

*delle sezioni di progetto. Le opere sono state dimensionate con portate aventi tempi di ritorno centennale e valutando la portata solida come quota parte della portata liquida. La portata viene pertanto calcolata nella sua interezza ( $Q_s+Q_l$ ) come un liquido Newtoniano e pertanto riferibile alle analisi idrologiche classiche per la determinazione della portata di progetto. Le opere vengono pertanto correttamente dimensionate con il rilascio di un franco di progetto estremamente abbondante ed altamente rassicurativo (vedere estratto progetto al Capitolo 4.1).*

*Le opere di sistemazione finora realizzate sono pertanto così riassumibili:*

- *Sistemazioni CFS e Genio Civile*
- *Sistemazioni località Ponte Vernets*
- *Manutenzione e realizzazione nuove briglie su Torrente Frejus*
- *Sistemazione testate del Rio Frejus e Gautier*

*A seguito di un finanziamento conseguente ad una apposita delibera CIPE nel 1998 è stato possibile intervenire sulle testate dei bacini del Rio Frejus e Gautier. Quest'ultima progettazione, attualmente regolarmente approvata ed i cui lavori sono stati consegnati in gennaio 1999, ipotizza la realizzazione di opere di controllo delle aree in frana sia sulla testata del Rio Frejus (zona a monte dell'area dei Camini) e sia sulla testa del Rio Gautier (a monte del Ponte di Ferro). Queste opere di regimazione sia di versante che in alveo permettono di ridurre la possibilità di mobilitare e conseguentemente di fluitare grandi masse di materiale solido, prevalentemente fine (proveniente dalla disgregazione dei calcescisti e dei substrati fratturati presenti nelle testate dei bacini), in grado di aggravare le lave torrentizie che hanno caratterizzato tutti gli eventi di piena finora descritti ed analizzati.*

*L'ultima piena verificata sul torrente Frejus è avvenuta nell'agosto 1997 creando grande allarme nell'Amministrazione e nella cittadinanza di Bardonecchia. A fronte di una portata liquida estremamente limitata e riferibile ad indici probabilistici molto bassi (TR 50-100 anni) l'onda di piena è stata caratterizzata da una velocità molto bassa e da una viscosità estremamente elevata tipica delle colate laviche afferenti alle lave torrentizie.*

*La necessità di intervenire sulla testate per ridurre la possibilità di formazione e di alimentazione delle colate laviche ha confermato ed avvalorato l'urgenza di realizzare le opere proposte nell'ultima progettazione e riassumibili in opere trasversali selettive, sogli di fondo e sistemazioni di versante. Le opere proposte, approvate e regolarmente appaltate dall'amministrazione locale referente, verranno realizzate nelle stagioni 1999 e 2000 con sicuri benefici sulla riduzione del trasporto solido e del conseguente grado di rischio idraulico nel tratto in conoide" (A. Dotta Cfr.).*

## ● **Memorie storiche e Banca Dati Geologica**

Piemonte e Foreste riferisce: "Nel luglio 1914 il torrente Frejus si è spaventosamente ingrossato, rompendo gli argini e causando gravi danni agli abitati (Bardonecchia) e alla viabilità. Nel settembre 1920 si è verificata una grossa piena con gravi danni all'abitato, mentre nell'agosto 1934 si sono verificati gravi danni alle opere di difesa; il 26-27 settembre 1947 una grossa alluvione ha causato gravi danni agli abitati con rovinosi inghiainamenti. Nel maggio 1949 e 1951 il torrente ha causato forti danni alle opere di difesa, minacciando fortemente parte del concentrico di Bardonecchia. Nel giugno 1954 e 1955, il torrente ha causato altri gravi danni agli edifici e alle opere di difesa. Nel giugno 1957 sono stati causati danni ingenti alle opere di difesa, alla viabilità, all'abitato. In ordine di tempo l'ultimo caso segnalato è quello delle ore 13 del 7 agosto 1997. D. TROPEANO segnala che un evento di breve durata colpì il bacino del Rio Gautier (1,8 km<sup>2</sup>) incidendo la copertura detritica del bacino e trasferendo ingenti quantità di materiale alla confluenza col Torrente Frejus posto a 1650 m. La portata che, dopo circa due ore raggiunse la conoide fu stimata dal CNR-IRPI in 150m<sup>3</sup>/s.

D. Tropeano segnala anche che nel giugno 1996 una piena minore fu assorbita senza danni mentre il 21 agosto 1954 "*enormi quantità di detriti depositati nel letto del torrente per quasi tre metri di potenza*", furono rimossi con urgenza. Anche qui giocò un ruolo decisivo la piccola porzione rappresentata dal Rio Gautier che nel bacino del Frejus (kmq 22) rappresenta

solo 1/12 dell'intero bacino di drenaggio (D. Tropeano Cfr.). Per quanto riguarda l'indice di disequilibrio si rimanda al paragrafo specifico.

La Banca Dati Geologica segnala i seguenti eventi alluvionali che hanno interessato il Rio Frejus ed hanno provocato danni ai centri abitati:

- --/06/1954.

TORRENTE FREJUS																					
EVENTI																					
ATTIVITA'	Attività fluviale e torrentizia																				
TIPOLOGIE	Trasporto in massa torrentizio			Piena			Trasporto in massa torrentizio														
EFFETTI	Disalveamento						Alluvionamento fine														
	Alluvionamento fine						Alluvionamento grossolano														
	Erosione di fondo			Alluvionamento grossolano			Allagamento														
	Rigurgito																				
	Allagamento																				
DANNI	Tronco stradale e/o ferroviario danneggiato						Infrastrutture danneggiate														
	Opere idrauliche danneggiate			Infrastrutture danneggiate																	
	Coltivi danneggiati																				
	Infrastrutture danneggiate																				
BARDONECCHIA	FREJUS	03-08-1934	03-08-1934	02	14	02	02					11	05	07							
BARDONECCHIA, VIA MEDAIL	FREJUS	12-06-1947	12-06-1947	02	14	02	10					08	14								
BARDONECCHIA	FREJUS	04-09-1948	05-09-1949	02	14	02	07	01				08	06								
BARDONECCHIA	FREJUS	-05-1949	-05-1949	02	14	02	02	03				07	11								
BARDONECCHIA	FREJUS	02-05-1949	02-05-1949	02	14	02	01	10				11	08								
BARDONECCHIA	FREJUS	26-05-1951	28-05-1951	02	14	02	02	03	10			08	13	03	05	11					
TERRITORIO COMUNALE	FREJUS	26-05-1951	28-05-1951	02	14	02	02	10				04									
PONTE STRADA CHAFFAUX	FREJUS	26-05-1951	27-05-1951	02	14	02	01					11									
BARDONECCHIA	FREJUS	26-05-1951	27-05-1951	02	14	02	01					08	13	05	12						
PRA LA COMBE (NON UBIC.)	FREJUS	26-05-1951	27-05-1951	04		02						04									
BARDONECCHIA, V. MEDAIL	FREJUS	21-06-1954	21-06-1954	02	14	02	14	07	10	01		02	08	09	10						
BARDONECCHIAO	FREJUS	21-08-1954	21-08-1954	02	14	02	08	09				03									
CENTRO ABITATO	FREJUS	07-06-1955	09-06-1955	02	14	02	02	10	09			03	04								
BARDONECCHIA	FREJUS	-10-1977	-10-1977	02	14	02						08									

● **Caratteristiche geomorfologiche e idrauliche**

Il Torrente Rochemolles nasce tra punta Sommeiller e Cima Vallonetto, dai ghiacciai del Galambra, a circa 2.900 m s.l.m., e sbocca nella conca di Bardonecchia a 1.240 m s.l.m., con un percorso di asta principale di circa 17 km e una pendenza media del 10%.

Mentre in destra del Rochemolles scendono torrentelli a carattere di canali, in sinistra confluiscono i Rii Almiane e Valfredda che attraversano, specie il secondo, valloni di notevole estensione.

La portata liquida è rilevante, alimentata da ghiacciai e nevai perenni.

La superficie complessiva del bacino si aggira sui 6.500 ha, di cui il 10% governato a boschi di A.F., un po' meno del 50% costituito da prati, pascoli e incolti produttivi, mentre quasi il 40% è costituito da incolti sterili. Infatti il bacino è contornato da cime alte e impervie (oltre i 3.000 m) e da ghiacciai; esso si sviluppa per la massima parte al di sopra dei 1.600 m di altitudine. La destra della valle è minacciosamente nuda, con dislivelli impressionanti. A quota 1981 è localizzato l'imponente invaso per la produzione di energia elettrica.

Pur essendo molto estese le falde detritiche il trasporto solido è limitato: sia per la ridotta pendenza media del suo profilo, sia per la dissipazione dell'energia idraulica e per la sedimentazione dell'alluvione nel lago artificiale e in corrispondenza delle briglie, una in pietrame, sull'asta subito a monte del lago, per limitare i fenomeni di interrimento, altre in serie nel tronco inferiore della Valfredda. Pertanto, nella stretta gola terminale di questo affluente e sull'altra a valle del lago, anche durante le piene l'azione di convogliamento della portata solida è contenuta. Del resto l'alluvionamento allo sbocco in piano, all'altezza e a lato del Borgonuovo di Bardonecchia non ha accumulato una imponente conoide.

Più che a causa del trasporto solido, i ripetuti e gravi dissesti, che ancora negli ultimi decenni hanno provocato danni all'abitato di Rochemolles e vaste interruzioni della strada comunale, sono stati provocati da valanghe e ancor più da frane del pendio detritico-eluviale in sinistra e da riattivazioni locali delle paleofrane. Le piene hanno poi più volte asportato ponti e passerelle in legname.

Riveste particolare importanza la frana a valle della borgata Issard, in sinistra orografica, la cui riattivazione potrebbe provocare gravissimi danni a seguito dello sbarramento dell'asta principale. La sistemazione della frana rappresenta un lavoro colossale, che necessita di un dettagliato studio apposito, in tutte le sue componenti (geologico, idraulico e forestale).

### ● **Memorie storiche e Banca Dati Geologica**

Piemonte e foreste riferisce che il 26 settembre 1920 si sono verificati gravi danni agli abitati, ai ponti e alla viabilità in genere. Inoltre danni e gravi minacce ai ponti si sono verificati nel settembre 1947 e 1948 e nel maggio 1949, mentre nel giugno 1957 e nel luglio 1967 il torrente ha manifestato una gravissima piena, specie nel luglio 1957, con ingenti danni alla viabilità e ai ponti. Da quanto sopra esposto, emerge il fenomeno comune della valle della Dora Riparia - parte alta - delle alluvioni nel periodo aprile-settembre, per precipitazioni di intensità non eccezionale (nelle 24 ore di poco superiori ai 100 mm) per cui le piene calamitose sono dovute alla pendenza dei versanti e ai dislivelli fuori del comune, nonché all'instabilità dei versanti (per i potenti ammassi di detrito di falda), e oggi per l'ormai obsoleto governo delle acque sulle pendici. Per quanto riguarda l'indice di disequilibrio si rimanda al paragrafo specifico.

La Banca Dati Geologica segnala i seguenti eventi alluvionali che hanno interessato il T. Rho ed hanno provocato danni ai centri abitati:

- --/09/1920.



## TORRENTE ROCHEMOLLES

<b>EVENTI</b>					
<b>ATTIVITA'</b>	Attività fluviale e torrentizia				
<b>TIPOLOGIE</b>	Trasporto in massa torrentizio		Piena		Trasporto in massa torrentizio
<b>EFFETTI</b>	Disalveamento			Alluvionamento fine	
	Alluvionamento fine			Alluvionamento grossolano	
		Erosione di fondo	Alluvionamento grossolano	Allagamento	
		Rigurgito			
		Allagamento			
<b>DANNI</b>		Tronco stradale e/o ferroviario danneggiato		Infrastrutture danneggiate	
		Opere idrauliche danneggiate	Infrastrutture danneggiate		
		Coltivi danneggiati			
		Infrastrutture danneggiate			

● **Caratteristiche geomorfologiche e idrauliche**

Il bacino del T. Perilleux, localizzato lungo il confine con il Comune di Oulx, è caratterizzato da un'elevata pendenza e da un'alta concentrazione di fenomeni dissestivi. Sul versante SO del M.te Jafferai fra 2.400 e 1.800 m s.l.m., in sinistra idrografica, il substrato a calcescisti si presenta piuttosto sconnesso, così come la copertura detritico-morenica. In tale contesto vengono predisposti ingenti quantità di materiali mobilizzabili. Lungo il corso del torrente sono presenti numerose briglie in pietra e in calcestruzzo; lungo i versanti sono presenti canalette di guardia ed elementi di canalizzazione in plastica e calcestruzzo prefabbricato.

Un centinaio di metri prima dello sbocco nella Dora di Bardonecchia, il collettore principale riceve da sinistra, già nel corpo della conoide, un corso d'acqua, il Rio Comba Ferane, che non appartiene quindi al sistema idrografico del sottobacino in esame. E' tuttavia interessante notare che i due bacini, se pur contigui, differiscono in misura notevolissima per quanto riguarda la risposta ai fenomeni idrogeologici. A parità di esposizioni, di condizioni geolitologiche, di pendenza media delle aste torrentizie (circa il 38%), il bacino del Rio Comba Ferane, pressoché interamente boscato, si presenta in condizioni di soddisfacente stabilità: l'apporto solido del corso d'acqua risulta quasi trascurabile.

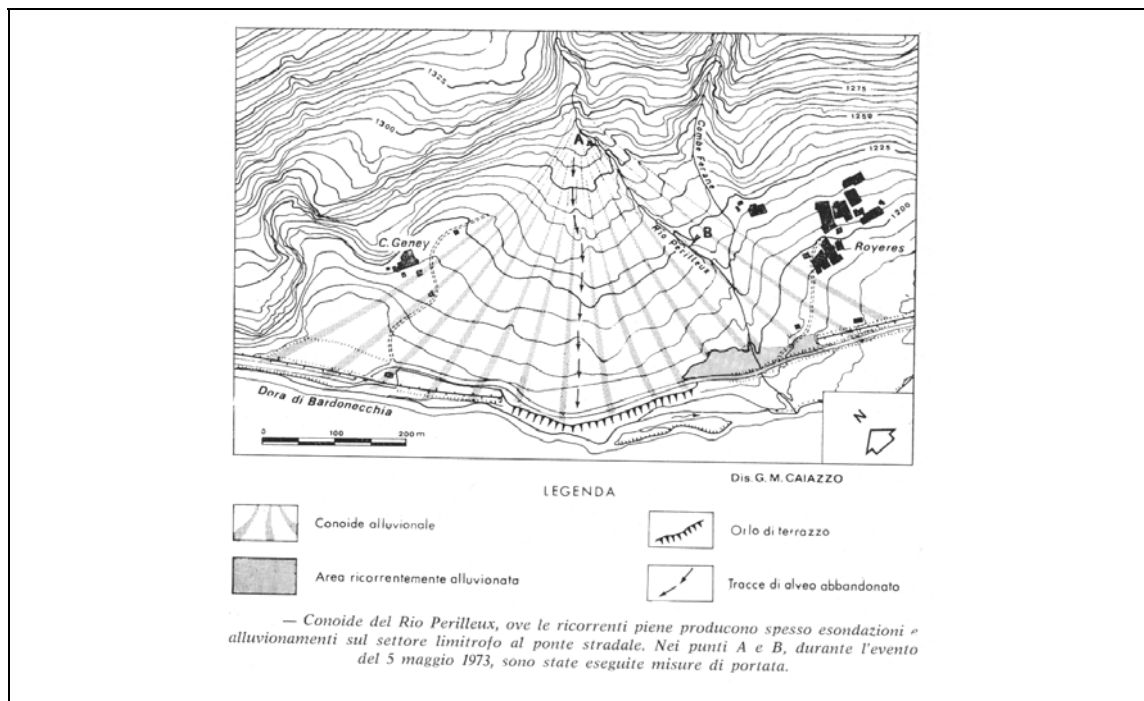
Per contro l'area sottesa dal Rio Perilleux - 250 ha circa - è localmente soggetta, come già detto in precedenza, ad un dissesto idrogeologico estremamente avanzato. Il bacino presenta una maggiore espansione areale nella parte centrale, tra le isoipse 1.700 e 2.200, in corrispondenza delle quali sono localizzate le zone più dissestate e dove la pendenza raggiunge il 60%. Proprio in quest'area ai calcescisti si associano frequenti *letti filladici* che, facilmente degradabili per i cicli di gelo e disgelo (la cui entità non è affatto trascurabile, come evidenziato nel paragrafo dedicato al clima) e per l'erosione

meteorica, forniscono abbondanti prodotti detritici facilmente mobilizzabili dal ruscellamento superficiale. Il versante destro è una bancata rocciosa piuttosto solida, con scarso apporto di materiale detritico rispetto a quello sinistro, che ben si presta, per l'assetto a franapoggio delle principali discontinuità, spesso intensamente tettonizzate, a isolare masse anche cospicue in progressivo disfacimento, suscettibili di essere messe in movimento dall'attività torrentizia.

Nel settore ove confluiscono le due ramificazioni di testata, i prodotti detritici arricchiscono in misura sensibile il carico solido in occasione di piene. Ne deriva una massa fluida ad elevata densità, vera *lava torrentizia*.

Il bacino del Rio Perilleux è inciso prevalentemente in calcescisti con subordinate lenti di marmi e di filladi, esso è solcato da un'asta torrentizia quasi rettilinea e povera di affluenti, lunga circa 3.600 m, che raccorda il Monte Jafferau (quota 2.785) con il fondovalle della Dora di Bardonecchia (quota 1.188), ove si è depositata un'ampia e regolare conoide attiva.

Sul bacino e sulla conoide del Perilleux sono da decenni in atto studi e indagini sia da parte del C.N.R. (Mortara e Tropeano) che del Servizio Geologico Regionale.



Come già detto, Il Perilleux insiste sulle vecchie e nuove linee stradali e sulla ferrovia, per cui è da considerarsi decisamente riguardevole di attenzione.

E' in sede di progettazione un rigoroso studio di interventi e opere sistematorie per contrastare le numerose fonti di pericolo che sono presenti lungo il suo corso. A tali analisi dettagliate e approfondite si rimanda. Attualmente sono in corso d'esecuzione importanti interventi di sistemazione.

### ● **Memorie storiche e Banca Dati Geologica**

Il Rio in prossimità della confluenza passa sotto la S.S. n. 335, qui in passato ha arrecato numerose interruzioni in occasione di piene, che vengono di seguito elencate:

- 25-26/9/47 (ostruzione dell'alveo e del piano viabile con rilevanti depositi di materiali terrosi e ghiaiosi);
- 26-28/5/51 (si ripeterono gli stessi fenomeni dell'evento precedente);
- 19/10/55 (nel primo semestre 1955 si sono ripetute ben 17 interruzioni del traffico stradale; il 7 giugno 1955 si verificò un disalveamento nel tratto apicale della conoide con minaccia della vicina frazione Geney, un ramo secondario, unitamente a quello attivo, che già aveva provocato l'ostruzione del ponte, interruppe la strada lasciando notevoli depositi, tale massa di detriti si accrebbe col ripetersi della piena il giorno 9, seppellendo circa 300 metri di strada); in seguito agli eventi del 1955, gli Enti competenti provvidero alla costruzione di una briglia in prossimità dell'apice della conoide, all'approfondimento e alla regolazione dell'alveo, quindi al rifacimento del ponte, arretrandone verso valle la rampa d'accesso. Ma il 18/7/63, in seguito ad un evento alluvionale, si verificò ugualmente un disalveamento e conseguente interruzione della sede stradale.
- 18/7/63 (disalveamento e conseguente interruzione della sede stradale);
- 25/4/71;
- 5/5/73.

**L'evento alluvionale del 5 maggio 1973** (da G. MORTARA e D. TROPEANO, 1978)

*Fin dalla tarda sera del 4 maggio nell'alta valle della Dora Riparia iniziarono precipitazioni che si protrassero pressoché ininterrotte sino oltre le 12 del giorno seguente.*

*Nelle stazioni di Château Beaulard e di Bardonecchia le più prossime al bacino in esame ubicate nel fondovalle, si registrarono in totale rispettivamente 61 e 62 mm (nella stazione di Rochemolles situata a q. 1926 in un bacino limitrofo a quello del Perilleux non si verificarono invece precipitazioni). In particolare, anche in quest'ultima località la pioggia fu continua e inframmezzata da tre scrosci, dell'intensità di 6-7 mm/h ciascuno. Tanto bastò per scatenare già nelle prime ore del 5 maggio una violenta ondata di piena che produsse la mobilitazione di notevoli masse di materiale solido lungo l'alveo nel tratto terminale della conoide. Il progressivo accumulo di tali depositi causò la totale ostruzione dell'alveo in corrispondenza del ponte e ne conseguì un disalveamento in sponda destra poche decine di metri a monte.*

*Un sopralluogo effettuato a piena non ancora esaurita permise di constatare un rapido succedersi di variazioni nella distribuzione dei materiali sciolti, anche di granulometria grossolana, lungo l'alveo.*

*In tale occasione vennero prelevati campioni di torbida che rivelarono un peso di materiale in sospensione di oltre 80g/l. Contemporaneamente in due sezioni a monte della zona di disalveamento furono effettuate, mediante mulinello SIAP mod. ME 4001, misure di velocità della corrente, che risultò pari a circa 5 m/s.*

*In base al rilievo delle sezioni bagnate eseguito poco dopo l'evento di piena venne calcolata, nei due punti di stazione A e B una portata al colmo rispettivamente di 22 e 28 m<sup>3</sup>/s. Tali valori sono tuttavia da considerarsi sicuramente in difetto: sia perché le misure di velocità della corrente sono state eseguite a piena già decrescente, per di più ostacolate da fenomeni di turbolenza legati al forte trasporto solido; sia perché si può presumere che il fondo alveo, durante la generale mobilitazione del materiale alluvionale nel corso della piena, fosse ben al di sotto di quello riscontrato durante il rilievo delle sezioni bagnate.*

*I valori di portata riscontrati sembrano allinearsi con quello corrispondente alla massima piena (45 m<sup>3</sup>/s), ricavato con il metodo cinematico e riportato in una relazione medita redatta per conto del Comitato Iniziativa Viabilità Valle Susa.*

*Si ritiene tuttavia opportuno far rilevare che le formule per il calcolo delle portate di massima piena in uso nella letteratura risultano in genere, inapplicabili a corsi d'acqua caratterizzati da elevato trasporto solido quale appunto è il Rio Perilleux, laddove sembrano meglio adattarsi quelle relative a fenomeni tipo mudflow (SOKOLOVSKIJ, 1971). Infatti 'si è ormai ripetutamente constatato che in tali situazioni i volumi liquidi non rappresentano che una modesta frazione della massa globale mobilitata da un evento di piena.*

Negli ultimi decenni altri numerosi eventi hanno causato danni, soprattutto alla viabilità, per cui è attualmente in elaborazione un progetto di intervento mirato a eliminare la pericolosità del Perilleux.

Come si è già fatto notare, tutti gli eventi dannosi si manifestano a fine primavera estate e sempre per precipitazioni non superiori ai 100 mm nelle 24 ore; di norma sui 60-70 mm.

La ricorrenza degli eventi di gravi piene, nel periodo 1830-1981 è stata di 10 volte.

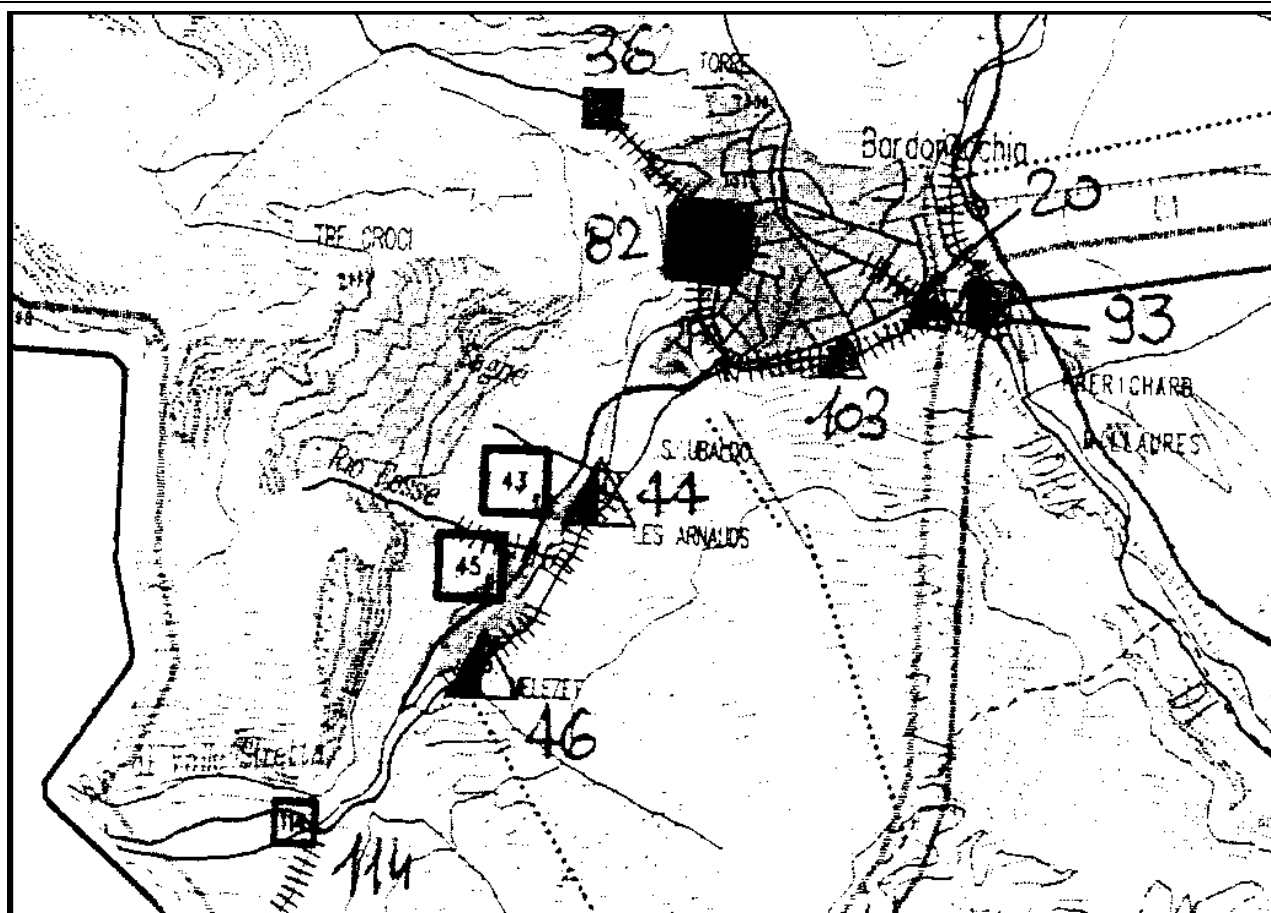
Pochi metri a monte, la F.S. Torino-Modane-Parigi sottopassa l'alveo, funzionando come traversa e impedendo un rapido scarico del materiale nell'asta principale della Dora di Bardonecchia, causandone la deposizione subito a valle, per la brusca rottura di pendenza lungo il profilo.

Per quanto riguarda l'indice di disequilibrio si rimanda al paragrafo specifico.

<b>TORRENTE PERILLEUX</b>														
<b>EVENTI</b>														
<b>ATTIVITA'</b>		Attività fluviale e torrentizia												
<b>TIPOLOGIE</b>		Trasporto in massa torrentizio			Piena			Trasporto in massa torrentizio						
<b>EFFETTI</b>		Disalveamento						Alluvionamento fine						
		Alluvionamento fine						Alluvionamento grossolano						
		Erosione di fondo			Alluvionamento grossolano			Allagamento						
		Rigurgito												
		Allagamento												
<b>DANNI</b>		Tronco stradale e/o ferroviario danneggiato						Infrastrutture danneggiate						
		Opere idrauliche danneggiate			Infrastrutture danneggiate									
		Coltivi danneggiati												
		Infrastrutture danneggiate												
OULX BARDONECCHIA TRA	PERILLEUX	25-09-1947	27-09-1947	02	15	02	09					05	11	14
ROGERES (PRESSO)	PERILLEUX	26-05-1951	27-05-1951	02	15	02	14					05		
TERRITORIO COMUNALE	PERILLEUX	26-05-1951	28-05-1951	02	15	02	10	09				05		
ROGERES	PERILLEUX	19-10-1953	19-10-1953	02	15	02	10	08				03	05	
TERRITORIO COMUNALE	PERILLEUX	- -1955	- -1955	02	14	02						05		
GENEY	PERILLEUX	07-06-1955	09-06-1955	02	15	02	01	09	11	13		05	11	14
GENEY	PERILLEUX	09-06-1955	09-06-1955	02	15	02	09					05		
BARDONECCHIA OULX TRA	PERILLEUX	- -06-1960	- -06-1960	02	15	02	07	09				05	11	
TERRITORIO COMUNALE	PERILLEUX	18-07-1963	18-07-1963	02	14	02	07					05	11	
TERRITORIO COMUNALE	PERILLEUX	05-05-1973	05-05-1973	02	14	02	10					05		
TERRITORIO COMUNALE	PERILLEUX	05-05-1973	05-05-1973	02	15	02	14	07	08	09	13	05		

○ BANCA DATI GEOLOGICA: DANNI AI CENTRI ABITATI E INDICI DI DISEQUILIBRIO DEI PRINCIPALI CORSI D'ACQUA

**BELLARDONE G. FORLATI F.**



**Danni ai centri abitati con coinvolgimento di edifici**

Tipologia del processo prevalente: piene torrentizie con associati trasporti in massa, con rapida mobilitazione di ingenti volumi solidi e successiva loro deposizione in conoide.

<b>BELLARDONE G. FORLATI F.</b>			
<b>COMUNE DI BARDONECCHIA</b>			
Codice danno	Località	Corso d'acqua	Eventi
20	V. Medail	Frejus	6/1954
36	Borgo Vecchio	Rho	5/1728
43	Les Arnauds	Fosse	9/1924 9/1948
44	Les Arnauds	Valle Stretta	5/1728
45	Melezet	Fosse	9/1948 11/1962
46	Melezet	Valle Stretta	5/1728 5/1951 6/1955
82	Bardonecchia	Rho	1870 1872 5/1873 6/1876 6/1879 9/1880
93	Bardonecchia	Rochemolles	9/1920
103	Bardonecchia	Valle Stretta	7/1914 6/1955
46	Melezet	Valle Stretta	5/1728 5/1951 6/1955
82	Bardonecchia	Rho	1870 1872 5/1873 6/1876 6/1879 9/1880



**BELLARDONE G. FORLATI F.**

**COMUNE DI BARDONECCHIA**

Eventi recenti(2) D complessivo al 5/1995	(1) D complessivo	(2) D complessivo al 5/1996	AMBITO CAMP. COMPLESSIVO		Ts (3)
			Media ricorrenza complessiva [log mesi]	Scarto quadratico complessivo [log mesi]	
	11,63	10,42	1.179	0.355	Positivo
	11,21	10,39	1.179	0.355	Positivo
	4,00	3,72	1.179	0.355	Positivo
	5,75	5,36	1.179	0.355	Positivo
	10,15	8,82	1.179	0.355	Positivo
	0,86	0,79	1.179	0.355	Positivo
10,96	> 10,96	8,87	1.179	0.355	Positivo

Eventi che hanno provocato danni a infrastrutture, viabilità, edifici ed attività antropiche.

Analisi quantitativa dei dati su base statistica e definizione degli indici di disequilibrio ID.

Dal Quaderno n. 6 (Agosto 1996) del Settore Prevenzione del Rischio Geologico Meteorologico e Sismico della Regione Piemonte - Carta dei danni e degli effetti indotti da attività fluviale e *torrentizia* nel bacino della Dora Riparia ed indici di disequilibrio *ID* dei principali corsi d'acqua.

*“Il quadro conoscitivo degli eventi pregressi analizzati in termini di distinzione tipologica, meccanismi evolutivi, frequenza e distribuzione spaziale, rappresenta uno strumento indispensabile per affrontare il problema della pericolosità geologica. I ricorrenti e gravi danni indotti dai fenomeni alluvionali*

*verificatisi in questi ultimi anni possono aver fatto sorgere la convinzione che le piene disastrose dei corsi d'acqua siano diventate più frequenti rispetto al passato. In base all'esperienza acquisita ed all'analisi dei dati storici, si può ribadire che tale affermazione non è giustificata e che l'incremento dell'entità dei danni registrati è principalmente riconducibile ai vari fattori di squilibrio introdotti dall'uomo, sia nei bacini montani che lungo i corsi d'acqua in pianura. Ogni danno ed effetto indotto riassume quindi in sé implicitamente:*

- l'entità e la dinamica dell'evento;*
- l'utilizzo del territorio;*
- la presenza, l'efficacia e la funzionalità degli interventi sistematori.*

*Il verificarsi di danni ricorrenti in un medesimo luogo segnala in modo evidente la persistenza di una conflittualità tra l'evoluzione di un processo naturale e l'uso del territorio.*

*L'elaborazione dei dati storici, organizzati tramite procedura informatica, consente di evidenziare tali situazioni di persistente conflittualità.*

*L'intera Vai di Susa, nel settore nord occidentale del Piemonte è stata oggetto di un'analisi territoriale sistematica che ha consentito la predisposizione di un prodotto complesso, costituito da una carta tematica dei danni (per attività fluviale e torrentizia) ai centri abitati in scala 1:50.000 e dall'attribuzione per ogni corso d'acqua di un indice quantitativo denominato ID (Indice di Disequilibrio). Esso permette di porre l'attenzione su quelle situazioni su cui si sono verificati danni recenti e di valutare e pesare contemporaneamente gli avvenimenti pregressi.*

*Sulla cartografia sono stati riportati, ubicazione geografica e delimitazione degli ciascuna località e per ciascun corso d'acqua interessato il tipo di processo fluviale (forma del simbolo), la gravità del danno (campitura) e la frequenza degli eventi.*

*L'Indice di Disequilibrio ID espresso dall'equazione:*

$$ID : T \times K / r \times (T_a - T_u)$$

*è stato calcolato per i corsi d'acqua per i quali si hanno notizie di almeno cinque eventi negli ultimi cento anni".*

*“L'impiego dell'ID offre vantaggi e svantaggi qui brevemente riassunti.*

*Vantaggi:*

- possibilità di evidenziare. lungo alcuni corsi d'acqua la persistenza di situazioni di conflittualità tra l'evoluzione di processi naturali e l'uso del territorio mediante il ricorso ad indici numerici confrontabili e direttamente legati all'incidenza del "disequilibrio";*
- possibilità di valutare implicitamente la validità delle scelte d'uso del territorio oltre alla funzionalità di eventuali interventi sistematori*
- possibilità di “tenere memoria” della serie storica anche nel caso che il tempo trascorso dall'ultimo evento che ha provocato danni sia superiore al limite di confidenza pari al 99.87% della distribuzione di riferimento o in altri termini possibilità di introdurre un indicatore che funga indirettamente da fattore di sicurezza" degli interventi antropici*
- possibilità di integrare, affinare e verificare la "bontà" dell'indice ID attraverso le informazioni connesse alla tipologia dei danni e dei processi (dinamica, evoluzione) riportate dalla cartografia tematica*
- possibilità di aggiornare l'indice ID e di valutarne l'andamento nel tempo.*

*Limitazioni*

- approccio metodologico ancora da affinare*
- l'indice ID viene derivato sulla base dell'analisi dei dati storici che risentono di un certo grado di aleatorietà;*
- l'indice ID va considerato come un indicatore da impiegarsi in studi a carattere di pianificazione territoriale per valutazioni preliminari delle priorità di attenzione da attribuire a determinate situazioni di "disequilibrio"*
- la determinazione dell'indice ID prescinde dalla conoscenza degli interventi sistematori e pertanto situazioni che al momento attuale*

*presentano valori di ID elevati possono essere sufficientemente sotto controllo in ragione di interventi eseguiti durante gli ultimi anni che hanno minimizzato lo stato di disequilibrio preesistente”.*

## ● MATERIALI PER L'ELABORAZIONE DEL CRONOPROGRAMMA - GLI INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA ESEGUITI O IN ITINERE

---

### ○ PREMESSA

Il grave fenomeno alluvionale che ha colpito gran parte del Piemonte il 4-6 novembre 1994 non ha causato, fortunatamente, a Bardonecchia danni ma ha messo in luce l'esigenza, sempre ribadita dalla Comunità locale, di interventi di sistemazione idraulica.

In estrema sintesi alcuni progetti sono già stati appaltati. Relativamente ad altri le procedure sono in itinere (si vedano le pagine successive).

Mentre si rimanda per una trattazione più dettagliata delle conoidi, sotto il profilo geomorfologico e delle memorie storiche, alle pagine precedenti, qui si riferisce quanto è già stato realizzato e si suggeriscono le opere necessarie in conoide e gli interventi di riassetto a tutela del patrimonio urbanistico esistente.

Si sottolinea che il previsto riordino strutturale dei corsi d'acqua in esame ha valenza strategica ai fini urbanistici, indipendentemente dalle opere locali di sistemazione a difesa dei singoli edifici.

L'insieme degli interventi realizzati ed in itinere è complesso in quanto l'Amministrazione comunale ha posto al centro della sua attività il problema della prevenzione del rischio idrogeologico sia con interventi di natura attiva (progettazione ed esecuzione intervento) che di natura preventiva (modifica degli strumenti urbanistici atti ad impedire l'attività edilizia in zone a rischio idrogeologico).

Tra gli interventi di maggiore respiro si cita l'esecuzione dei disalvei dei tratti torrentizi che attraversano i centri abitati con attività sui torrenti Rochemolles, Frejus, Rho, Dora di Melezet.

Per quanto riguarda gli alti bacini la Giunta comunale ha approvato il progetto dal titolo: Manutenzione idraulico-forestale dei torrenti Rochemolles, Frejus, Rho e Dora di Melezet, redatto dal Consorzio Forestale Alta Valle di Susa.

**Il Comune di Bardonecchia è dotato di un Piano di Protezione Civile approvato che costituisce ai sensi delle note tecniche esplicative della Circolare 7/LAP "misura non strutturale di intervento" valida per tutti i centri abitati classificati in classe III B.**

● **Torrente Melezet**

Nel periodo 1987-1998 sono stati eseguiti interventi di rimozione di materiale in alveo, tagli di vegetazione e di sistemazione dei bacini affluenti del Rio Sagne e Rio Fosse (1° lotto L. 1.000.000.000) con realizzazione di nuove briglie di contenimento di materiale alluvionale del Rio Fosse. Uno svaso di tale briglia è stato effettuato nell'agosto 1997.

Il Consorzio Forestale Alta Valle Susa ha redatto il progetto di sistemazione e manutenzione idraulico forestale dei Torrenti Gorge - Melezet

realizzando con lavori di pronto intervento lo svuotamento delle briglie selettive sul T. Gorge in apice della conoide.

E' in fase di realizzazione la costruzione di un nuovo ponte e il rifacimento, con luce più ampia, dell'attraversamento per Campo Smith.

### ● **Torrente Rho**

Nel periodo 1987-98 è stata effettuata la rimozione di materiali in alveo preliminare alla sistemazione del bacino con manutenzione di tutte le briglie e antibriglie del corso d'acqua (trattasi di briglie non di contenimento di materiale di piena ma di briglie di ristabilimento del pendio che non devono essere periodicamente svuotate perché la loro funzione è di creare un "piede" alle pendici laterali del rio: importo L. 1.000.000.000).

Sono stati rifatti nuovi ponti in cemento armato (Ponte delle Ciocie e ponte sulla provinciale).

Il Consorzio Forestale Alta Val Susa ha effettuato la progettazione delle opere di difesa spondale in sinistra e destra idrografica del torrente a valle della briglia di recente costruzione fino al "Palazzo delle Feste".

### ● **Torrente Frejus**

Nel periodo 1987-98 sono state realizzate nuove briglie a monte dell'abitato e difese spondali (importo L. 2.000.000.000). Inoltre sono stati realizzati interventi di rimozione di materiale in alveo, tagli di vegetazione e una nuova briglia filtrante a valle della confluenza con il Rio Gautier. Questi interventi regolarmente conclusi hanno sicuramente contribuito ad aumentare il grado di sicurezza del Torrente Frejus.

A complemento di questi interventi sono stati inoltre realizzati fondamentali interventi di regimazione del Rio nel tratto in conoide ed in corrispondenza del centro abitato di Bardonecchia.

Queste opere consistono nella realizzazione di un canale artificiale con scogliere, nel tratto a monte del Ponte del Vernet e da muri di sponda in c.a.,

coadiuvati nell'azione di regolazione della quota di fondo e della pendenza da soglie in c.a, poste lungo l'alveo ad intervalli regolari. La sistemazione progettata e realizzata all'inizio degli anni '90 ha ridotto ulteriormente la possibilità di esondazione all'interno del centro abitato, permettendo una riduzione drastica del rischio idraulico collegato all'attività del Torrente Frejus.

Le opere di sistemazione finora realizzate sono pertanto così riassumibili:

- Sistemazioni CFS e Genio Civile
- Sistemazioni località Ponte Vernets
- Manutenzione e realizzazione nuove briglie su Torrente Frejus
- Sistemazione testate del Rio Frejus e Gautier

A seguito di un finanziamento conseguente ad una apposita delibera CIPE (importo: L. 3.000.000.000) nel 2000 sarà possibile intervenire sulle testate dei bacini del Rio Frejus e Gautier. Quest'ultima progettazione, attualmente regolarmente approvata ed i cui lavori sono stati consegnati in gennaio 1999, ipotizza la realizzazione di opere di controllo delle aree in frana sia sulla testata del Rio Frejus (zona a monte dell'area dei Camini) e sia sulla testa del Rio Gautier (a monte del Ponte di Ferro). Queste opere di regimazione sia di versante che in alveo permettono di ridurre la possibilità di mobilitare e conseguentemente di fluitare grandi masse di materiale solido, prevalentemente fine (proveniente dalla disgregazione dei calcescisti e dei substrati fratturati presenti nelle testate dei bacini), in grado di aggravare le lave torrentizie che hanno caratterizzato tutti gli eventi di piena analizzati alle pagine precedenti.

### ● **Torrente Rochemolles**

Oltre ad interventi di rimozione di materiale sono in corso di esecuzione lavori di manutenzione idraulico-forestale e il completamento della sistemazione spondale del torrente su progetto redatto dal Consorzio Forestale Alta Valle di Susa.



Per quanto riguarda il problema della valanga di Rochemolles proseguendo l'apposito incarico per la progettazione esecutiva degli interventi e la predisposizione della carta delle zone esposte al rischio nonché del monitoraggio del bacino del Rio Fourn il Consorzio Forestale Alta Valle di Susa, in collaborazione con il Servizio RTM dell'Office National de Foret, sta realizzando il Piano delle zone esposte a rischio di valanga per l'abitato di Rochemolles e il piano degli interventi da realizzarsi a protezione dell'abitato dalla caduta delle valanghe.

#### ● **Torrente Perilleux**

Su incarico della Comunità Montana Alta Valle di Susa, il CFAVS ha redatto un progetto di sistemazione del torrente, in Comune di Bardonecchia e Oulx, per un importo di L. 3.000.000.000. Nella progettazione esecutiva, in funzione delle disponibilità finanziarie residue, si ipotizza la posa di una centralina di rilevamento meteo-pluviometrico alla testata del bacino.

Le opere coerenti con l'obiettivo di contenere il deflusso delle portate sono:

- 1) Manutenzione degli interventi già attuati di eliminazione delle essenze arboree e arbustive presenti nell'alveo e riduzione, attraverso il taglio selezionato delle medesime lungo le sponde.

Manutenzione dei disalvei lungo tutte i conoidi. L'intervento ha molteplici finalità: ridurre la quantità di materiale trasportato nel tratto indicato consentendo la riduzione della situazione di rischio di esondazione, regolarizzare il profilo longitudinale e la sezione trasversale.

- 2) • Manutenzione delle opere di protezione spondale.

Realizzazione di eventuali soglie antierosive per *fissare* il profilo longitudinale e la forma della sezione ma soprattutto per limitare le erosioni generalmente associate ai repentini trasporti di materiale solido.

Programma di interventi in grado di garantire un adeguato livello di sicurezza congruente peraltro con le opere di difesa già realizzate e compatibile con il comportamento naturale del corso d'acqua, in modo da conseguire uno stato di sostanziale stabilità morfologica di tracciato e di regolare modalità di deflusso nelle varie condizioni di portata.

- 3) Rifacimento e allargamento dei ponti con sezioni a maggior luce (Via Grandis, ecc....).

Il controllo, la manutenzione e la verifica dell'esecuzione delle opere in esame consentirà la riduzione della situazione di rischio idraulico esistente in tutte i conoidi dovuto all'accumulo dei detriti trasportati dalla corrente con il conseguente rischio di esondazione.

L'esecuzione delle opere connesse al punto 1) del precedente paragrafo assume fini strategici per la protezione del settore centrale della conoide permettendo la minimizzazione della pericolosità di una parte della fascia 3B, attualmente indicata nella cartografia dell'idoneità urbanistica.

L'esecuzione delle opere connesse al punto 2) del precedente paragrafo consentirà un ridisegno a scala più dettagliata della fascia 3B nei settori laterali della conoide ormai inattivi.

L'esecuzione delle opere connesse al punto 3) del precedente paragrafo dipende sostanzialmente da interventi già in esecuzione e consentirà una maggiore sicurezza di tutto il conoide.

CLASSI	VINCOLI
Classe 3b <sub>1</sub>	Anche a seguito della realizzazione di opere di sistemazione, indispensabili per la difesa dell'esistente, non sarà possibile alcun incremento del carico antropico.
Classe 3b <sub>2</sub>	A seguito della realizzazione delle opere di riassetto sarà possibile solo un modesto incremento del carico antropico (ristrutturazione di tipo B). Da escludersi nuove unità abitative e completamenti.
Classe 3b <sub>3</sub>	A seguito della realizzazione delle opere sarà possibile la realizzazione di nuove edificazioni, ampliamenti o completamenti (3b s.s.).

Per i torrenti in esame sono proponibili le seguenti tipologie d'intervento:

(da: P.A.I. "Relazione di Sintesi-Bozza di discussione" Gennaio 1999)	
MISURE NON STRUTTURALI	Attività di previsione e sorveglianza Regolamentazione dell'uso del suolo nelle aree a rischio Fasce Fluviali Mantenimento delle condizioni di assetto del territorio e dei sistemi idrografici
MISURE STRUTTURALI DI TIPO ESTENSIVO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interventi di riforestazione</li> <li>Interventi integrati di rinaturazione e recupero di suoli</li> <li>Opere di idraulica forestale sul reticolo idrografico minore</li> </ul>
MISURE STRUTTURALI DI TIPO INTENSIVO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Opere di consolidamento, sistemazione e protezione sui versanti</li> <li>Opere di protezione dalle valanghe</li> <li>Briglie o soglie di stabilizzazione del fondo alveo</li> <li>Briglie di trattenuta del trasporto solido</li> <li>Difese spondali longitudinali e trasversali</li> <li>Difese arginali</li> <li>Modellamento dell'alveo</li> <li>Bacini o casse di laminazione</li> <li>Opere di regolazione e di sostegno</li> <li>Tecniche di ingegneria naturalistica</li> </ul>

Taluni interventi potranno esclusivamente concorrere alla mitigazione della pericolosità, senza tuttavia risultare esaustivi delle problematiche in Classe IIIb, in quanto la mitigazione della pericolosità a fini urbanistici non è possibile attraverso la sola sorveglianza dei fenomeni (esempio attraverso monitoraggi), richiedendone viceversa la previsione.

Si sottolinea inoltre che il Piano di Protezione Civile può essere considerato misura non strutturale d'intervento.

## ● CARATTERIZZAZIONE DEI FENOMENI GRAVITATIVI

---

### ○ TIPOLOGIE ESISTENTI

#### ● Frane

Un ruolo importante nell'evoluzione geologica post-glaciale deve essere assegnato ai fenomeni di scivolamento in massa e alla dinamica gravitativa. Recentemente si è infatti messo in rilievo che numerosi accumuli detritici che occupano i fondovalle e i versanti costituiscono degli enormi accumuli di frana. Alcuni di questi sono stati oggetto di dettagliati studi da parte dei geologi M. RAMASCO, G. SUSELLA e F. FORLATI della Servizi Tecnici di Prevenzione della Regione Piemonte.

I maggiori movimenti di massa, che di norma coinvolgono le rocce del substrato, sono caratterizzati dalla notevole estensione delle aree singolarmente interessate, da un grado di evoluzione molto diversificato e da condizioni di stabilità variabili, risultando più frequentemente allo stato di quiescenza ma talora interessati da processi di riattivazione anche recenti.

Le caratteristiche litologiche del substrato, l'assetto giaciturale delle superfici di discontinuità rispetto al pendio, il grado di fratturazione e di alterazione della roccia sono elementi primari predisponenti all'instabilità dei versanti. Con particolare riferimento al settore in esame, le cause che in varia combinazione determinano i movimenti gravitativi possono essere ricondotte alla sovraescavazione delle valli ad opera dei ghiacciai würmiani, al rilascio di stress indotti dalla pressione delle masse glaciali e alla riduzione di contrasto sui versanti successiva alla deglaciazione, all'azione erosiva dei corsi d'acqua, alla sismica e al sollevamento neotettonico, alle condizioni climatiche nel lungo, medio e breve termine.

Sulla carta geomorfologica sono state distinte diverse tipologie di movimenti gravitativi. Esse riguardano le frane caratterizzate da movimenti generalmente lenti e progressivi per i quali l'instaurarsi di condizioni di equilibrio

limite è generalmente segnalato da indizi precursori quali apertura di fratture, rigonfiamenti e avvallamenti del terreno, lievi danni a edifici e infrastrutture. Tipologicamente questi fenomeni corrispondono a frane di scoscendimento e di colamento e più frequentemente a frane complesse, derivate dall'azione combinata dei suddetti meccanismi. La loro distribuzione spaziale presenta una evidente correlazione con gli areali di affioramento di rocce a marcata scistosità quali calcescisti, calcemicascisti, micascisti.

Si è ritenuto opportuno poi segnalare con apposita simbologia quei settori di versante per i quali alcuni indizi di carattere geologico-morfologico suggeriscono l'ipotesi di un ruolo della morfogenesi gravitativa nel modellamento dei versanti. In tali settori, ubicati frequentemente in margine a estesi corpi franosi, indicazioni in tal senso sono fornite da anomalie di sviluppo della rete idrografica, irregolarità della superficie topografica difficilmente spiegabili nel contesto geologico-morfologico locale, diffusione di dissesti puntuali, sporadicità degli affioramenti rocciosi.

Accanto a queste frane relativamente antiche e di grandi dimensioni, sono comuni le frane per crollo o scivolamento di dimensioni più ridotte, di formazione recente.

Esse si localizzano sugli alti versanti, sulle pareti rocciose (frane per crollo) e lungo le aste torrentizie, dove l'erosione del corso d'acqua può scalzare alla base la copertura detritico-eluviale.

Sono state ulteriormente distinte, nell'ambito dei pendii ricoperti da estese coltri eluvio-colluviali, i settori maggiormente esposti a rischio per potenziale instabilità dei suoli durante eventi idrometeorologici di breve durata e elevata intensità. Superati determinati valori di pioggia cumulata, in tali settori possono svilupparsi numerose frane per colamento di dimensioni generalmente modeste, ma a evoluzione molto rapida a causa dell'elevata fluidificazione dei terreni coinvolti.

Tali fenomeni si sviluppano con maggior frequenza su versanti a pascolo o prato o su coltivi caratterizzati da pendenze superiori a 18°-20° circa.



Le frane si manifestano essenzialmente con diffusi fenomeni gravitativi a carico di più o meno estese porzioni di versante e con processi di erosione generalmente localizzati alla testata dei bacini minori. I fenomeni gravitativi di limitata entità (piccole frane riguardanti la copertura detritico-eluviale) che si sono innescati nell'ambito di alcuni bacini, verosimilmente in occasione di particolari eventi idrometeorologici, ed i processi di erosione in generale, contribuiscono ai fenomeni di trasporto in massa lungo i corsi d'acqua in piena o sono stati analizzati nelle pagine precedenti, quando si sono descritti i fenomeni relativi all'attività torrentizia dei tributari minori.

### ● **Paleofrane**

Negli ultimi anni, nelle Alpi, come in altre regioni d'Italia, si è andata riconoscendo la diffusione di movimenti di massa di dimensioni molto estese e di potenza rilevante, avvenuti nel recente passato geologico: tali fenomeni vengono indicati in letteratura con il termine di *paleofrane*.

Con il termine *paleofrane* si intendono quei movimenti gravitativi di grandi dimensioni verificatisi in epoca post-glaciale non meglio precisabile, e attualmente apparentemente stabilizzati.

Secondo approfonditi studi condotti dall'I.R.P.I. - C.N.R., è risultato che nelle Alpi piemontesi un'elevata percentuale di paleofrane presenta diffusi segni di riattivazione recente e, comunque, un'elevata propensione al dissesto. Si tratta quindi di aree che presentano un certo grado di rischio idrogeologico naturale, ovvero la tendenza a sviluppare dissesti quando, anche per intervento antropico, le condizioni di equilibrio locali o generali vengano turbate. Dai risultati delle indagini condotte è risultato che alcune paleofrane di dimensioni rilevanti sono presenti nel territorio di Bardonecchia.

In precedenza solo in casi molto limitati, gli accumuli legati a questi fenomeni erano stati riconosciuti come tali, nel caso siano avvenuti senza disarticolazione della massa rocciosa, sono stati infatti in genere interpretati come roccia in posto, oppure, nel caso la massa rocciosa appaia disarticolata, sono stati il più delle volte considerati come accumuli di altra natura (soprattutto depositi glaciali).

Le indagini effettuate hanno evidenziato la presenza di casi dubbi, collegabili sia a fenomeni sismotettonici che a episodi relativi al glacialismo quaternario.

*Secondo M. Ramasco e G.F. Susella (bibl. cfr.) "... gli accumuli delle antiche frane per crollo presentano generalmente buone condizioni di stabilità; ulteriori locali fenomeni di distacco potrebbero manifestarsi nelle parti alte, in corrispondenza alle scarpate principali di frana. Detti accumuli sono generalmente costituiti di abbondante materiale grossolano e subordinato fine interposto. La stabilità raggiunta dall'accumulo in condizioni naturali può comunque essere messa in crisi qualora vi si effettuino interventi inadeguati che possano eventualmente alterarne l'equilibrio.*

*I numerosi altri fenomeni gravitativi che interessano diffusamente aree piuttosto estese e per spessori talora notevoli, assumono una importanza decisamente rilevante per avere un'idea delle condizioni di instabilità dei versanti studiati. Si tratta nella maggior parte dei casi di fenomeni gravitativi del tipo frane miste di scoscendimento e scivolamento. L'ampia casistica di processi riconosciuti ha permesso di distinguere fenomeni a diversi stadi di evoluzione: ne ritroviamo alcuni ad uno stadio iniziale; altri ad uno stadio di esaurimento, come la frana di Ecluse-Fenils; altri ancora ad uno stadio intermedio, come la complessa gigantesca frana di Sauze d'Oulx che, pur rappresentando una zona di accumulo in condizioni di relativo equilibrio, e contraddistinta dalla presenza nella vastissima conca sovrastante (da cui in passato si è distaccata l'enorme quantità di materiale che attualmente riposa a valle) di grandi zolle di substrato in precarie condizioni di stabilità ...".*

Una parte delle grandi frane osservate risulta essere caratterizzata dalla concomitanza di più fenomeni gravitativi con caratteri evolutivi diversi, ma spesso intimamente connessi l'uno all'altro, tali da far considerare il fenomeno generale piuttosto complesso e non riconducibile ad una precisa classificazione sistematica.

Tutte le aree interessate da queste gravi forme di dissesto presentano un elevatissimo rischio geologico che dal punto di vista applicativo, considerato il rapporto costi-benefici, si traduce molto spesso in una serie di problemi di difficile soluzione.

La Banca Dati Geologica (tematica frane) cartografa nel settore di Bardonecchia varie *“Frane con meccanismi di vario tipo spesso combinati. Deformazioni gravitative profonde. Tipologie prevalenti: movimenti traslazionali associati a crolli in massa passanti a colamenti o a valanghe di roccia (ambiente caratteristico: Alpi)”* facenti parte della categoria *“Frane per lo più antiche, riguardante il substrato caratterizzato da diffusa quiescenza. Possibili riattivazioni”*.

Ramasco e Susella documentano inoltre l'esistenza di movimenti gravitativi così classificati:

- *movimenti che implicano spostamento per taglio lungo una o più superfici continue visibili o ragionevolmente ipotizzabili (movimento per scorrimento lungo una o più superfici di taglio a geometria prevalentemente circolare; coinvolgente sia il substrato roccioso, generalmente molto fratturato, sia materiali incoerenti per spessori rispettivamente variabili da 10 a 100 e da 5 a 50 m);*
- *movimenti che non implicano uno spostamento per taglio lungo una o più superfici continue (movimento per "deformazione gravitativa profonda" che avviene per spostamenti differenziati estremamente lenti lungo una serie di piani non continui fra unità che al loro interno possono mantenersi relativamente intatte, oppure per deformazione della massa rocciosa lungo fasce a geometria, profondità e spessore variabili; movimento in cui la distribuzione delle velocità e degli spostamenti è simile a quella dei fluidi viscosi. Coinvolge materiali sciolti spesso derivanti da altri tipi di fenomeni gravitativi, per spessori mediamente variabili da 5 a 50 m).*

Conviene per una definizione del problema fare riferimento anche ai recenti indirizzi metodologici indicati da Mario Govi e da Ferruccio Forlati.

Mario Govi, in *“I processi d'instabilità naturale nella Regione Piemonte”* pubblicato nel volume Banca Dati Geologica a cura del Settore Prevenzione del rischio Geologico, meteorologico e Sismico della Regione Piemonte, riferisce:

*“Sono state quindi sistematicamente cartografate tutte le paleofrane, cioè quei movimenti gravitativi verificatisi in epoca post-glaciale, non meglio*

*precisabile, in periodi comunque successivi alla configurazione degli attuali fondovalle. Si tratta spesso di fenomeni di grandi dimensioni, coinvolgenti quasi sempre il substrato roccioso, per i quali la zona di distacco e le forme di accumulo risultano ancora molto ben identificabili.*

*La maggior evidenza morfologica presentata in genere da questi fenomeni nei tratti superiori delle vallate alpine, rispetto a ciò che si osserva nei tronchi medi ed inferiori, e le più strette relazioni con lo stadio evolutivo della rete idrografica, lasciano supporre che procedendo da valle verso monte i processi gravitativi si siano verificati in epoche progressivamente più recenti.*

*Il grado di sviluppo di queste antiche masse instabili varia da luogo a luogo, potendosi riscontrare un'intera gamma di situazioni da quella corrispondente ad una fase d'instabilità iniziale, fino a quella di completo collasso. I principali stadi evolutivi, che esprimono anche la diversa dinamica dei processi, possono così esser sintetizzati:*

*deformazioni gravitative in roccia (sackung, deep creep), riguardanti le parti alte dei versanti, con fratturazioni a cuneo e scarpate in contropendenza disposte parallelamente al crinale; i settori medio inferiori risultano interessati da fenomeni di rigonfiamento e talora piegamento plastico delle masse rocciose, progressivamente meno accentuati procedendo verso il basso. Nell'insieme si tratta di processi ancora poco evoluti che non corrispondono ancora a vere e proprie frane”.*

Ferruccio Forlati nella stessa pubblicazione riferisce:

*“I fenomeni di deformazione gravitativa profonda si sviluppano come lenta, continua e talora progressiva deformazione dell'ammasso roccioso, ed interessano spessori spesso notevoli (anche superiori al centinaio di metri) coinvolgendo le dorsali, per estesi settori del versante, dalla cresta sino, a volte, al fondovalle.*

*Il processo deformativo avviene per “spostamenti” differenziali estremamente lenti che si sviluppano lungo una serie di superfici e piani discontinui variamente orientati o per deformazione dell'ammasso lungo fasce di maggior “debolezza” localizzate a diversa profondità ed aventi differente spessore.*

*Le deformazioni gravitative profonde sono fenomeni sicuramente complessi e controllati da meccanismi che allo stato attuale delle conoscenze non risultano del tutto chiarificati (l'argomento è infatti tuttora oggetto di ricerca).*

*In genere vengono spiegati in termini di "creep" profondo intendendo, in tal modo, un lento incremento nel tempo della deformazione globale della massa coinvolta; incremento derivato dall'applicazione "istantanea" di tensioni (comunque inferiori alla resistenza intrinseca dell'ammasso) mantenute costanti nel tempo, oppure, in termini di effetti indotti sull'ammasso dalla parziale mobilitazione della resistenza disponibile lungo alcuni sistemi di discontinuità principali latenti in conseguenza ad intensi fenomeni di scarico, ad esempio, quelli dovuti alla deglaciazione Wurmiana (sono state di fatto riconosciute numerose deformazioni gravitative di versante in corrispondenza ad antiche confluenze glaciali di tronchi vallivi marcatamente sinuosi; l'azione dei ghiacciai su questi fianchi vallivi era infatti duplice essendo determinata da una parte dal peso stesso della massa glaciale, dall'altra dalla pressione esercitata dal ghiacciaio in movimento) ...*

*... Tra i parametri che possono favorire lo sviluppo delle deformazioni si individuano quindi:*

- le caratteristiche dell'ammasso (litologiche, strutturali, fisico-meccaniche, stato tensionale);*
- la configurazione dei versanti (elevata energia del rilievo, sovraincisioni per accentuato approfondimento del solco vallivo ...);*
- le grandi variazioni climatiche; intensi fenomeni di scarico;*
- sollevamenti tettonici. ...*
  
- ... Da ciò deriva che le evidenze morfologiche più significative si osservano nelle parti sommitali dei versanti caratterizzati dalla presenza di contropendenze ed avvallamenti rettilinei trasversali al versante e, lungo le linee spartiacque sommitali, da sdoppiamenti anche multipli delle creste con la comparsa di vere e proprie vallecole orientate lungo la stessa direzione (Trench).*

- *Nelle parti medio basse del versante, soprattutto in funzione delle caratteristiche meccaniche del substrato e del diverso grado di evoluzione del fenomeno, si osservano manifestazioni tipiche quali:*

- *l'intensa fratturazione della roccia;*
- *l'elevata produzione di detrito di diversa geometria e dimensione (detrito che copre aree piuttosto estese pur in assenza di pareti rocciose che ne possano spiegare la presenza);*
- *le variazioni della morfologia d'insieme rilevabili da anomalie quali: "inarcamenti" e rigonfiamenti che conferiscono al pendio un marcato profilo convesso".*

I risultati dell'indagine geomorfologica effettuata sono graficamente rappresentati nelle cartografie facenti parte del seguente lavoro.

Dall'esame di tali tavole risulta subito evidente che dal punto di vista dei fenomeni dissestivi l'area circostante Bardonecchia è caratterizzata dalla presenza di quattro grandi zone corrispondenti ad altrettanti movimenti franosi di notevole rilevanza.

Procedendo da Sud essi possono essere così denominati:

- 1) Frana di Millaures;
- 2) Frana di La Moutte;
- 3) Frana del T. Rho;
- 4) Frana di Monte Tre Croci.

Si tratta di movimenti franosi antichi che hanno raggiunto nel loro insieme uno stato di quiescenza. Pertanto mentre a grande scala è possibile parlare di raggiunte condizioni di assestamento ed equilibrio, localmente queste possono variare e quindi porzioni più o meno ampie di versante, sia per cause naturali che per intervento antropico, possono essere interessate da locali e spesso circoscritte riprese del movimento.

● FRANA DI MILLAURES

Si estende sul fianco sinistro della valle della Dora di Bardonecchia scendendo dalle pendici occidentali del M. Jafferau ed allungandosi fin presso il fondovalle.

In essa si possono distinguere due zone diverse:

- ◇ una più meridionale, corrispondente all'area di frana vera e propria, compresa tra l'allineamento Glise-Rochas ed il rio che scende a sud di Prerichard;
- ◇ una più settentrionale, di frana probabile, compresa tra quest'ultimo rio e la cresta che scende dalla Cappella di S. Giacomo.

Questa seconda zona è definita frana probabile in quanto, pur mancando riscontri certi, numerosi ed evidenti indizi morfologici portano a tale classificazione.

E' da notare comunque che, al contrario della prima zona, qui sembra interessato nel movimento il substrato roccioso, fatto questo che porta a considerare l'area in generale ora assestata e quindi classificabile piuttosto come "area di salvaguardia".

Sulla zona più meridionale, corrispondente all'area di frana vera e propria, sono già stati posti in atto numerosi ed articolati sistemi di bonifica consistenti soprattutto nel drenaggio e nel convogliamento delle acque di ruscellamento e di emergenze sorgentizia a monte, in modo da impedire un'eccessiva imbibizione del corpo di frana.

Per tuttavia gli interventi antropici possono ingenerare facilmente riprese del movimento sia pure su settori limitati, come ben riscontrabile lungo il tratto di strada tra Case Medail e Cleise e, in misura minore, anche in altri punti dello sviluppo stradale.

Per tale motivo è da evitarsi ogni intervento di una qualche rilevanza, che non sia mera ristrutturazione o recupero, in tutta l'area considerata.

RAMASCO e SUSELLA sulla frana di Millaures riferiscono "*Lungo il previsto tracciato stradale, nel tratto fra Bardonecchia e la zona in cui si stanno eseguendo i lavori per la costruzione della variante A.N.A.S., è stato effettuato*

*un rilevamento di dettaglio alla scala 1:5000 che unitamente al rilevamento di tutto il versante sovrastante ed allo studio delle fotografie aeree, ha consentito di mettere a fuoco i principali problemi di natura geologica che condizioneranno i futuri lavori di costruzione della strada.*

*Dall'esame della carta dei dissesti alla scala 1:25.000 si vede che il versante sud-occidentale del Monte Jafferau è interessato da diffusi fenomeni franosi che ne occupano numerose ed estese aree. Da documenti inediti risulta che i fenomeni di cui sopra sono generalmente riconosciuti ed unificati sotto l'unica denominazione di "Frana di Millaures" mentre le poche rappresentazioni cartografiche della frana non giungono mai ad una precisa identificazione della complessità di questo fenomeno, sebbene esso sia stato spesso oggetto di varie proposte di sistemazione e anche di parziali interventi di bonifica.*

*Descrizione ed identificazione del fenomeno - Il versante interessato dal dissesto è costituito da un substrato competente di rocce metamorfiche appartenenti al Complesso dei Calcescisti con Pietre Verdi. I tipi litologici prevalenti sono generalmente calcescisti e calcescisti filladici contenenti subordinate intercalazioni di micascisti. I piani di scistosità principali sono mediamente verso ovest con valori compresi tra 20° e 40°. La roccia in posto è spesso interessata da una fitta rete di fratture e da fenomeni di esfoliazione e suddivisione in piastre lungo i piani di scistosità soprattutto nella parte più superficiale. Più a grande scala si possono inoltre osservare alcune fratture subverticali con direzione WSW-ENE, una delle quali si sviluppa sul fianco destro della zona di distacco del corpo di frana principale.*

*Su un tale substrato roccioso si è generata, favorita anche dalla esposizione a sud, una copertura incompetente detritico-eluviale; di potenza variabile a seconda del grado di fratturazione della roccia e della morfologia del versante composta di clasti di varia pezzatura fino a grossi blocchi immersi in una matrice sabbioso-limosa generalmente abbondante.*

*Rilevante in tutta l'area dissestata la presenza di sorgenti in parte captate in parte defluenti liberamente sul terreno, nonché di vaste zone impregnate d'acqua che nell'insieme rappresentano molto probabilmente le manifestazioni superficiali di una falda complessa presente per lo più tra coltre detritico-eluviale e substrato roccioso.*



*Il versante così costituito presenta un andamento ipsometrico piuttosto ondulato ed irregolare a piccola scala con inclinazione media tra 20° e 25°.*

*Come accennato in precedenza, non si può parlare di singolo corpo di frana ben definito e caratterizzato da una nicchia di distacco e una zona di accumulo, ma piuttosto di un insieme di fenomeni franosi differenziati, caratterizzati da movimenti propri, che impegnano vaste porzioni di versante.*

*Sulla base dei rilevamenti eseguiti nell'ambito di questa area in dissesto si possono differenziare due settori con caratteristiche evolutive diverse:*

- ◇ un primo settore, costituito da un corpo di frana abbastanza ben definito localizzato tra il rio a est di Prarichard e quello a ovest di Riveaux, comprendente l'abitato di Millaures; si tratta di un corpo allungato compreso all'incirca tra le isoipse 1250 e 2100. Caratterizzato da una strozzatura nella parte mediana a quota 1800 circa. Questo accumulo di materiale incompetente trova una sua spiegazione sia come cubatura che come morfologia, nella presenza a monte di una grossa nicchia di distacco compresa all'incirca tra le isoipse 2000 e 2150. La frana ha sicuramente interessato e coinvolto il substrato roccioso e molto probabilmente ha preso origine da un allineamento di grosse fratture una delle quali è individuabile nella scarpata destra della zona di distacco. Sulla base di osservazioni esclusivamente di carattere morfologico, si presume che i maggiori spessori del corpo di frana siano localizzati nei pressi di Millaures;*
- ◇ un secondo settore, laterale al precedente, grosso modo compreso tra questo ultimo e gli abitati di Riveaux, Gleise, Rochas e Broue, fino circa all'isoipsa 1900, in cui tutto il versante così delimitato è in frana, senza per altro essere caratterizzato da evidenti nicchie di distacco e zone di accumulo.*

*Esso è caratterizzato da una tipica morfologia ondulata in cui diverse porzioni della coltre detritico-eluviale si muovono con movimenti propri, differenziali, interagenti l'uno l'altro con fenomeni di richiamo a monte e spinte a valle. Il tutto si traduce in un lento e continuo movimento gravitativo della copertura detritico-eluviale su un substrato roccioso avente funzione di piano di movimento. Verosimilmente il substrato*

*roccioso non dovrebbe essere coinvolto in questi movimenti se non per spessori limitati alle sue porzioni più superficiali, laddove questo è maggiormente interessato da fenomeni di fratturazione; la potenza del materiale in frana non dovrebbe raggiungere ordini di grandezza elevati. Ovviamente i per una quantificazione precisa di questa grandezze si rendono necessari dei sondaggi eseguiti con tecniche di trivellazione.*

*La differenza fondamentale tra i due tipi di fenomeni ora descritti consiste essenzialmente nel diverso stadio di evoluzione in cui essi si trovano:*

- ◇ il primo è ad uno stadio che si potrebbe definire intermedio; parte del materiale in frana è infatti scivolato a valle e costituisce l'attuale accumulo di Millaures, mentre parte riposa ancora in precarie condizioni di equilibrio poco a valle della grossa nicchia di distacco da cui è partito (zona di Costa del Bosco);*
- ◇ il secondo fenomeno invece si trova ad uno stadio di evoluzione iniziale, in cui come è già stato fatto notare, non si ha ancora una precisa differenziazione tra nicchia e distacco e zona di accumulo.*

*Il generale dissesto del versante sud-occidentale del M. Jafferou ha provocato e sta tuttora provocando danni di una certa entità alle varie strutture esistenti.*

*Nel corpo principale di frana (Millaures) in occasione degli ultimi movimenti avvenuti nella primavera 1978, oltre a locali collassi delle porzioni superficiali del terreno si sono verificate rotture nei muri di contenimento della strada, crepe e fessurazioni negli edifici e tagli negli acquedotti.*

*Al piede dell'accumulo principale di frana, la dove questo raggiunge la scarpata in roccia sovrastante la statale per Bardonecchia, a seguito di spinte originatesi all'interno del corpo in movimento si sono avuti dei collassi della copertura con fenomeni di distacco, fluidificazione e colamento rapido di questa sulla statale, apertura di profonde fessurazioni del terreno a monte e formazione di zolle sospese in precarie condizioni di stabilità.*

*La strada che collega Bardonecchia con gli abitati di Millaures, Gleise, Rochas attraversa ripetutamente i diversi corpi in movimento ed appare*

*dissestata ovunque ed in alcuni punti, in particolare tra Riveaux e Gleise, è notevolmente rovinata.*

*Considerazioni conclusive - Sulla base di quanto esposto si possono fare alcune considerazioni di sintesi che siano indicative del tipo di provvedimenti da adottare.*

*La frana di Millaures è costituita da un fenomeno franoso complesso, articolato in più corpi caratterizzati da movimenti propri. L'evoluzione di questo fenomeno consiste in un movimento gravitativo del materiale incompetente che si esplica con intervalli di quiescenza e temporanee riprese del movimento.*

*Il fattore più importante predisponente il dissesto è la presenza di acqua circolante nel corpo di frana. L'aumento dell'apporto idrico, conseguente a periodi di intense precipitazioni o di fusione delle nevi aumenta il peso del materiale in frana ne diminuisce la coesione interna, lubrifica le superfici di scivolamento e favorisce pertanto la ripresa del movimento.*

*Anche se il previsto tracciato stradale interessa solamente il lobo più avanzato di tutto il movimento franoso, si ritiene necessaria una bonifica di tutto il dissesto, al fine di prevenire e limitare quanto più possibile l'aggravarsi di una situazione già pericolosa.*

*Per arrestare o per lo meno limitare i movimenti nel corpo di frana sarebbe pertanto necessaria, come primo e più urgente intervento, una opportuna regimazione delle acque superficiali e di quelle circolanti in profondità.*

*L'attraversamento della frana di Millaures si presenta come un problema complesso che porrà notevoli difficoltà sia dal punto di vista progettuale che esecutivo. Si dovranno stabilire esattamente con sondaggi meccanici gli spessori del corpo di frana in corrispondenza dell'attraversamento e le caratteristiche geomeccaniche del basamento roccioso che, all'affioramento si presenta intensamente fratturato e con caratteristiche litotecniche scadenti.*

*Per ciò che concerne l'attraversamento del corpo di frana, stando alle attuali indicazioni progettuali, si ritiene strettamente necessario appoggiare la sede stradale su piloni saldamente ancorati nella roccia in posto in modo che,*

*con opportune tecniche costruttive, possano contrastate le spinte originate dai terreni in lento movimento gravitativo.*

*Durante i lavori di esecuzione delle opere di attraversamento si dovrà inoltre limitare al massimo qualsiasi tipo di intervento (sbancamenti, scarico di acqua, passaggi continui di automezzi pesanti etc.) che possa alterare le precarie condizioni di equilibrio del fronte di frana, o accelerare i processi di instabilità in atto, curando, a completamento dei lavori, il ripristino delle originarie condizioni del terreno, con l'aggiunta di eventuali opere di bonifica la dove siano necessarie".*

Infine D. AIGOTTI e F. FORLATI hanno redatto una cartografia sulla frana in oggetto che ha costituito il fondamento della cartografia tematica per il P.R.G.

- FRANA DI LA MOUTTE

Si tratta di un vasto e presumibilmente profondo movimento franoso che si sviluppa sul fianco sinistro del basso vallone del Frejus, presso il suo sbocco nella conca di Bardonecchia, a monte della stretta in roccia ove si origina il conoide di deiezione.

Negli ultimi decenni si sono verificati alcuni localizzati e circoscritti fenomeni di riattivazione a monte di La Moutte, dove sono visibili profonde crepacciature nell'accumulo di frana.

Il pericolo maggiore consiste nel fatto un eventuale movimento gravitativo in tale area potrebbe ostacolare il deflusso del T. Frejus.

Si tratta comunque di un fenomeno caratterizzato da una lenta evoluzione condizionato in modo particolare dai cicli gelo-disgelo che si verificano nel periodo primaverile.

- FRANA DEL VALLONE DI RHO

Anche per la frana in esame si possono distinguere due zone:

- ◇ una posta più a valle e corrispondente al corpo di frana vero e proprio che estende la sua zona di accumulo fin presso le estreme propaggini nord occidentali dell'abitato di Bardonecchia;
- ◇ una posta più a monte, di frana probabile per la presenza di numerosi indizi morfologici che la fanno classificare come tale; anche in questo caso, comunque, sembrerebbe coinvolto nel movimento parte del substrato roccioso.

Come per la zona di Millaures si hanno quindi un'area instabile o potenzialmente instabile, da escludersi dallo sviluppo edilizio, ed un'area di salvaguardia su cui possono eventualmente essere posti in atto limitati interventi di potenziamento delle infrastrutture esistenti.

In conclusione si tratta di un movimento franoso che ha raggiunto attualmente su vasta scala una condizione di equilibrio. Localmente potrebbero verificarsi circoscritti fenomeni di riattivazione dovuti ad esempio all'azione erosiva del torrente Rho.

#### ● FRANA DI MONTE TRE CROCI

Il movimento franoso di vaste proporzioni, localizzato in destra idrografica del T. Rho dopo il suo sbocco nella conca di Bardonecchia, si è originato per svuotamento di un grande canalone presente sulle alte propaggini orientali del M.te Tre Croci e la zona di accumulo si è allargata verso il basso a "zampa d'oca" raggiungendo il greto del T. Rho.

Nell'insieme l'accumulo, potente certamente molte decine di metri, sembra aver raggiunto un buon grado di assestamento anche se non sono da escludersi limitate riattivazioni del movimento, soprattutto nei settori caratterizzati da forte imbibizione per acque sotterranee, o per interventi antropici.

E' questo il caso delle costruzioni edificate subito a nord della condotta Enel che hanno interessato il piede della zona di accumulo e quindi hanno determinato di conseguenza una riattivazione, sia pure localizzata, del movimento con conseguenti gravi danni ai fabbricati.

Tutta l'area pertanto è classificabile come instabile o potenzialmente instabile.

E' da segnalare, infine, la presenza poco a monte della frana di M.te Tre Croci di alcuni limitati dissesti interessanti la copertura morenica, in sponda destra del T. Rho, dovuti all'erosione del piede da parte del torrente stesso.

## ● ANALISI DEI FENOMENI VALANGHIVI

---

### ○ MEMORIE STORICHE E STUDI PREGRESSI

Fra le molte sorgenti di rischio quella costituita dalla caduta di valanghe ha una importanza rilevante per gli effetti sull'uomo ma non sui concentrici (tranne Rochemolles).

In primo approccio l'organizzazione di una elencazione annuale venne dai servizi ministeriali per l'agricoltura e foreste e soprattutto dalla Milizia Forestale e dal CAI.

Gli enti militari, in particolare la Scuola Militare Alpina, utilizzando i dati propri e quelli forniti dal CAI, radunarono tutte le informazioni e diedero alle stampe (nel 1965/1966) una "Monografia delle valanghe" (riservata alle Forze Armate) con relativa cartografia alla scala 1:100.000.

Nel 1977 la Provincia di Torino con la collaborazione dell'Istituto di Geografia Alpina (dir. prof. C.F. Capello) pubblicò l'archivio storico topografico delle valanghe.

Più dettagliate sono invece le informazioni. riscontrabili osservando le foto aeree, dopo sopralluoghi diretti.

L. PERETTI riferisce che "... *Battuto e degradato da valanghe è tutto il versante destro della Val Rochemolles, come quelli dei valloni affluenti, non boschiti, dove case o alpeggi ne sono stati frequentemente scoperchiati o diroccati: nella stessa Frazione Rochemolles (4 vittime nel 1961), alle Gr. Janet, alle Gr. Valfredda, ecc... . Sul versante sinistro, estesi slavamenti scendono dalle dorsali della T. del Ban e del M.te Jafferou fino alle stazioni terminali delle sciovie. A protezione appunto dalle valanghe in questa zona - così come sul fianco destro della Val Melezet - tanto le vie di risalita quanto le piste sciabili si sviluppano in gran parte entro alla foresta di larici d'alto fusto.*

*Lesioni recenti dei fabbricati colpiti da valanghe straordinarie si osservano pure in Val Frejus (Gr. Chatelard) e in Val Rho (Gr. La Rho). La media e bassa*

*Valle Stretta, dove la neve non s'accumula sulle pareti rocciose né scoscende sulle falde di grosso detrito, ne è quasi esente.*

*Sul fianco destro della Valle Melezet grandi masse di neve divallano dal bastione alla testata oppure, insieme con acque di fusione e abbondante alluvione, sboccano dal colatoio della Comba della Gorgia e dagli angusti compluvi imbutiformi di Rio Fosse o della Comba di Sagne”.*

L'eccellente Piano Comunale di protezione civile redatto dall'Ufficio Tecnico LL.PP. riferisce *“Il territorio di Bardonecchia propriamente alpino è soggetto nelle parti in quota al fenomeno di distacco valanghe, che nella maggioranza dei casi è specificatamente rischioso per i percorsi di sci fuori pista e in alcune aree limitrofe ad impianti di risalita e a piste di sci alpino in questo caso è importante la prevenzione intesa come invito con l'apposizione di opportuni cartelli segnaletici indicanti il pericolo generico di caduta valanghe. Invece per quanto riguarda il caso particolare relativo alla frazione di Rochemolles si rimanda allo studio redatto dal servizio R.T.M. della Savoia.*

*Il problema della valanga è stato affrontato dall'amministrazione a livello di messa in sicurezza dell'abitato di Rochemolles affidando lo studio del fenomeno e della ricerca di accorgimenti tecnici (paravalanghe ecc.) all'Ufficio Nazionale delle Foreste Servizio Ripristino del territorio Montano francese che ha particolare competenza nel merito a livello internazionale.*

*La fase progettuale è praticamente ultimata e gli elaborati saranno consegnati entro il mese di giugno del 98.*

*Per quanto riguarda invece la problematica della sicurezza della popolazione che dimora saltuariamente nella frazione è stata istituita una apposita Commissione Valanghe (Regolamento e composizione CV. approvato con delibera di CC. n. 2 del 11.02.1998)”.*

Sull'area di Rochemolles sono stati effettuati numerosi studi. Tra i più recenti si cita quello del Consorzio Forestale Alta Valle di Susa redatto in collaborazione con il Dott. Silvio DURANTE che aveva tecnicamente seguito gli studi preliminari degli anni '80 in qualità di Direttore del C.F.A.V.S. .

Si allega anche il parere espresso dal Settore prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico della Regione Piemonte.



Inoltre si rimanda all'analisi redatta dall'Office National des Forets - Servizio RTM della Savoia, già citato nelle righe precedenti, che indica la zonazione delle aree esposte a rischio di valanga, proposte e misure di sicurezza come sistemi di allarme finalizzati all'evacuazione di aree abitate, accorgimenti costruttivi per resistere alla pressione esercitata dalla massa nevosa.

Dott. Paolo Leporati

Dott. Eugenio Zanella