



REGIONE PIEMONTE

ASSESSORATO AMBIENTE, ENERGIA, PIANIFICAZIONE E GESTIONE
DELLE RISORSE IDRICHE, LAVORI PUBBLICI E TUTELA DEL SUOLO
PROTEZIONE CIVILE

Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione

EVENTI ALLUVIONALI IN PIEMONTE

2-6 novembre 1994

8 luglio 1996

7-10 ottobre 1996

Le previsioni meteorologiche
Gli interventi in corso d'evento
Gli studi e le ricerche sui processi geologici
Le attività di monitoraggio
Gli interventi a supporto delle scelte urbanistiche
Le cartografie tematiche

TORINO
1998

In determinati campi della scienza la crescita della conoscenza è intimamente e forzatamente legata allo studio delle manifestazioni naturali che comportano pericolo o danno, siano esse legate direttamente all'Uomo come persona fisica sia al tessuto urbano in cui Egli vive.

Nel campo delle Scienze della Terra solo attraverso l'analisi delle relazioni che intercorrono tra i processi di instabilità geologica e l'attività umana si può tentare di ricomporre, o almeno rendere accettabile, una conflittualità sempre più evidente.

Nei momenti in cui si lavorava alla edizione di questo testo altre popolazioni erano colpite, in Campania, da una nuova "catastrofe" naturale, apparentemente imprevedibile, che andava ad aggiungersi al lungo elenco dei problemi legati al dissesto territoriale.

Quest'ultimo caso, come quelli che in luoghi vari del territorio nazionale l'hanno preceduto, impongono, come priorità, un continuo e definitivo spirito di collaborazione e fiducia tra Tecnici e pubblici Amministratori affinché si possano in qualche modo ridurre, certo non del tutto azzerare, i rischi naturali.

È con rispetto quindi, e con partecipazione ai problemi delle popolazioni che hanno subito i dannosi effetti degli eventi naturali qui descritti, che ho il compito di presentare questo testo.

Ugo Cavallera

Assessore all'Ambiente, Energia, Pianificazione e Gestione Risorse Idriche, Lavori Pubblici e Tutela del Suolo - Protezione Civile

COORDINAMENTO

Gianfranco SUSELLA

Rapporti per la parte editoriale:

Gianfranca BELLARDONE,
Matteo BROVERO, Italo COLOMBO,
Paola MAGOSSO, Nicoletta NEGRO,
Cinzia PICCIONI, Carlo TROISI,
Elena TURRONI, Anna ZILIANI

Rapporti per la parte informatica:

Gianfranca BELLARDONE,
Gianfranco SUSELLA

Coordinamento scientifico e redazione editoriale

Settore Studi e Ricerche Geologiche - Sistema Informativo Prevenzione Rischi

Ferruccio FORLATI, Manlio RAMASCO,
Gianfranco SUSELLA

Archivio immagini

Silvia SICARDI

Predisposizione editoriale e revisioni grafiche

M. Grazia GALLO (*), Giuseppina MOLETTA (*)

(*) Collaboratore esterno, CSI-Piemonte - Direzione Territorio
Ambiente

Elaborazione dei dati e predisposizione della cartografia numerica:

CSI-Piemonte - Direzione Territorio Ambiente

Marcella ALIBRANDO, Marco CAVAGNOLI,
Enzo CIARMOLI, Riccardo FERRARI,
Barbara PEIRETTI, Rocco PISPICO.

È doveroso ringraziare:

Il **Dipartimento dei Servizi Tecnici Nazionali**
per lo scambio dei dati ai sensi del protocollo di
intesa del 24-4-1996.

Fabio LUINO, Ornella TURITTO
(**CNR-IRPI, Torino**) per la collaborazione nelle
ricerche sul campo di inondazione del fiume
Tanaro, area di Alba.

L'**Amministrazione Provinciale di Torino**, nella
persona di Donatella AIGOTTI e
l'**Amministrazione Provinciale di Biella**, per i dati
gentilmente concessi.

Il **1° Nucleo Elicotteri Carabinieri** di Volpiano,
per i sopralluoghi aerei sulle aree danneggiate.

Brunello MAFFEO per il materiale documentario
inerente il territorio del Biellese,
Giuseppe GALLIANO per i dati relativi alle aree
del Monregalese,
Erika CHIECCHIO e Lucia SIMEONI
per il materiale fotografico gentilmente concessi.

Le Amministrazioni Locali e le persone che hanno
fornito testimonianze sui diversi accadimenti.

REGIONE PIEMONTE

ASSESSORATO AMBIENTE, ENERGIA,
PIANIFICAZIONE E GESTIONE DELLE RISORSE IDRICHE,
LAVORI PUBBLICI E TUTELA DEL SUOLO
PROTEZIONE CIVILE

**Direzione Regionale
Servizi Tecnici di Prevenzione**

Testo redatto con i contributi di:

Vincenzo COCCOLO, Direttore

**Settore studi e ricerche geologiche
Sistema informativo prevenzione rischi**

Ferruccio FORLATI

Gianfranca BELLARDONE, Stefano CAMPUS,
Lidia GIACOMELLI, Ferdinando TAMBERLANI,
Andrea PIANO (*), Claudia PEGORARO (**)

Manlio RAMASCO,
Cinzia PICCIONI, Claudia GIAMPANI (*),
Sede di Biella,

Gianfranco SUSELLA,
Silvia SICARDI, Flavio BAUDUCCO (*),
M. Grazia GALLO (*), Enzo LATAGLIATA (*),
Giuseppina MOLETTA (*), Stefano RINALDI (*),
Sede di Mondovì

(*) *Collaboratore esterno, CSI-Piemonte - Direzione Territorio
Ambiente*

(**) *Collaboratore esterno, Politecnico di Torino - Dipartimento
Ingegneria Strutturale*

Settore meteoidrografico e reti di monitoraggio

Stefano BOVO

Secondo BARBERO, Marco CORDOLA,
Claudio MARCHISIO, Luca MENSIO,
Elena TURRONI, Renata PELOSINI (*)

(*) *Collaboratore esterno, CSI-Piemonte - Direzione Territorio
Ambiente*

con il contributo di:

Michele BUFFO, Luisa VAILATI - *Società Risorse
Idriche*

**Settore progettazione interventi
geologico-tecnici e sismico**

Andrea LAZZARI

Daniele DRAGO, Vittorio GIRAUD,

Nicoletta NEGRO, Raffaele PERRONE,
Silvana RAFFONE, Giovanni RUBERTO,
Carlo TROISI

**Settore di prevenzione territoriale del rischio
geologico (area di Torino, Novara e Verbania)
Indagini geotecniche ed idrogeologiche**

Giuseppe BEN

Marco BELFIORE, Mimma FALLANCA,
Guido GENNARO, Paola MAGOSSO,
Marco PONZA, Paolo TONANZI

Luigi Andrea BEDONI, Rinaldo PESCIO,
Sede di Novara

**Settore prevenzione territoriale del rischio
geologico (area di Asti, Vercelli, Biella)**

Lorenzo MASOERO

Danila BAROZZI, Roberto BORGOGNO,
Italo COLOMBO, Alberto SERVENTI

**Settore prevenzione territoriale del rischio
geologico (area di Cuneo)**

Enrico GANDINO

Matteo BROVERO, Luca SALSOTTO,
Marina ZERBATO

**Settore prevenzione territoriale del rischio
geologico (area di Alessandria)**

Roberto OBERTI

Carlo PICCINI, Franca TRUCCO, Anna ZILIANI

con il contributo di:

Marco PIERI - *Parco Fluviale del Po e dell'Orba*

**DIREZIONE REGIONALE
SERVIZI TECNICI DI PREVENZIONE**

Via Pisano 6 - 10152 TORINO - ITALIA
Tel. +39.011.4321381 - Fax +39.011.4323535
E-mail: Direzione20@regione.piemonte.it

Sommario

PREMESSA	pag. 17
--------------------	---------

ATTIVITÀ ISTITUZIONALI DELLA DIREZIONE SERVIZI TECNICI DI PRE- VENZIONE	» 19
--	------

■ L'EVENTO ALLUVIONALE DEL 2-6 NOVEMBRE 1994

Le condizioni meteorologiche e idrometriche	» 27
Il quadro a scala provinciale dei processi d'instabilità geologica e degli effetti associati	» 63
Processi sulla rete idrografica primaria	» 127
Processi sulla rete idrografica secondaria	» 215
Processi d'instabilità sui versanti	» 233
Sistemi di controllo ed interventi di mitigazione del rischio su fenomeni franosi	» 317
Interventi a supporto delle scelte urbanistiche	» 339

■ L'EVENTO ALLUVIONALE DELL'8 LUGLIO 1996

Le condizioni meteorologiche	» 347
Quadro dei fenomeni di instabilità geologica	» 351
Considerazioni conclusive	» 369

■ L'EVENTO ALLUVIONALE DEL 7-10 OTTOBRE 1996

Le condizioni meteorologiche e idrometriche	» 373
Processi d'instabilità geologica ed effetti	» 385

■ CARTOGRAFIE FUORI TESTO

Premessa	» 410
Schema dell'ubicazione delle tavole tematiche sul territorio regionale piemontese	» 411
Note alle carte tematiche	» 412

Indice generale

PREMESSA	pag.	17
--------------------	------	----

ATTIVITÀ ISTITUZIONALI DELLA DIREZIONE SERVIZI TECNICI DI PREVENZIONE

Vincenzo COCCOLO

La conoscenza dei rischi naturali per una corretta gestione territoriale	»	19
Prevenzione dei rischi	pag.	19
Processi morfodinamici in Piemonte	»	20
Previsione degli eventi	»	20
Gestione e mitigazione del rischio	»	21
Interventi a seguito degli eventi alluvionali del 1994-1996	»	21

L'EVENTO ALLUVIONALE DEL 2-6 NOVEMBRE 1994

1 LE CONDIZIONI METEOROLOGICHE E IDROMETRICHE

Premessa	»	27
1.1 Analisi meteorologica	»	27
<i>Renata PELOSINI, Elena TURRONI</i>		
Introduzione	pag.	27
Situazione sinottica	»	32
1.2 Analisi pluviometrica	»	42
<i>Claudio MARCHISIO</i>		
1.3 Confronto con eventi precedenti	»	48
<i>Claudio MARCHISIO</i>		
1.4 Considerazioni sull'intensità delle precipitazioni	»	51
<i>Secondo BARBERO, Claudio MARCHISIO</i>		
Premessa	pag.	51
Metodologia utilizzata	»	51
Analisi regionale	»	51
1.5 Rilievi idrometrici relativi all'evento di piena	»	53
<i>Michele BUFFO, Luisa VAILATI</i>		
Situazione idrologica nel periodo precedente l'evento	pag.	53
Dinamica dell'evento di piena	»	53
Riferimenti statistici e confronto con eventi precedenti	»	57
1.6 Previsione dell'evento e monitoraggio	»	58
<i>Stefano BOVO</i>		
Riferimenti bibliografici	»	61

2 IL QUADRO A SCALA PROVINCIALE DEI PROCESSI D'INSTABILITÀ GEOLOGICA E DEGLI EFFETTI ASSOCIATI

Introduzione		pag.	63
<i>Matteo BROVERO, Gianfranco SUSELLA</i>			
2.1 Provincia di Cuneo		»	81
<i>Matteo BROVERO, Enrico GANDINO</i>			
Processi legati alla dinamica fluviale		pag.	81
Processi legati alla dinamica di versante		»	84
2.2 Provincia di Asti		»	86
<i>Italo COLOMBO</i>			
Processi legati alla dinamica fluviale		pag.	86
Processi legati alla dinamica di versante		»	86
2.3 Provincia di Alessandria		»	89
<i>Roberto OBERTI, Anna ZILIANI</i>			
Processi legati alla dinamica fluviale		pag.	89
Processi legati alla dinamica di versante		»	93
2.4 Provincia di Torino		»	95
<i>Luigi Andrea BEDONI, Marco BELFIORE, Giuseppe BEN, Domenica FALLANCA, Guido GENNARO, Paola MAGOSSO, Rinaldo PESCIO, Marco PONZA, Paolo TONANZI</i>			
Premessa		pag.	95
Aree maggiormente coinvolte		»	96
2.5 Provincia di Biella e Vercelli		»	109
<i>Cinzia PICCIONI, Manlio RAMASCO</i>			
Premessa		pag.	109
Processi legati alla dinamica di versante		»	110
Processi legati alla rete idrografica		»	118
L'evento alluvionale su Mongrando		»	120
Riferimenti bibliografici		»	125

3 PROCESSI SULLA RETE IDROGRAFICA PRIMARIA

Premessa		»	127
3.1 Il fiume Tanaro		»	132
Inquadramento morfologico		pag.	132
<i>Ferruccio FORLATI, Maria Grazia GALLO, Gianfranco SUSELLA</i>			
Premessa, p. 132 - Territorio cuneese, p. 132 - Territorio astigiano, p. 133 - Territorio alessandrino, p. 135.			
Cronistoria del processo di piena		pag.	135
<i>Gianfranco BELLARDONE, Italo COLOMBO, Ferruccio FORLATI, Claudia GIAMPANI, Roberto OBERTI, Carlo PICCINI, Manlio RAMASCO, Gianfranco SUSELLA</i>			
Considerazioni sul processo di piena lungo il fiume Tanaro		pag.	171
<i>Ferruccio FORLATI, Giuseppina MOLETTA, Gianfranco SUSELLA</i>			
Propagazione dell'onda di piena: elaborazione dei dati spazio-temporali, p. 171			
Influenza e interferenza degli attraversamenti e dei rilevati annessi, p. 172 - Stato dei ponti sul fiume Tanaro a seguito della piena, p. 174 - Conclusioni, p. 175.			
3.2 Il fiume Po		»	178
Cronistoria del processo di piena		pag.	178
<i>Italo COLOMBO, Luca MENSIO, Carlo PICCINI, Marco PIERI</i>			

3.3 Il fiume Bormida di Millesimo	pag. 190
Cronistoria del processo di piena	pag. 190
<i>Flavio BAUDUCCO, Claudia GIAMPANI, Carlo PICCINI, Manlio RAMASCO, Gianfranco SUSELLA</i>	
3.4 Il torrente Belbo	» 202
Inquadramento geologico e morfologico	pag. 202
Cronistoria del processo di piena	» 202
<i>Gianfranca BELLARDONE, Matteo BROVERO, Carlo PICCINI</i>	
Considerazioni finali	» 211
<i>Gianfranca BELLARDONE</i>	
Riferimenti bibliografici	» 212

4 PROCESSI SULLA RETE IDROGRAFICA SECONDARIA

4.1 Aspetti significativi legati all'attività torrentizia	» 215
<i>Gianfranco SUSELLA</i>	
4.2 Le Valli monregalesi	» 218
Torrente Ellero	pag. 220
Torrenti Corsaglia, Casotto e Mongia	» 221
<i>Gianfranco SUSELLA</i>	
4.3 L'area del Monferrato	» 224
Torrenti Bobore e Triversa	pag. 224
<i>Italo COLOMBO, Andrea PIANO</i>	
Torrente Banna	» 230
<i>Marco BELFIORE, Italo COLOMBO, Andrea PIANO</i>	
Riferimenti bibliografici	» 231

5 PROCESSI D'INSTABILITÀ SUI VERSANTI

Premessa	» 233
<i>Ferruccio FORLATI, Manlio RAMASCO, Gianfranco SUSELLA</i>	
5.1 Processi d'instabilità nell'area delle Langhe	» 233
Cenni geologico-strutturali	pag. 233
Processi d'instabilità dei versanti durante l'evento	» 234
Indagini e studi	» 235
5.1.1 Frane per scivolamento planare	» 238
Identificazione del processo, p. 238 - Studi e risultati, p. 240	
Caratterizzazione tipologica, p. 244 - Dinamica ed evoluzione, p. 245 - Caratteristiche geometriche e giaciture, p. 249 - Ruolo delle discontinuità subverticali, p. 250 - Circolazione idrica, p. 250 - Danni alle opere antropiche, p. 252	
<i>Stefano CAMPUS, Ferruccio FORLATI, Cinzia PICCINI, Manlio RAMASCO</i>	
Aspetti fisico-meccanici, p. 254	
Premessa, p. 254 - Classificazione geotecnica delle Marne oligo-mioceniche, p. 254 - Risultati, p. 255	
<i>Ferruccio FORLATI, Ferdinando TAMBERLANI</i>	
5.1.2 Frane per mobilizzazione delle coperture detritiche	» 266
<i>Stefano CAMPUS, Ferruccio FORLATI, Gianfranco SUSELLA, Ferdinando TAMBERLANI</i>	
Premessa, p. 266 - Identificazione del processo, p. 266 - Indagini e studi, p. 266	
Aspetti previsionali, p. 274 - Geomorfologia ed elementi geomorfici, p. 274	
Condizionamenti di natura antropica, p. 280 - Uso del suolo, p. 282 - Danni, p. 282	

Interpretazione in chiave fisico-meccanica, p. 283 - Casi particolari territorialmente significativi, p. 284

5.2 Studio propedeutico alla valutazione della pericolosità geologica inerente l'instabilità dei versanti mediante tecniche GIS ed approccio statistico multivariato	pag. 288
<i>Stefano CAMPUS, Ferruccio FORLATI, Claudia PEGORARO</i>	
Premessa	pag. 288
Criteri generali	» 288
Fasi operative	» 289
Area di studio e dati disponibili, p. 290 - Identificazione dei parametri, p. 290	
- Strutturazione delle variabili e discretizzazione del dominio, p. 291	
Tecniche di analisi statistica multivariata	» 292
Conclusioni	» 294
Glossario	» 295
5.3 Frane per mobilitazione delle coperture detritiche nell'area dell'Anfiteatro morenico di Ivrea	» 296
<i>Luigi Andrea BEDONI, Marco BELFIORE, Paola MAGOSSO, Paolo TONANZI</i>	
Cenni geomorfologici sull'areale coinvolto e sul processo	pag. 296
Caratteristiche geotecniche dei depositi morenici, prime valutazioni	» 297
Casi particolari territorialmente significativi	» 300
5.4 Analisi delle relazioni tra altezze di pioggia e fenomeni franosi	» 303
<i>Stefano CAMPUS, Ferruccio FORLATI, Luca MENSIO</i>	
Premessa	pag. 303
Identificazione dell'area oggetto di studio	» 304
Frane per mobilitazione e colamento delle coperture detritiche	» 306
Modalità operative ed analisi generale dei dati, p. 306 - Elaborazione dei dati dell'evento 1994, p. 307	
Frane per scivolamento planare	» 312
Elaborazione dei dati dell'evento 1994, p. 312	
Considerazioni conclusive	» 313
Riferimenti bibliografici	» 314

6 SISTEMI DI CONTROLLO ED INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO SU FENOMENI FRANOSI

Andrea LAZZARI, Nicoletta NEGRO, Carlo TROISI

6.1 Attività nella provincia di Cuneo	» 317
Sistemi di controllo, p. 317 - Sistemi di controllo installati, p. 317 - Risultati delle prime misure, p. 323 - Problemi di interpretazione, p. 324 - Gestione dei sistemi di controllo, p. 325	
6.2 Interventi di mitigazione del rischio	» 325
6.3 Sistemi di controllo ed interventi nelle provincie di Asti ed Alessandria	» 326
6.4 Linee guida per gli interventi di sistemazione	» 327
Riferimenti bibliografici	» 327

7 INTERVENTI A SUPPORTO DELLE SCELTE URBANISTICHE

Matteo BROVERO, con il contributo di Giuseppe BEN, Italo COLOMBO, Enrico GANDINO, Paola MAGOSSO, Roberto OBERTI, Anna ZILIANI

7.1 Riferimenti normativi	» 339
7.2 Le modalità di applicazione dei provvedimenti cautelari previsti dall'art. 9 bis della L.R. n. 56 del 5 dicembre 1977	» 340

7.3	L'applicazione dei provvedimenti cautelari previsti dall'art. 9 bis a seguito dei fenomeni alluvionali:	
	– settembre-ottobre 1993	pag. 340
	– novembre 1994	» 340
	– luglio 1996	» 342
7.4	Riflessioni conclusive	» 342

L'EVENTO ALLUVIONALE DELL'8 LUGLIO 1996

1 LE CONDIZIONI METEOROLOGICHE

Secondo BARBERO, Claudio MARCHISIO

1.1	Premessa	pag. 347
1.2	Le precipitazioni dell'8 luglio 1996	» 347
	Analisi meteorologica, p. 347 - Previsione meteorologica, p. 347 - Dati pluviometrici, p. 348	
	Valutazione sulla frequenza delle precipitazioni, p. 348	

2 QUADRO DEI PROCESSI DI INSTABILITÀ

Luigi Andrea BEDONI, Giuseppe BEN, Daniele DRAGO, Andrea LAZZARI, Paola MAGOSSO, Nicoletta NEGRO, Raffaele PERRONE, Rinaldo PESCIO, Marco PONZA, Giovanni RUBERTO, Carlo TROISI

2.1	Dati storici pregressi	» 351
2.2	Analisi dell'evento	» 351
	Comune di Baveno (VCO), p. 354 - Comune di Gravellona Toce (VCO), p. 356 - Comune di Omegna, p. 357 - Comune di Pettenasco (NO), p. 363 - Comune di Verbania (VCO), p. 364 - Comune di S. Bernardino Verbano (VCO), p. 365 - Comune di Cossogno (VCO), p. 365	
2.3	Attività di pronto intervento	» 365
2.4	Attività di ripristino	» 366
	Individuazione e quantificazione delle opere di sistemazione, p. 366 - Proposte di rilocalizzazione, p. 366 - Analisi dei progetti di sistemazione, p. 367 - Proposte di prevenzione e pianificazione urbanistica, p. 368	

3 PROCESSI IN CONOIDE E PRESENZA ANTROPICA: RAPPORTO CONFLITTUALE

Carlo TROISI

3.1	Considerazioni	» 369
	Riferimenti bibliografici	» 370

L'EVENTO ALLUVIONALE DEL 7-10 OTTOBRE 1996

1 LE CONDIZIONI METEOROLOGICHE E IDROMETRICHE

Secondo BARBERO, Marco CORDOLA, Claudio MARCHISIO, Luca MENSIO, Elena TURRONI

1.1	Inquadramento meteorologico	pag. 373
1.2	Distribuzione delle precipitazioni	» 373
1.3	Analisi idrologica	» 377
1.4	Deflussi registrati	» 380

2 PROCESSI D'INSTABILITÀ GEOLOGICA ED EFFETTI

	Premessa	» 385
2.1	Analisi degli effetti dell'evento sul territorio alpino	» 385
	Bacini idrografici alpini compresi tra i torrenti Germanasca e Pesio	pag. 386
	<i>Marina ZERBATO</i>	

Bacini idrografici alpini compresi tra i torrenti Ellero e Tanaro	pag. 401
<i>Flavio BAUDUCCO, Maria Grazia GALLO, Enzo LATAGLIATA, Gianfranco SUSELLA</i>	
2.2 Analisi degli effetti nei territori di pianura per la provincia di Asti	pag. 402
<i>Italo COLOMBO</i>	
2.3 Analisi degli effetti nei territori di pianura per la provincia di Alessandria	» 403
<i>Carlo PICCINI</i>	
Riferimenti bibliografici	» 408

CARTOGRAFIE FUORI TESTO

Gianfranco SUSELLA

● Premessa	pag. 410
● Schema dell'ubicazione delle tavole tematiche sul territorio regionale piemontese	» 411
● Note alle tavole tematiche	» 412
Cartografia relativa all'evento alluvionale del 2-6 novembre 1994	pag. 412
Cartografia relativa all'evento alluvionale dell'8 luglio 1996	» 414

Premessa

Esperienze recenti e del passato evidenziano, in modo sempre più chiaro, come la difesa dai pericoli naturali, la tutela delle risorse naturali e della pubblica incolumità non possano essere viste solo in funzione dell'efficienza operativa attuata mediante interventi di emergenza in corso d'evento, ma debbano basarsi anche, e soprattutto, su una metodica opera di prevenzione.

Di grande aiuto alle attività finalizzate alla protezione civile è la consapevolezza che i processi di instabilità si manifestano sul territorio ciclicamente, in un ripetersi cadenzato da pulsazioni di maggiore o minore intensità, ma con meccanismi spesso simili.

Ovviamente esistono processi più prevedibili perché soggetti a leggi di comportamento meglio consolidate, come ad esempio i processi fluviali, altri meno prevedibili, come determinati complessi movimenti di versante i cui meccanismi sono ancora poco conosciuti o dipendenti da una vasta serie di fattori concomitanti ed interagenti.

Allo stato attuale delle conoscenze è possibile formulare, con ragionevole approssimazione spaziale e temporale, previsioni sulle condizioni meteorologiche scatenanti gli eventi calamitosi.

Molto più problematica è la previsione degli effetti territoriali provocati da quelle specifiche condizioni meteo-climatiche, in quanto dipendenti dalle complesse interrelazioni tra molteplici fattori, sia naturali che antropici.

Solo una migliore conoscenza dei caratteri geologico-tecnici del territorio e delle dinamiche evolutive dei fenomeni d'instabilità, frutto di esperienze maturate dalla Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione, nel corso di venti anni di attività, ha permesso di formulare ipotesi anche in quest'ultimo campo, riducendo quegli aspetti di fatalità ed eccezionalità culturalmente legati al verificarsi degli eventi naturali come quelli che in modo parziale o totale hanno coinvolto il Piemonte di recente.

In questo senso le linee di ricerca della Direzione,

e le stesse attività di gestione, oltre che essere rivolte alla analisi e alla soluzione di problemi contingenti tendono a dare risposta alle esigenze degli Organi tecnici delle varie Amministrazioni, centrale e locali, che sono chiamate a compiti di difesa del suolo e di programmazione e pianificazione territoriali.

In quest'ottica si è dimostrata necessaria e positiva la creazione, messa a punto negli anni '80 e poi ufficialmente attivata nel 1990, della Banca Dati Geologica regionale che vede ormai implementati i dati relativi a oltre 50.000 processi naturali che sono o possono diventare fonte di pericolo per l'uomo e per le sua attività.

Quanto contenuto in questa pubblicazione ha il compito di rappresentare i gravi processi, sia meteorologici che geologici, che hanno interessato il territorio regionale in questi ultimi quattro anni.

Nei capitoli a seguire è analizzato il quadro fisico che ha prefigurato e condizionato l'evolversi di situazioni eccezionali, visto l'ampio coinvolgimento di settori antropizzati e la gravità dei danni.

La vastità del territorio colpito e l'articolata realtà dei fenomeni di dissesto hanno di fatto creato una sorta di "laboratorio" tuttora aperto alla ricerca dei dati ancora mancanti o a necessari approfondimenti su tematiche particolari.

Questa pubblicazione risponde ad un duplice scopo:

- quello di *fornire un quadro conoscitivo* sugli eventi alluvionali del 1994 e del 1996, e dei processi e danni associati,

- in secondo luogo quello di *presentare le varie attività* d'istituto della Direzione Regionale Servizi Tecnici di Prevenzione, e *le metodologie* messe in opera per lo studio e la comprensione dei vari tematismi attivatisi, offrendo per ciascuna di esse i relativi prodotti tabellari ed esempi cartografici nelle scale più opportune.

f.f. g.s.

Attività istituzionali della Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione

La conoscenza dei rischi naturali per una corretta gestione territoriale

L'individuazione delle aree esposte a pericolo di evoluzioni di processi calamitosi di natura geologica, sismica, geomorfologia e dei fenomeni meteorologici ed idrologici scatenanti, determina la scelta degli interventi di sistemazione e difesa da attuare con priorità, e risulta altresì condizionante negli studi di pianificazione territoriali dedicati ad espansioni urbanistiche e a nuove proposte localizzative.

La valutazione in termini probabilistici dell'instabilità potenziale, indipendentemente dalla presenza antropica, definisce il grado di pericolosità di una certa area in funzione della tipologia, della quantità e della frequenza dei processi che vi si possono innescare. La pericolosità si traduce in rischio non appena gli effetti dei fenomeni naturali implicano un costo socioeconomico da valutarsi in relazione all'indice di valore attribuibile a ciascuna entità territoriale.

L'accresciuta conoscenza evidenzia come la gestione della pericolosità rappresenti una funzione indispensabile per un corretto indirizzo dell'attività antropica in quanto la difesa del patrimonio insediativo esistente, così come ogni atto pianificatorio, non possono prescindere da una preventiva analisi delle interazioni tra processi evolutivi naturali e linee di sviluppo del sistema socio economico nonché dalla capacità di una loro previsione in termini di scenari ed effetti attesi.

In questa ottica si sviluppa il vasto programma di prevenzione territoriale che la Regione Piemonte attua tramite la Direzione Regionale Servizi Tecnici di Prevenzione. A partire dal 1978 sono state intraprese attività di studio, monitoraggio e analisi dei fenomeni naturali finalizzate alla valutazione quantitativa e qualitativa delle condizioni di pericolosità a cui è sottoposto il territorio.

L'obiettivo primario è stato la costituzione di una struttura di servizio in grado di fornire, con la tempestività e con il grado di precisione ed accuratezza necessari, informazioni e dati nel campo della previsione e prevenzione dei rischi naturali sia all'interno dell'Amministrazione Regionale sia ad Enti ed Organismi pubblici ed operatori privati.

Il modello delineato ed affinato nel corso degli anni prevede dunque l'esistenza di una struttura tecnica in grado di valutare la pericolosità di rischi naturali in senso ampio.

Tale struttura tecnica è organizzata in 3 nuclei di attività interdipendenti:

1. studio dei processi naturali e divulgazione dei dati raccolti ed elaborati attuati dal Settore "Studi e Ricerche Geologiche - Sistema Informativo Prevenzione Rischi";
2. monitoraggio e valutazione delle problematiche meteoidrologiche realizzato dal Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio;
3. gestione normativa e progettazione interventi di bonifica attuate dai Settori di Prevenzione Territoriale del Rischio Geologico e dal Settore Progettazione Interventi Geologico Tecnici e Sismico.

Prevenzione dei rischi

I fenomeni di dissesto sono processi che si manifestano ciclicamente in un ripetersi cadenzato di pulsazione di maggiore o minore intensità, ma con meccanismi simili tra loro. La loro prevenzione è legata al preventivo riconoscimento della tipologia dei fenomeni di instabilità e dei loro meccanismi evolutivi, della frequenza con cui questi si attivano nonché della loro distribuzione spaziale. La conoscenza del territorio nella sua globalità, quindi è un presupposto indispensabile per la salvaguardia e la gestione dell'assetto "idrogeologico". Una corretta programmazione degli interventi deve considerare necessariamente sia gli aspetti fisico-ambientali intrinseci, sia la compatibilità tra questi e le potenziali trasformazioni del territorio stesso.

A tal fine la Direzione Regionale dei Servizi Tecnici di Prevenzione della Regione Piemonte ha costituito il sistema informativo prevenzione rischi comprendente:

- La Banca dati dei processi naturali (frane, aree esondabili, attività fluviale e torrentizia, valanghe ecc.) che raccoglie ed analizza tra l'altro oltre 50.000 dissesti idrogeologici che hanno interessato negli ultimi 200 anni il territorio regionale;

- La Banca dati climatologica costituita dalla raccolta dei dati pluviometrici, termometrici, nivometrici e di portata dei principali corsi d'acqua riferita agli ultimi 90 anni;

- La Banca dati della documentazione che compendia le rappresentazioni cartografiche, bibliografiche nonché di tutte le conoscenze disponibili dei rischi naturali in Piemonte.

Processi morfodinamici in Piemonte

I processi morfodinamici che interessano il territorio regionale possono essere distinti in tre gruppi:

- a) processi sui versanti (frane di vario tipo e valanghe);

- b) processi lungo i corsi d'acqua d'ordine inferiore (erosioni trasporto solido);

- c) processi lungo i corsi d'acqua nei fondovalle principali e in pianura (erosioni di sponda, tracimazioni, allagamenti).

Nei primi due è compresa tutta la casistica di fenomeni che si attivano in ambiente alpino o collinare avendo come agente dinamico principalmente la gravità (a) o le acque correnti superficiali incanalate (b); nell'ultima categoria (c) si ritrovano tutti i processi legati all'attività di un fiume di fondovalle o di pianura, sia essa ordinaria sia quella che si esplica durante le piene straordinarie.

Per migliorare le conoscenze sulle localizzazioni dei siti insediativi in relazione con gli effetti indotti sugli stessi dai processi naturali, la Direzione dei Servizi Tecnici di Prevenzione della Regione Piemonte opera al fine di:

1. individuare all'interno dei diversi processi le tipologie d'instabilità che costituiscono maggior rischio per le attività umane (in funzione dell'evoluzione della fase di collasso, della loro intensità e dell'area da essi interessata);

2. evidenziare le situazioni di conflittualità tra l'evoluzione del processo naturale e l'utilizzo del territorio, fornendo spiegazioni degli effetti verificatisi in passato in relazione con l'ubicazione del centro abitato e le "opere di difesa" realizzate nel tempo;

3. delineare il grado di vulnerabilità del territorio

discernendo tra i diversi elementi che lo influenzano negativamente.

Nell'ambito delle diverse tipologie d'instabilità un parametro importante per definire il grado di pericolosità è dato dalle caratteristiche cinematiche dei fenomeni e soprattutto dalla velocità di sviluppo; risultano, infatti, estremamente pericolosi proprio quei fenomeni (crolli, valanghe nubiformi, trasporti di massa nei tributari minori) che non consentono di allertare gli organismi preposti al controllo in tempi utili tali da permettere l'attuazione di opportune azioni di salvaguardia.

Previsione degli eventi

La Direzione Regionale dei Servizi Tecnici di Prevenzione della Regione Piemonte gestisce, tramite il Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio, sul proprio territorio e in coordinamento con gli Organi nazionali competenti, un sistema, da essa progettato, di previsione e osservazione, misura e valutazione in tempo reale dei fenomeni significativi avvalendosi di:

- Un servizio di previsione meteorologica finalizzato alla formulazione di previsioni a medio termine con una specifica attenzione alla valutazione quantitativa e regionalizzata delle piogge previste tramite l'utilizzo di modelli ad area limitata e di un radio-sondaggio.

- Una struttura tecnica di monitoraggio dei fenomeni meteorologici ed idrologici significativi in tempo reale e di previsione della loro evoluzione a brevissimo termine basato su una rete di oltre 200 stazioni di rilevamento, un radar meteorologico ed idonea modellistica idraulica.

- Una procedura di preannuncio e allertamento a fini di protezione civile, che sulla base delle conoscenze sopra esposte fornisce quotidianamente messaggi codificati di immediata applicazione relativi agli scenari di rischio associati agli eventi attesi, per differenti aree del territorio piemontese.

- Della Sala Situazione Rischi Naturali operativa nelle 24 ore giornaliere per il controllo e coordinamento dell'acquisizione e distribuzione delle informazioni.

Gestione e mitigazione del rischio

La gestione territoriale attuata mediante fasi strettamente interdipendenti e consequenziali, prevede la raccolta e l'elaborazione delle informazioni disponibili al fine di definire il quadro delle decisioni operative che concorrono alla riduzione del rischio. La fase gestionale, di natura essenzialmente normativa, deriva dall'insostituibile ruolo dei tecnici e degli esperti di dominio nell'individuare le priorità di intervento e nel mettere a punto opportune strategie di mitigazione.

In aree caratterizzate da elevati livelli di rischio, vengono essenzialmente attuate due strategie:

1. Incremento delle soglie di rischio accettabile, perseguito attraverso la definizione e la diffusione del quadro conoscitivo sullo stato del dissesto e la sua valutazione sociale (tramite il Settore Studi e ricerche geologiche sistema informativo prevenzione rischi);

2. Mitigazione del rischio, realizzabile mediante attività di prevenzione delle conseguenze dei fenomeni dissestivi, attuata secondo tre differenti criteri:

a) riducendo la pericolosità (i tecnici del Settore Progettazione Interventi Geologico-Tecnici e Sismico e dei Settori di Prevenzione Territoriale del Rischio Geologico intervengono sulle cause d'instabilità, per esempio mediante opere di bonifica e di sistemazione idrogeologica, oppure direttamente sui fenomeni analizzati al fine di prevenire la riattivazione o di limitare l'evoluzione, nonché attraverso l'applicazione della normativa vigente tramite la verifica e l'approvazione di progetti edilizi in aree classificate sismiche o dichiarate da consolidare e in zone sottoposte a vincolo idrogeologico);

b) riducendo la vulnerabilità mediante interventi di carattere tecnico oppure intervenendo sull'organizzazione sociale del territorio (il Settore Progettazione Interventi Geologico-Tecnici e Sismico ed il Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio predispongono direttamente, o in collaborazione con altri enti, sistemi di monitoraggio, di allarme e piani di emergenza e di soccorso).

c) riducendo gli elementi di rischio operando a livello di pianificazione territoriale e normativo (tra-

mite i Settori Prevenzione Territoriale del Rischio Geologico). In tale ottica sono da rammentare le azioni di interdizione o limitazione dell'espansione urbanistica in zone dichiarate instabili: ne sono esempi l'articolo 9 bis della L.R. n. 56 del 5-12-1977 e la relativa circolare esplicativa n. 7/LAP del 8-5-1996. L'articolo 9 bis fornisce all'Ente Regione la possibilità di adottare provvedimenti cautelativi in aree colpite da calamità naturali o in aree soggette a dissesto idrogeologico; la circolare 7/LAP richiama l'attenzione sull'importanza dell'azione di prevenzione del rischio esercitata attraverso l'adozione, negli strumenti urbanistici generali ed esecutivi da parte dei Comuni della Regione, degli elaborati della pericolosità geologica (relazioni e cartografie), quali indispensabili conoscenze propedeutiche a tutti i livelli del percorso di pianificazione.

È in quest'ottica che la Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione ha avviato nel corso degli anni piani di ricerca volti a definire metodologie per delineare le caratteristiche di vulnerabilità del territorio e a fornire indicazioni ed indirizzi tecnico-normativi. È convinzione condivisa che tali metodologie debbano derivare da un approccio multidisciplinare che armonizzi le conoscenze ed i risultati nel campo della geologia, dell'ingegneria, della climatologia, etc.

I risultati perseguiti, frutto di anni di esperienza e di attività di ricerca nello specifico settore, sono di stimolo a proseguire in un campo così indispensabile quale la prevenzione dei rischi naturali.

Interventi a seguito degli eventi alluvionali 1994-1996

La Direzione Regionale Servizi Tecnici di Prevenzione ha affrontato gli eventi alluvionali del 1994 e del 1996, operando contestualmente in quattro differenti ambiti:

1) monitoraggio delle condizioni meteorologiche ed idrologiche;

2) allestimento di cartografie tematiche di derivazione numerica (rilevamento, analisi e mappatura dei processi di instabilità e degli effetti indotti). Aggiornamento in tempo reale degli archivi alfanumerici del Sistema Informatico Geologico;

3) sistemi di controllo e di intervento su fenomeni franosi;

4) interventi a supporto delle scelte urbanistiche (art. 9 bis della L.R. 5 Dicembre 1977 n. 56 e successive modificazioni ed interpretazioni);

Gli interventi hanno coperto tutti i livelli operativi, ovvero:

- le informazioni in tempo reale sulle condizioni meteorologiche ed idrologiche ad organismi istituzionali,

- gli interventi in emergenza per la soluzione di gravi situazioni nei riguardi della pubblica incolumità,

- il supporto alle Amministrazioni locali nella scelta degli interventi più appropriati,

- i sopralluoghi e i rilevamenti delle caratteristiche relative ai vari processi e ai danni loro associati,

- gli interventi per la sistemazione o il monitoraggio di particolari situazioni a rischio,

- le istruttorie ed i pareri in materia di pianificazione urbanistica sulle aree danneggiate,

- la raccolta dei dati contestuale all'aggiornamento del Sistema Informativo regionale,

- la consulenza ad organismi sovraregionali per normative territoriali di prevenzione.

In particolare per l'evento 2-6 novembre 1994 l'impegno della Direzione Regionale Servizi Tecnici di Prevenzione è sintetizzabile nella elencazione che segue:

- Tramite il Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio, ha seguito la fase precedente all'evento con la predisposizione e diffusione di bollettini di allertamento e, in corso di evento, ha provveduto a diffondere numerosi messaggi di aggiornamento sull'evoluzione delle condizioni meteorologiche e pluviometriche, sulla base dei dati provenienti dalla rete meteopluviometrica regionale in telemisura.

- Sulla scorta dell'evoluzione pluviometrica del fenomeno acquisita in tempo reale presso la Sala Situazioni Rischi Naturali, sono stati disposti accertamenti tecnici urgenti da parte di geologi ed ingegneri della Direzione sin dalle prime ore del giorno 4/11, con particolare riferimento alle aree degli alti bacini del fiume Tanaro, Bormida e Belbo e del medio bacino della Stura di Lanzo e nell'Eporediese.

Tali accertamenti, compiuti durante la fase parossistica dell'evento, hanno permesso di verificare l'insorgere di gravi situazioni di emergenza fornendo alle Amministrazioni Locali il necessario supporto tecnico per l'adozione dei provvedimenti urgenti a tutela della pubblica incolumità.

Nella giornata del 6/11 è iniziata la ricognizione di tutto il territorio colpito, organizzata su base provinciale. Particolare attenzione è stata dedicata alla verifica delle condizioni di sicurezza dei centri abitati ed infrastrutture sottoposte a rischio di frana, con centinaia di sopralluoghi ripetuti più volte a causa dell'evolversi dei processi di instabilità.

Di grande aiuto, per una prima comprensione dei fenomeni, sono state le numerose ricognizioni aeree, che compatibilmente con le condizioni meteorologiche, hanno consentito di avere un quadro relativamente dettagliato dell'evoluzione in tempo reale dei fenomeni.

La fase di prima emergenza è terminata il 21-11-1994, impiegando la totalità del personale della Direzione con turni di lavoro di 12-14 ore giornaliere protrattisi ininterrottamente per 15 giorni, nonché avvalendosi dell'apporto di ricercatori del C.N.R., del Servizio Geologico Nazionale, del Servizio Geologico della Regione Lombardia e della Provincia Autonoma di Trento e numerosi professionisti che volontariamente e gratuitamente hanno prestato la loro opera.

- Al termine della prima fase sono iniziate le attività di studio e di rilevamento sui processi e sugli effetti espliciti sulla intera area colpita.

In particolare la Direzione ha coordinato e condotto il rilevamento, per la cartografia informatizzata alla scala 1:10.000, dei processi lungo la rete idrografica relativamente alle aste fluviali del Po, Tanaro, Bormida e del torrente Belbo; studi particolari hanno poi riguardato situazioni territorialmente omogenee delimitate come, tra le altre, la cartografazione dei dati relativi a processi e danni nelle valli Monregalesi, in provincia di Cuneo.

Una attenzione particolare è stata dedicata all'area delle Langhe, il territorio collinare posto ad Est del Tanaro e caratterizzato da condizioni litotecniche di estrema fragilità.

Nelle settimane immediatamente seguenti l'even-

to è stata prodotta una carta di “primo impiego” sul tematismo delle frane per scivolamento planare che in modo diffuso e grave si erano attivate o riattivate. Questo primo prodotto, in scala 1:25.000, è stato propedeutico alla successiva realizzazione della “Carta degli scivolamenti planari” in scala 1:10.000.

- Nel contempo prendeva avvio l'attività volta al ripristino di condizioni di salvaguardia di particolari situazioni di dissesto sui versanti legate a presenza di nuclei abitati.

I siti posti sotto controllo tramite monitoraggio di superficie o in foro, che prima dell'evento alluvionale erano 30, diventavano così 170.

- Infine iniziava tutta una articolata serie di attività che sui 198 territori comunali dichiarati “gravemente colpiti” ai sensi dei DD.P.C.M. del 26 e 29 ottobre 1994, superata la fase iniziale di pronto intervento, riproponessero, tramite le norme legislative rivolte agli aspetti urbanistici, (art. 9 bis L.R. 56/77) iniziative per una corretta tutela e pianificazione territoriali.

Da queste ricerche, è stata e continua ad essere enucleata una notevole mole di dati alfanumerici informatizzati poi negli archivi della Banca Dati geologica secondo procedure già collaudate in anni precedenti e finalizzate e successive elaborazioni.

L'EVENTO ALLUVIONALE DEL 2-6 NOVEMBRE 1994



Comune di Cissone. Novembre 1994.

Ampia e profonda trincea tra le zolle dislocatesi a seguito dello scivolamento planare, in località Madonna della Cassina; sul fondo gli edifici coinvolti e distrutti nel movimento franoso.



Le condizioni meteorologiche e idrometriche

PREMESSA

In Piemonte l'autunno 1994 è stato caratterizzato, fino alla prima decade di novembre, da una forte instabilità meteorologica.

In particolare, dalla seconda metà di ottobre si sono instaurate spiccate condizioni di variabilità con precipitazioni a carattere temporalesco e deboli nevicate oltre i 2000 metri. Nell'ultima decade del mese un forte afflusso di aria instabile in quota, proveniente da Sud, ha determinato un'intensificazione dei fenomeni con piogge copiose e nevicate di notevole intensità.

Il giorno 28 un nuovo flusso di correnti sudoccidentali ha interessato il Piemonte apportando deboli precipitazioni a carattere nevoso sui rilievi alpini per valori da 5 a 10 cm di neve fresca.

Dal giorno 29 fino ai primi di novembre si è registrato un forte aumento della temperatura dell'aria che ha determinato lo scioglimento dell'esiguo manto nevoso al di sotto dei 2000 metri di quota ed un incremento dell'umidità dell'aria che ha contribuito al verificarsi, nei giorni successivi, di un evento di precipitazioni di eccezionale intensità.

Le aree maggiormente colpite sono state:

- *in Provincia di Cuneo*: il Monregalese, il bacino del Tanaro escluso il sottobacino della Stura di Demonte, il Cebano e la Langa Cuneese;
- *in Provincia di Torino*: la zona di pianura, la fascia pedemontana, il Pinerolese, il Canavese, l'Eporediese, nonché porzioni di territorio confinante con la Langa Astigiana e Cuneese;
- *nelle Province di Biella e Vercelli*: le colline e prealpi del Biellese e la Val Sesia;
- *in Provincia di Alessandria*: il bacino del Tanaro, il Capoluogo ed i bacini dell'Acquese e del Bormida di Millesimo fino alla testata in Provincia di Cuneo;
- *in Provincia di Asti*: la piana del Tanaro e suoi affluenti nonché la Langa Astigiana.

Nel presente capitolo si descrivono gli aspetti meteoropluviometrici dell'evento utilizzando i dati misurati dalle stazioni idrometeorologiche del Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio della Regione Piemonte e le analisi elaborate dal Centro Meteorologico Europeo (ECMWF) di Reading (UK).

1.1. ANALISI METEOROLOGICA

Introduzione

Le avverse condizioni meteorologiche che hanno interessato il Piemonte nei giorni 4 e 5 novembre 1994 sono state determinate da intense correnti meridionali che hanno convogliato aria umida ed instabile sulla regione. Una situazione di blocco ha determinato il persistere per alcuni giorni (dal 3 al 6 novembre) della struttura depressionaria sull'Europa occidentale, rallentando la propagazione verso Est del fronte freddo associato. Sovrapposte alla struttura depressionaria a scala sinottica che ha imposto una intensa circolazione sudoccidentale, forzanti dinamiche e termodinamiche a mesoscala hanno contribuito a rendere più intenso il fenomeno. La caratteristica meteorologica principale del periodo è stata la convergenza del flusso ai bassi livelli sul Piemonte dovuta ad una circolazione da Est sulla pianura Padana e venti da Sud-Est dal golfo di Genova attraverso l'Appennino ligure-piemontese. Il flusso da Est nei bassi livelli è concentrato al di sotto degli 850hPa e raggiunge la velocità massima di 20m/s.

Intensi moti verticali e una forte convergenza di umidità sono state le caratteristiche coesistenti e persistenti della circolazione a mesoscala. Durante i giorni 5 e 6 il flusso in quota si è mantenuto meridionale disegnando un zona di confluenza molto evidente, anche nella media troposfera, tra il flusso da Sud-Est nella zona prefrontale e quello da Sud-Ovest nella zona post-frontale.

L'instabilità convettiva classica non è stata il fenomeno principale di innesco delle forti precipitazioni ma ha contribuito a renderle più intense, in particolare durante il giorno 4. Velocità verticali di origine dinamica sono stati gli effetti predominanti dei giorni 5 e 6 quando si sono verificate le maggiori precipitazioni.

In Fig. 25 sono rappresentate le precipitazioni (in mm) integrate dal 4 novembre 00 UTC al 7 novembre 00 UTC: su quasi tutta la regione sono state misurate precipitazioni superiori ai 100mm; in due aree le precipitazioni sono state a carattere eccezionale, con conseguenze diverse sul territorio.

L'escursione della pressione al livello del mare durante il periodo 4-6 novembre è stata piuttosto contenuta, con un massimo di circa 10hPa registrato in alcune stazioni della rete regionale.

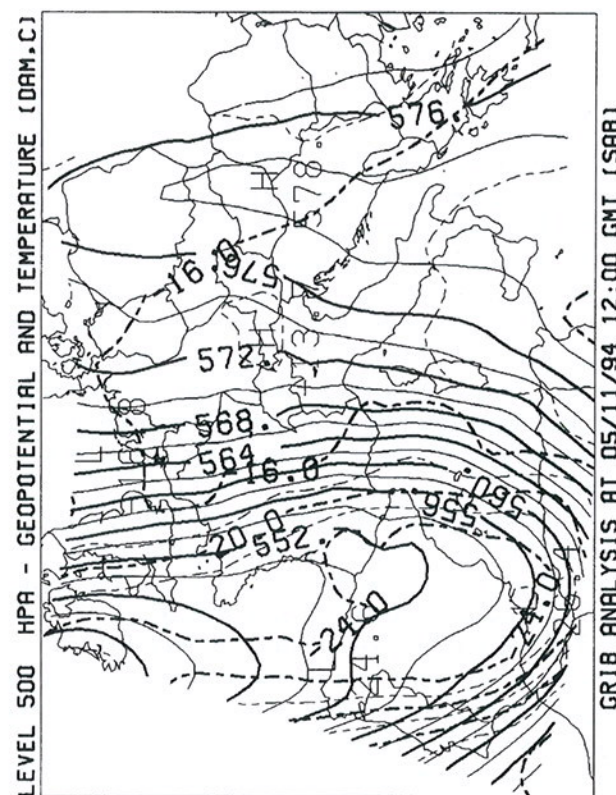
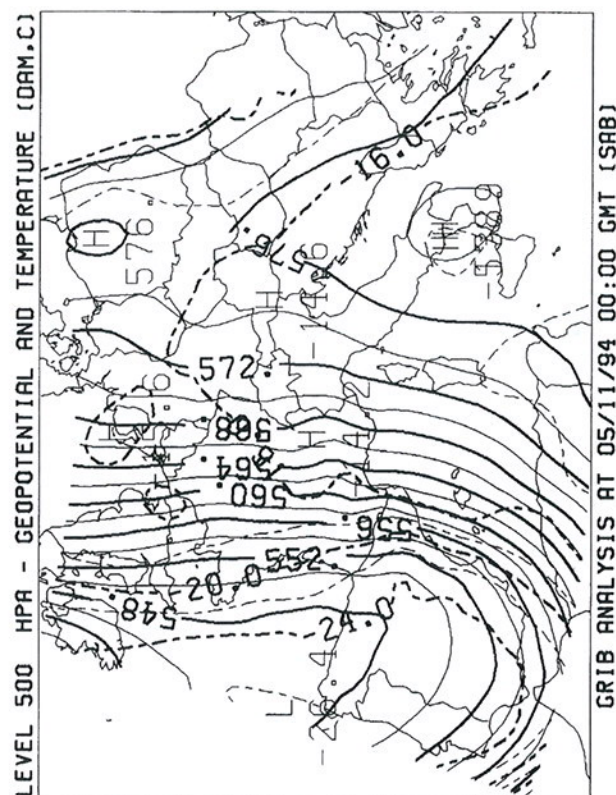
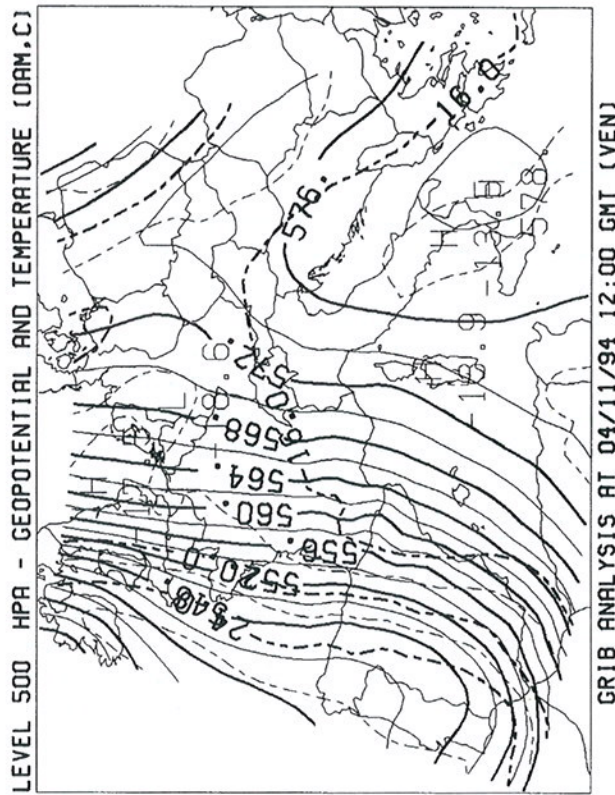
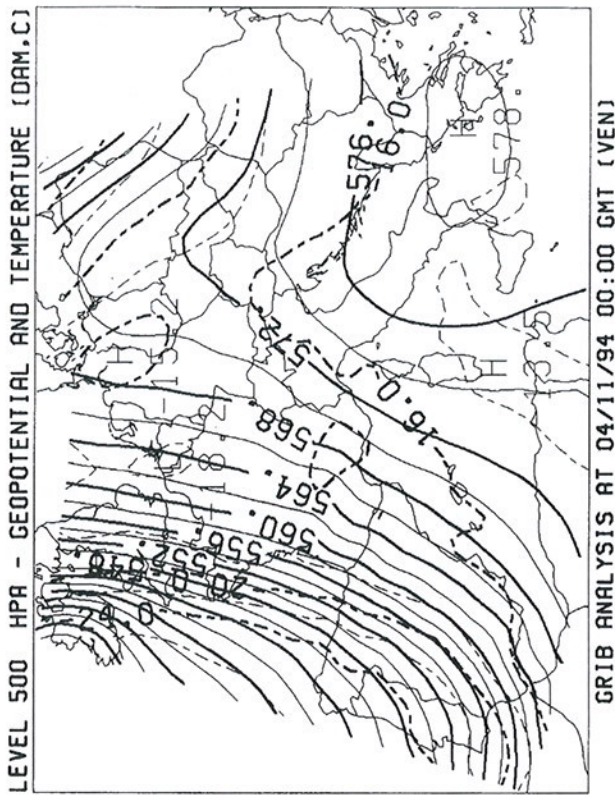


Fig. 1. Analisi ECMWF dell'altezza geopotenziale (dam), isolinee continue ogni 2 dam) e temperatura ($^{\circ}\text{C}$, isolinee tratteggiate ogni 2 $^{\circ}\text{C}$) a 500hPa per il giorno 4 ore 00UTC, 4 ore 12UTC, 5 ore 00UTC, 5 ore 12UTC.

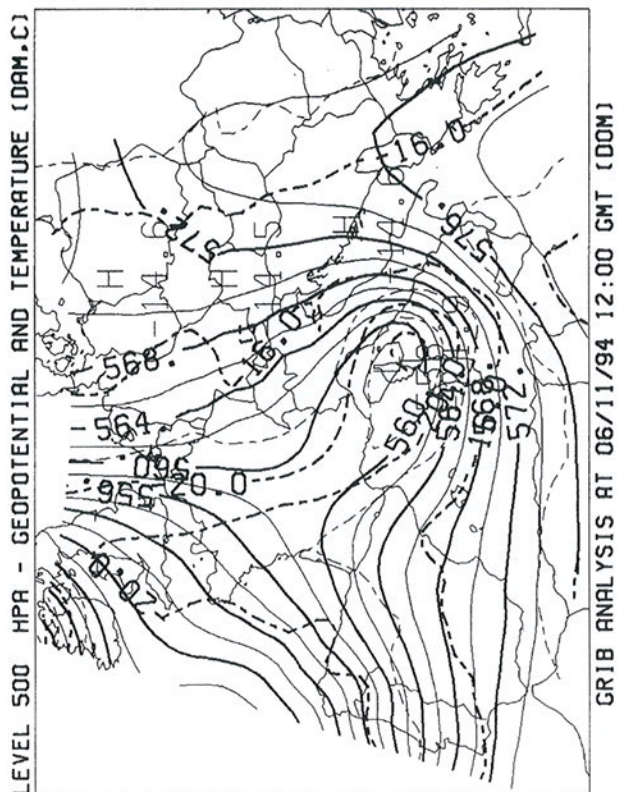
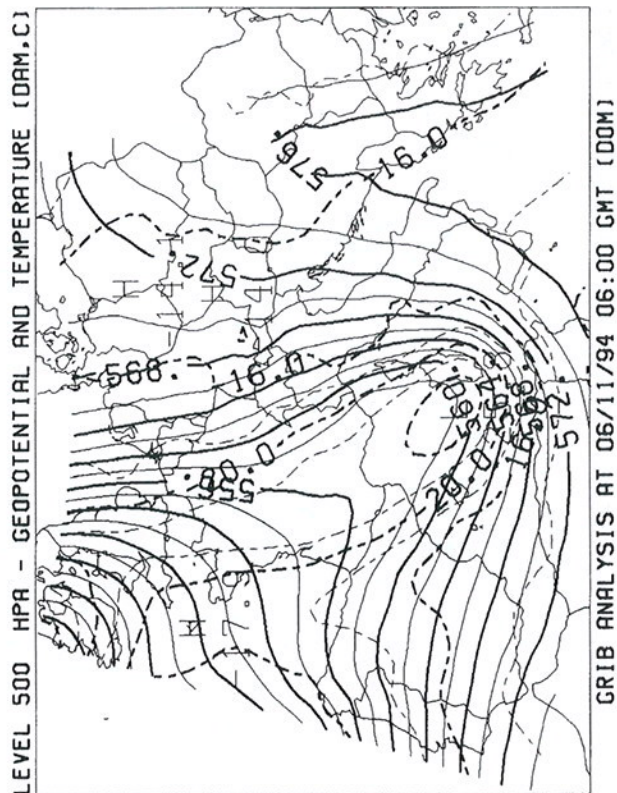
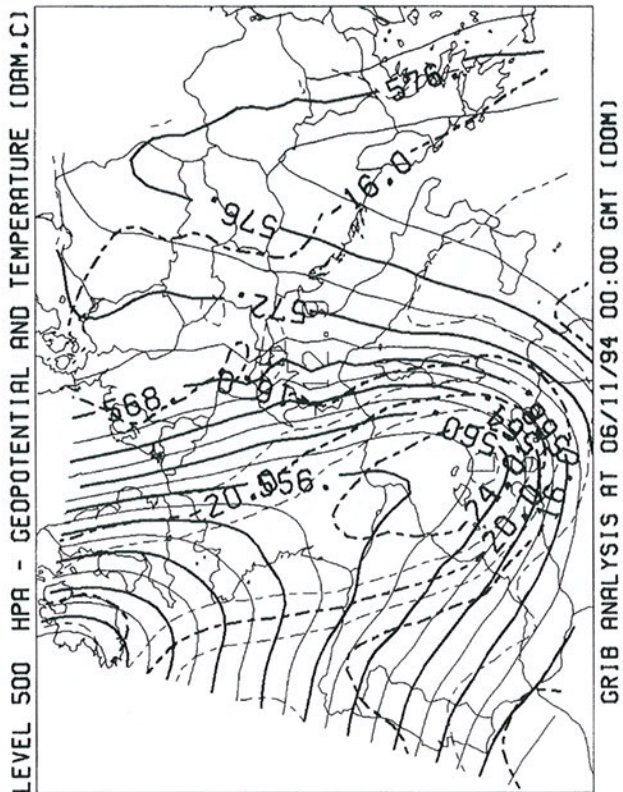
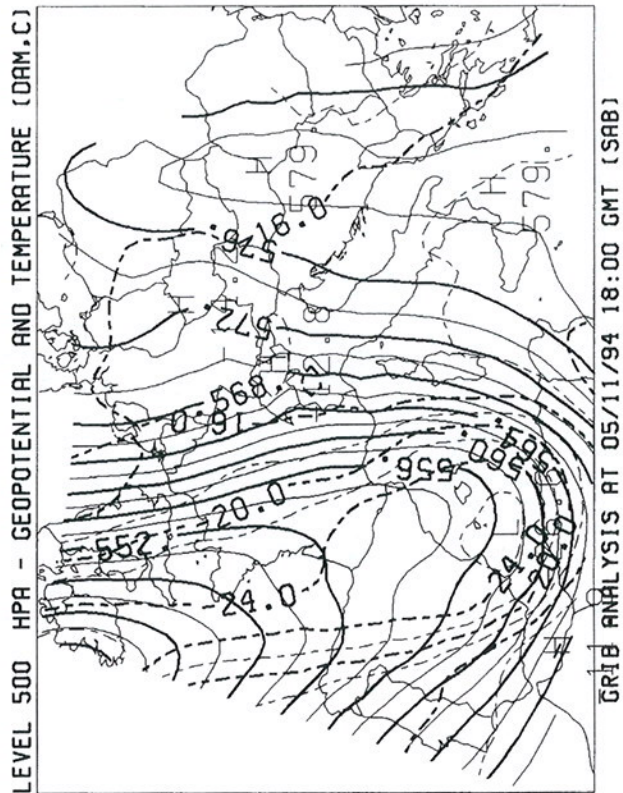


Fig. 2. Analisi ECMWF dell'altezza geopotenziale (dam, isolinee continue ogni 2 dam) e temperatura ($^{\circ}\text{C}$, isolinee tratteggiate ogni 2°C) a 500hPa per il giorno 5 ore 18 UTC, 6 ore 00 UTC, 6 ore 12 UTC, 6 ore 18 UTC.

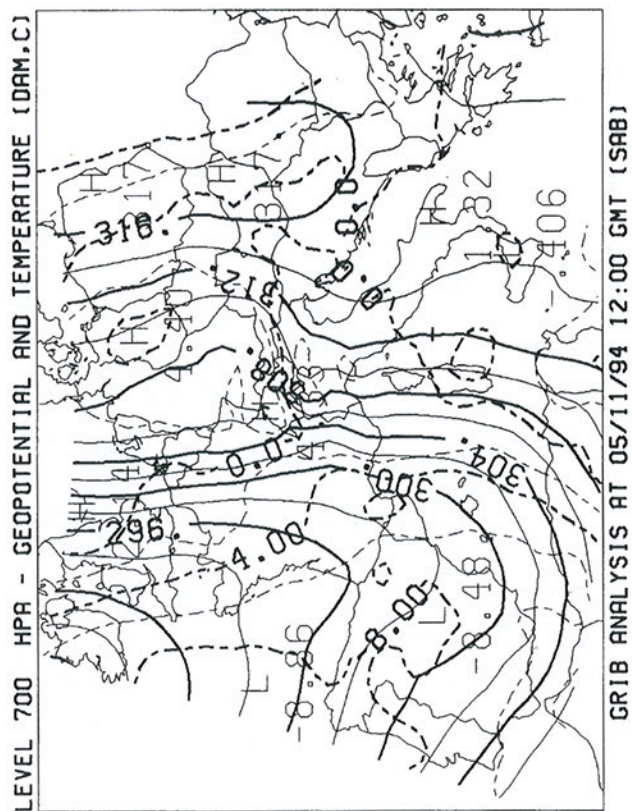
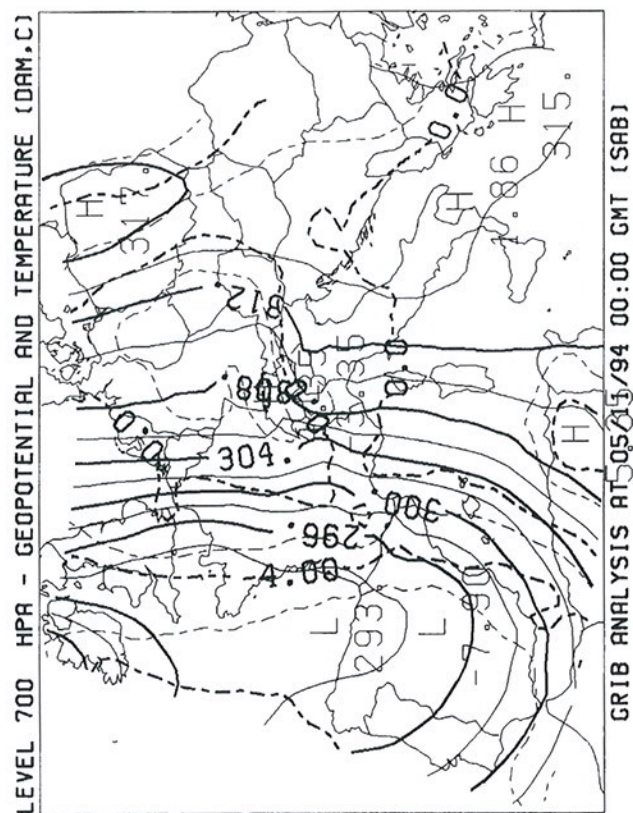
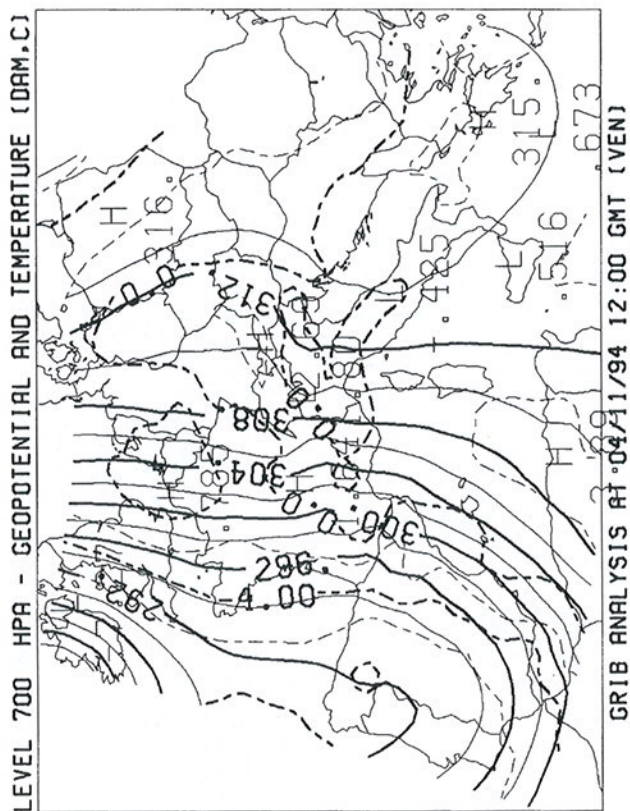
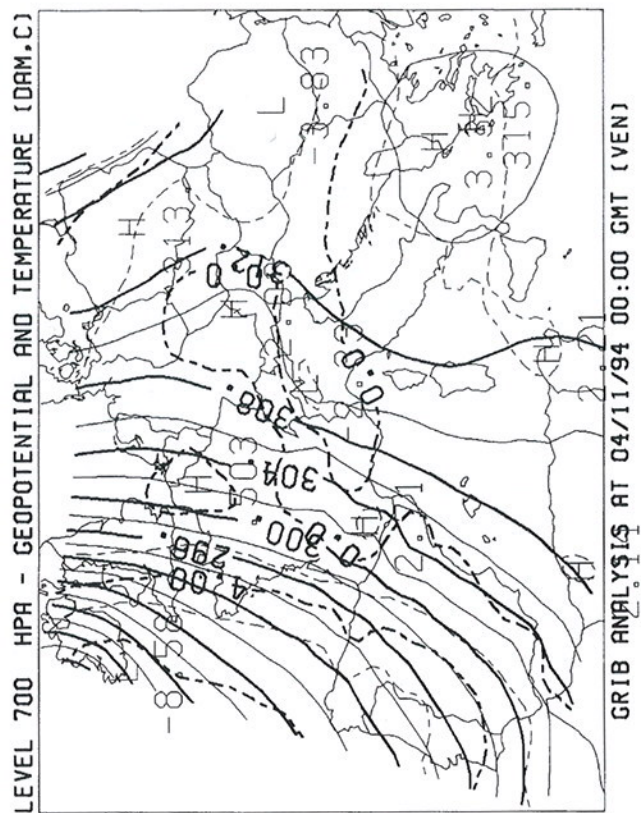


Fig. 3. Analisi ECMWF dell'altezza geopotenziale (dam, isolinee continue ogni 2 dam) e temperatura ($^{\circ}\text{C}$, isolinee tratteggiate ogni 2°C) a 700hPa per il giorno 4 ore 00UTC, 4 ore 12UTC, 5 ore 00UTC, 5 ore 12UTC.

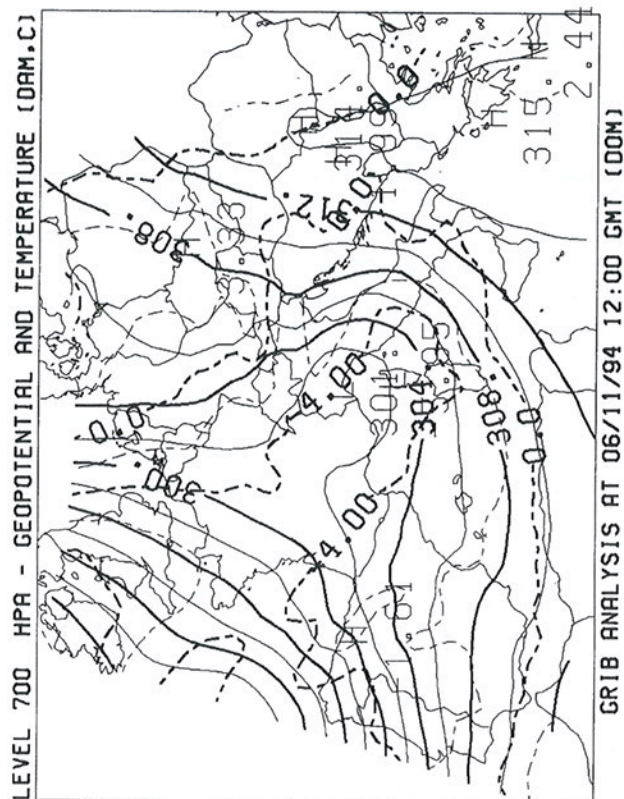
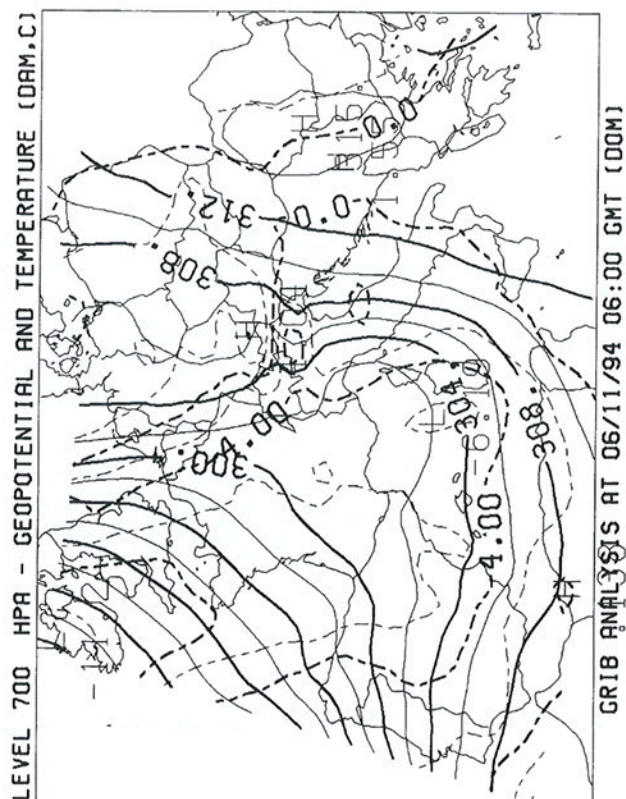
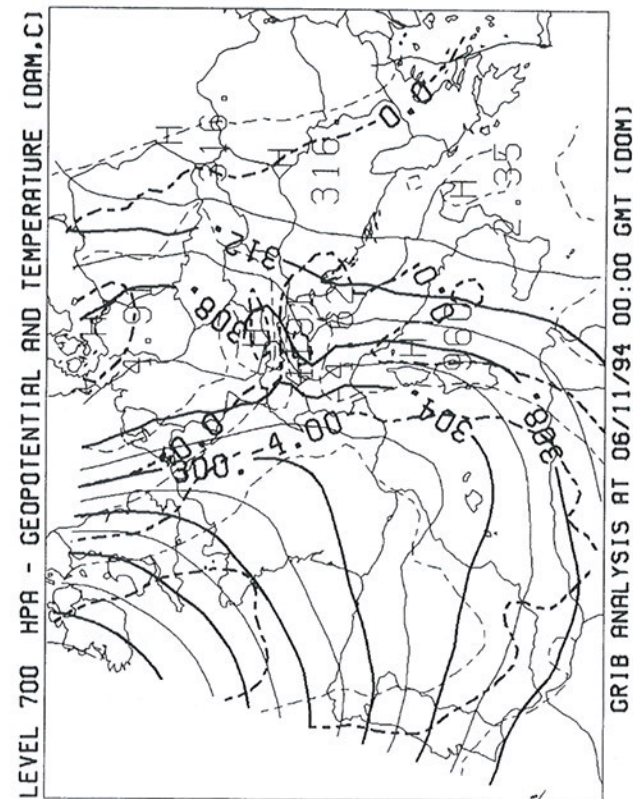
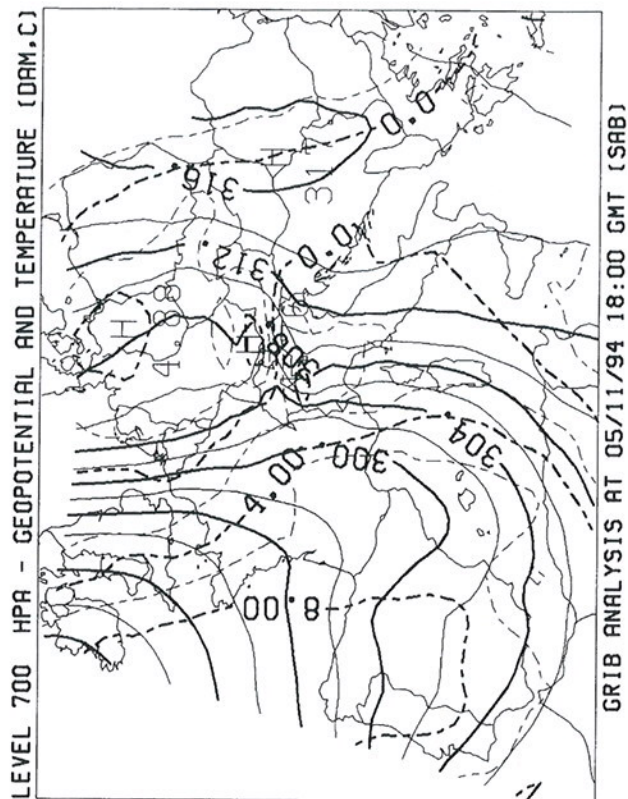


Fig. 4. Analisi ECMWF dell'altezza geopotenziale (dam), isolinee continue ogni 2 dam) e temperatura ($^{\circ}\text{C}$, isolinee tratteggiate ogni 2°C) a 700hPa per il giorno 5 ore 18 UTC, 6 ore 00 UTC, 6 ore 12 UTC, 6 ore 18 UTC.

Situazione sinottica

Come si può osservare dal campo di geopotenziale a 500 (Fig. 1 e 2) e 700hPa (Fig. 3 e 4) una profonda saccatura con asse Nord-Sud, nella quale si isola un minimo ad ovest delle isole Britanniche è presente sull'Europa occidentale già dal giorno 4. La depressione, che risulta molto profonda interessando tutta la troposfera, si estende latitudinalmente dall'Islanda fino al Mediterraneo occidentale, convogliando correnti sudoccidentali sulle Alpi. La presenza di una vasta area anticiclonica sull'Europa orientale, che si rafforza e si estende verso Nord nella notte tra il 4 ed il 5 novembre, rallenta il moto verso Est della struttura depressionaria. Questo determina sia la persistenza della saccatura stessa, con il flusso di correnti umide meridionali, che una contrazione della struttura sull'Italia occidentale con conseguente aumento del gradiente orizzontale di geopotenziale sul ramo orientale. Le correnti ascendenti dalle latitudini più basse si intensificano raggiungendo il massimo nel periodo tra il giorno 5 alle 18 UTC ed il 6 alle 00 UTC.

Il transito delle correnti meridionali sul Mediterraneo, la cui temperatura superficiale è ancora relativamente elevata, aumenta l'apporto di umidità sull'Italia settentrionale.

4 novembre

Alle ore 12 UTC del giorno 4, il fronte freddo principale, presente sulla Francia e sul Mediterraneo occidentale, risulta direttamente alimentato da correnti che trasportano aria fredda di origine artica, mentre il settore caldo è alimentato da correnti africane (*warm conveyor belt* associato al sistema frontale). Le Alpi occidentali sono interessate dal settore caldo che determina nuvolosità diffusa, visibile nell'immagine Meteosat del 4 alle 12 UTC (Fig. 5) nella quale si identifica la

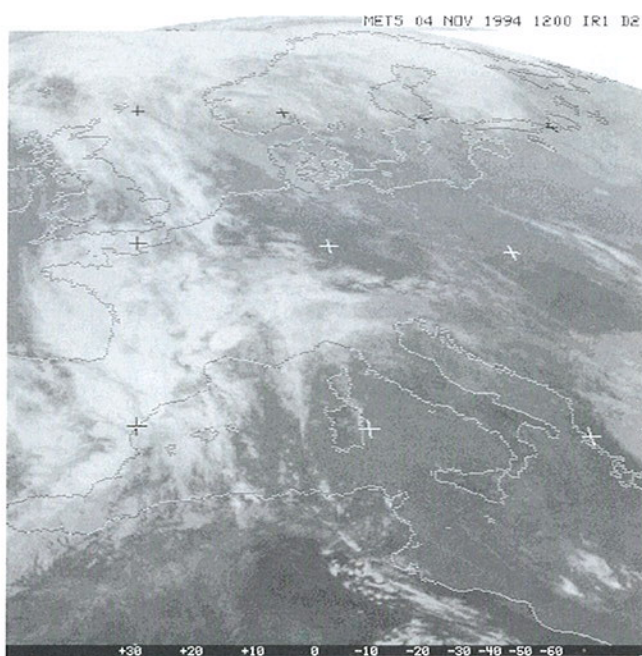


Fig. 5. Immagine Meteosat (IR) valida il 4 alle ore 12 UTC.

presenza di una banda nuvolosa formatasi sul Mediterraneo davanti al fronte freddo principale.

Sempre il giorno 4, negli strati più bassi si osserva una zona di convergenza del vento sul Mar Tirreno (Fig. 6) che dà luogo, il giorno successivo, al *low level jet* di origine prefrontale.

Le correnti in quota provengono da Sud-Ovest fino alle ore 12 UTC del giorno 4, quando iniziano a ruotare da Sud, intensificandosi (20m/s a 700hPa e 30m/s a 500hPa). Negli strati più bassi il flusso risulta già da Sud-Est la mattina del giorno 4 con una netta intensificazione nel corso del pomeriggio sull'Italia nordoccidentale (da 10 a 15m/s a 850hPa). La componente del flusso nei bassi livelli da Est, Sud-Est sul Piemonte meridionale, bloccato dai rilievi dell'Appennino ligure, crea una stratificazione stabile della bassa atmosfera (confermata dal radiosondaggio di Milano Linate): le precipitazioni del giorno 4 sono rilasciate dal flusso umido da Sud-Ovest che è costretto ad innalzarsi sopra la massa d'aria bloccata. Elementi convettivi hanno contribuito, nella seconda metà della giornata del 4, ad intensificare le precipitazioni.

Sul Piemonte meridionale (in particolare nella zona di Acqui) e sulla zona centrale dell'Appennino ligure (zona di Voltri) si sono registrate precipitazioni intense a partire dal pomeriggio del 4, in particolare sui rilievi a ridosso delle Alpi Marittime occidentali (massimo di 176 mm dal 4 ore 12 UTC al 5 ore 00 UTC nella stazione di Ponzzone, AL), zona dove il sollevamento orografico ha contribuito all'innescare delle stesse (Fig. 19 e 20). La convezione lungo la costa ligure risulta invece dall'avvezione di aria stratificata instabile dal mare a causa del flusso da Sud-Ovest.

I radiosondaggi di Cagliari e Ajaccio, al contrario di quello di Milano, presentano un'energia CAPE (Convective Available Potential Energy) positiva durante i giorni 4 e 5 novembre, mentre risulta quasi nulla il giorno 6. Il valore massimo raggiunto nella stazione di Cagliari, è stato di 1033 J/Kg il giorno 5 alle 00 UTC.

L'analisi della velocità verticale del giorno 4 alle ore 18 UTC (Fig. 7) evidenzia le strutture legate al sistema frontale, in particolare il massimo presente sul golfo del Leone, coerente a tutte le quote, dovuto ai forti moti ascendenti innescati dal fronte freddo principale. Al livello di 850hPa, è presente una zona più avanzata di instabilità prefrontale allungata sulle Alpi occidentali, con moti verticali ascendenti, ben correlata con la banda nuvolosa presente nell'immagine Meteosat (Fig. 5).

5 novembre

Durante il giorno 5, l'asse della saccatura si sposta leggermente verso Est, mentre l'anticiclone continentale mantiene la sua posizione e l'effetto del blocco risulta così più marcato. La relativa vicinanza, in termini di gradi di longitudine, tra l'asse della saccatura e quello del promontorio determina, a partire dal pomeriggio del 5, un gradiente termico orizzontale in quota concomitante con la zona dove il flusso da Sud-Ovest risulta più intenso. L'intensificazione

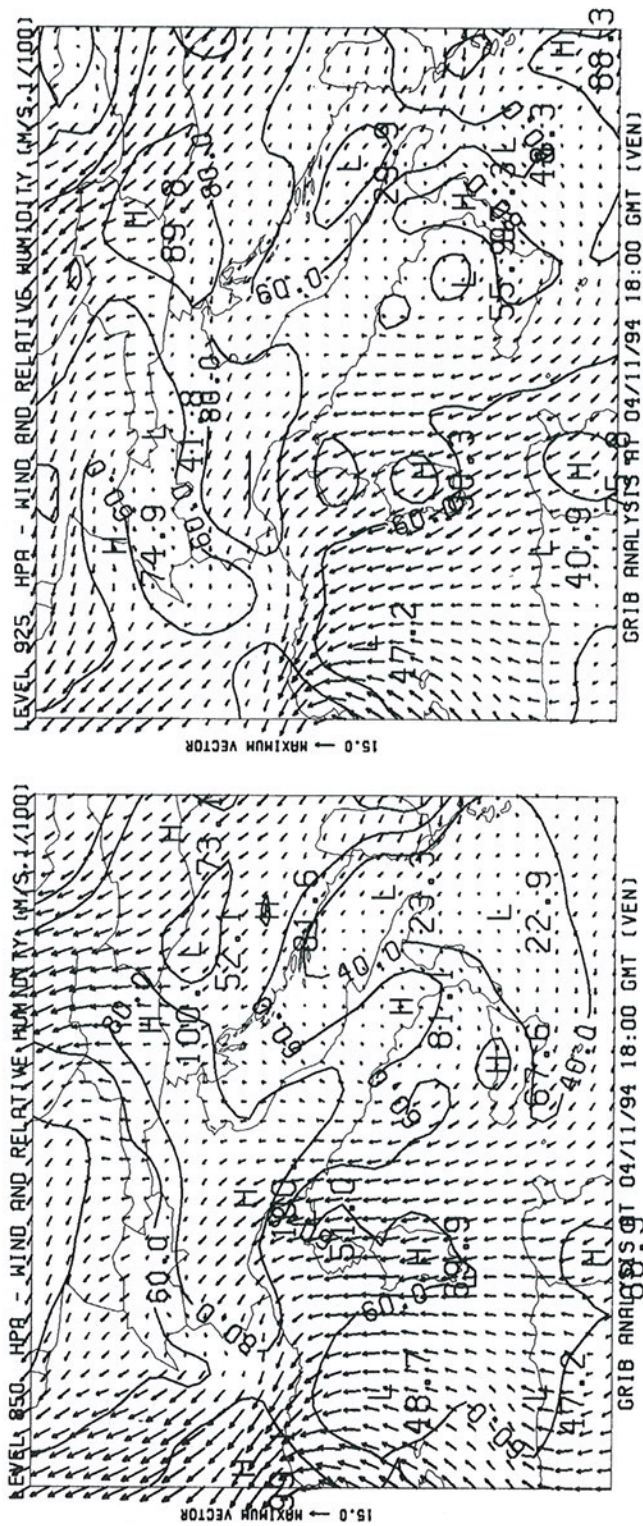
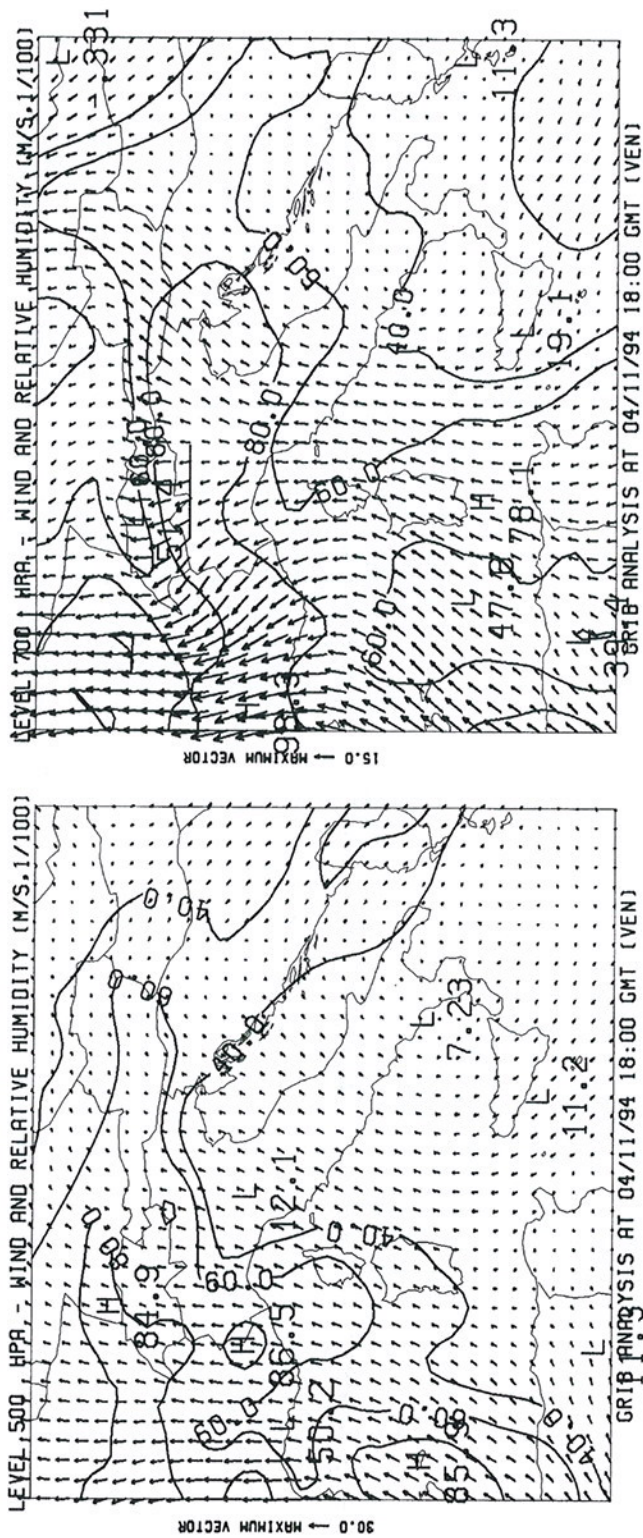


Fig. 6. Analisi ECMWF del campo di vento (m/s) e di umidità relativa (%) il giorno 4 alle ore 18 UTC ai livelli 500, 700, 850, 925 hPa.

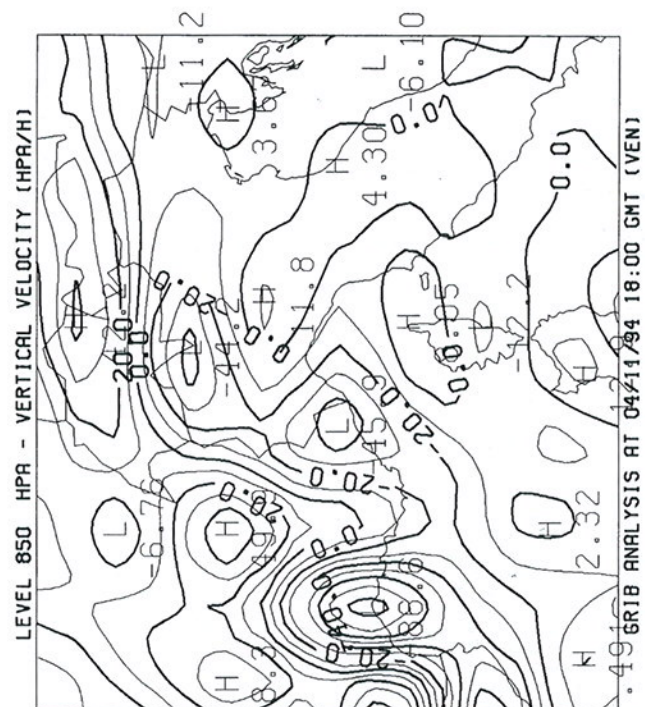
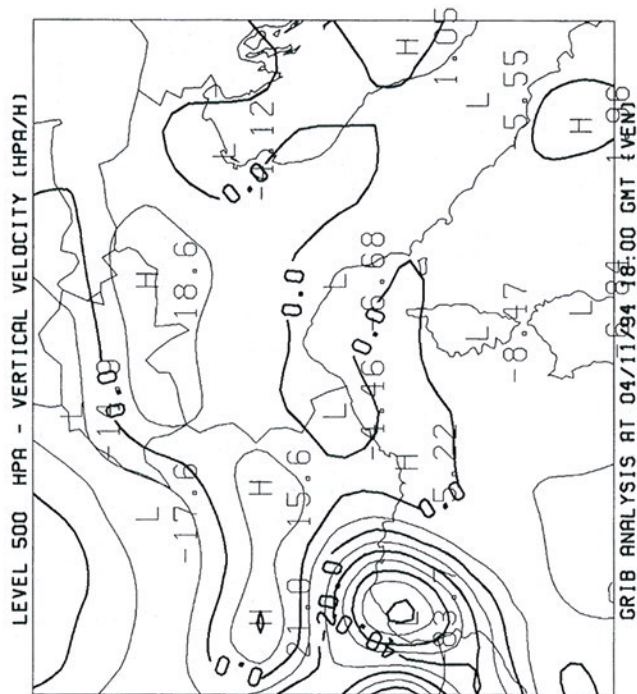


Fig. 7. *Analisi ECMWF del campo di velocità verticale (hPa/h) il giorno 4 alle ore 18 UTC ai livelli 300, 500, 700, 850 hPa.*

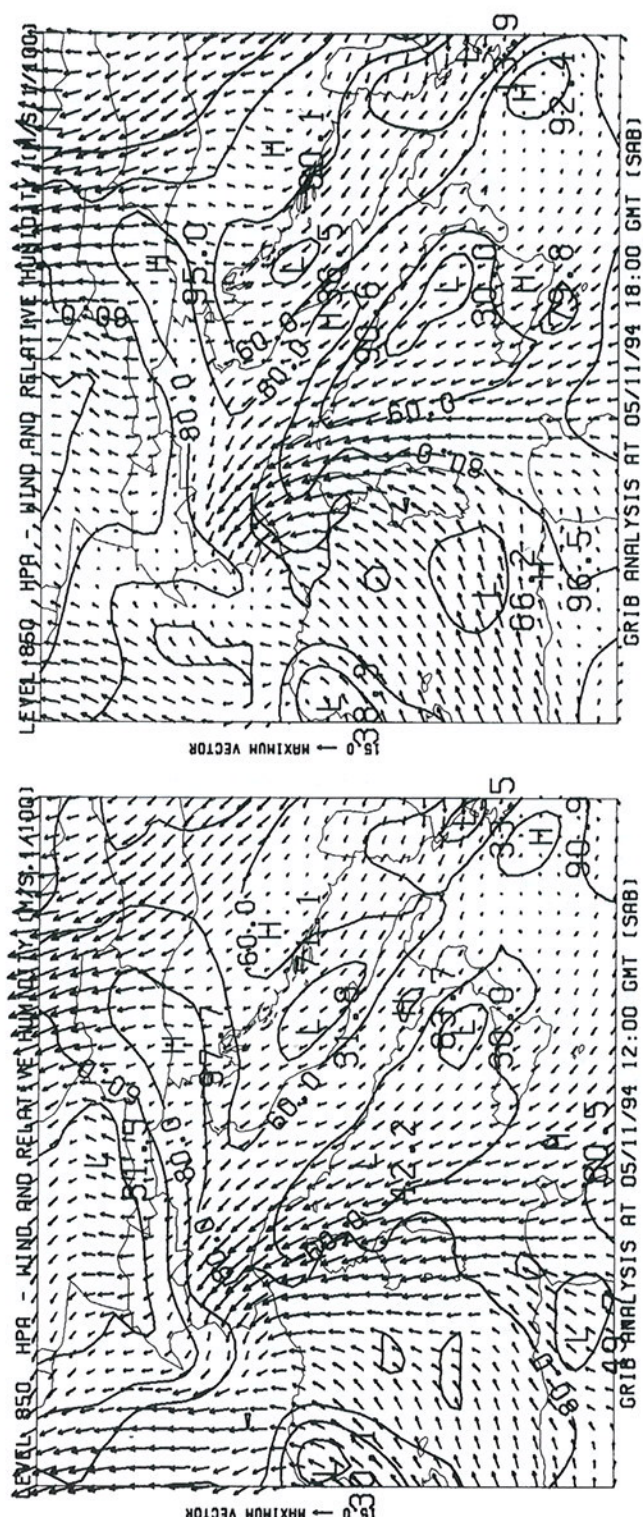
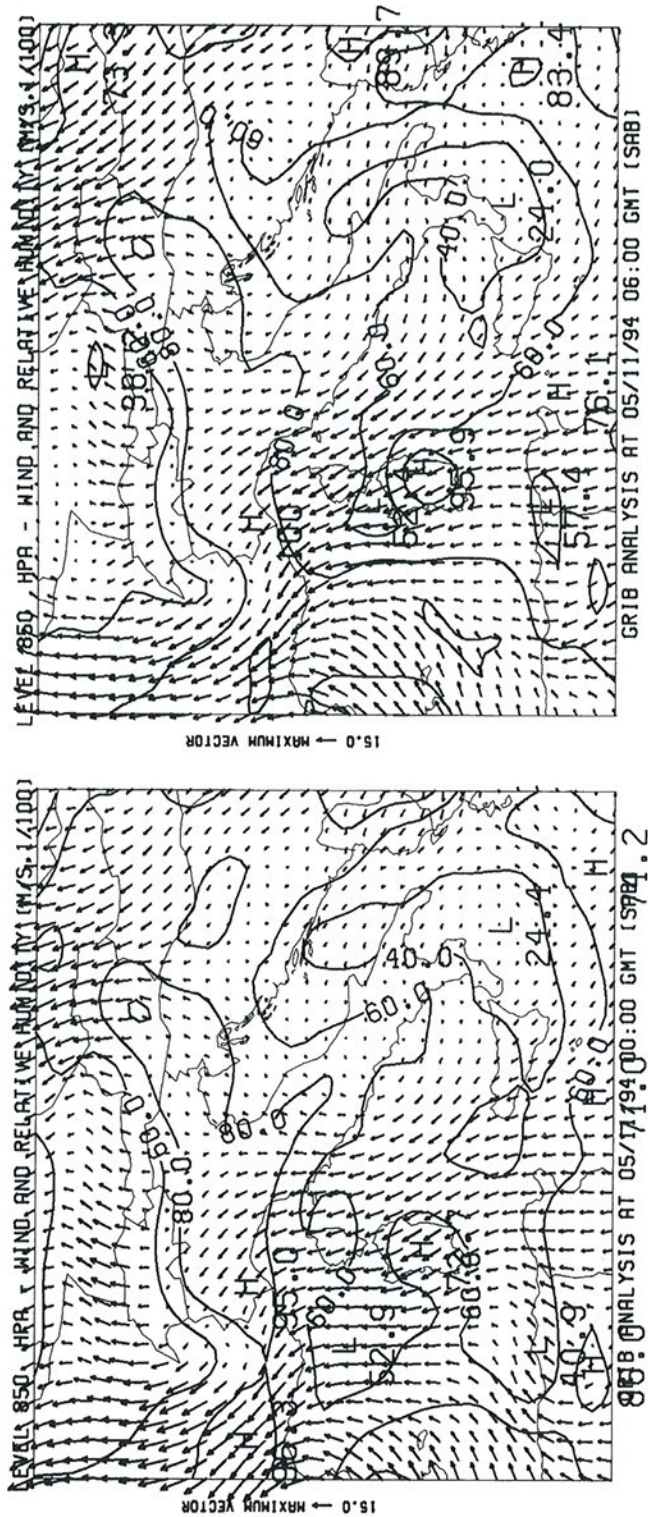


Fig. 8. Analisi ECMWF del campo di vento (m/s) e di umidità relativa (%) a 850hPa del 5 alle 00 UTC, 5 alle 06 UTC, 5 alle 12 UTC, 5 alle 18 UTC.

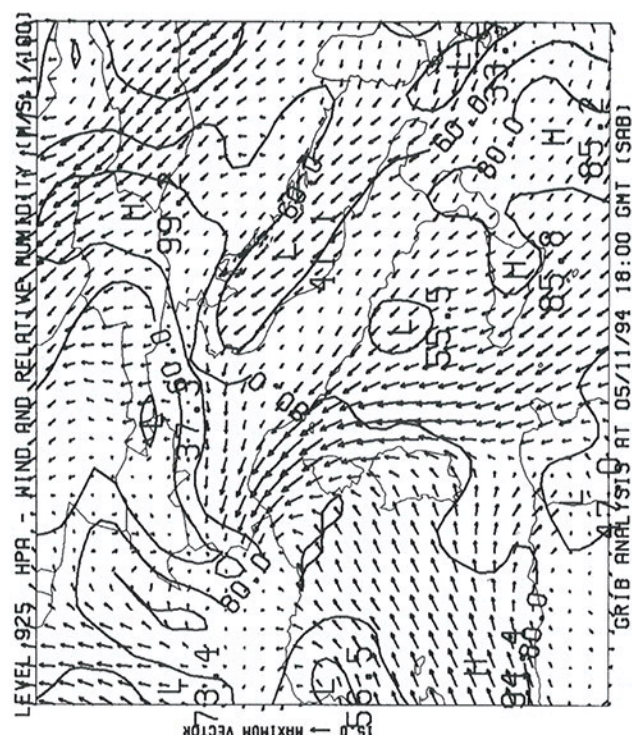
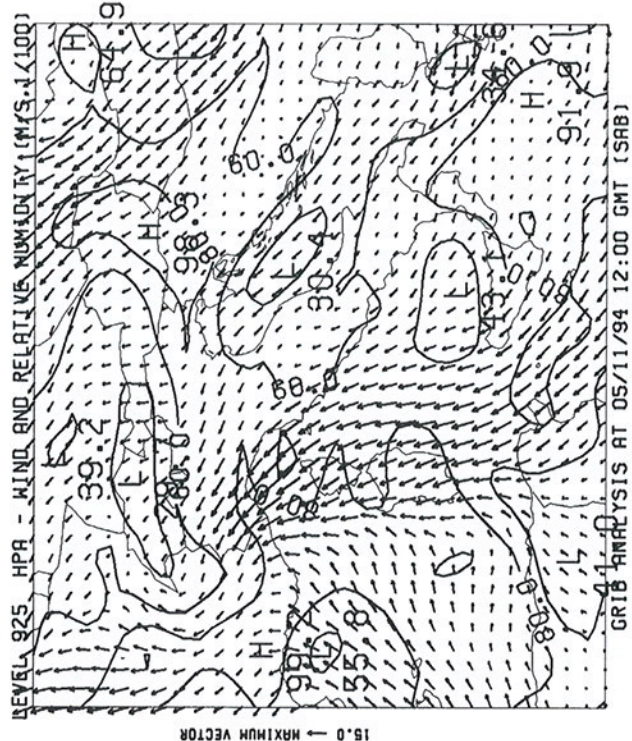
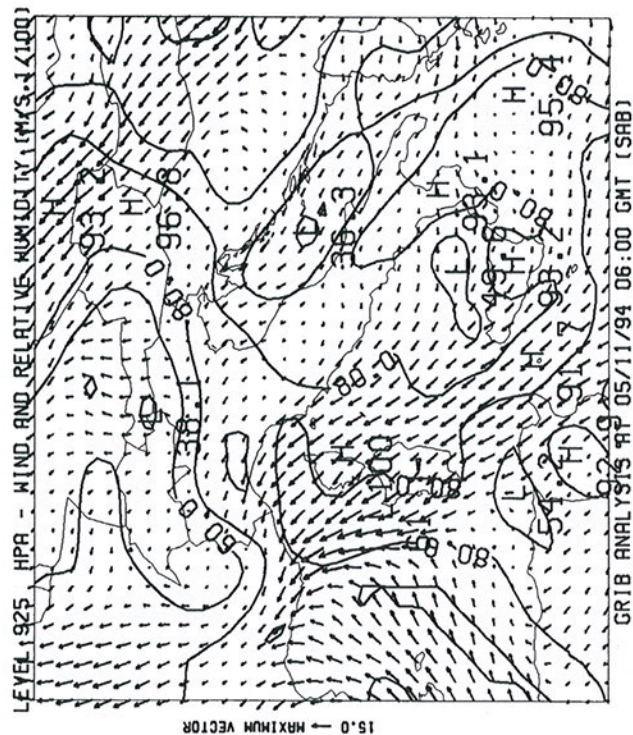
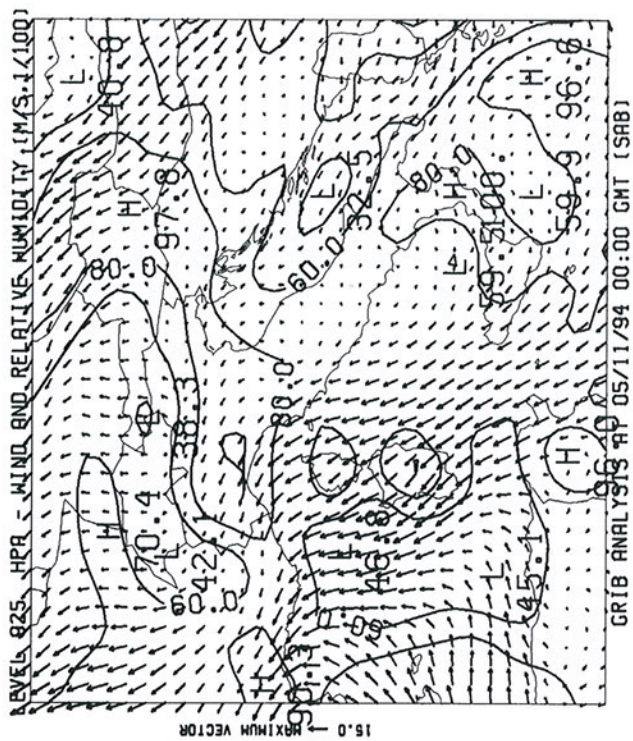


Fig. 9. Analisi ECMWF del campo di vento (m/s) e di umidità relativa (%) a 925hPa del 5 alle 00 UTC, 5 alle 06 UTC, 5 alle 12 UTC, 5 alle 18 UTC.

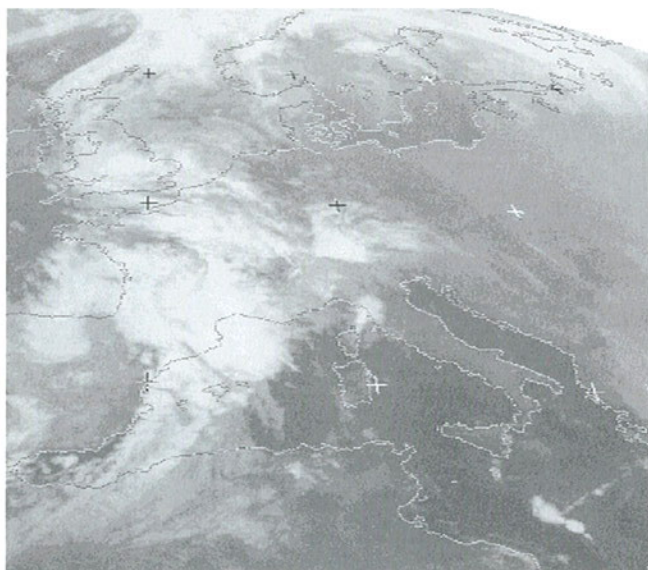


Fig. 10. Immagine Meteosat (IR) valida il 5 alle ore 00 UTC.

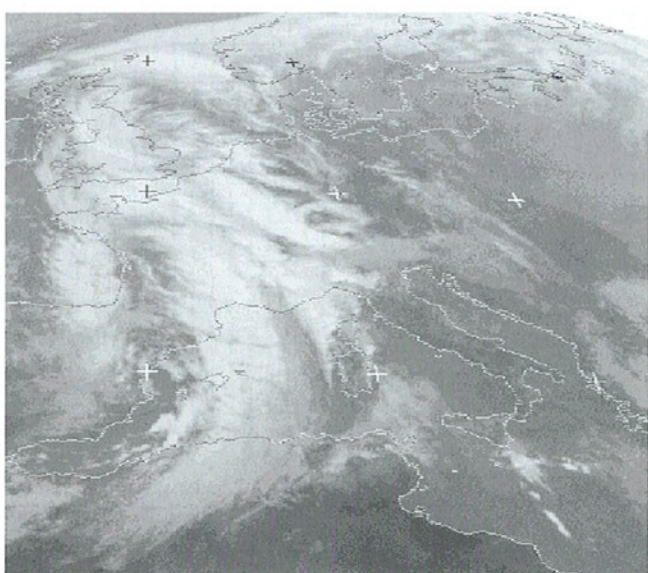


Fig. 11. Immagine Meteosat (IR) valida il 5 alle ore 12 UTC.

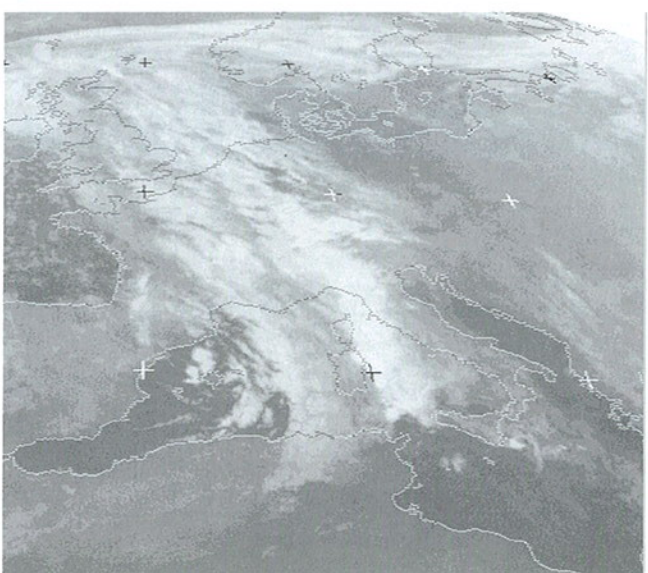


Fig. 12. Immagine Meteosat (IR) valida il 5 alle ore 21 UTC.

del flusso meridionale si può evincere anche dal campo del vento a 850 e 925hPa (Fig. 8 e 9). Alla sacca-tura è associata un'area di bassa pressione al suolo con centro sulla Francia (1005hPa) che si sposta gradualmente verso Sud-Est posizionandosi a Nord delle isole Baleari il giorno 6 alle 00 UTC.

Il flusso meridionale in quota è accompagnato da una zona di evidente convergenza allungata sul Mar Tirreno (*low level jet* prefrontale) ben visibile anche a 850hPa (Fig. 8) che orienta il flusso verso le Alpi occidentali. La confluenza avviene infatti sulle regioni occidentali alpine dove si incontrano il flusso prefrontale da Sud-Est e quello postfrontale da Sud-Ovest determinando una forte convergenza di umidità.

Alle ore 12 UTC del giorno 5, il fronte freddo principale si trova fra le isole Baleari e la Corsica e, più a nord, immediatamente a ridosso delle Alpi occidentali. Sull'immagine Meteosat del giorno 5 alle 12 UTC sono presenti bande precipitative prefrontali. Alle 18 UTC del 5 il fronte transita sulla Sardegna e si estende verso nord sul Piemonte, dove permane durante le 3-6 ore successive (Fig. 12).

Il contrasto termico tra l'aria artica portata dal fronte freddo su una zona caratterizzata precedentemente dall'afflusso di aria calda delle basse latitudini (la *warm conveyor belt* alle 06 UTC risulta immediatamente davanti al fronte freddo mentre il 5 alle 18 UTC è sempre evidente ma spostata su Corsica e Sardegna e con una struttura che si allunga sulla pianura Padana) rende più intense le precipitazioni.

La convergenza di massa negli strati bassi sulla pianura Padana occidentale innesca forti velocità verticali, favorite dall'interazione del flusso con l'orografia ligure. In Fig. 14 si può osservare l'evoluzione del-

Tab. 1. Indice di Whiting calcolato dai dati dei radiosondaggi.

Indice di Whiting			
	Cagliari	Milano	Ajaccio
04 00UTC	25.5	27.3	35.1
04 12UTC	25.8	28.4	24.9
05 00UTC	28.0	26.4	27.8
05 12UTC	28.7	26.4	34.9
06 00UTC	27.4	26.5	27.1
06 12UTC	30.0	28.9	23.3

Tab. 2. Umidità relativa media dello strato dal suolo a 500hPa calcolata dai dati dei radiosondaggi.

Umidità relativa (%) suolo-500hPa			
	Cagliari	Milano	Ajaccio
04 00	54	84	81
04 12	62	89	50
05 00	67	78	56
05 12	67	82	76
06 00	78	89	91
06 12	48	87	65

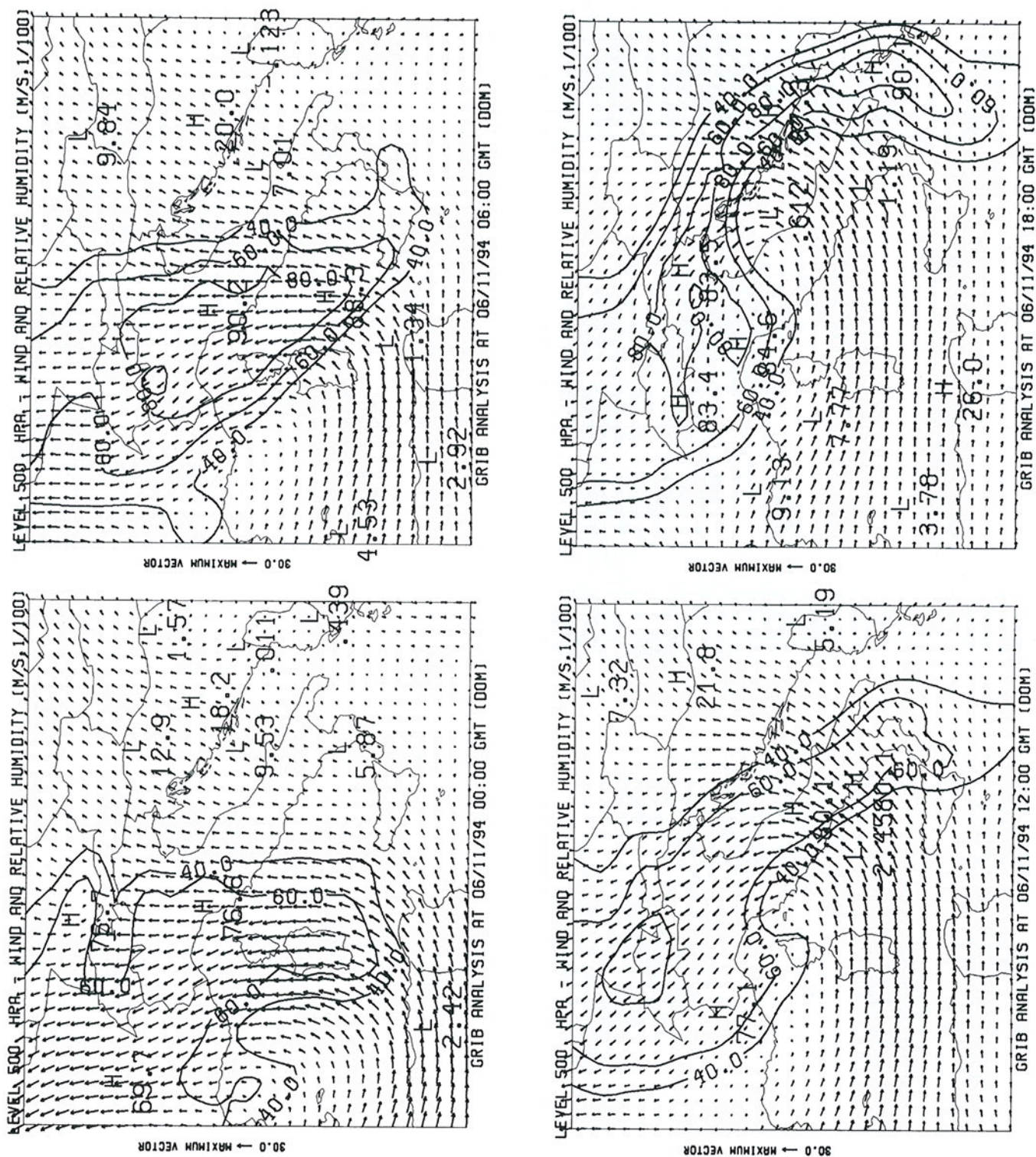


Fig. 13. Analisi ECMWF del campo di vento (m/s) e di umidità relativa (%) a 500hPa del 6 alle 00 UTC, 6 alle 06 UTC, 6 alle 12 UTC, 6 alle 18 UTC.

la velocità verticale a 700hPa durante la giornata del 5: un massimo sotto costa si forma sulle zone più occidentali, in corrispondenza delle Alpi Marittime, dovuto alla convezione orograficamente indotta nel flusso da Sud-Ovest. L'area di correnti ascendenti intense si rafforza e si estende con l'avanzare verso Est del fronte. La componente della circolazione da Sud-Est negli strati bassi risulta più intensa rispetto al giorno precedente, supera l'Appennino ligure ed interessa tutto il Piemonte. Il profilo del vento con la quota del radiosondaggio di Milano mostra un jet ai bassi livelli da Est con velocità massima fino a 40m/s a 900hPa il giorno 5 alle 12 (Fig. 15). Il profilo termodinamico risulta stabile, pur mostrando un'elevata umidità relativa (Tab. 2): questo dimostra quanto l'innescio delle forti precipitazioni sia dovuto non tanto alla convezione termodinamica quanto al jet umido ai bassi livelli trasversale all'Appennino ligure ed alle Alpi Marittime.

Il giorno 5 un aumento della velocità del vento al suolo nelle prime ore del mattino (2-4 UTC) è stato registrato in diverse stazioni del basso Piemonte con una direzione coerente da Sud-Est. La stazione di Ponzone (AL), prossimo allo spartiacque dell'Appennino ligure a Sud di Acqui, misura un aumento da 3 a 10 m/s alle 5 UTC e continua ad aumentare fino a quasi i 18 m/s verso le 16 UTC. I 10 m/s vengono raggiunti anche nella stazione di Casale (AL). Fino all'estremo occidentale delle Alpi Marittime (Colle della Lombarda) il vento proviene da Sud-Est durante tutta la giornata del 5. In serata l'intensità del vento diminuisce in modo coerente per tutte le stazioni.

La propagazione del fronte verso Est determina una netta diminuzione nella temperatura potenziale calcolata dal radiosondaggio di Cagliari dal 5 alle 12 UTC al 6 alle 0 UTC che risulta in media di 3°C nello strato 1000-700hPa. Poche ore dopo il dopo il passaggio del fronte si ha un aumento della temperatura potenziale (il giorno 6 alle ore 12 UTC) nello strato in prossimità del suolo fino a 900hPa.

Il profilo della temperatura potenziale equivalente θ_e a Cagliari indica un graduale aumento fino al giorno 5 alle 00 UTC fino al livello di 500hPa, mostrando la presenza di un boundary layer umido e di un'atmosfera potenzialmente instabile. Successivamente (Fig. 16) si ha una netta diminuzione nello strato 1000-800hPa il 6 alle 00UTC, con valori di θ_e inferiori a 313°K, che conferma una destabilizzazione potenziale di uno strato di 200hPa di spessore posizionato vicino al suolo, dovuto al cambiamento della massa d'aria. Nelle 12 ore successive si ha una destabilizza-

Tab. 3. Indice di instabilità IP calcolato dai dati dei radiosonaggi.

Indice IP			
	Cagliari	Milano	Ajaccio
04 00	2.3	6.2	-3.4
04 12	-1.6	5.6	3.7
05 00	-2.6	4.8	-0.7
05 12	-0.9	5.1	-4.5
06 00	3.7	7.1	4.6
06 12	6.3	3.3	3.8

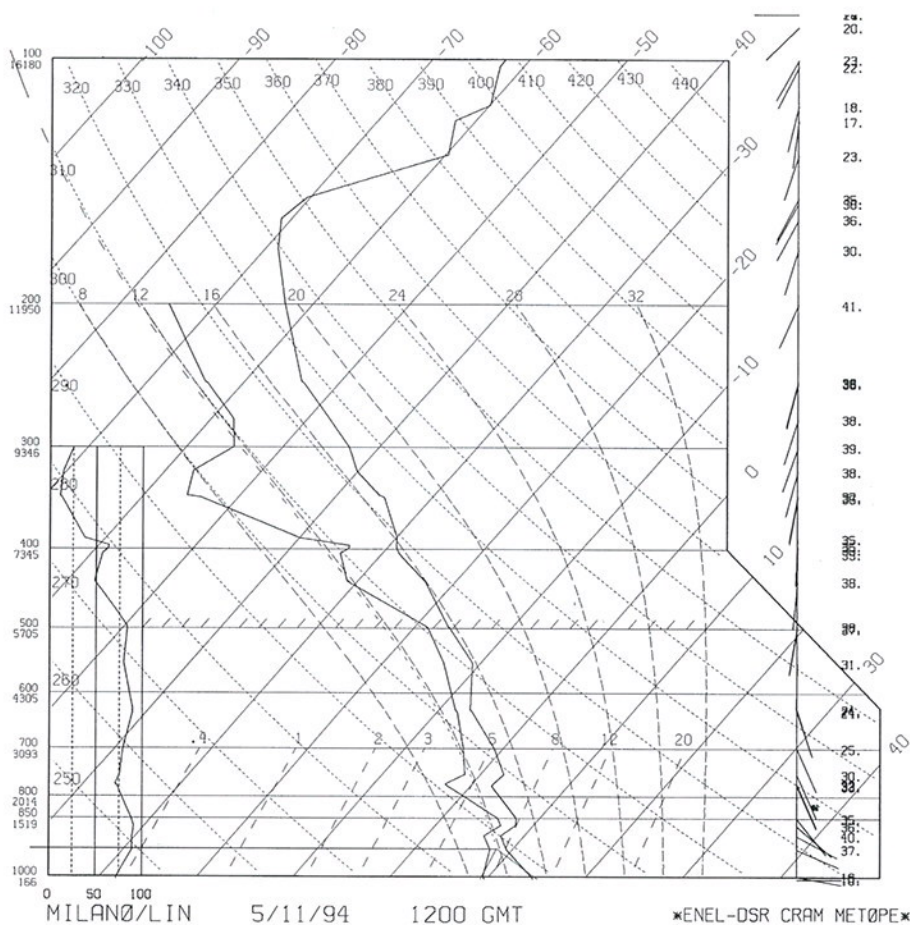


Fig. 15. Radiosondaggio termodinamico dell'atmosfera effettuata dalla stazione di Milano Linate il 5 alle 12 UTC.

zione della parte superiore. Queste considerazioni sono sinteticamente espresse dall'indice di instabilità IP (riportato in Tab. 3), costruito dall'espressione $\theta_e(500) - \theta_e(850)$.

Il profilo verticale su Milano risulta invece convettivamente stabile. Il gradiente orizzontale della tem-

peratura potenziale tra Milano e Cagliari è di 6°C a 850hPa prima del passaggio del fronte mentre diminuisce il 6 alle 00 UTC; il gradiente orizzontale della temperatura potenziale equivalente θ_e è più elevato ma segue lo stesso andamento: fino a $18^\circ\text{-}20^\circ\text{C}$ nello strato $1000\text{-}850\text{hPa}$ fino al 5 alle 12 UTC mentre è quasi nullo il 6 alle 00 UTC. Questo andamento del gradiente orizzontale di θ_e è coerente con la differenza temporale dell'innesco delle precipitazioni intense sul Piemonte orientale e sulle Alpi settentrionali.

Il giorno 5 il nucleo di precipitazioni intense si sposta verso Ovest di circa 50 km, interessando le Alpi Liguri ed in particolare le testate della Val Bormida e del Tanaro. Un'altra zona di precipitazione intensa è presente sul versante sud delle Alpi a Nord-Ovest di Torino dovuto ad un successivo sollevamento orografico del flusso, congruente con la situazione di foehn presente sul versante a Nord delle Alpi. La fascia di maggiori precipitazioni (vedi isolinea 60 mm della Fig. 22) individua una zona con una forma che segue l'orografia delle Alpi occidentali. È possibile infatti che la zona di convergenza sulla pianura Padana occidentale abbia determinato una zona di convergenza di massa contro i rilievi, corrispondente alla fascia di precipitazioni più intense. Per distinguere il carattere delle precipitazioni verificatesi in questo episodio, è stato calcolato l'andamento delle stesse sulle diverse province del Piemonte mediando i dati delle stazioni ivi presenti (Fig. 17-18). Nella Fig. 17, si può evidenziare l'inizio delle precipitazioni intense nella provincia di Alessandria e, a seguire, nella provincia di Asti: tale andamento è causato dal sollevamento orografico del flusso da Sud-Ovest e nel flusso da Sud-Est sul basso Piemonte, con presenza di elementi convettivi. Questo episodio ha avuto una temporanea attenuazione il giorno 5 dalle 12 UTC alle 17 UTC per poi riprendere fino alle prime ore del giorno 6, questa volta a seguito del passaggio frontale. La provincia di Cuneo, geograficamente estesa più ad Ovest, risente delle precipitazioni del giorno 4 in ritardo, mentre anticipa l'episodio dovuto al passaggio del fronte da Ovest, con le maggiori precipitazioni registrate la sera del giorno 5. Sempre legate al passaggio del fronte freddo sono le precipitazioni

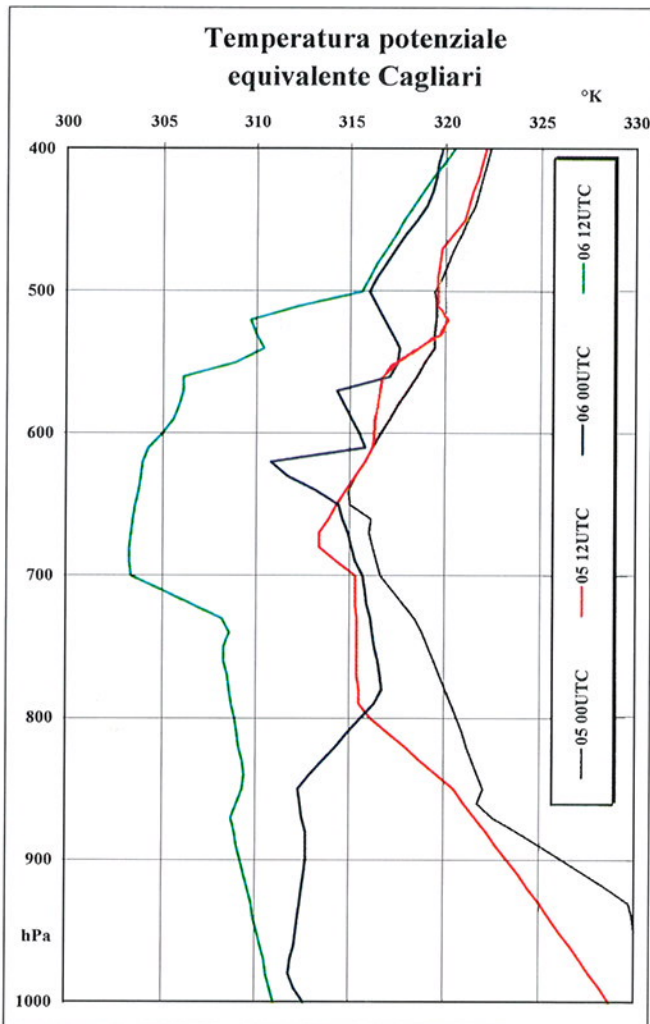


Fig. 16. Andamento della temperatura potenziale equivalente da 1000hPa a 400hPa sulla verticale di Cagliari il giorno 5 alle 00 UTC, il 5 alle ore 12 UTC, il 6 alle ore 00 UTC, il 6 alle ore 12 UTC.

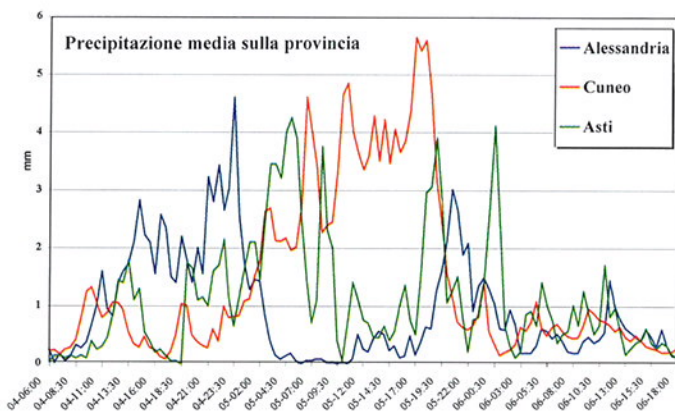


Fig. 17. Andamento temporale della precipitazione mediata sulle stazioni delle province di Alessandria, Cuneo, Asti.

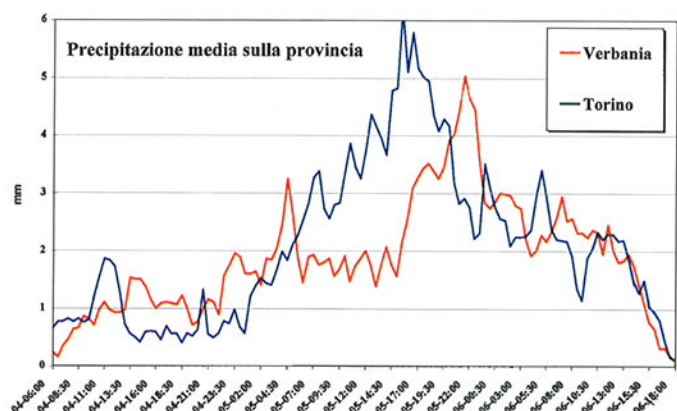


Fig. 18. Andamento temporale della precipitazione mediata sulle stazioni delle province di Verbania e Torino.

medie per le province di Torino e Verbania rappresentate in Fig.18. I fenomeni più intensi si registrano durante il pomeriggio del giorno 5 nella provincia di Torino, ulteriormente posticipati, durante la notte tra il 5 ed il 6, in Provincia di Verbania e sulle Alpi settentrionali nella seconda metà del giorno 5 (Fig. 22) e la mattina del giorno 6 (Fig. 23) in concomitanza del flusso da Sud, Sud-Est che ha investito quella zona in modo più intenso e con il passaggio della massa di aria fredda.

Infatti alle 00 UTC del giorno 6 il fronte freddo è posizionato sull'alto Tirreno e la parte più a Nord si incunea sul Piemonte, mentre alle 12 UTC interessa già la dorsale appenninica.

Il transito del fronte freddo è evidenziato anche dal minimo di pressione registrato dalle stazioni della rete regionale nella giornata del 6 (Alessandria, Fig. 26). Il vento al suolo ruota da 100° a 270° nord in modo repentino il 6 alle ore 12. L'altezza della tropopausa determinata dal radiosondaggio di Milano aumenta gradualmente fino al 5 alle 12 UTC, successivamente si ha una rapida diminuzione sempre causata dal passaggio del fronte (Fig. 27).

6 novembre

In quota, durante il giorno 6, si ha un indebolimento del blocco, con un cut off del campo di geopotenziale ai livelli 500, 700 e 850 hPa e la formazione di un minimo sul Mar Ligure. Tutta la struttura depressionaria è in fase di colmamento. Il campo di umidità relativa a 500hPa sovrapposto al campo di ven-

to (Fig. 13) risulta una buona rappresentazione dell'evoluzione del fronte freddo durante la giornata del 6.

Durante il giorno 6 le precipitazioni continuano e, anche se di intensità moderata, contribuiscono all'alluvione in atto (Fig. 23 e 24). Si attenua l'apporto di aria umida dal Mediterraneo sul Piemonte, mentre permane sulle zone centro orientali, dove si registrano precipitazioni anche se di minore intensità. In seguito l'attenuazione del blocco sui Balcani permette il movimento verso Est della struttura.

1.2. ANALISI PLUVIOMETRICA

Dall'analisi dei dati pluviometrici, rilevati dalle stazioni automatiche della rete regionale riportati in Tab. 4, dalle immagini elaborate dal Satellite Meteosat e dal Radar Meteorologico e dalle carte delle isoiete, si individuano 3 fasi successive, che hanno interessato distinte aree territoriali nel corso dell'evento.

Le precipitazioni sono iniziate sul Piemonte il giorno 2 novembre. Si è trattato di precipitazioni deboli e sparse che sono continuate nei giorni 3 e 4. Nella serata del 4 si è avuto un marcato aumento dell'intensità dei fenomeni. Le aree nelle quali si sono verificate le precipitazioni più intense sono l'Appennino ligure, le Langhe e il Monferrato e il Biellese. La grande differenza morfologica delle aree interessate giustifica i diversi effetti causati dalle precipitazioni.

Prima fase - Le prime precipitazioni intense, verificatesi il giorno 4 (Figg. 19 e 20), hanno interessato

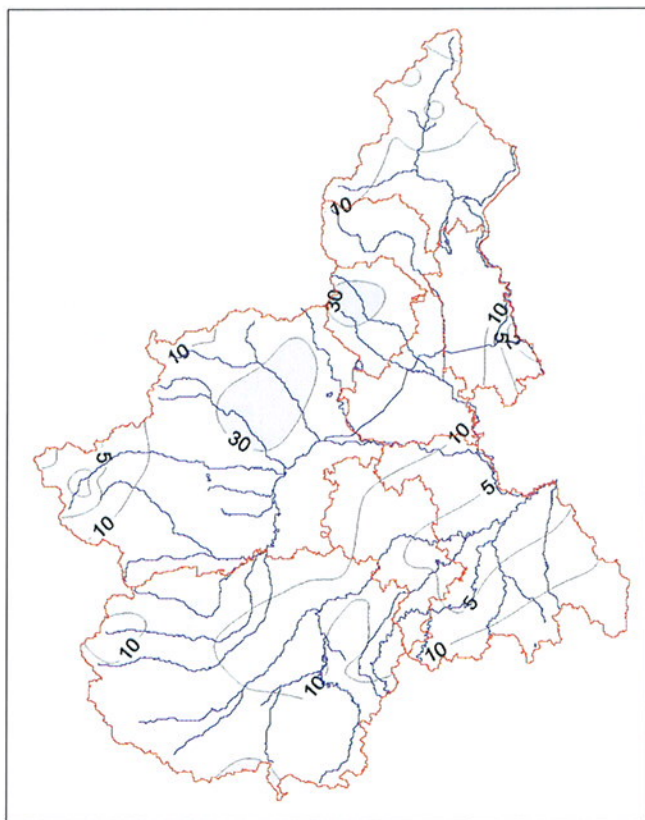


Fig. 19. Precipitazioni osservate cumulate dal 4 ore 00 UTC al 4 ore 12 UTC, isolinee a 2 mm, 5 mm, 10 mm, 30 mm, 60 mm, 100 mm, 150 mm, 200 mm.

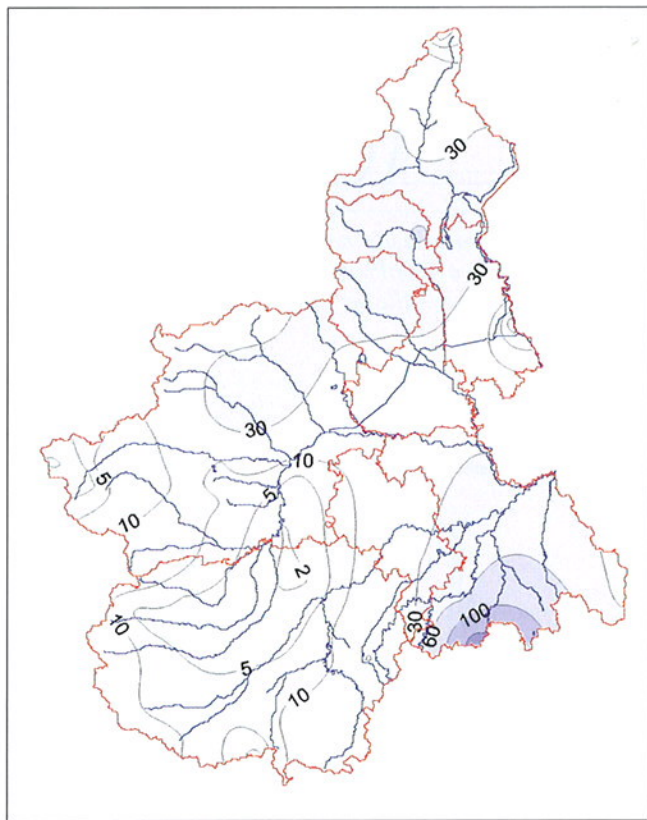


Fig. 20. Precipitazioni osservate cumulate dal 4 ore 12 UTC al 5 ore 00 UTC, isolinee a 2 mm, 5 mm, 10 mm, 30 mm, 60 mm, 100 mm, 150 mm, 200 mm.

Tab. 4. Totali giornalieri di precipitazione sul Piemonte dall'1 al 7 novembre 1994 registrati dalle stazioni della rete della Regione Piemonte.

Bacino	Stazione	Quota m slm	totali di pioggia (mm)						
			02 nov	03 nov	04 nov	05 nov	06 nov	07 nov	totali 2-7
Agogna	Cameri	173	0,0	0,0	0,0	14,8	59,6	2,4	76,8
Agogna	Borgomanero	300	5,8	11,6	65,6	45,2	76,0	0,2	204,4
Bormida	Acqui	215	14,8	13,2	54,4	50,6	12,2	0,2	145,4
Bormida	Serole	765	8,8	6,4	29,8	130,0	21,8	0,0	196,8
Bormida	Ponzone	773	23,6	22,4	187,2	77,0	16,4	1,0	327,6
Curone	Brign. Frascata	520	7,4	13,4	44,0	20,6	17,2	2,4	105,0
Dora Baltea	Piverone	230	6,0	7,8	46,2	162,4	104,8	0,0	327,2
Dora Riparia	Avigliana	340	5,0	5,4	29,8	91,6	66,8	0,0	198,6
Dora Riparia	Borgone	400	5,2	5,4	25,8	136,0	80,4	0,0	252,8
Dora Riparia	Susa Autoporto	470	5,4	3,8	16,8	101,6	50,8	0,0	178,4
Dora Riparia	Pietrastretta	520	5,8	5,2	14,2	104,0	52,4	0,0	181,6
Dora Riparia	Finiere	813	5,4	4,0	11,4	92,0	48,0	0,0	160,8
Dora Riparia	Salbertrand	1010	3,8	2,2	9,6	62,2	39,8	0,0	117,6
Dora Riparia	Gad	1065	3,8	2,4	2,2	36,6	37,2	0,0	82,2
Dora Riparia	Gran Bosco	1950	3,8	1,6	14,2	122,8	45,6	0,8	188,8
Dora Riparia	Lago pilone	2320	0,4	3,4	4,0	49,4	14,8	0,0	72,0
Pellice	Luserna	475	4,4	6,4	31,0	142,0	75,6	0,0	259,4
Pellice	Colle Barant	2294	0,8	7,6	41,6	114,6	46,6	0,4	211,6
Po	Isola S. Antonio	77	12,0	13,2	41,0	14,8	19,2	0,4	100,6
Po	Casale Monferrato	118	6,4	12,4	35,8	21,6	22,0	0,0	98,2
Po	Verolengo	165	5,2	7,8	31,6	101,0	46,4	0,0	192,0
Po	Moncalieri	226	4,8	4,2	22,8	119,0	39,6	0,0	190,4
Po	Carmagnola	232	4,6	5,8	19,8	125,8	26,4	0,0	182,4
Po	Torino Buon Pastore	240	5,2	6,6	34,4	144,2	43,8	0,0	234,2
Po	Italgas - Torino	240	5,6	7,2	34,2	150,8	48,6	0,0	246,4
Po	Torino AAM	240	4,4	5,2	27,4	132,2	45,0	0,0	214,2
Po	Pralormo	295	8,6	8,2	19,4	171,6	22,8	0,0	230,6
Po	Cumiana	332	5,2	5,8	30,2	128,0	72,4	0,0	241,6
Po	Pino Torinese	619	3,8	5,4	25,0	123,8	36,2	0,0	194,2
Po	Paesana	1080	5,8	4,6	15,8	62,0	63,4	0,0	151,6
Scrivia	Capanne Cosola	1550	2,8	13,8	44,6	44,0	23,6	1,0	129,8
Sesia	Vercelli	132	4,0	9,0	33,4	26,2	46,4	0,2	119,2
Sesia	Albano Vercellese	155	4,0	12,2	41,0	27,6	53,6	0,0	138,4
Sesia	Massazza	226	5,0	9,8	44,0	42,8	61,8	0,0	163,4
Sesia	Masserano	243	5,6	9,4	66,0	41,6	70,4	0,0	193,0
Sesia	Oropa	1186	9,4	10,2	95,0	311,8	140,8	0,0	567,2
Stura di Lanzo	Lanzo Fua	580	7,4	7,0	94,2	283,8	109,2	0,0	501,6
Tanaro	Alessandria	90	13,6	18,0	54,2	17,4	15,2	0,4	118,8
Tanaro	Bra	285	8,6	5,6	10,4	106,4	16,8	0,0	147,8
Tanaro	Montaldo Scarampi	290	10,2	6,4	27,6	54,6	25,0	0,2	124,0
Tanaro	Treiso	376	10,2	9,6	25,4	228,8	16,0	0,0	290,0
Tanaro	Fossano	403	7,4	5,6	13,4	90,2	13,6	0,0	130,2
Tanaro	Mondovì	422	6,4	3,0	17,4	108,2	19,2	0,0	154,2
Tanaro	Boves	575	4,2	4,0	19,2	82,8	34,6	0,0	144,8
Tanaro	Priero	610	11,8	8,0	43,0	251,6	15,2	0,0	329,6
Tanaro	Somano	640	8,0	7,6	28,8	180,0	17,2	0,0	241,6
Tanaro	Perlo	700	12,2	5,8	44,6	245,4	7,4	0,0	315,4
Tanaro	Mombarcaro	906	9,0	4,0	15,0	161,4	14,2	0,2	203,8
Tanaro	Garessio	980	13,2	4,8	42,4	195,4	9,4	0,0	265,2
Tanaro	Ormea	1245	10,0	10,6	62,0	206,6	9,6	6,8	305,6
Tanaro	Malanotte	1741	5,8	6,0	34,2	154,2	25,2	0,4	225,8
Tanaro	Limone Piemonte	2020	12,2	21,6	36,8	129,8	26,2	0,2	226,8
Toce	Domodossola	252	2,2	7,0	28,2	149,0	69,6	0,8	256,8
Toce	Someraro	470	8,0	11,2	76,4	113,6	75,8	0,8	285,8
Toce	Crodo	560	2,6	5,6	19,6	111,0	61,0	0,2	200,0
Toce	Druogno	831	2,2	5,8	29,0	120,8	70,2	0,4	228,4
Toce	Pizzanco	1142	5,0	9,2	42,0	125,4	78,8	0,2	260,6
Toce	Mottarone	1491	7,4	10,2	68,0	81,6	87,0	0,8	255,0
Varaita	Villanova Solaro	267	2,8	5,8	14,6	71,2	21,2	0,0	115,6
Varaita	Costigliole Saluzzo	440	3,8	6,2	12,2	49,8	22,4	0,0	94,4
Varaita	Pontechianale	1575	5,6	5,6	10,8	57,0	21,6	0,0	100,6
Varaita	Pian delle Baracche	2125	5,2	7,0	16,0	55,6	40,8	0,2	124,8

prevalentemente i settori più meridionali del Piemonte, al confine con la Liguria, in particolare l'Acquese, dove, presso la stazione di Ponzone (AL) – Bric Berton (773 m slm) – sono caduti 152.2 mm in cinque ore, tra le ore 19.30 del 4 sino alle 00.30 del 5 con intensità orarie attorno ai 35 mm/ora, ed un picco di 54.8 mm/ora intorno alla mezzanotte - Fig. 28 (le ore riportate nel testo e nelle figure, salvo diversa segnalazione, sono riferite al meridiano di Greenwich). Si è trattato, infatti, di forti precipitazioni a carattere temporalesco. Nelle stesse ore si sono verificate precipitazioni di rilievo anche nella fascia pedemontana settentrionale (Canavese e Biellese) ma con caratteristiche di continuità e di moderata intensità, mai superiore ai 10 mm/ora, per valori giornalieri di circa 100 mm.

Nelle prime ore del 5 e durante tutta la mattinata successiva nella zona appenninica le precipitazioni si sono mantenute di debole intensità, aumentando lievemente nel pomeriggio e nella serata del 5, con intensità comunque basse, comprese tra i 5 e i 10 mm/ora.

Seconda fase - Il giorno 5 le precipitazioni si sono estese alle zone dell'Astigiano e del Cuneese (Figg. 21 e 22); i bacini più colpiti sono stati quelli del Tanaro, del Bormida e del Belbo. Le precipitazioni si sono intensificate poco dopo la mezzanotte del 4; durante la notte, tra le 2.30 e le 7.30 del giorno 5, l'intensità delle piogge si è mantenuta quasi costantemente superiore ai 20 mm/ora. Durante queste ore si sono verificati i primi dissesti: frane, esondazioni ed alluvio-

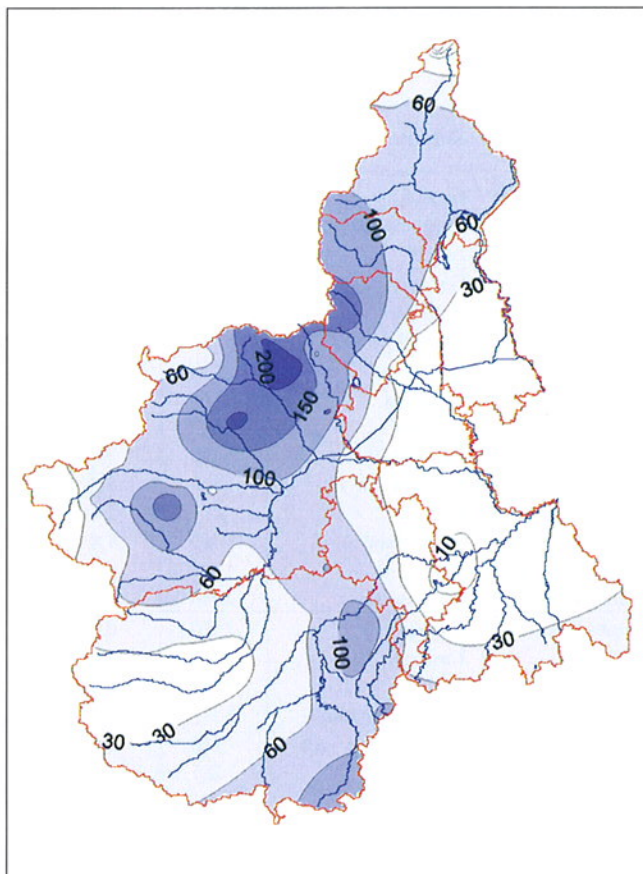


Fig. 22. Precipitazioni osservate cumulate dal 5 ore 12 UTC al 6 ore 00 UTC, isolinee a 2 mm, 5 mm, 10 mm, 30 mm, 60 mm, 100 mm, 150 mm, 200 mm.

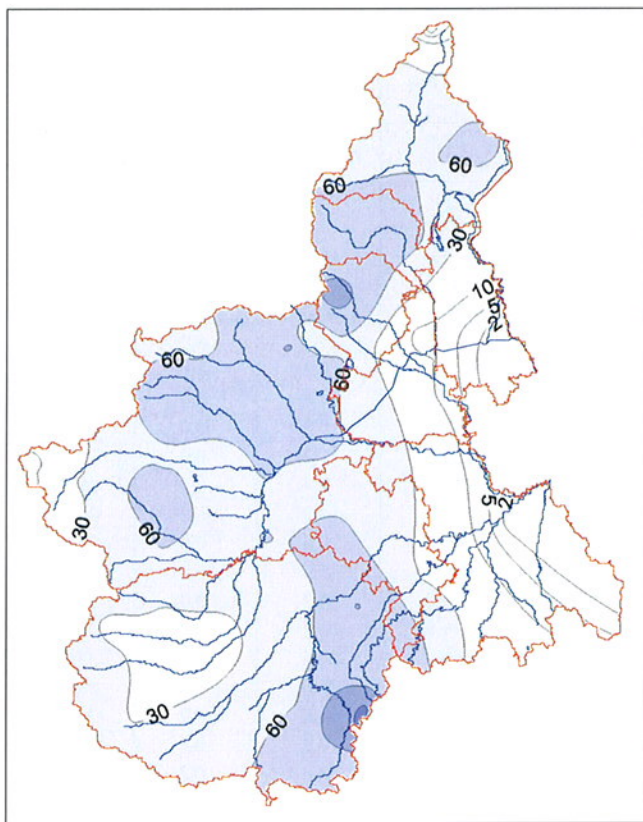


Fig. 21. Precipitazioni osservate cumulate dal 5 ore 00 UTC al 5 ore 12 UTC, isolinee a 2 mm, 5 mm, 10 mm, 30 mm, 60 mm, 100 mm, 150 mm, 200 mm.

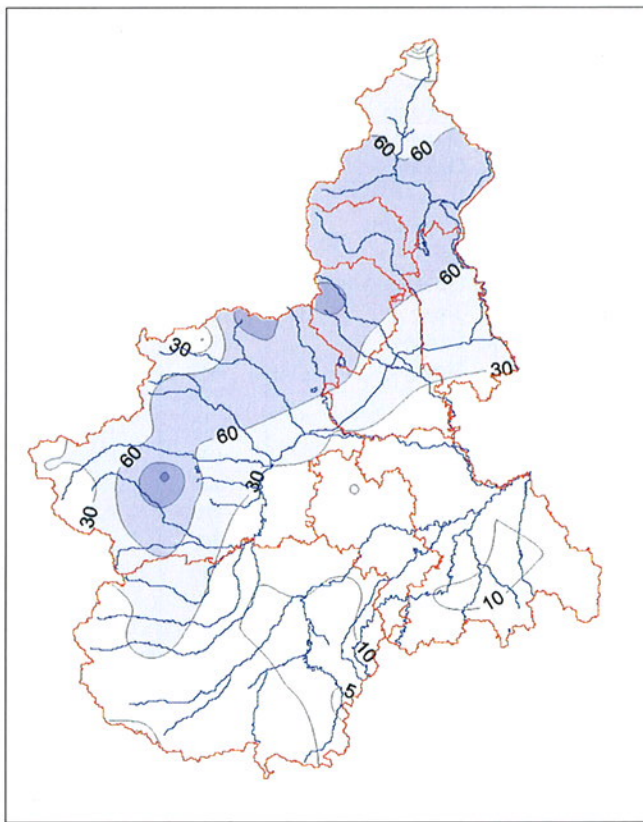


Fig. 23. Precipitazioni osservate cumulate dal 6 ore 12 UTC al 7 ore 00 UTC, isolinee a 2 mm, 5 mm, 10 mm, 30 mm, 60 mm, 100 mm, 150 mm, 200 mm.

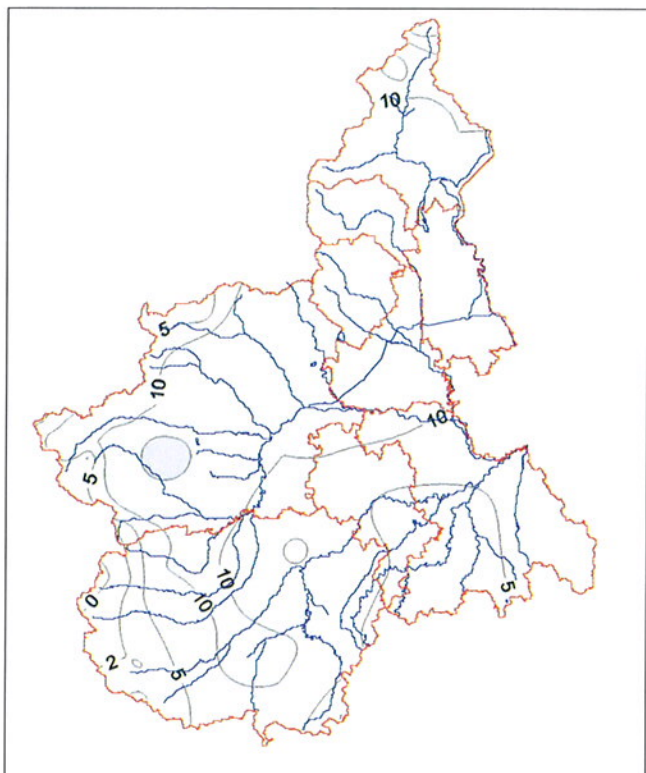


Fig. 24. Precipitazioni osservate cumulate dal 4 ore 00 UTC al 7 ore 00 UTC, isolinee a 2 mm, 5 mm, 10 mm, 30 mm, 60 mm, 100 mm, 150 mm, 200 mm.

namenti. Nella mattinata del 5 le precipitazioni sono proseguite con intensità comprese tra i 5 e i 15 mm/ora alimentando ulteriormente i corsi d'acqua. Nel pomeriggio del 5 si sono nuovamente intensificate con valori superiori ai 30 mm/ora. Attorno alle 16 veniva allagata Ceva. Complessivamente le piogge hanno fatto registrare valori compresi tra 200 e 250 mm in 24 ore. Le maggiori quantità si sono rilevate nel bacino del Tanaro a Perlo (245 mm) e a Garessio (195.4 mm) - Fig. 29 e nel bacino del Cevetta (affluente destro del Tanaro), a Priero (251.6 mm).

Alle ore 21.00 del giorno 5 il fenomeno, in quest'area, si era praticamente esaurito.

Terza fase - Nell'ultima fase dell'evento le precipitazioni più intense hanno interessato la fascia prealpina tra la Val Pellice e la Val Sesia, nel pomeriggio e nella serata del giorno 5 per attenuarsi nella mattinata del 6. Nel Biellese, la zona più colpita, l'intensità di precipitazione ha subito un graduale aumento dalla mattinata del 5: dalle ore 5.00 fino alle 9.00 del 6 ha costantemente superato i 10 mm/ora, con alcuni scrosci d'intensità superiore ai 30 mm/ora intorno alle 18.00 e alle 20.00 del 5 (Fig. 30). Complessivamente nelle 36 ore sono caduti ad Oropa 427.8 mm, a Lanzo 365.2 mm, ad Ala di Stura 312.8 mm, a Cumiana 174.4 mm.

Il giorno 6 le precipitazioni sono praticamente cessate sulla fascia meridionale della regione, mentre sono continuate, con modeste intensità orarie, ma con consistenti totali giornalieri, nella parte centro-settentrionale, in particolare sul Canavese e sul Biellese

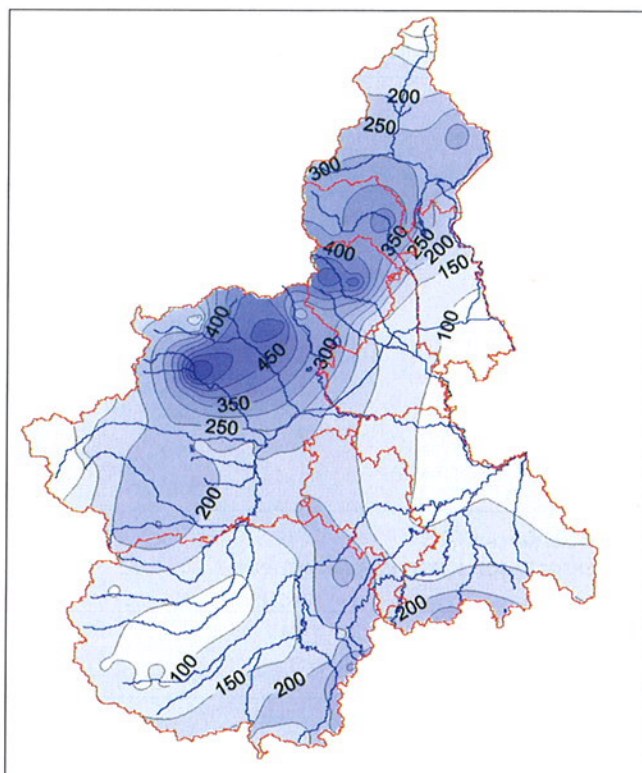


Fig. 25. Analisi delle precipitazioni osservate cumulate dal 4 ore 12 UTC al 5 ore 00 UTC, isolinee da 100 mm a 550 mm, ogni 50 mm.

(109.2 mm a Lanzo, 140.8 mm a Oropa), e subordinatamente sull'alto Novarese (69.6 mm a Domo-dossola).

I dati di pioggia registrati il giorno 5, confrontati con i valori storici contenuti nella Banca Dati Pluviometrica regionale, hanno rivelato un quadro di eccezionalità dell'evento a livello giornaliero. I valori di riferimento sono stati, infatti, ampiamente superati a Torino, Pralormo, Lanzo, Meugliano, Oropa, Mombarcaro e Priero (Tab. 5).

La carta delle isoiete relativa alla totalità dell'evento (Fig. 24) presenta la distribuzione delle precipitazioni sul Piemonte; particolarmente significativa è l'estensione dell'area contornata dall'isoieta 200 mm: oltre il 40% del Piemonte è compreso da quest'isoieta, di cui circa il 30% nel settore settentrionale e il 10% in quello meridionale. Al Nord la zona più colpita comprende la Val Sangone, il Canavese ed il Biellese. Nel Sud è stata particolarmente colpita la Valle Tanaro alta e media, il bacino del Belbo, le alte Valli Bormida e la testata del bacino dell'Orba, al confine con la Liguria.

Per quanto riguarda le precipitazioni nevose, esse si sono registrate sopra i 2200-2400 metri all'inizio dell'evento e successivamente sopra i 2000 metri il giorno 6. Quelle più intense hanno interessato le Valli di Lanzo, dove, al Rifugio Gastaldi (2600 m s.l.m.) si sono misurati 1.65 metri di neve fresca, e in Val Sesia, dove ad Alagna (2410 m s.l.m.) la neve fresca ha fatto segnare un massimo di 1.25 metri.

Tab. 5. Confronto tra i valori di precipitazione di massima intensità di durata 24 ore rilevati da alcune stazioni della rete regionale e valori storici precedenti.

<i>Località</i>	<i>Precipitazione di max intensità di durata di 24 ore</i>	<i>Numero di anni nelle serie storica</i>	<i>Classificazione nella serie storica</i>	<i>Primo valore precedente</i>	<i>Registrato in data</i>
Torino - Buon Pastore	145,2	65	I	135,0	23/08/59
Biella - Oropa	338,0	73	II	350,0	16/05/26
Mombarcaro	162,0	27	I	133,0	30/09/41
Meugliano	359,8	54	I	147,0	29/11/30
Cumiana	130,8	61	IV	160,0	18/12/60
Luserna	156,2	73	XVI	306,0	01/11/68
Domodossola	161,4	64	XVIII	250,7	12/08/21
Priero *	252,6	62	I	156,2	02/11/68
Pralormo **	172,0	48	I	112,0	02/11/68
Lanzo	308,2	55	I	188,0	08/11/62

* confronto con Ceva

** confronto con Dusino San Michele

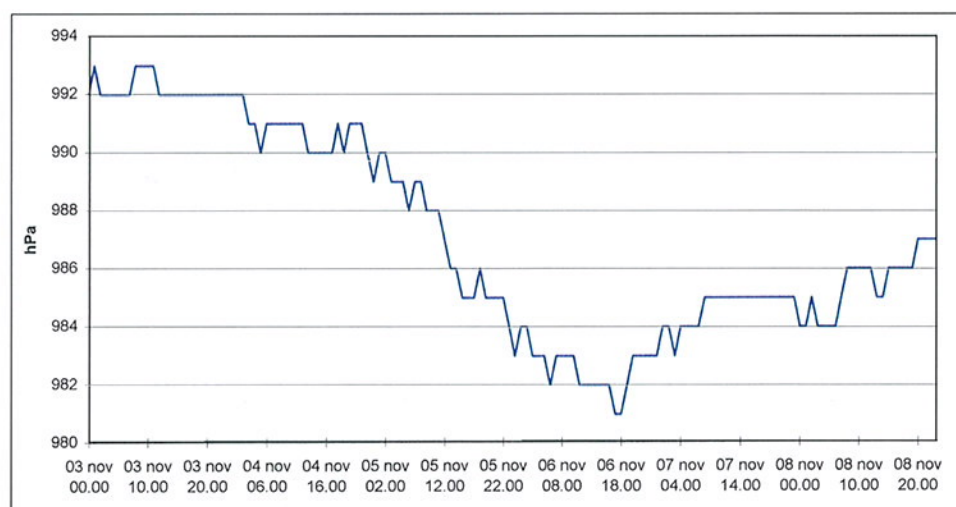


Fig. 26. Andamento della pressione al livello della stazione di Alessandria.

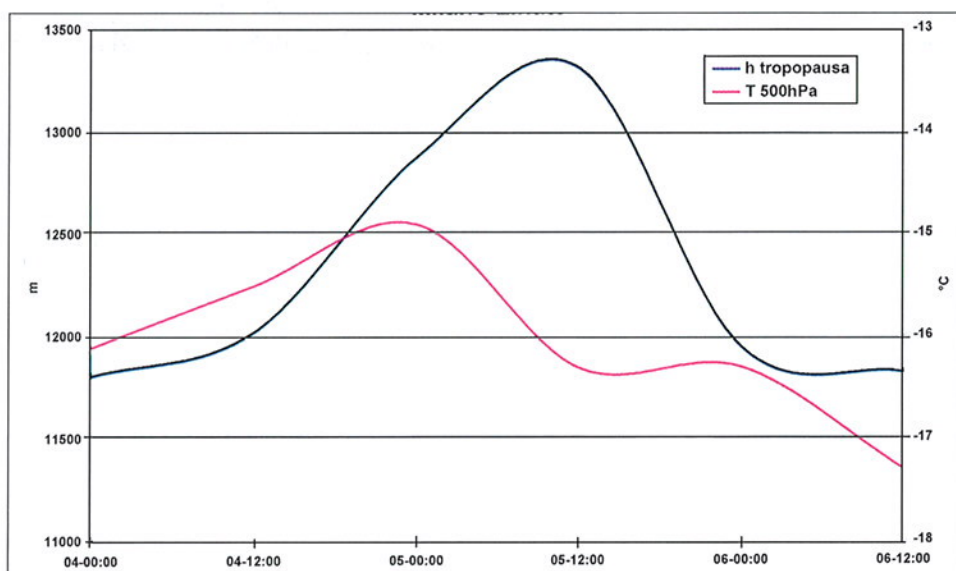


Fig. 27. Andamento dell'altezza della tropopausa e della temperatura a 500hPa dal radiosondaggio di Milano Linate.

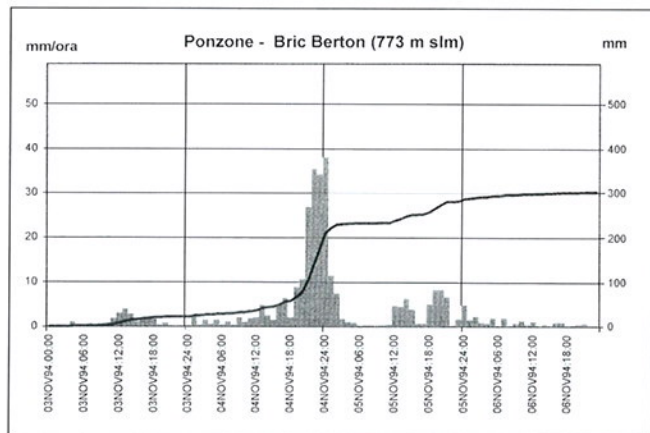


Fig. 28. Precipitazioni cumulate ed intensità orarie nei giorni 2-7 novembre 1994 a Ponzone - Bric Berton (773 m slm).

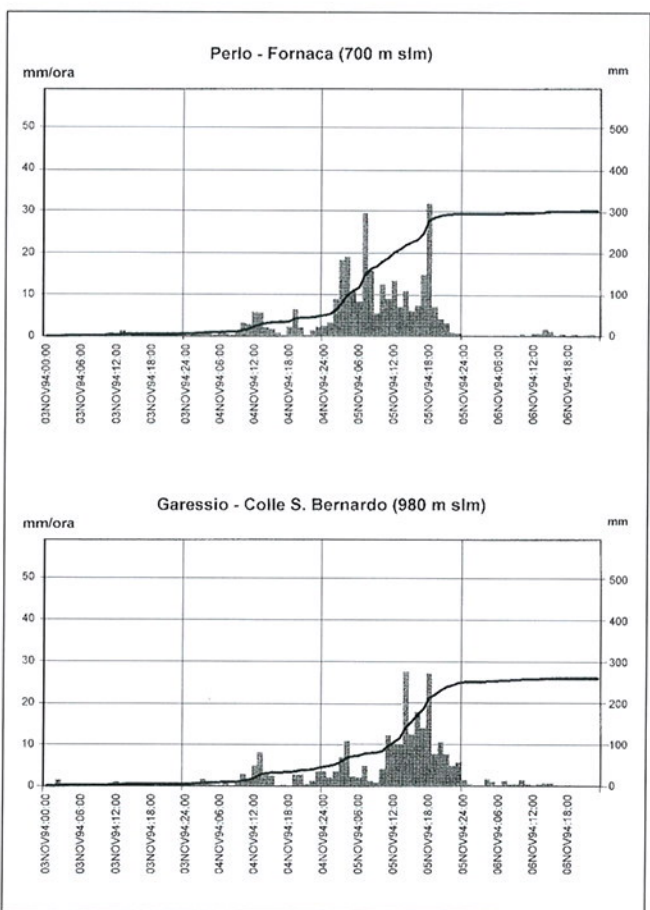


Fig. 29. Precipitazioni cumulate ed intensità orarie nei giorni 2-7 novembre 1994 in stazioni della Valle Tanaro (Perlo e Garessio).

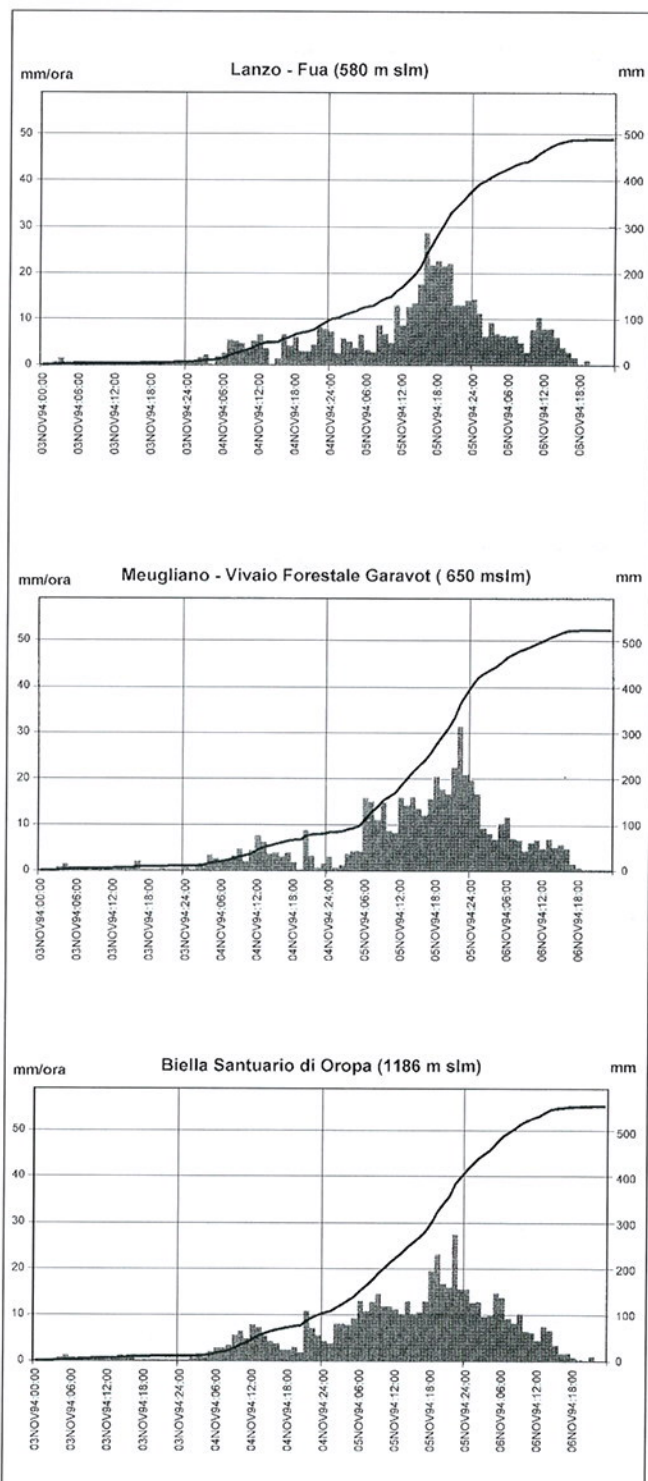


Fig. 30. Precipitazioni cumulate ed intensità orarie nei giorni 2-7 novembre 1994 in stazioni del Canavese (Lanzo e Meugliano) e del Biellese (Biella).

1.3. CONFRONTO CON EVENTI PRECEDENTI

Per effettuare un ragionevole confronto con eventi di precipitazione precedenti è necessario considerare l'evento dell'inizio di novembre del 1994 come composto da due distinti eventi: uno che ha interessato il Piemonte meridionale ed uno che ha interessato il Piemonte settentrionale. Questa distinzione si rende necessaria dal momento che le due aree hanno caratteristiche climatiche e pluviometriche nettamente differenti.

Poiché il comportamento dei fiumi, a livello regionale, è influenzato molto dalle variazioni di intensità di precipitazione a scala temporale dell'ora, i confronti debbono essere effettuati con misure storiche eseguite con strumenti registratori, gli unici che rendono disponibili tale tipo di misure. Tali strumenti erano purtroppo scarsi soprattutto nel Piemonte meridionale.

Un evento di cui si dispone di una serie consistente di dati misurati da strumenti registratori è quello del 2-3 novembre 1968 (G. Giuffrida, 1971; M. Bossolasco & al., 1970). Anche in quel caso si sono avute precipitazioni che hanno interessato, in modo diverso, il Nord ed il Sud del Piemonte e che si sono distribuite, in sostanza, nello stesso modo di quelle attuali.

La situazione meteorologica descritta da Bossolasco et al. presenta numerose analogie con la situazione di oggi. Infatti, un centro depressionario situato sul golfo del Leone ed una alta pressione sulla Russia inducevano una circolazione di aria fortemente instabile che transitando sul Mediterraneo meridionale si caricava di umidità scaricandola poi più a Nord, sulle regioni nord-occidentali italiane. La quota della isoterma zero gradi, alla quale le precipitazioni passano da liquide a solide, era, anche allora, pari a circa 2000 m s.l.m.

Tra le stazioni di cui sono disponibili i dati per il Piemonte meridionale si distinguono, per quantità di precipitazione Cengio (oltre 350 mm in due giorni) e Millesimo (più di 250 mm in 2 giorni). In entrambi i siti si ebbero precipitazioni di intensità compresa tra i 10 ed i 20 mm/ora, protratte per oltre 36 ore; a Cengio le intensità superarono spesso i 20 mm/ora. L'evento generò ondate di piena nei bacini del Tanaro e del Bormida che investirono numerosi centri abitati. Le piene furono solo di poco inferiori a quelle registrate nel novembre 1951. È utile riportare parte del brano nel quale l'ingegner G. Giuffrida, nel 1971, descriveva le zone colpite dall'evento:

«Il Tanaro ha cominciato ad esondare nei pressi di Alba, a causa dell'incremento subito per gli apporti di numerosi corsi d'acqua minori ... Le acque hanno sommerso parte della stessa città di Alba, gli abitati di Gallo e Grinzane, oltre ad una vasta area di terreni agricoli circostanti. Successivamente è stata sommersa la parte bassa della città di Asti per il sopraggiungere dell'ondata di piena del torrente Borbore in concomitanza con quella del Tanaro...

«I danni più ingenti si sono verificati nel torrente Belbo, affluente di destra del Tanaro, sul quale ... si è soffermato a lungo l'evento, causandovi piogge di note-

vole intensità, le quali hanno provocato la eccezionale piena del torrente stesso».

Giuffrida continua affermando che tra le cause determinanti delle esondazioni vi sono anche l'eccesso di materiali depositati in alveo e l'eccesso di vegetazione.

Nel 1994 le precipitazioni hanno totalizzato quantità cumulate di pioggia prossime a quelle del 1968 ma distribuite in modo differente (Figg. 31 e 32). Le precipitazioni, a parità di volumi, si sono presentate molto più concentrate nel tempo; l'evento è durato sostanzialmente 24 ore, contro le 36 del 1968, con intensità spesso superiori ai 20 mm/ora e punte di più di 30 mm/ora nella media Val Tanaro.

Per il Piemonte settentrionale si dispone sia dei dati del 1968, che dei dati relativi all'evento dell'ottobre 1977, nonché di quelli del settembre 1993. I valori cumulati registrati presso la stazione di Trivero tra l'1 e il 3 novembre 1968, presso la stazione di Macugnaga tra il 4 ed il 6 ottobre 1977, a Piamprato tra il 22 e il 25 settembre 1993 e a Oropa tra il 4 e il 6 novembre 1994 sono molto prossimi tra loro, compresi tra i 500 ed i 550 mm in 60 ore (Fig. 33). La distribuzione delle precipitazioni nei quattro eventi è però fortemente differente (Fig. 34). Nel 1968 il Biellese fu colpito da precipitazioni che ebbero intensità notevolissime. Una prima parte dell'evento con piogge di media intensità (10 mm/ora) protratta per quasi 12 ore alimentò i bacini. A queste precipitazioni si sommarono alcuni scrosci di fortissima intensità, con punte di 60 mm/ora, che sconvolsero totalmente il sistema fluviale ed i versanti. Come già ricordato, la quota dell'isoterma zero gradi era a circa 2000 m s.l.m.; anche le porzioni più alte dei versanti contribuirono dunque ad alimentare i corsi d'acqua.

Nel 1977 le precipitazioni si protrassero per circa 24 ore con intensità comprese tra i 15 ed i 30 mm/ora. Il grande volume di acqua fu ripartito quindi in modo più uniforme. Inoltre la quota dell'isoterma zero gradi si abbassò notevolmente in quei giorni scendendo sino ai 1500 m s.l.m.; il contributo degli alti versanti al deflusso fu quindi molto limitato.

Nel 1993 le precipitazioni che sconvolsero la valle Orco caddero in modo molto frazionato. Ad un primo breve scroscio intensissimo (oltre 55 mm/ora) seguì un periodo con precipitazioni moderate che permise al bacino di smaltire parte della prima pioggia. Ma il bacino dell'Orco fu colpito da nuove precipitazioni che apportarono oltre 300 mm di pioggia in circa 15 ore con intensità che superarono i 40 mm/ora.

L'evento del 1994 si è presentato a Biella con caratteri molto simili a quelli dell'evento del 1977. Le piogge si sono distribuite uniformemente nel tempo con intensità comprese tra i 10 ed i 20 mm/ora, senza però superare i 30 mm/ora. La quota dell'isoterma zero gradi era però decisamente più alta, prossima ai 2000 m s.l.m. Il sistema idrografico è stato perciò alimentato da una vasta porzione dei versanti. La grande differenza rispetto all'evento del 1968 è data dalla mancanza di attività temporalesca con scrosci intensi; scrosci che si sono verificati anche nel settembre 1993.

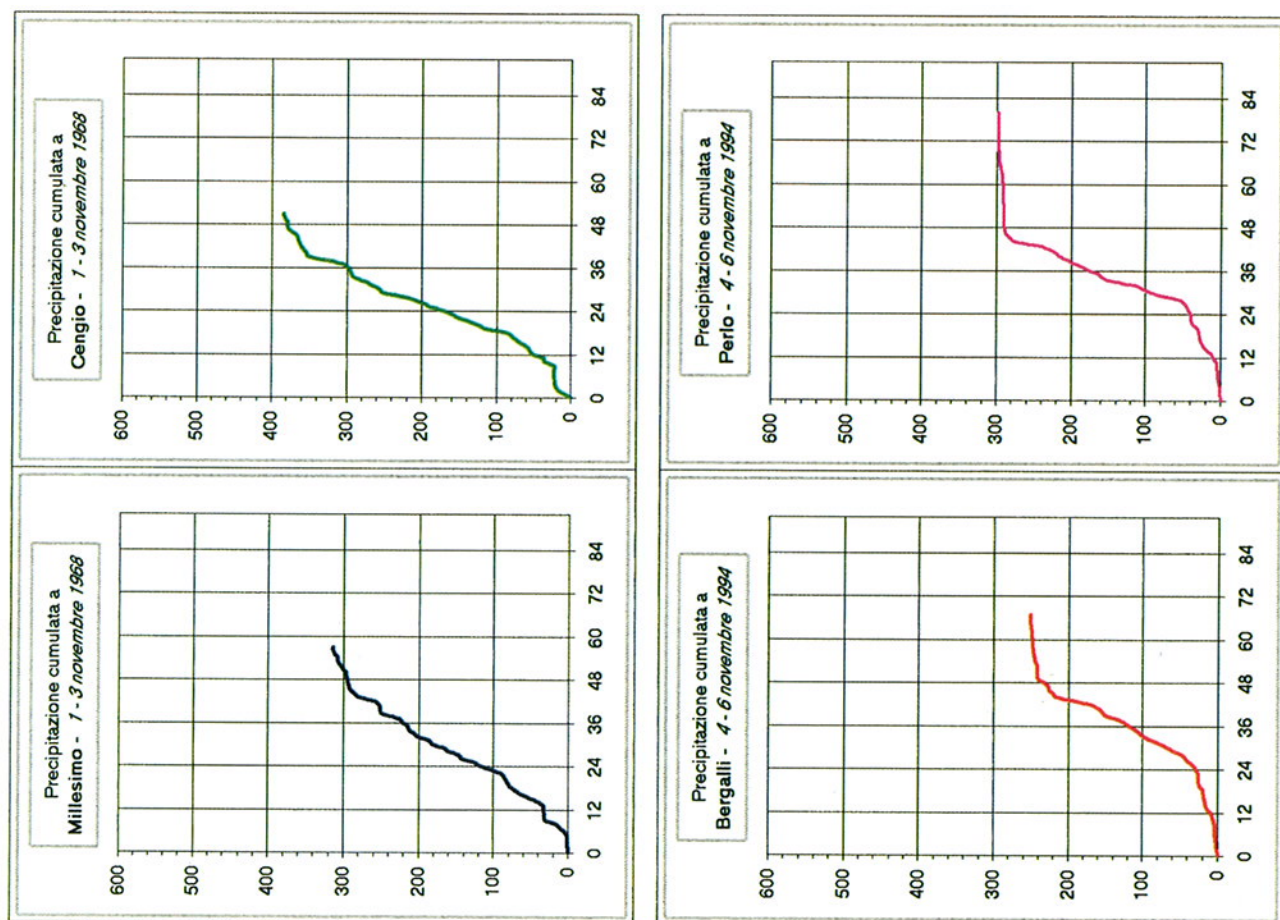


Fig. 31. Confronto tra eventi nel Piemonte meridionale.

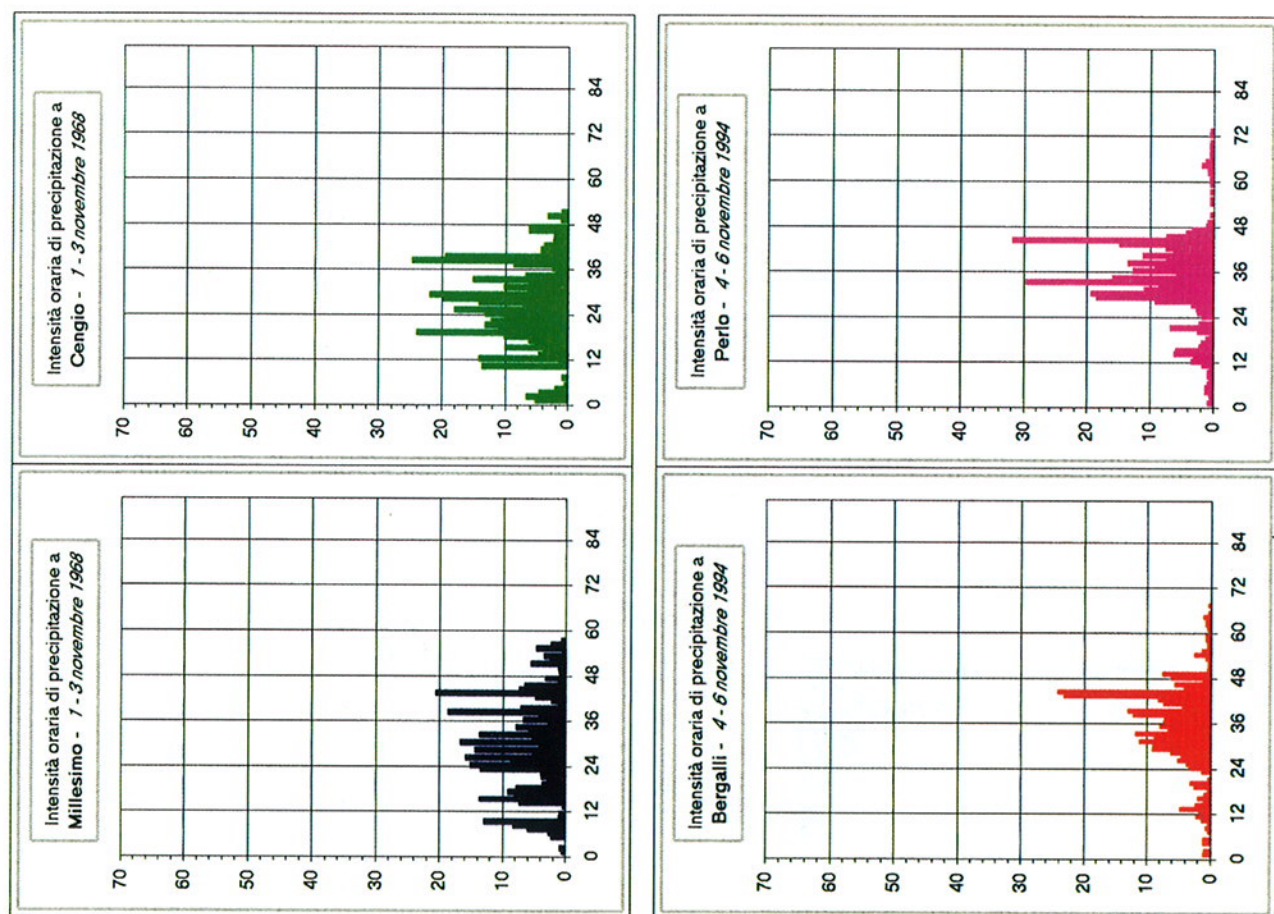


Fig. 32. Confronto tra eventi nel Piemonte meridionale.

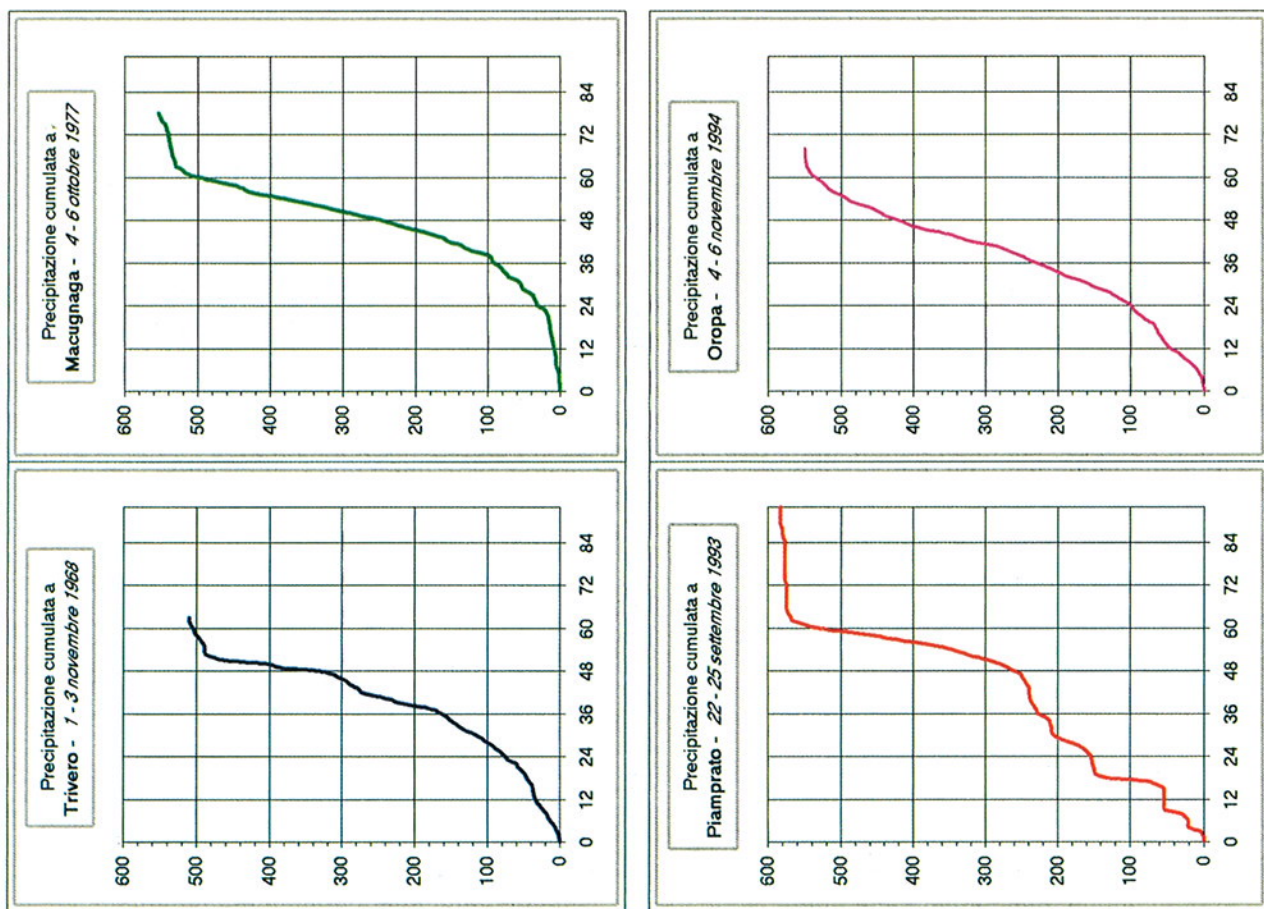


Fig. 33. Confronto tra eventi nel Piemonte settentrionale.

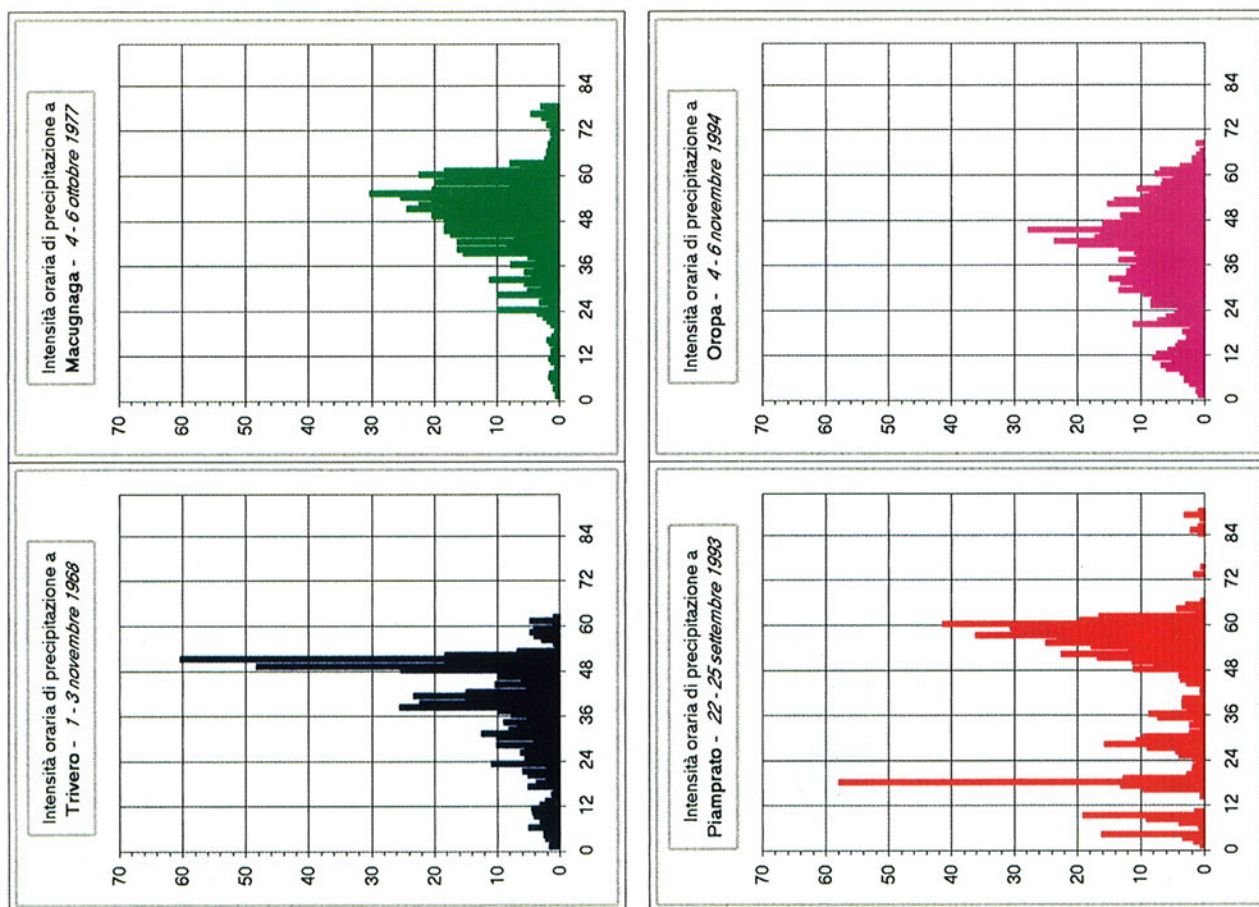


Fig. 34. Confronto tra eventi nel Piemonte settentrionale.

L'evento del 1994 si colloca dunque tra i più gravi degli ultimi 50 anni. Come si è visto presenta forti analogie con l'evento del 1968 con la differenza però che, nel 1994, le intensità di precipitazione più elevate si sono avute nel Sud del Piemonte anziché nel Nord e questo spiega il motivo per cui il Nord è stato, quest'anno, molto meno danneggiato rispetto al 1968.

1.4. CONSIDERAZIONI SULL'INTENSITÀ DELLE PRECIPITAZIONI

Premessa

Le piogge cadute durante l'evento hanno avuto, in alcuni settori del Piemonte, un carattere di eccezionalità collocandosi tra i massimi storici degli ultimi decenni. Al fine di comprendere l'entità dell'evento pluviometrico è necessario procedere ad una stima delle frequenze delle piogge.

Metodologia utilizzata

La valutazione viene condotta sui valori registrati dalle stazioni della Regione Piemonte per le quali non è possibile applicare l'analisi tradizionale basata sull'elaborazione statistica della serie storica della singola stazione. Infatti tali stazioni hanno un periodo di funzionamento limitato a pochi anni, essendo la rete regionale relativamente giovane. Per questo si deve necessariamente passare ad un'analisi cosiddetta "regionale", fondata sulle informazioni disponibili in una pluralità di siti. Questo tipo di approccio è possibile solo se si dispone di un adeguato criterio per la delimitazione della "regione".

Nell'analisi seguente si fa riferimento alla delimitazione di due regioni: il bacino padano e Liguria tirrenica proposte nell'ambito del progetto nazionale VAPI (Valutazione delle Piene) sviluppato dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (A. Brath e R. Rosso 1995).

I dati utilizzati per l'elaborazione sono le precipitazioni di massima intensità di durata 1-3-6-12-24 ore delle stazioni di misura del Servizio Idrografico Nazionale con almeno 15 anni di osservazioni i quali sono stati suddivisi in due gruppi sulla base delle indicazioni del VAPI: bacini alpini dal Ticino al Tanaro e bacini appenninici dal Bormida al Curone per un totale di 148 stazioni.

Ad ognuno dei due gruppi di dati è stata applicata la distribuzione di frequenza GEV (General Extreme Value) nella forma:

$$F(x) = e^{-\left[1 - k\left(\frac{x-u}{\alpha}\right)^{\frac{1}{k}}\right]^k}$$

dove i parametri k , u , α sono stati calcolati con il metodo dei momenti pesati secondo l'approccio regionale proposto da Hosking et al (1985).

Da cui il calcolo del tempo di ritorno di una precipitazione di assegnata durata Pa si ottiene dalla seguente espressione:

$$Tr = \frac{1}{1 - e^{-\left[1 - \frac{Pa}{Pm} \frac{u}{\alpha}\right]^{\frac{1}{k}}}}$$

dove Pm è la precipitazione media di quel sito di pari durata.

Il problema del calcolo di Pm in corrispondenza dei siti in cui non si dispone di una serie storica di dati, è stato affrontato utilizzando una tecnica di estrapolazione spaziale a partire dai dati puntuali.

In sostanza, per ogni durata di pioggia, è stata costruita una griglia regolare con maglia di 5 km su tutto il Piemonte, tramite una funzione multiquadratica vincolata ai Pm calcolati in corrispondenza delle stazioni di cui si disponeva della relativa serie storica.

I Pm di durata 6,12 e 24 ore sono stati calcolati utilizzando i dati di oltre 800 siti in quanto sono state utilizzate, oltre alle stazioni pluviografiche, anche quelle che registrano solo i totali giornalieri (pluviometro totalizzatore).

La relazione tra massimi orari e massimi giornalieri è stata effettuata visto l'alto coefficiente di correlazione tra i dati orari e giornalieri fra tutte le stazioni pluviografiche all'interno di ogni "regione" pluviometrica (limitatamente alle durate superiori alle 6 ore).

Analisi regionale

Nella Fig. 35 sono riportate le isolinee di uguale tempo di ritorno calcolate con l'approccio "regionale" sopra descritto, utilizzando i dati di pioggia delle stazioni pluviografiche della Regione Piemonte.

La figura evidenzia tempi di ritorno superiori ai 10 anni su un'ampia area che si sviluppa attorno ad un asse nord-sud e su una zona, peraltro più raccolta, ad ovest di Torino.

All'interno di questa fascia emergono con significatività le regioni maggiormente colpite da precipitazioni con tempi di ritorno superiori ai 100 anni. Si tratta dei bacini dell'alto Tanaro, del Belbo e del Bobore (affluenti del Tanaro), del Banna e del Sangone (affluenti del Po), del Chiusella (affluente della Dora Baltea).

In misura minore, sono stati coinvolti da precipitazioni intense i bacini del Cervo (affluente del Sesia), dell'Orco, dello Stura di Lanzo, del Chisone (affluente del Po) e del Bormida.

I risultati esposti mettono in evidenza che l'eccezionalità delle precipitazioni del novembre 1994 va ricercata nella combinazione tra intensità ed estensione areale delle piogge. L'evento è stato particolarmente gravoso in relazione alle durate di 12 e 24 ore.

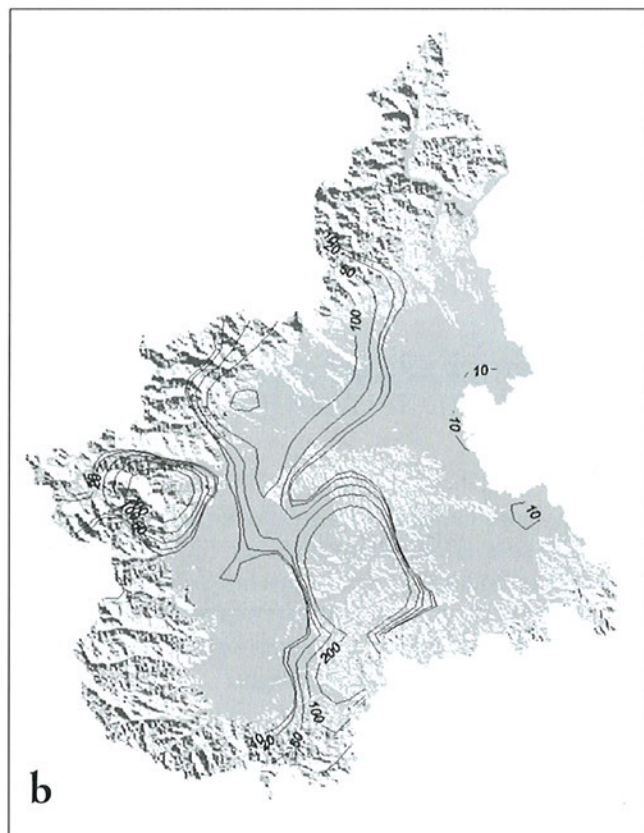
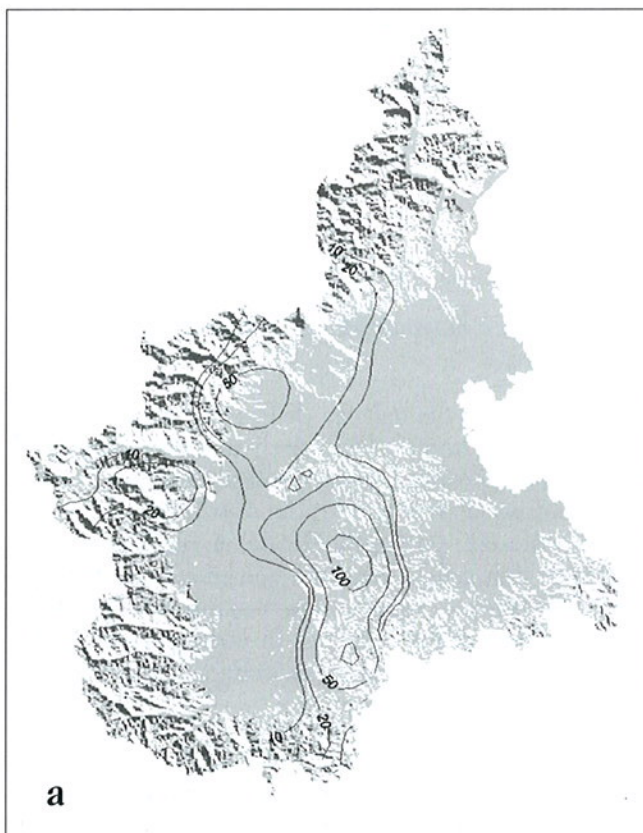
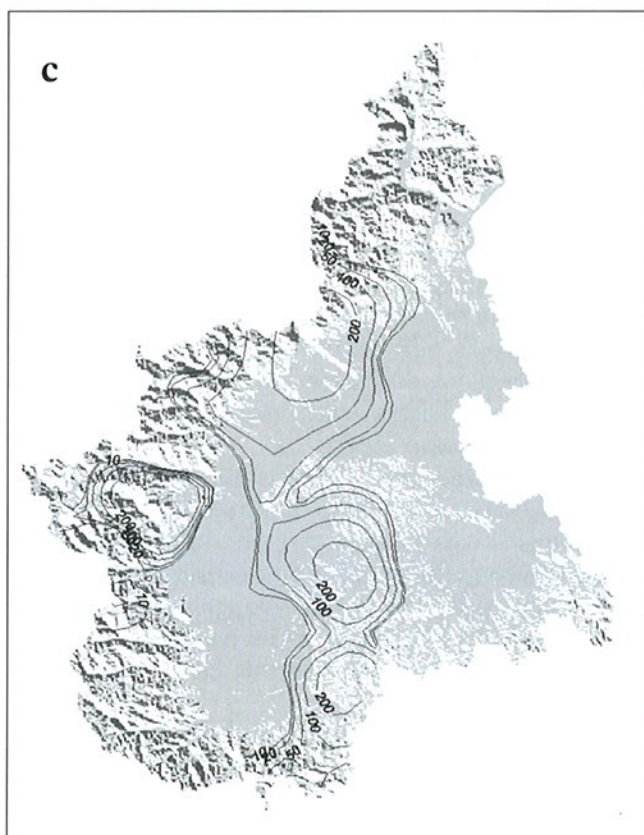


Fig. 35. *Tempi di ritorno delle precipitazioni di massima intensità durante l'evento del novembre 1994:*

- a) *precipitazioni di durata 6 ore;*
- b) *precipitazioni di durata 12 ore;*
- c) *precipitazioni di durata 24 ore.*



1.5. RILIEVI IDROMETRICI RELATIVI ALL'EVENTO DI PIENA

Situazione idrologica nel periodo precedente l'evento

Il verificarsi di frequenti episodi di precipitazione di entità significativa nella seconda metà del mese di ottobre '94 ha provocato nei bacini piemontesi un elevato grado di saturazione, facendo sì che gli afflussi intensi verificatisi a partire dal 4-11-94 assumessero immediatamente il carattere di pioggia efficace per la generazione di deflussi superficiali in grado di impegnare severamente il reticolo idrografico.

La Tab. 6 riporta i valori di portata del 3-11-94 relativi ad alcune stazioni idrometriche rappresentative della rete idrografica, confrontati con i corrispondenti valori di portata media annuale; si osserva che immediatamente prima dell'evento la rete idrografica, già impegnata nell'ultima decade di ottobre dal deflusso di onde di piena secondarie, smaltiva portate dell'ordine delle medie annuali.

Dinamica dell'evento di piena

L'intensità e soprattutto la persistenza e l'ampia distribuzione spaziale delle precipitazioni hanno comportato sull'intero reticolo idrografico piemontese condizioni di piena di rilevante gravosità, che hanno raggiunto carattere di eccezionalità nel bacino del Tanaro e sull'asta del Po a valle di questo affluente.

Vengono sotto evidenziati i dati di maggior interesse acquisiti dalla strumentazione idrometrica, con riferimento alla Fig. 36 che evidenzia lo sviluppo della rete idrografica e l'ubicazione delle stazioni di misura.

Per tale analisi sono stati cortesemente concessi, in aggiunta ai dati del Sistema regionale di monitoraggio meteoidrometrico e della qualità delle acque, i dati rilevati dalle stazioni idrometriche del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale.

Bacini del settore meridionale

L'estrema gravosità della piena che ha interessato il bacino del Tanaro in conseguenza della 2ª fase del-

le precipitazioni (verificatesi nella giornata del 5 novembre) ha provocato la distruzione o l'avaria della maggior parte delle (già insufficienti) stazioni idrometriche attive alla data dell'evento.

A *Farigliano* ($S = 1522 \text{ km}^2$), la stazione di misura del Servizio Idrografico funzionante da diversi decenni è stata completamente asportata quanto il livello idrometrico ha raggiunto il valore di 5,80 m, in una fase di rapidissima crescita (40 cm/ora) dell'onda di piena, verso le ore 13 del 5/11.

Rilievi topografici e verifiche idrauliche svolti successivamente all'evento hanno consentito di ricostruire un livello al colmo, raggiunto verso le 23 del 5 novembre, pari a circa 9 m (di circa 3 m superiore al massimo storico precedente) e una portata di picco dell'ordine di $3400 \text{ m}^3/\text{s}$.

Le stime suddette confermano l'eccezionale intensità dell'evento di piena che ha colpito l'alta valle del Tanaro, a cui non ha fatto riscontro una analoga gravosità nell'adiacente bacino della Stura di Demonte: nella stazione di *Gaiola* ($S = 562 \text{ km}^2$) è stato osservato un colmo dell'ordine di 1,55 m (corrispondenti alla portata di circa $100 \text{ m}^3/\text{s}$), verso le 21 del 5-11-94 (v. Fig. 37a).

I forti contributi del Gesso hanno comunque determinato un deflusso al colmo della Stura di Demonte alla confluenza con il Tanaro stimabile nell'ordine di $900 \text{ m}^3/\text{s}$.

La corrispondente onda di piena ha raggiunto la confluenza con qualche ora di anticipo rispetto all'onda (ben più gravosa) in arrivo dall'asta montana del Tanaro.

La stazione idrometrica di *Alba* ($S = 3415 \text{ km}^2$) ha registrato il livello al colmo di 6,74 m verso le ore 4 del 6-11 (v. Fig. 37b), al quale può essere fatto corrispondere un valore di portata dell'ordine di $4.200 \text{ m}^3/\text{s}$.

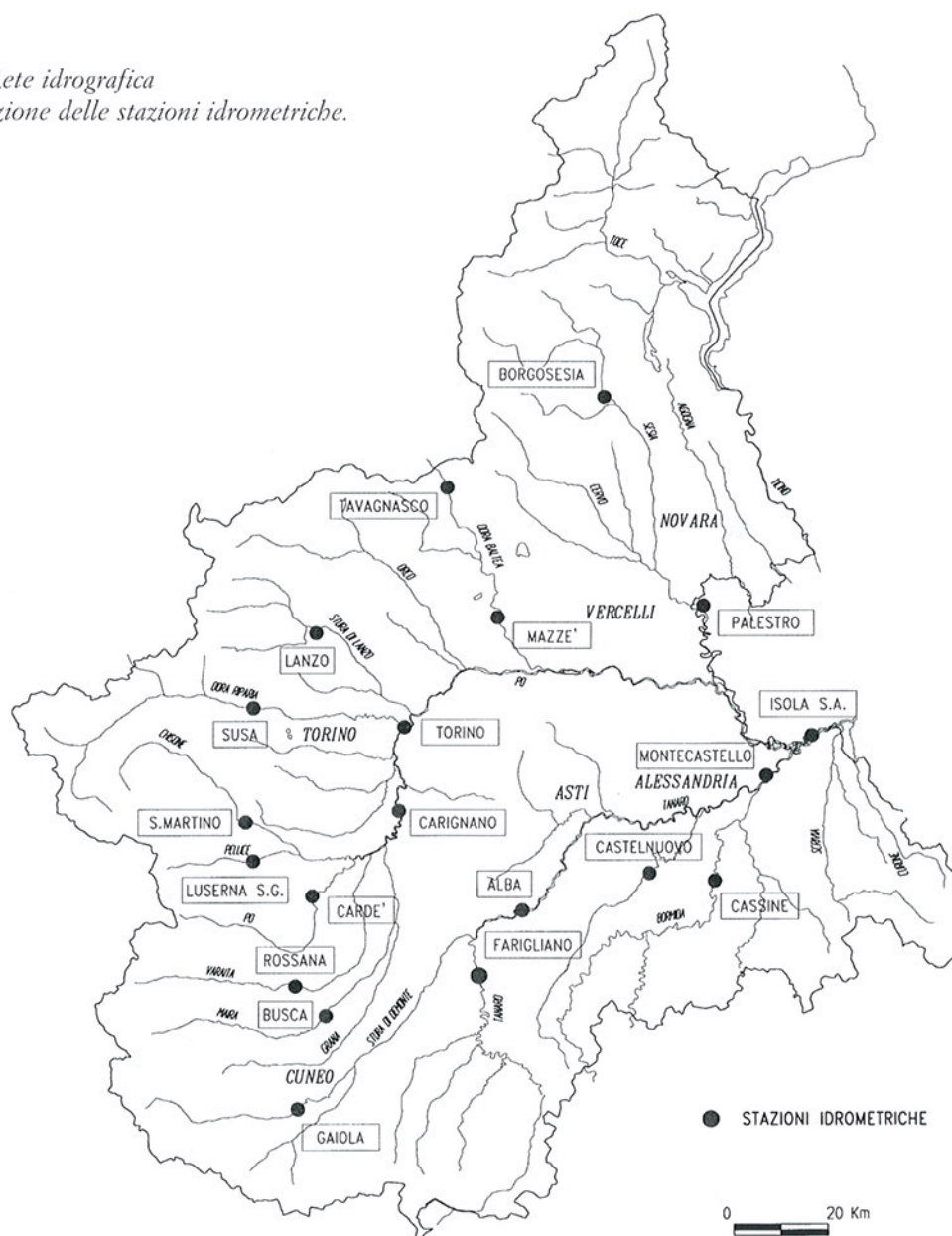
La traslazione dell'idrogramma di piena lungo l'asta del Tanaro è proseguita, con effetti di esondazione-laminazione di eccezionale rilevanza, fino alle prime ore del 7-11.

In corrispondenza della stazione di *Montecastello* ($S = 7985 \text{ km}^2$), immediatamente a monte della con-

Tab. 6. Caratteristiche idrologiche di alcune stazioni significative.

Stazione	Sup. bacino (km^2)	Portata 3-11-94 (m^3/s)	Portata media annua (m^3/s)
Po a Cardè	510	10	11
Po a Carignano	3804	85	71
Po a Torino	5210	90	95
Chisone a S. Martino	581	9	15
Dora Riparia a Susa	628	19	11
Stura di L. a Lanzo	582	30	20
Dora Baltea a Mazzè	3837	58	96
Sesia a Borgosesia	695	80	33
Stura di Demonte a Gaiola	562	20	18
Tanaro ad Alba	3415	80	71

Fig. 36. Rete idrografica
con ubicazione delle stazioni idrometriche.



fluenza nel Po, è stato stimato in base a rilievi eseguiti dopo la piena (la strumentazione idrometrica era in avaria) un livello al colmo di 8.48 m, corrispondente alla portata di circa 4.400 m³/s (valutata mediante applicazioni di modellistica idraulica).

Sui bacini affluenti del Bormida e del Belbo sono state messe fuori servizio le stazioni di Cassine e Castelnovo.

I rilievi eseguiti sulle tracce di piena hanno evidenziato livelli al colmo eccezionalmente elevati in entrambe le stazioni (4.7 m sul Bormida a Cassine, 7.8 m sul Belbo a Castelnovo), a conferma dell'estrema intensità con la quale l'evento di piena ha colpito vasti settori della rete idrografica del bacino.

Bacini del settore occidentale

In questo settore l'evento ha presentato intensità sensibilmente inferiore a quanto osservato sul bacino

del Tanaro e nel corso di altre piene recenti (evento del settembre 1993).

L'Alto Po è stato interessato dalla rapida successione di due onde di piena di media entità, conseguenti alle precipitazioni della 3^a fase evolutiva dell'evento (pomeriggio del 5-11-94).

La stazione idrometrica sul Po a Cardè (S = 510 km²) ha registrato un primo colmo verso la mezzanotte del 5 novembre (v. Fig. 37c) e un secondo colmo, più elevato, verso le ore 18 del 6 novembre.

Le portate corrispondenti non raggiungono i 350 m³/s.

Anche sul Pellice è stato rilevato, in corrispondenza della stazione di Luserna S. Giovanni (S = 216 km²) un doppio colmo di piena (v. Fig. 37d), che non ha raggiunto carattere di eccezionalità.

Gli idrogrammi registrati nelle stazioni del Chisone a S. Martino (S = 582 km²), della Stura di Lanzo a Lanzo (S = 582 km²) e della Dora Riparia a Susa (S =

Fig. 37a. *Stura di Demonte a Gaiola.*
Idrogrammi dal 4-11-94 al 8-11-94.

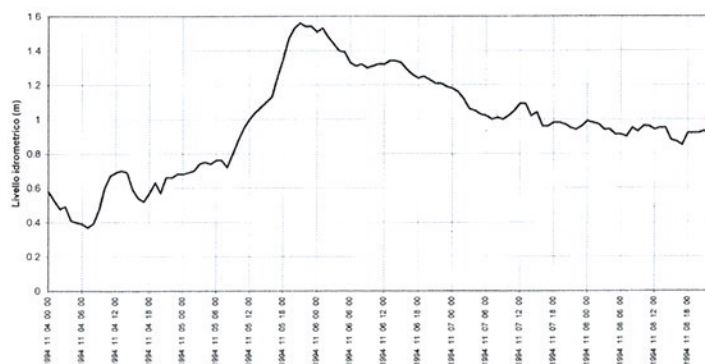


Fig. 37b. *Tanaro ad Alba.*
Idrogrammi dal 4-11-94 al 8-11-94.

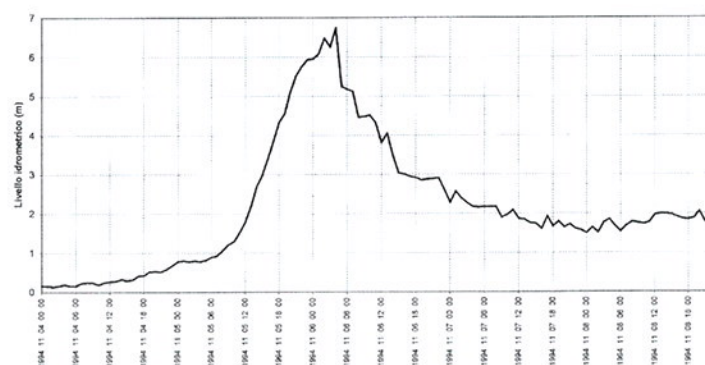


Fig. 37c. *Po a Cardè.*
Idrogrammi dal 4-11-94 al 8-11-94.

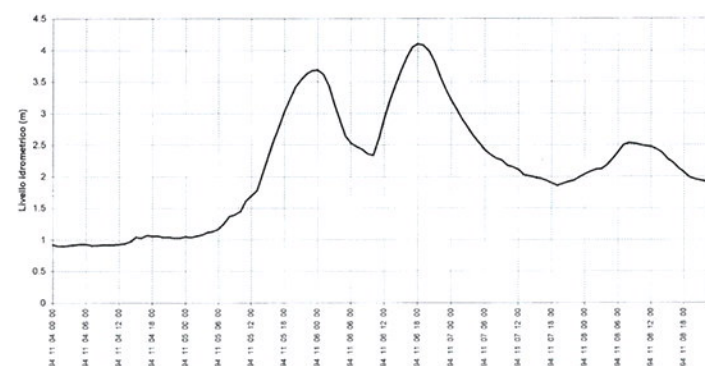


Fig. 37d. *Pellice a Luserna S. Giovanni.*
Idrogrammi dal 4-11-94 al 8-11-94.

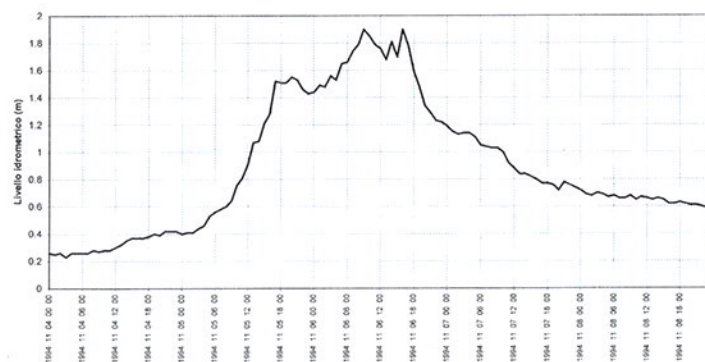
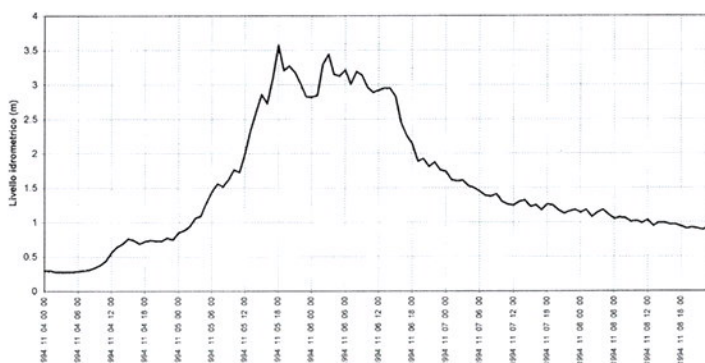


Fig. 37e. *Stura di Lanzo a Lanzo.*
Idrogrammi dal 4-11-94 al 8-11-94.



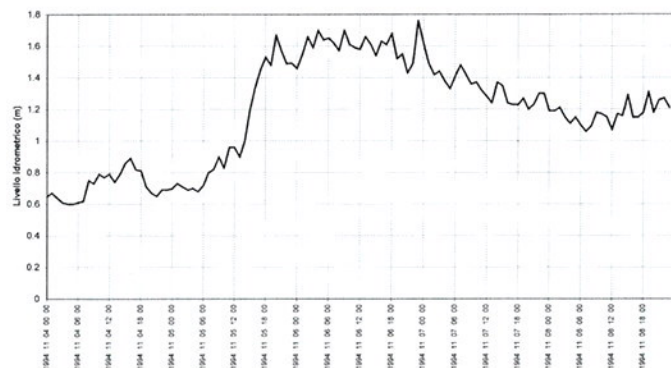


Fig. 37f. *Dora Riparia a Susa.*
Idrogrammi dal 4-11-94 al 8-11-94.

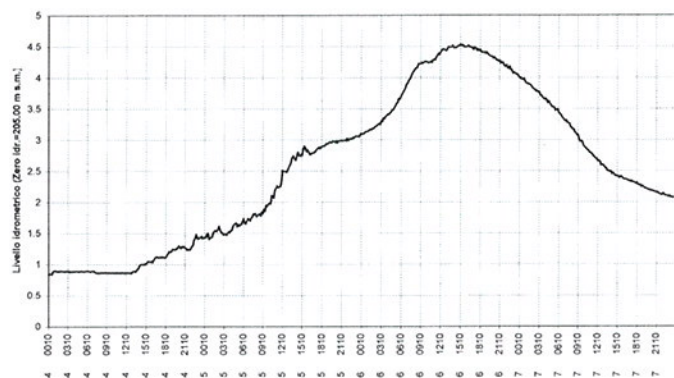


Fig. 37g. *Dora Baltea a Mazzè (Sezione valle 2).*
Idrogrammi dal 4-11-94 al 8-11-94.

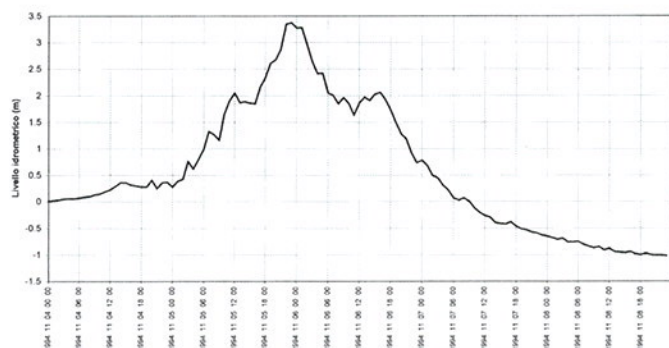


Fig. 37h. *Sesia a Borgosesia.*
Idrogrammi dal 4-11-94 al 8-11-94.

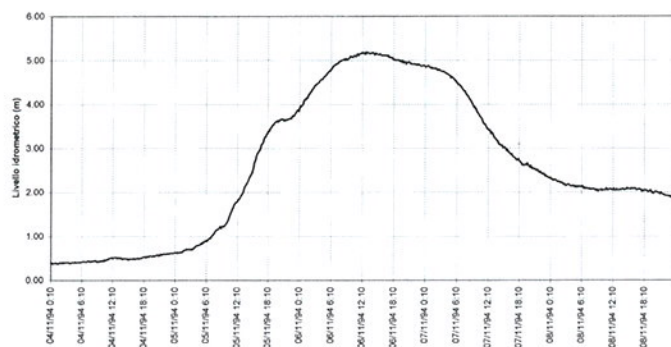


Fig. 37i. *Po a Torino.*
Idrogrammi dal 4-11-94 al 8-11-94.

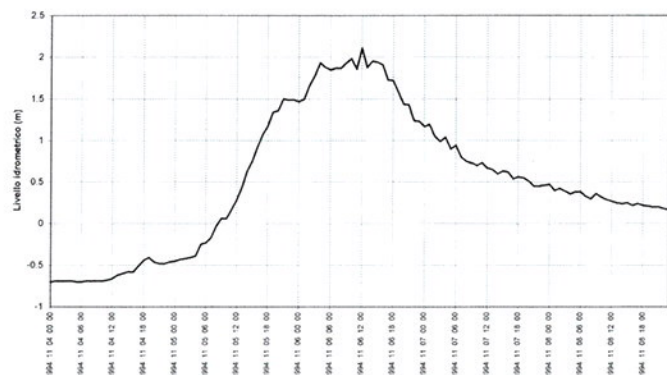


Fig. 37l. *Chisone a San Martino.*
Idrogrammi dal 4-11-94 al 8-11-94.

628 km²) presentano forti analogie (v. Fig. 37e, 37f, 37g) nella fase di rampa (tra le ore 12 e le 18 del 5 novembre), nella fase di colmo prolungato (della durata di circa 24 ore) e nel carattere di media entità dell'evento di piena (portate al colmo di circa 400 m³/s a S. Martino, 800 m³/s a Lanzo e 90 m³/s a Susa).

Comportamento del tutto analogo hanno presentato gli affluenti in destra del Po, per quanto è stato osservato negli idrogrammi registrati dalle stazioni sul *Maira a Busca* e sul *Varaita a Rossana*.

Bacini del settore settentrionale

La piena del novembre '94 ha provocato nel tratto piemontese della *Dora Baltea* un'onda di entità sostanzialmente analoga a quella del precedente gravosissimo evento del settembre '93, pur essendo generata da una dinamica dei fenomeni completamente diversa.

La piena del settembre '93 ebbe origine da forti precipitazioni localizzate soprattutto sulla Valle d'Aosta, dove si verificò un evento di carattere eccezionale, che fu smorzato all'inizio del tratto piemontese dall'effetto modulatore della stretta di Ivrea e dalle consistenti esondazioni provocate in questo nodo idraulico.

Nel novembre '94 la piena registrata in Valle d'Aosta è stata sensibilmente meno gravosa rispetto all'evento dell'anno precedente: nella stazione di *Tavagnasco* ($S = 3313$ km²) il livello al colmo nel '94 è stato inferiore di almeno 1 m al colmo del '93, con una riduzione della portata di picco da circa 2000 m³/s nel '93 a circa 1200 m³/s nel '94.

È risultato invece più importante il contributo della porzione piemontese del bacino (torrente Chiusella) che, unito alla minore modulazione dei deflussi provenienti dalla Valle d'Aosta, ha comportato un'onda di piena estremamente gravosa e, come già osservato, del tutto confrontabile con quella prodotta dall'evento eccezionale del 1993.

Nella stazione idrometrica di *Mazzè* ($S = 3837$ km²) è stato registrato un livello al colmo di 4.5 m (v. Fig. 37h), a cui corrisponde la portata di circa 2200 m³/s.

Nel bacino del *Sesia* è stato osservato un evento di media entità, come evidenzia l'idrogramma registrato nella stazione di *Borgosesia* ($S = 695$ km²), che presenta una rampa conseguente alla 3^a fase di precipitazione, tra le ore 17 e le 23 del 5-11, con livello al colmo di 3.37 m, a cui corrisponde una portata dell'ordine di 1800 m³/s (v. Fig. 37i).

L'onda di piena è defluita a *Palestro*, a valle di Vercelli, con un colmo di 5.65 m (corrispondenti e di circa 3.200 m³/s) alle ore 7 del 6-11, dopo aver ricevuto rilevanti apporti dal Cervo (superiori a 1000 m³/s).

Asta del Po

L'apporto dei bacini del settore occidentale ha prodotto un'onda di piena a *Torino* ($S = 5210$ km²) con colmo prolungato tra le ore 6 e le 18 del 6-11, con

valori di picco di 5.20 m e di circa 1800 m³/s (v. Fig. 37i).

A valle di Torino l'onda di piena ha ricevuto i contributi degli affluenti, tra cui sono stati determinanti quelli della *Dora Baltea* e soprattutto del *Tanaro*, che hanno provocato nel tratto in uscita dal territorio regionale condizioni di deflusso eccezionali, confrontabili o superiori a quelle dello storico evento del 1951.

In corrispondenza della stazione di *Isola S. Antonio* ($S = 25.313$ km²), a valle della confluenza con il *Tanaro*, all'epoca della piena non era attiva l'attuale strumentazione di registrazione. Rilievi successivi hanno consentito di ricostruire un livello al colmo dell'ordine di 12 m, a cui può corrispondere una portata dell'ordine di 10÷11.000 m³/s.

Nella stazione di *ponte Becca*, che comprende i contributi di tutti gli affluenti piemontesi compreso il *Ticino*, è stata valutata una portata al colmo di 11.500 m³/s, defluita il 7 novembre.

Riferimenti statistici e confronto con eventi precedenti

Bacini del settore meridionale

Come già evidenziato, la piena verificatasi lungo l'asta del *Tanaro* costituisce il massimo evento storico osservato, ampiamente superiore all'evento del novembre 1951, che fece registrare portate al colmo dell'ordine di 1500 m³/s a Farigliano e di 3500 m³/s a Montecastello.

Il tempo di ritorno delle portate valutate per l'evento del 1994, stimato in base a elaborazioni statistiche e di modellistica idrologico-idraulica (pur con gli elementi di indeterminazione connessi con l'applicazione delle procedure di analisi e eventi di questa scala), è superiore a 200 anni nella maggior parte delle sezioni analizzate (con esclusione dei settori occidentali corrispondenti al bacino della *Stura di Demonte*).

Bacini del settore occidentale

Le portate al colmo rilevate in questo settore della rete idrografica piemontese, sono riferibili a un tempo di ritorno dell'ordine di 20 anni.

In questo settore possono essere eseguiti confronti con i seguenti eventi storici:

– giugno 1957, che ha presentato caratteri di maggior gravosità soprattutto sulla *Dora Riparia* (massimo storico a Torino con la portata al colmo di 502 m³/s) contro il valore stimabile per la piena del 1994 di 450 m³/s, sul *Maira* e sul *Varaita*;

– maggio 1997, che ha colpito particolarmente il *Pellice* e il *Chisone*, con portate al colmo superiori a quelle del 1994 in entrambi i bacini;

– settembre 1993, estremamente gravoso soprattutto per i bacini dell'*Orco* e della *Stura di Lanzo*, dove sono state rilevate portate più elevate rispetto al 1994: 1.500 m³/s sull'*Orco* a *Spineto* (contro i cir-

ca 400 m³/s stimati per la piena del 1994 mediante misure indirette, non essendo stata riattivata la stazione idrometrica asportata dalla piena del 1993) e 1.200 m³/s sulla Stura di Lanzo a Lanzo, contro circa 800 m³/s valutati per la piena del 1994.

Bacini del settore settentrionale

Si è già osservato come l'evento del 1994 abbia prodotto nel tratto piemontese della Dora Baltea, a valle della confluenza con il Chiusella, effetti paragonabili a quelli del precedente evento del 1993, con portate al colmo estremamente gravose riferibili a un tempo di ritorno dell'ordine di 200 anni.

La piena storica di maggiore gravità dopo i due eventi sopra richiamati si è verificata nell'ottobre 1977, quando è stata rilevata nella stazione di Mazzè una portata al colmo di circa 1700 m³/s.

Sul bacino del Sesia l'evento del 1994 è riferibile, almeno per quanto riguarda la portata al colmo valutata a Borgosesia (S = 695 km²) a un tempo di ritorno dell'ordine di 20 anni.

La piena del 1994 ha presentato carattere di minore gravosità rispetto ai massimi eventi storici rilevati sul bacino (portata al colmo di 3100 m³/s a Borgosesia nel settembre 1948 e di 3900 m³/s a Vercelli nel novembre 1968) ed è sostanzialmente confrontabile con l'evento del settembre 1993 (portata al colmo di 2400 m³/s a Borgosesia e di 3400 m³/s a Vercelli).

Asta del Po

La portata al colmo rilevata a Torino (circa 1800 m³/s) corrispondente a un tempo di ritorno di circa 20 anni ed è confrontabile con il valore stimato per la piena del 1951.

La traslazione-composizione dell'onda di piena verso valle ha comportato un progressivo incremento della gravità dell'evento, fino ai valori eccezionali di livello e portata osservati a valle della confluenza con il Tanaro, ai quali può essere fatto corrispondere un tempo di ritorno dell'ordine di 100 anni.

1.6. PREVISIONE DELL'EVENTO E MONITORAGGIO

I sistemi di controllo e gestione dei rischi idrogeologici prevedono due momenti ben definiti: la previsione meteorologica ed il monitoraggio; inoltre nell'ambito del monitoraggio è necessario poter stabilire un confronto della situazione in atto con situazioni pregresse per prevedere gli effetti indotti dall'evoluzione dei fenomeni meteorologici: tale necessità è stata tra gli obiettivi di base che hanno caratterizzato sin dall'inizio degli anni ottanta, l'attività del Servizio geologico regionale, avviando la realizzazione di una rete di monitoraggio meteoidrometrico in telemisura in tempo reale, e l'allestimento della Sala Situazione Rischi Naturali per la gestione operativa, elaborazio-

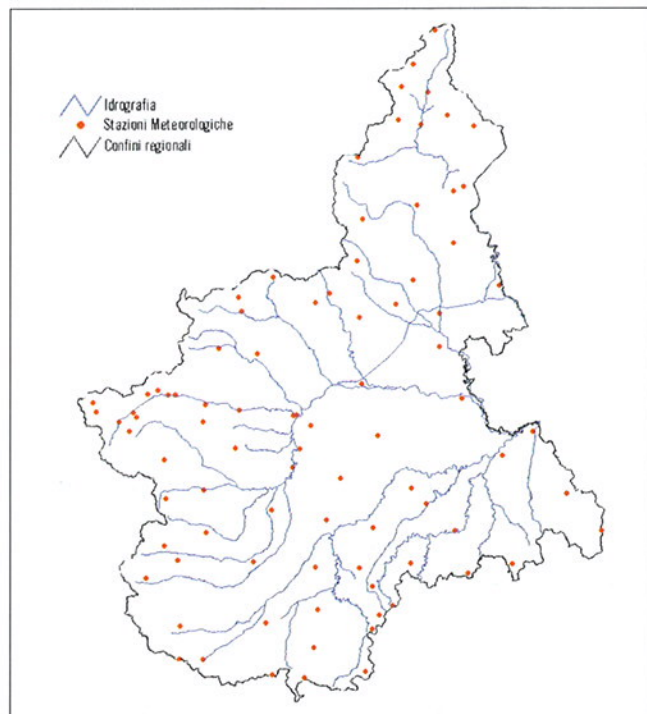


Fig. 38. Stazioni meteorologiche della Regione Piemonte esistenti nel 1994.

ne e distribuzione dei dati, con particolare attenzione all'individuazione di situazioni di criticità.

La Legge Regionale 3 settembre 1986 n. 41 *Disciplina degli interventi regionali in materia di protezione civile* ha inserito tra gli interventi del Piano regionale le funzionalità della Sala Situazione Rischi Naturali, anticipando un ruolo specifico che sarà riconosciuto dalla legge 24 febbraio 1992 n. 225 – istituzione del Servizio nazionale della Protezione civile – che dispone la predisposizione ed attuazione di programmi regionali di previsione e prevenzione, organizzando a tale scopo i propri uffici ed allestendo le strutture necessarie, e prevedendo tra queste la realizzazione e gestione delle reti di monitoraggio e dei modelli previsionali.

In tale direzione l'attività operativa della sala si è avviata con gli eventi alluvionali del 1993, a seguito dei quali si è contestualmente realizzato un importante potenziamento della rete di monitoraggio. Nell'autunno del 1994 la rete era composta da 91 stazioni di rilevamento (fig. 38), mentre, per quanto riguarda il supporto meteorologico, due convenzioni, stipulate con il Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare e con l'ENEL Ricerche permettevano di disporre di una sufficiente base di prodotti di tipo previsionale. In particolare si stava avviando con quest'ultima una fruttuosa collaborazione destinata ad adattare al territorio piemontese i prodotti provenienti dall'ECMWF (Centro Europeo per le Previsioni a Medio Termine) e del proprio modello ad area limitata LAM MEPHISTO. Tale modello nella versione allora operativa suddivideva l'area Piemontese in tre settori (Alpi Cozie e Marittime, Alpi Pennine e Lepontine, Pianura Occidentale) per ognuno dei quali si fornivano le previsioni quantitative di precipitazione per

le 72 ore successive suddivise in intervalli di 12 ore.

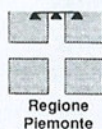
La previsione emessa il giorno 2 novembre indicava già, per la zona delle Alpi Cozie e Marittime, la persistenza di precipitazioni «forti» (comprese tra 10 e 50 mm in 12 ore) per tutto il periodo successivo a partire dalle ore 00 del 3; tale previsione veniva ulteriormente aggravata dall'aggiornamento del giorno successivo (3 novembre), nel quale si prospettavano due situazioni di precipitazioni «eccezionali» (oltre 50 mm in 12 ore) tra le 12.00 del 5 e le 12.00 del 6. Negli stessi giorni le previsioni del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica prevedevano «*nuvolosità in intensificazione con locali precipitazioni per venerdì 4 e nuvoloso con precipitazioni sparse, isolatamente a carattere temporalesco*» (Bollettino del Servizio Meteorologico del 2 novembre); «*da molto nuvoloso a coperto, con precipitazioni diffuse sulle Alpi centro occidentali*» per sabato 5 ed «*intensificazione della nuvolosità con precipitazioni anche di forte intensità*» per domenica 6 (Bollettino di previsioni a medio termine del 3 novembre).

Su tali basi il Bollettino ordinario emesso dalla Sala Situazione Rischi Naturali il 3 novembre, prevedeva per tutto il periodo di validità (dal 4 al 6 novembre)

precipitazioni generalmente di forte intensità sui settori alpini e segnalava in particolare come «*su quelli centro meridionali le precipitazioni potranno essere di eccezionale intensità*». Tale situazione induceva i responsabili del Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico e della Sala Situazione Rischi Naturali a diffondere alle strutture esecutive e tecniche dell'Amministrazione regionale un bollettino meteorologico straordinario, che riprendendo i contenuti previsionali forniva indicazioni sulla possibilità di «*dissesti di carattere idrogeologico sull'Appennino ligure-piemontese, e sul settore alpino dalla Valle Tanaro alle Valli di Lanzo che potranno richiedere uno stato di allertamento degli Enti e delle Amministrazioni preposte a funzioni di protezione civile*» (Fig. 39). Tale situazione è stata successivamente confermata e meglio precisata nell'aggiornamento del 4 novembre.

A partire da tale data, in cui si segnalavano le prime precipitazioni, l'intera evoluzione del fenomeno è stata seguita in tempo reale presso la Sala Situazione Rischi Naturali, mantenendo il presidio con copertura h 24 sino al lunedì 7 novembre, diffondendo periodici bollettini di aggiornamento della situazione meteo-

**ASSESSORATO DIFESA DEL SUOLO
SETTORE PREVENZIONE DEL RISCHIO GEOLOGICO
METEOROLOGICO E SISMICO
RETE METEORIDROGRAFICA**



Al Presidente della Giunta Regionale

All'Assessore al Turismo, Sport,
Tempo Libero e Tutela del Suolo

Al Settore Gabinetto
della Presidenza

Al Servizio Protezione Civile

Al Settore OO.PP.
e Difesa del Suolo

RISPETTIVE SEDI

BOLLETTINO METEOROLOGICO STRAORDINARIO DEL 03/11/94 ore 16,30

Sulla base delle informazioni meteorologiche acquisite presso la Sala Situazione Rischi Naturali del Settore Prevenzione del Rischio Geologico si prevede per il fine settimana una progressiva diminuzione della pressione, mentre un flusso di correnti Sud-occidentali di aria umida ed instabile di origine africana interesserà la nostra regione.

Le precipitazioni, inizialmente diffuse e a carattere temporalesco, si intensificheranno progressivamente nella giornata di sabato, fino a raggiungere, tra le giornate di sabato e di domenica, intensità tali da provocare possibili dissesti di carattere idrogeologico sui settori alpini centro-meridionali della regione, in particolare sull'Appennino ligure-piemontese e dalla Valle Tanaro in provincia di Cuneo fino alle Valli di Lanzo in provincia di Torino; le precipitazioni sono previste a carattere nevoso oltre i 2400-2700 m.

La particolare situazione meteorologica potrà richiedere uno stato di allertamento degli Enti e delle Amministrazioni preposte a funzioni di protezione civile.

Un aggiornamento della situazione sarà fornito nella giornata di domani, venerdì 4 novembre.

BOLLETTINO METEOROLOGICO

Diffusione: segreteria telefonica 011-318.55.55 (Torino) 0324-48.12.01 (Novara) 0163-27.027 (Vercelli)
0171-66.323 (Cuneo)
teletext: sulle emittenti piemontesi Quartarete, Telecupole, Telestudio, Rete 7 Piemonte, Tele VCO

Fig. 39. Bollettino meteorologico straordinario emesso dalla Sala Situazione Rischi Naturali il 3 novembre.

rologica e idropluviometrica dell'evento durante le giornate del 5, del 6 e del 7 e proseguendo con attività straordinaria durante i giorni successivi allo scopo di assistere con il supporto previsionale le attività dell'Unità di Crisi Regionale, costituita con ordine di Servizio del Presidente della Giunta Regionale per le fasi di soccorso e di avviamento della ricostruzione.

Durante i procedimenti giudiziari celebratisi nel periodo susseguente all'alluvione si è molto indagato e dibattuto sulle modalità di previsione e sul funzionamento del sistema di allertamento e di comunicazione. Le conclusioni rivelano una sostanziale esattezza sulla previsione dell'evento, mentre sono apparse evidenti le limitatezze del sistema di allertamento, sia dal punto di vista istituzionale, sia soprattutto dei sistemi di comunicazioni e dei collegamenti.

La previsione infatti è risultata precisa, annunciata con congruo anticipo e stabile man mano che ci si avvicinava all'evento; l'entità della precipitazione nell'area colpita ha corrisposto alla previsione di eccezionalità; alla previsione del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica è riconosciuta una buona stima se non dell'intensità, almeno della durata, fattore di estrema importanza per il conseguimento degli elevati livelli cumulati, intensità invece prevista nella sua «*eccezionalità*» dal bollettino della Regione Piemonte.

Il rilievo principale a proposito dei messaggi previsionali emessi ha sottolineato la difficoltà rappresentata dalla trasposizione in un testo in chiaro di avviso, di una previsione numerica quantitativa, con le conseguenti differenti possibilità di interpretazione e attivazione delle conseguenti azioni di salvaguardia.

Se la previsione meteorologica sostanzialmente ha funzionato, ad evento iniziato una previsione più sicura del suo svolgimento sarebbe stata possibile sulla base delle indicazioni idrografiche, ma nella realtà dei fatti tale azione non si è realizzata, sostanzialmente per la carenza di strumentazioni adeguate e dei conseguenti ruoli operativi.

Ad una suddivisione proposta su basi scientifiche dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche del C.N.R. dei bacini in base alla loro dimensione, per un bacino quale il Tanaro, classificato come bacino medio-grande (esteso da qualche centinaio a qualche migliaio di km², generalmente classificato) si associano le basi di riconoscimento e preannuncio di situazioni di emergenza, derivate dall'impiego combinato di precursori meteorologici associati a precursori di monitoraggio pluviometrico ed idrometrico, nonché gli ambiti di intervento e gestione delle fasi di emergenza.

Lungo il corso del Tanaro era presente il solo idrometro di Farigliano, subito asportato dall'onda di piena e la stazione di misura regionale per il controllo della qualità delle acque di Alba, collegata in telemisura tramite linea telefonica, di recente installazione su di una sezione ancora priva di una collaudata scala di deflusso.

Alla Sala Situazioni pervenivano solamente in tem-

po reale le indicazioni relative alle misure delle precipitazioni rilevate dalla Rete Regionale, mentre le indicazioni sui deflussi erano fornite solamente tramite gli aggiornamenti periodici elaborati da Risorse Idriche S.p.A. nell'ambito della gestione della rete regionale idrometrica e della qualità delle acque. Analoga era la situazione sugli altri corsi d'acqua interessati dall'evento, in particolare del Torinese (t. Banna, t. Sangone). La Sala era a sua volta collegata stabilmente solo con le strutture tecniche e di protezione civile regionali. Collegamenti di emergenza sono stati attivati con gli organismi nazionali (Servizi Tecnici Nazionali, Protezione Civile, Magistrato per il Po) e locali (Prefetture, C.O.M.), spesso resi discontinui e precari per il collasso delle linee telefoniche.

La triste esperienza dell'alluvione è stata il punto di partenza per l'organizzazione del sistema regionale di allertamento: la rete meteopluviometrica è stata potenziata, con criteri di regionalizzazione e di controllo puntuale di situazioni di rischio; così la rete idrometrica, tramite l'installazione di nuovi sensori o il collegamento in teletrasmissione di quelli esistenti.

La Sala Situazione Rischi Naturali è diventata il punto di riferimento per le strutture regionali, secondo quanto stabilito dal Disciplinare Interno relativo alle procedure operative da attivarsi dai settori regionali durante l'emergenza, approvato dall'Unità di Crisi regionale. Essa è il punto cui fanno capo i terminali dei sistemi di monitoraggio nazionali della rete del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale, cui la Rete regionale fornisce il contributo informativo territoriale prevalente per il sistema informativo nazionale, secondo quanto stabilito da un apposito protocollo d'intesa stipulato il 24-4-1996) e del Dipartimento per la Protezione Civile, ed è il riferimento per previsione meteorologica e monitoraggio previsto dalla Direttiva del Dipartimento per la Protezione Civile relativa alle procedure di intervento in caso di emergenza per protezione civile del Dicembre 1995.

Un particolare impulso è giunto dalle collettività locali che hanno colto il proprio ruolo primario per la gestione territoriale delle emergenze, basato sulla pronta disponibilità dei dati di monitoraggio in una visione integrata a livello di bacino, garantita dal collegamento con il centro regionale di coordinamento, elaborazione e diffusione delle informazioni.

La Rete Meteoidrografica è così cresciuta in modo integrato con il concorso delle collettività locali: la Comunità Montana Alta Valle Tanaro, la Comunità Montana Valli Monregalesi, le Città di Mondovì, Alba, Bra, Asti, Alessandria, l'Autostrada Torino-Savona, il Consorzio dei Comuni del Belbo, hanno contribuito ciascuno sul territorio di rispettiva competenza, alla crescita del sistema, creando i propri centri locali di monitoraggio integrati per un riferimento operativo in tempo reale per la gestione delle situazioni di emergenza, in grado di operare con autonomia le azioni di assistenza alle locali forze di protezione civile e di programmare con l'assistenza regionale le azioni di prevenzione loro assegnate.

Il bacino del Tanaro è oggi un modello unico ed

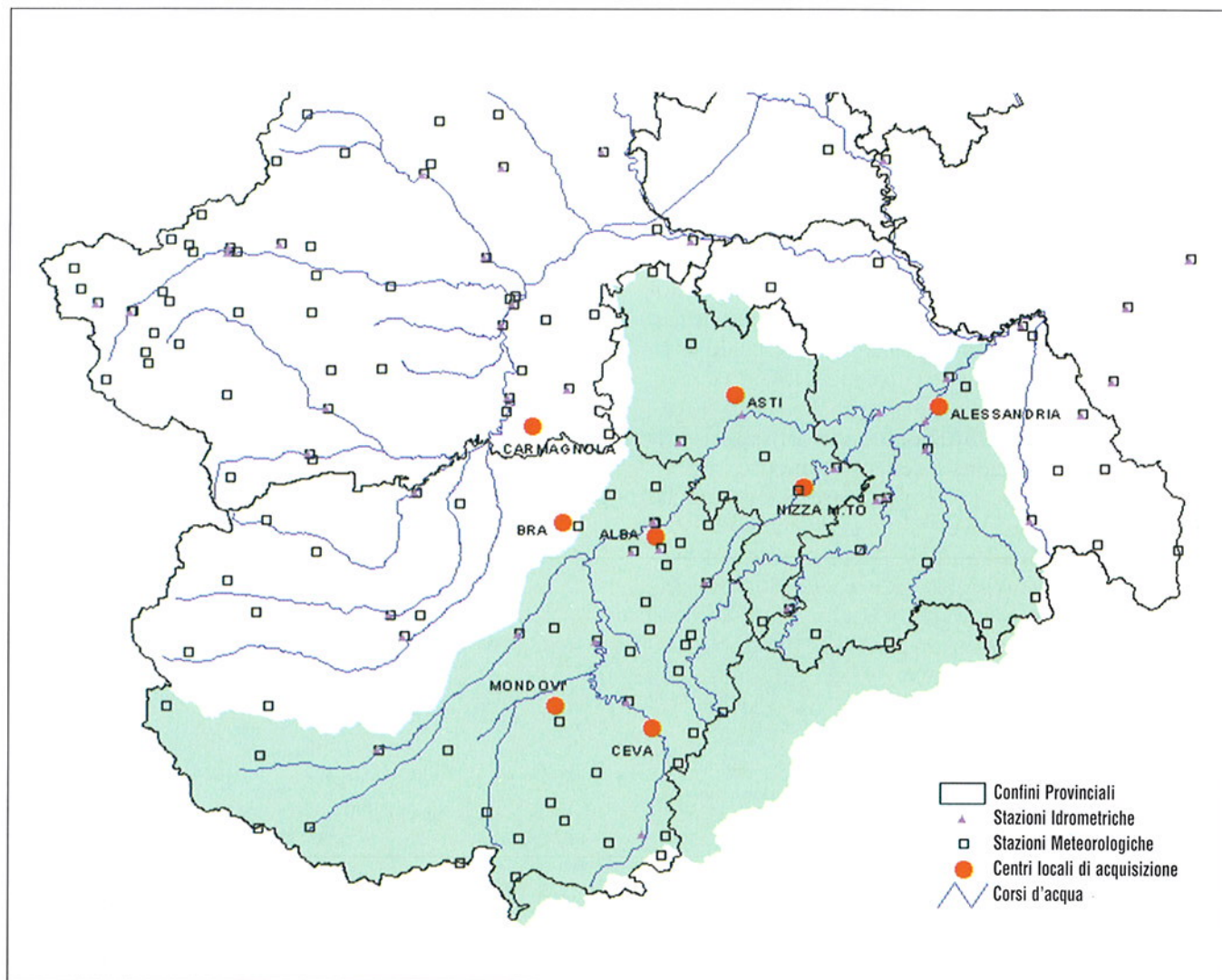


Fig. 40. La rete di monitoraggio del Tanaro nel 1998.

all'avanguardia, da portare ad esempio sia organizzativo che metodologico. Al suo interno si contano 52 stazioni meteorologiche, di varia configurazione, dalle semplici stazioni termopluviometriche alle stazioni di rilevamento complete installate secondo le norme OMM alle stazioni nivometriche di alta quota, 18 stazioni idrometriche (lungo l'asta principale e sui suoi affluenti più estesi Stura di Demonte, Borbore, Belbo, Bormida o più problematici per situazioni locali, Talloria, Cherasca), afferenti ad 8 centri locali di monitoraggio (Fig. 40).

Il sistema regionale di allertamento, copre con cadenza quotidiana le esigenze di previsione meteorologica interpretata in chiave idrogeologica di indicazione degli effetti attesi sul territorio sulla base delle specifiche caratteristiche locali di vulnerabilità, mentre la Sala Situazione Rischi Naturali è organizzata per assicurare H 24 il supporto di alimentazione ed aggiornamento dei dati, coordinandone la diffusione e l'interpretazione da parte dei centri locali ed assicurando i collegamenti con le strutture interregionali operanti a livello di bacino padano e nazionali.

L'obiettivo è quello di fornire, tramite la cono-

scenza dei fenomeni e la diffusione della stessa, un contributo decisivo alle azioni di prevenzione dei danni in particolare riferiti alla salvaguardia della vita e delle attività umane.

Riferimenti bibliografici

BOSSOLASCO M., DAGNINO I., FLOCCHI G., 1970: *Analisi delle condizioni meteorologiche responsabili della alluvione del 1-3 novembre 1968 sul Piemonte*, in "Geografia e Meteorologia - Bollettino della Società Italiana di Geografia e Meteorologia", Volume XIX, n. 1-2, pp. 25-33.

BRATH A., ROSSO R., 1995: *La valutazione delle piene nel bacino padano nella Liguria tirrenica*, in: *Valutazione delle Piene*, CNR-GNDICI, Roma

GIUFFRIDA G., 1971: *L'evento alluvionale del 2-3 novembre 1968 in Piemonte*, in "Annali Idrologici - Parte seconda", Ministero dei Lavori Pubblici, Roma.

HOSKING J.R.M., WALLIS J.R., 1985: *The effect of inter-site dependence on regional flood frequency analysis*, EOS, 66(46), p. 906.

Il quadro a scala provinciale dei processi d'instabilità geologica e degli effetti associati

INTRODUZIONE

Le precipitazioni che hanno interessato il territorio piemontese nei giorni dal 2 al 6 novembre 1994 hanno prefigurato un così grave quadro di processi di instabilità geologica da classificare l'evento alluvionale, nel suo insieme, come uno dei più gravi storicamente segnalati.

La perturbazione, come già analizzato nel capitolo precedente, ha stazionato sullo spartiacque ligure piemontese per poi spostarsi verso Nord cosicché le precipitazioni hanno interessato via via un numero crescente di bacini collinari e montani e di aree di pianura, fino a coinvolgere, con dissesti e danni anche gravissimi, una superficie pari a oltre il 60% dell'intero territorio regionale.

Una primissima stima, redatta ancora nella fase di emergenza durante la quale le attività di pronto intervento nei territori colpiti coesistevano con le elaborazioni dei dati conoscitivi, indicava in oltre 750, su un totale regionale di 1209, i comuni danneggiati, dei quali circa 190 già potevano essere classificati come gravemente colpiti.

Attraverso il flusso dei dati, giornalmente inviati alla sede della Direzione già fin dai giorni immediatamente successivi all'evento alluvionale, nello spazio di due settimane è stato possibile tratteggiare una prima sintesi dell'accaduto a scala regionale.

Una seppur schematica classificazione ha permesso di valutare, con intensità diverse, i gradi di coinvolgimento di ogni territorio comunale, distinguendo altresì i principali processi attivatisi in quel comune.

Questa attività di elaborazione è concorsa a definire il "Quadro preliminare degli effetti indotti" che, pochi giorni dopo il 22 novembre 1994 (data del primo "Rapporto sull'evento alluvionale", a cura degli allora denominati "Settore per la Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico" e "Settore Opere Pubbliche e Difesa Assetto Idrogeologico"), è diventato il documento propositivo nei riguardi della definizione degli elenchi dei "Comuni dichiarati colpiti a seguito dell'evento alluvionale" ai sensi dei Decreti del Presidente del Consiglio dei Ministri (DD.P.C.M.) del 26-11-1994 e 29-11-1994.

Le tavole di seguito allegate propongono il "Quadro preliminare" dell'evento alluvionale così come realizzato per il Primo Rapporto e, a scala provinciale, il quadro dei vari territori comunali inseriti negli elenchi di cui ai DD.P.C.M. suindicati; a corredo e per

miglior comprensione di quello che è il "retroterra" conoscitivo che sta dietro ad ogni areale identificato, le varie tavole sono corredate da una schematica elencazione dei processi e dei danni documentati.

Può rivelarsi interessante la proposta di una comparazione tra questi documenti e la odierna "Carta di sintesi" contenuta nella *Tavola 1* fuori testo: gli uni contengono tutto quello che poteva essere il bagaglio delle conoscenze del Settore Geologico, a soli 15 giorni dalla fine dell'evento, l'altra, ancora in via di completa definizione, rappresenta il prodotto di un Sistema Informativo contestuale ad una moderna Amministrazione pubblica.

Per quanto attiene alla caratterizzazione dell'evento, dal punto di vista del dissesto le piogge intense e persistenti hanno attivato tutta una serie di processi i più gravi dei quali sono legati, sia per l'ampiezza della superficie colpita sia per l'alto tributo di danni economici e di vittime, a processi lungo le reti idrografiche primaria e secondaria.

A partire dallo spartiacque meridionale passando per le aree collinari delle Langhe e del Monferrato per chiudere nelle valli del Biellese si è verificato infatti quanto segue:

- tutti i tributari hanno dovuto sopportare un volume liquido eccezionale che ha mobilitato notevoli quantità di materiale e provocato pericolose attivazioni di alcuni apparati di conoide
- i fondivalle delle zone prealpine e collinari, laddove ancora alta è l'energia del deflusso e troppo costringenti le opere di contenimento a difesa di aree urbane recenti, sono stati percorsi da correnti con alta capacità erosiva
- i tributari maggiori sono stati percorsi da colmi di piena estesi a gran parte delle fasce fluviali ed alle aree pianeggianti esterne al canale di deflusso, in parte ritenute, erroneamente, insommergibili.

Altro aspetto, meno eclatante dal punto di vista della "visibilità" dei *media*, ma altrettanto catastrofico, è stato quello delle frane che in gran numero hanno impegnato i versanti, in particolare quelli collinari delle Langhe e del Monferrato, a Sud e Nord della valle del fiume Tanaro.

Alcune tipologie in particolare sono state individuate al termine della fase conoscitiva:

- gli scivolamenti planari nelle zone degli affioramenti detritici terziari, con conseguenti gravi danni strutturali alla viabilità e, secondariamente, all'edificato

- le frane per mobilitazione delle coltri detritiche superficiali, che, anche a causa della rapida evoluzione che le caratterizza, hanno comportato notevoli danni alla viabilità e vittime tra le persone.

Nelle ore immediatamente successive all'evento, la situazione di particolare emergenza dovuta all'alto numero di vittime e dispersi, nonché ai gravissimi danni alle infrastrutture sul territorio, ha determinato l'attivazione di un piano di intervento della Protezione Civile. Quest'ultima, di concerto con le Prefetture, ha organizzato e strutturato sul territorio alcuni "Centri Operativi Misti" (C.O.M.), aventi il compito di coordinare tutti gli interventi a sostegno dei comuni colpiti, costituiti da rappresentanti di: Protezione Civile, Prefettura, Vigili del Fuoco, Corpo Forestale, Guardia di Finanza, Esercito, Carabinieri e Soccorso Alpino.

Sin dalle prime ore del mattino del giorno 5 novembre il Settore Prevenzione del Rischio Geologico Meteorologico e Sismico (attualmente denominato Direzione Regionale Servizi Tecnici di Prevenzione) ha coordinato, di concerto con i C.O.M., gli interventi del proprio personale, dei tecnici di altre pubbliche amministrazioni e di professionisti volontari. Oltre al personale del suddetto Settore hanno infatti operato i geologi del C.N.R.- I.R.P.I. di Torino, della Provincia di Trento, della Regione Lombardia, della Provincia di Cuneo e numerosi geologi ed ingegneri liberi professionisti tramite i rispettivi ordini professionali.

Nella prima fase di intervento l'attività dei tecnici è stata indirizzata soprattutto all'analisi dei processi

geomorfologici necessari per la valutazione del rischio connesso alla presenza di dissesti dovuti alla dinamica dei versanti o dei corsi d'acqua. I risultati di tali valutazioni hanno costituito in numerosi casi il supporto tecnico per l'emanazione di provvedimenti di sgombero di abitazioni localizzate su aree a rischio e per l'allestimento dei primissimi interventi di sistemazione dei fenomeni.

Qui di seguito è dato un quadro significativo, seppure schematico, del grado di coinvolgimento del territorio piemontese nei processi di instabilità geologica che si sono manifestati a seguito dell'evento alluvionale.

La descrizione è articolata per territori provinciali e, in una certa misura, per tematismi, affrontando anche l'aspetto dei danni alle persone e alle cose. Tale descrizione segue per un certo verso l'ordine con cui le piogge hanno interessato il territorio piemontese, ossia da Sud verso Nord a cominciare dalla provincia di Cuneo, colpita più gravemente delle altre.

Per il dovuto approfondimento nei riguardi dei diversi processi naturali e collegati effetti, attivati dalle piogge persistenti ed intense della prima decade del novembre 1994, si rimanda ai successivi capitoli dedicati ai processi di instabilità geologica.

Ogni sottocapitolo dedicato al quadro dei processi geologici che hanno interessato le singole realtà provinciali è accompagnato, al termine di ciascun testo, da una "*Carta dei comuni coinvolti da fenomeni di dissesto*" nella quale sono richiamate, a livello di ciascun comune, le principali tipologie di processo, legate all'attività di versante e di rete idrografica, che hanno coinvolto il territorio.



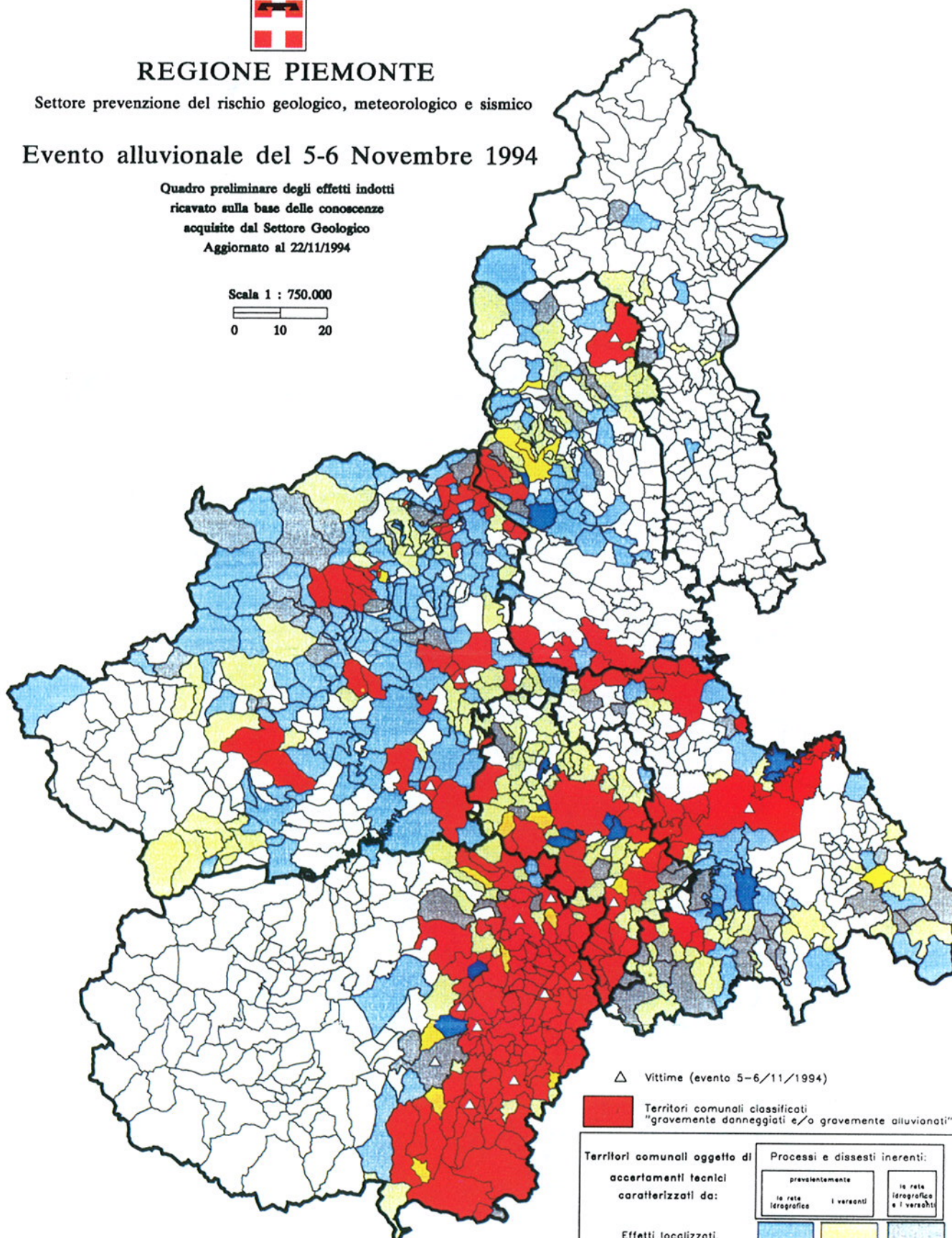
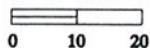
REGIONE PIEMONTE

Settore prevenzione del rischio geologico, meteorologico e sismico

Evento alluvionale del 5-6 Novembre 1994

Quadro preliminare degli effetti indotti
ricavato sulla base delle conoscenze
acquisite dal Settore Geologico
Aggiornato al 22/11/1994

Scala 1 : 750.000



△ Vittime (evento 5-6/11/1994)

Territori comunali classificati
"gravemente danneggiati e/o gravemente alluvionati"

Territori comunali oggetto di
accertamenti tecnici
caratterizzati da:

Effetti localizzati,
non diffusi arealmente

Effetti diffusi sul territorio

Effetti diffusi sul territorio
con centri abitati gravemente
coinvolti nel loro complesso

Processi e dissesti inerenti:

prevalentemente
la rete
idrografica
i versanti

la rete
idrografica
e i versanti

la rete
idrografica
e i versanti

la rete
idrografica
e i versanti

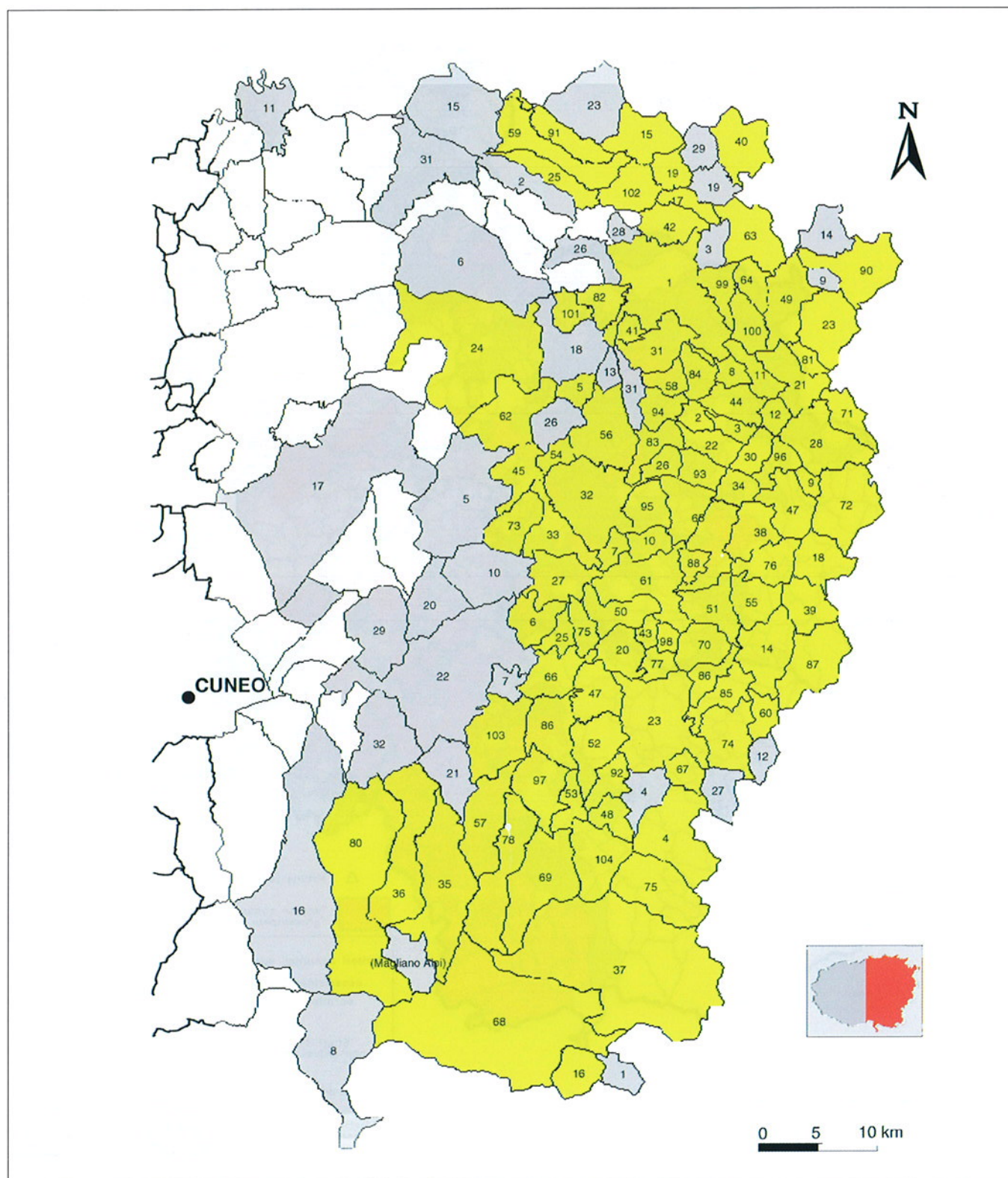
Gestione ed elaborazione dati, allestimento cartografico:



Provincia di Cuneo

Evento alluvionale del 2-6 novembre 1994

Comuni compresi negli elenchi di cui ai DD.P.C.M.
del 26 e 29-11-1994 (in giallo nella tavola)



Provincia di Cuneo
Evento alluvionale del 2-6 novembre 1994

Comuni alluvionati e compresi negli elenchi di cui ai DD.P.C.M. del 26 e 29-11-1994

1	ALBA	27	CLAVESANA	53	MONASTEROLO CASOTTO	79	ROCCA CIGLIÉ
2	ALBARETTO TORRE	28	CORTEMILIA	54	MONCHIERO	80	ROCCAFORTE M.VÌ
3	ARGUELLO	29	COSSANO BELBO	55	MONESIGLIO	81	ROCCHETTA BELBO
4	BAGNASCO	30	CRAVANZANA	56	MONFORTE D'ALBA	82	RODDI
5	BAROLO	31	DIANO D'ALBA	57	MONTALDO MONDOVÌ	83	RODDINO
6	BASTIA MONDOVÌ	32	DOGLIANI	58	MONTELUPO ALBESE	84	RODELLO
7	BELVEDERE LANGHE	33	FARIGLIANO	59	MONTEU ROERO	85	SALE LANGHE
8	BENEVELLO	34	FEISOGGIO	60	MONTEZEMOLO	86	SALE SAN GIOVANNI
9	BERGOLO	35	FRABOSA SOPRANA	61	MURAZZANO	87	SALICETO
10	BONVICINO	36	FRABOSA SOTTANA	62	NARZOLE	88	S. BENEDETTO BELBO
11	BORGOMALE	37	GARESSIO	63	NEIVE	89	S. MICHELE MONDOVÌ
12	BOSIA	38	GORZEGNO	64	NEVIGLIE	90	S. STEFANO BELBO
13	BOSSOLASCO	39	GOTTASECCA	65	NIELLA BELBO	91	S. STEFANO ROERO
14	CAMERANA	40	GOVONE	66	NIELLA TANARO	92	SCAGNELLO
15	CANALE	41	GRINZANE CAVOUR	67	NUCETTO	93	SERRAVALLE LANGHE
16	CAPRAUNA	42	GUARENE	68	ORMEA	94	SINIO
17	CASTAGNITO	43	IGLIANO	69	PAMPARATO	95	SOMANO
18	CASTELLETTO UZZONE	44	LEQUIO BERRIA	70	PAROLDO	96	TORRE BORMIDA
19	CASTELLINALDO	45	LEQUIO TANARO	71	PERLETTO	97	TORRE MONDOVÌ
20	CASTELLINO TANARO	46	LESEGNO	72	PEZZOLO VALLE UZZONE	98	TORRESINA
21	CASTINO	47	LEVICE	73	PIOZZO	99	TREISO
22	CERRETTO LANGHE	48	LISIO	74	PRIERO	100	TREZZO TINELLA
23	CEVA	49	MANGO	75	PRIOLA	101	VERDUNO
24	CHERASCO	50	MARSAGLIA	76	PRUNETTO	102	VEZZA D'ALBA
25	CIGLIÉ	51	MOMBARCARO	77	ROASCIO	103	VICOFORTE
26	CISSONE	52	MOMBASIGLIO	78	ROBURENT	104	VIOLA

Comuni alluvionati non inclusi nei DD.P.C.M. del 26 e 29-11-1994

1	ALTO	10	CARRÙ	19	MAGLIANO ALFIERI	28	PIOBESI D'ALBA
2	BALDISSERO D'ALBA	11	CASALGRASSO	20	MAGLIANO ALPI	29	ROCCA DE BALDI
3	BARBARESCO	12	CASTELNUOVO DI CEVA	21	MONASTERO DI VASCO	30	SERRALUNGA D'ALBA
4	BATTIFOLLO	13	CASTIGLIONE FALLETTO	22	MONDOVÌ	31	SOMMARIVA BOSCO
5	BENE VAGIENNA	14	CASTIGLIONE TINELLA	23	MONTÀ	32	VILLANOVA MONDOVÌ
6	BRA	15	DERESOLE D'ALBA	24	MONTALDO ROERO		
7	BRIAGLIA	16	CHIUSA PESIO	25	MONTICELLO D'ALBA		
8	BRIGA ALTA	17	FOSSANO	26	NOVELLO		
9	CAMO	18	LA MORRA	27	PERLO		

Provincia di Cuneo

Evento alluvionale del 2-6 novembre 1994

Comuni compresi negli elenchi di cui ai DD.P.C.M. del 26 e 29-11-1994
Processi dissestivi prevalenti e danni principali

N.	COMUNE	PROCESSO			DANNO			
		A	B	C	a	b	c	d
1	ALBA							
2	ALBARETTO TORRE							
3	ARGUELLO							
4	BAGNASCO							
5	BAROLO							
6	BASTIA MONDOVÌ							
7	BELVEDERE LANGHE							
8	BENEVELLO							
9	BERGOLO							
10	BONVICINO							
11	BORGOMALE							
12	BOSIA							
13	BOSSOLASCO							
14	CAMERANA							
15	CANALE							
16	CAPRAUNA							
17	CASTAGNITO							
18	CASTELLETTO UZZONE							
19	CASTELLINALDO							
20	CASTELLINO TANARO							
21	CASTINO							
22	CERRETTO LANGHE							
23	CEVA							
24	CHERASCO							
25	CIGLIÉ							
26	CISSONE							
27	CLAVESANA							
28	CORTEMILIA							
29	COSSANO BELBO							
30	CRAVANZANA							
31	DIANO D'ALBA							
32	DOGLIANI							
33	FARIGLIANO							
34	FEISOGGIO							
35	FRABOSA SOPRANA							
36	FRABOSA SOTTANA							
37	GARESSIO							
38	GORZEGNO							
39	GOTTASECCA							
40	GOVONE							
41	GRINZANE CAVOUR							
42	GUARENE							
43	IGLIANO							
44	LEQUIO BERRIA							
45	LEQUIO TANARO							
46	LESEGNO							
47	LEVICE							
48	LISIO							
49	MANGO							
50	MARSAGLIA							
51	MOMBARCARO							
52	MOMBASIGLIO							
53	MONASTEROLO CASOTTO							
54	MONCHIERO							
55	MONESIGLIO							

N.	COMUNE	PROCESSO			DANNO			
		A	B	C	a	b	c	d
56	MONFORTE D'ALBA							
57	MONTALDO MONDOVÌ							
58	MONTELUPO ALBESE							
59	MONTEU ROERO							
60	MONTEZEMOLO							
61	MURAZZANO							
62	NARZOLE							
63	NEIVE							
64	NEVIGLIE							
65	NIELLA BELBO							
66	NIELLA TANARO							
67	NUCETTO							
68	ORMEA							
69	PAMPARATO							
70	PAROLDO							
71	PERLETTO							
72	PEZZOLO VALLE UZZONE							
73	PIOZZO							
74	PRIERO							
75	PRIOLA							
76	PRUNETTO							
77	ROASCIO							
78	ROBURENT							
79	ROCCA CIGLIÉ							
80	ROCCAFORTE MONDOVÌ							
81	ROCCHETTA BELBO							
82	RODDI							
83	RODDINO							
84	RODELLO							
85	SALE LANGHE							
86	SALE SAN GIOVANNI							
87	SALICETO							
88	S. BENEDETTO BELBO							
89	S. MICHELE MONDOVÌ							
90	S. STEFANO BELBO							
91	S. STEFANO ROERO							
92	SCAGNELLO							
93	SERRAVALLE LANGHE							
94	SINIO							
95	SOMANO							
96	TORRE BORMIDA							
97	TORRE MONDOVÌ							
98	TORRESINA							
99	TREISO							
100	TREZZO TINELLA							
101	VERDUNO							
102	VEZZA D'ALBA							
103	VICOFORTE							
104	VIOLA							

Legenda:

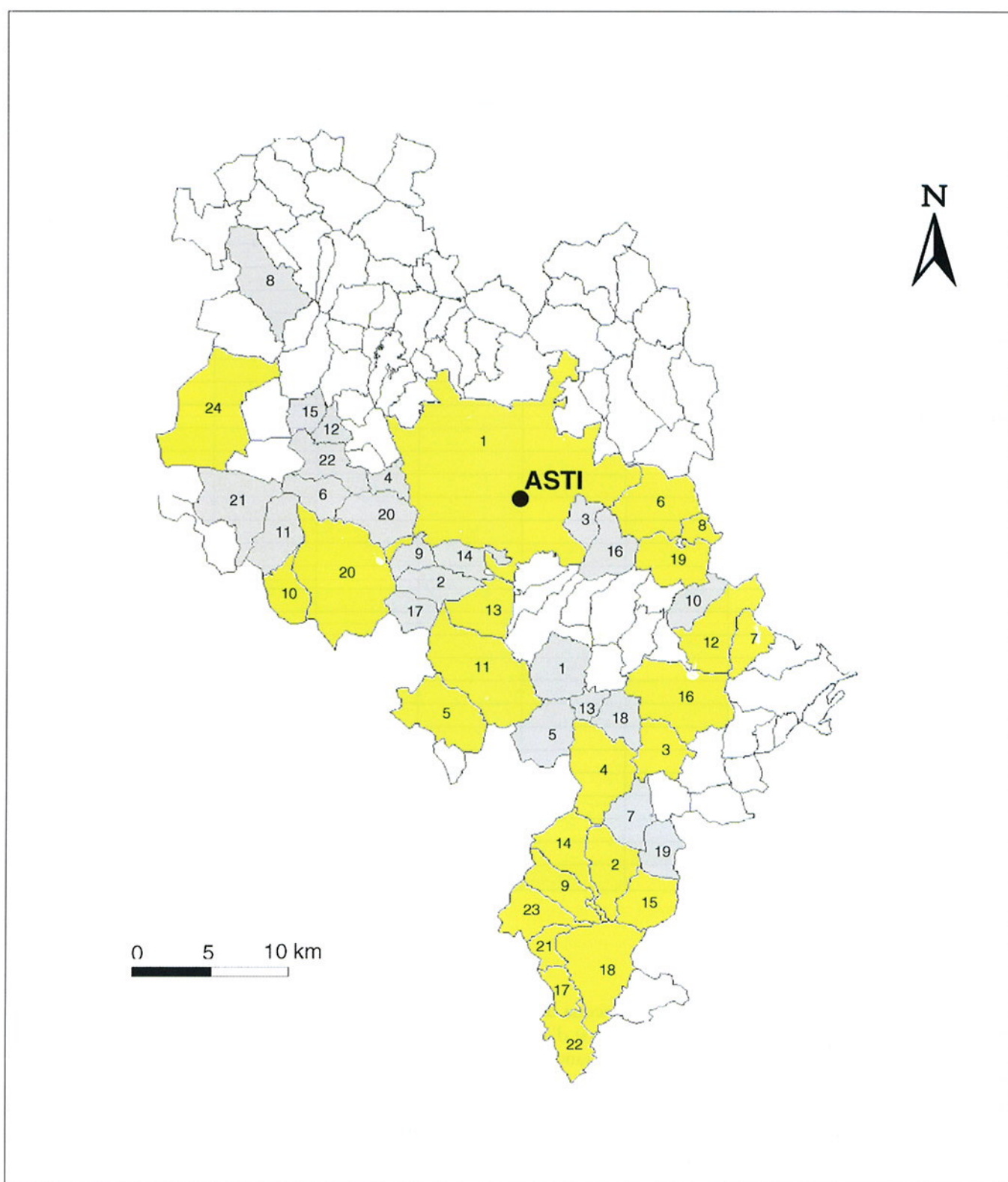
- A** - Processo lungo corsi d'acqua di pianura o ampi fondivalle
B - Processo lungo aste di corsi d'acqua montani o collinari ed in conoide
C - Processo su versanti per frane di diversa tipologia

a - Edifici gravemente danneggiati o distrutti
b - Tronchi stradali e/o ferroviari gravemente danneggiati o distrutti
c - Ponti danneggiati o distrutti o sormontati
d - Altri danni

Provincia di Asti

Evento alluvionale del 2-6 novembre 1994

Comuni compresi negli elenchi di cui ai DD.P.C.M.
del 26 e 29-11-1994 (in giallo nella tavola)



Provincia di Asti
Evento alluvionale del 2-6 novembre 1994

Comuni alluvionati e compresi negli elenchi di cui ai DD.P.C.M. del 26 e 29-11-1994

1	ASTI	7	CASTELNUOVO BELBO	13	ISOLA D'ASTI	19	ROCCHETTA TANARO
2	BUBBIO	8	CERRO TANARO	14	LOAZZOLO	20	SAN DAMIANO
3	CALAMANDRANA	9	CESSOLE	15	MONASTERO BORMIDA	21	SAN GIORGIO SCARAMPI
4	CANELLI	10	CISTERNA D'ASTI	16	NIZZA MONFERRATO	22	SEROLE
5	CASTAGNOLE D. LANZE	11	COSTIGLIOLE D'ASTI	17	OLMO GENTILE	23	VESIME
6	CASTELLO DI ANNONE	12	INCISA SCAPACCINO	18	ROCCAVERANO	24	VILLANOVA D'ASTI

Comuni alluvionati non inclusi nei DD.P.C.M. del 26 e 29-11-1994

1	AGLIANO	7	CASSINASCO	13	MOASCA	19	SESSAME
2	ANTIGNANO	8	CASTELNUOVO D. BOSCO	14	REVIGLIASCO D'ASTI	20	TIGLIOLE
3	AZZANO D'ASTI	9	CELLE ENOMONDO	15	ROATTO	21	VALFENERA
4	BALDICHIERI D'ASTI	10	CORTIGLIONE	16	ROCCA D'ARAZZO	22	VILLAFRANCA D'ASTI
5	CALOSSO	11	FERRERE	17	S. MARTINO ALFIERI		
6	CANTARANA	12	MARETTO	18	S. MARZANO OLIV.		

Comuni compresi negli elenchi di cui ai DD.P.C.M. del 26 e 29-11-1994
Processi dissestivi prevalenti e danni principali

N.	COMUNE	PROCESSO			DANNO			
		A	B	C	a	b	c	d
1	ASTI							
2	BUBBIO							
3	CALAMANDRANA							
4	CANELLI							
5	CASTAGNOLE D. LANZE							
6	CASTELLO DI ANNONE							
7	CASTELNUOVO BELBO							
8	CERRO TANARO							
9	CESSOLE							
10	CISTERNA D'ASTI							
11	COSTIGLIOLE D'ASTI							
12	INCISA SCAPACCINO							
13	ISOLA D'ASTI							
14	LOAZZOLO							
15	MONASTERO BORMIDA							
16	NIZZA MONFERRATO							
17	OLMO GENTILE							
18	ROCCAVERANO							
19	ROCCHETTA TANARO							
20	SAN DAMIANO							
21	SAN GIORGIO SCARAMPI							
22	SEROLE							
23	VESIME							
24	VILLANOVA D'ASTI							

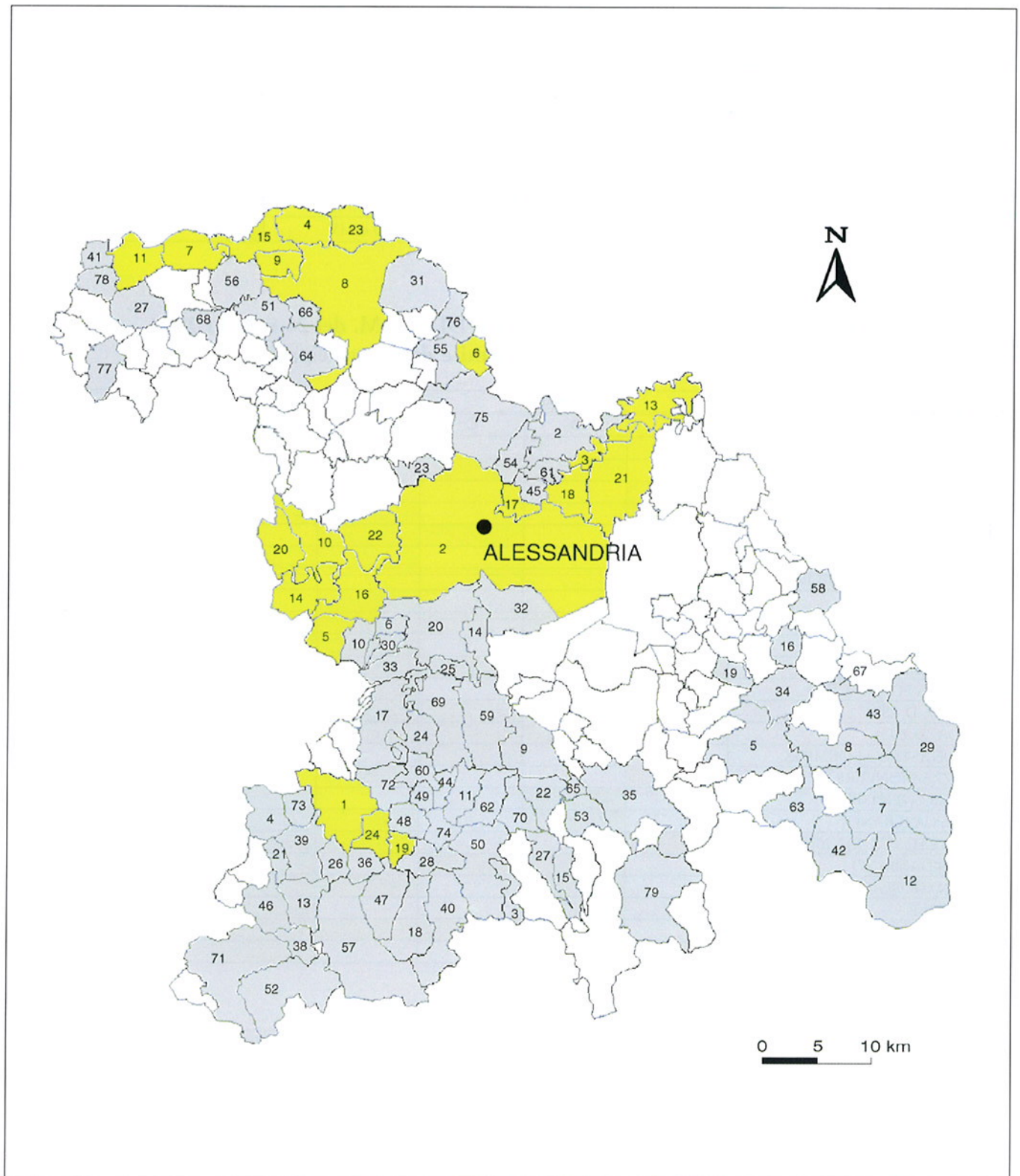
Legenda:

- A - Processo lungo corsi d'acqua di pianura o ampi fondivalle
 B - Processo lungo aste di corsi d'acqua montani o collinari ed in conoide
 C - Processo su versanti per frane di diversa tipologia
- a - Edifici gravemente danneggiati o distrutti
 b - Tronchi stradali e/o ferroviari gravemente danneggiati o distrutti
 c - Ponti danneggiati o distrutti o sormontati
 d - Altri danni

Provincia di Alessandria

Evento alluvionale del 2-6 novembre 1994

Comuni compresi negli elenchi di cui ai DD.P.C.M.
del 26 e 29-11-1994 (in giallo nella tavola)



Provincia di Alessandria
Evento alluvionale del 2-6 novembre 1994

Comuni alluvionati e compresi negli elenchi di cui ai DD.P.C.M. del 26 e 29-11-1994

1	ACQUI TERME	7	CAMINO	13	ISOLA SANT'ANTONIO	19	PRASCO
2	ALESSANDRIA	8	CASALE MONFERRATO	14	MASIO	20	QUATTORDIO
3	ALLUVIONI CAMBIÒ	9	CONIOLO	15	MORANO SUL PO	21	SALE
4	BALZOLA	10	FELIZZANO	16	OVIGLIO	22	SOLERO
5	BERGAMASCO	11	GABIANO	17	PIETRA MARAZZI	23	VILLANOVA MONF.
6	BOZZOLE	12	GUAZZORA	18	PIOVERA	24	VISONE

Comuni alluvionati non inclusi nei DD.P.C.M. del 26 e 29-11-1994

1	ALBERA LIGURE	21	CASTELLETTO D'ERRO	41	MONCESTINO	61	RIVARONE
2	BASSIGNANA	22	CASTELLETTO D'ORBA	42	MONGIARDINO L.	62	ROCCA GRIMALDA
3	BELFORTE M.	23	CASTELLETTO M.	43	MONTACUTO	63	ROCCAFORTE L.
4	BISTAGNO	24	CASTELNUOVO B.	44	MONTALDO B.	64	ROSIGNANO M.
5	BORGHETTO DI BOR.	25	CASTELSPINA	45	MONTECASTELLO	65	S. CRISTOFORO
6	BORGORATTO ALES.	26	CAVATORE	46	MONTECHIARO D'ACQ.	66	S. GIORGIO M.
7	CABELLA LIGURE	27	CERRINA	47	MORBELLO	67	S. SEBASTIANO C.
8	CANTALUPO LIGURE	28	CREMOLINO	48	MORSASCO	68	SERRALUNGA DI CREA
9	CAPRIATA D'ORBA	29	FABBRICA C.	49	ORSANA B.	69	SEZZADIO
10	CARENTINO	30	FRASCARO	50	OVADA	70	SILVANO D'ORBA
11	CARPENETO	31	FRASSINETO PO	51	OZZANO M.	71	SPIGNO M.
12	CARREGA LIGURE	32	FRUGAROLO	52	PARETO	72	STERVI
13	CARTOSIO	33	GAMALERO	53	PARODI L.	73	TERZO
14	CASAL CERMELLI	34	GARBAGNA	54	PECETTO DI V.	74	TRISOBBIO
15	CASALEGGIO BORGIO	35	GAVI	55	POMARO M.	75	VALENZA
16	CASASCO	36	GRAGUARDO	56	PONTESTURA	76	VALMACCA
17	CASSINE	37	LERMA	57	PONZONE	77	VILLADEATI
18	CASSINELLE	38	MALVICINO	58	POZZOL GROPPPO	78	VILLAMIROGLIO
19	CASTELLANIA	39	MELAZZO	59	PREDOSA	79	VOLTAGGIO
20	CASTELLAZZO B.	40	MOLARE	60	RIVALTA B.		

Provincia di Alessandria
Evento alluvionale del 2-6 novembre 1994

Comuni compresi negli elenchi di cui ai DD.P.C.M. del 26 e 29-11-1994
Processi dissestivi prevalenti e danni principali

N.	COMUNE	PROCESSO			DANNO			
		A	B	C	a	b	c	d
1	ACQUI TERME							
2	ALESSANDRIA							
3	ALLUVIONI CAMBIÒ							
4	BALZOLA							
5	BERGAMASCO							
6	BOZZOLE							
7	CAMINO							
8	CASALE MONFERRATO							
9	CONIOLO							
10	FELIZZANO							
11	GABIANO							
12	GUAZZORA							
13	ISOLA SANT'ANTONIO							
14	MASIO							
15	MORANO SUL PO							
16	OVIGLIO							
17	PIETRA MARAZZI							
18	PIOVERA							
19	PRASCO							
20	QUATTORDIO							
21	SALE							
22	SOLERO							
23	VILLANOVA MONFERRATO							
24	VISONE							

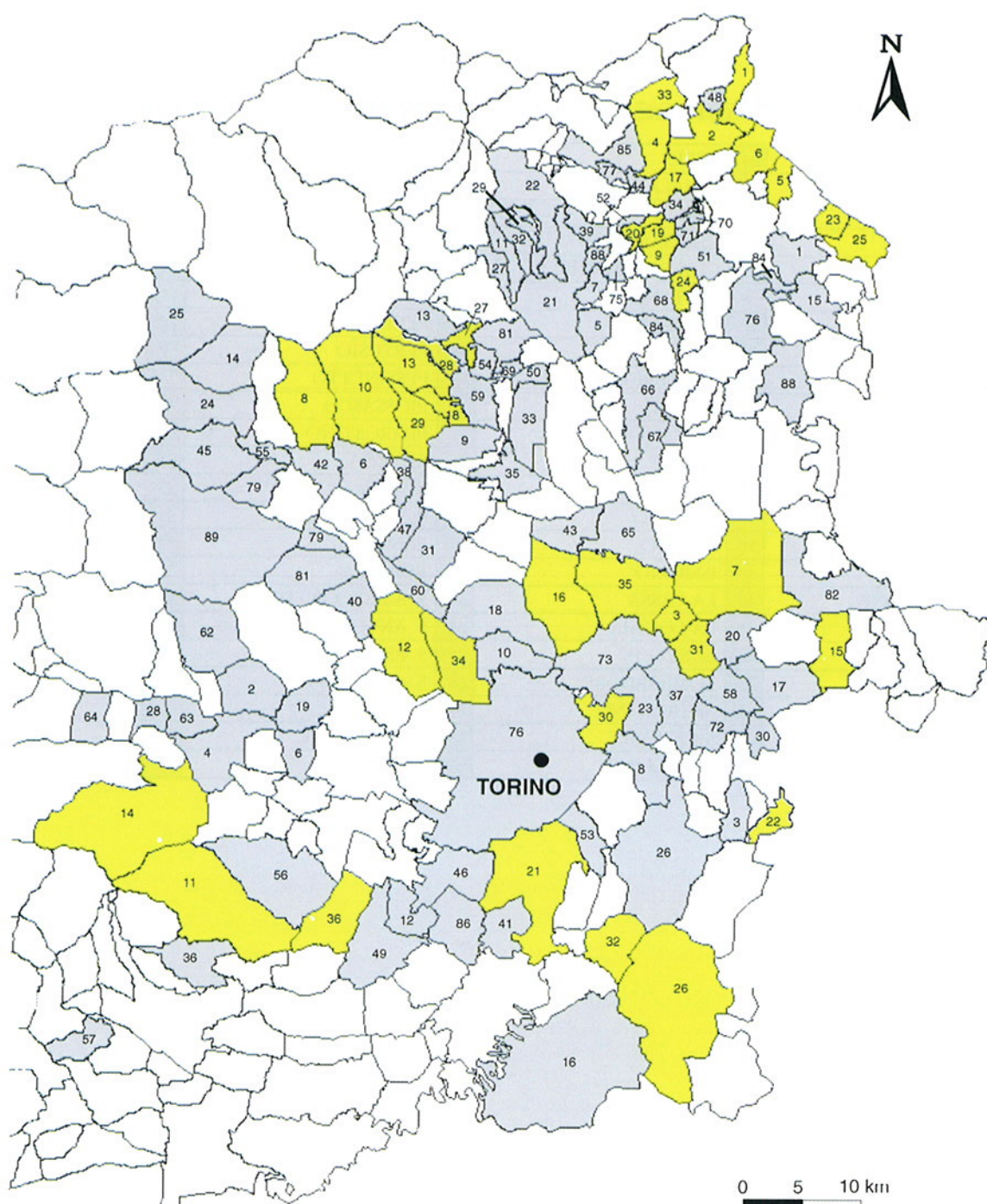
Legenda:

- A** - Processo lungo corsi d'acqua di pianura o ampi fondivalle
B - Processo lungo aste di corsi d'acqua montani o collinari ed in conoide
C - Processo su versanti per frane di diversa tipologia
- a** - Edifici gravemente danneggiati o distrutti
b - Tronchi stradali e/o ferroviari gravemente danneggiati o distrutti
c - Ponti danneggiati o distrutti o sormontati
d - Altri danni

Provincia di Torino

Evento alluvionale del 2-6 novembre 1994

Comuni compresi negli elenchi di cui ai DD.P.C.M.
del 26 e 29-11-1994 (in giallo nella tavola)



Provincia di Torino
Evento alluvionale del 2-6 novembre 1994

Comuni alluvionati e compresi negli elenchi di cui ai DD.P.C.M. del 26 e 29-11-1994

1	ANDRATE	10	CORIO	19	LORANZÈ	28	PRATIGLIONE
2	BORGOFRANCO	11	CUMIANA	20	LUGNACCO	29	ROCCA CANAVESE
3	BRANDIZZO	12	DRUENTO	21	MONCALIERI	30	S. MAURO TORINESE
4	BROSSO	13	FORNO C.SE	22	MORIONDO T.SE	31	S. RAFFAELE CIMENA
5	BUROLO	14	GIAVENO	23	PALAZZO C.SE	32	SANTENA
6	CHIAVERANO	15	LAURIANO	24	PEROSA C.SE	33	TAVAGNASCO
7	CHIVASSO	16	LEINÌ	25	PIVERONE	34	VENARIA REALE
8	COASSOLO	17	LESSOLO	26	POIRINO	35	VOLPIANO
9	COLLERETTO G.	18	LEVONE	27	PRASCORSANO	36	VOLVERA

Comuni alluvionati non inclusi nei DD.P.C.M. del 26 e 29-11-1994

1	ALBIANO D'IVREA	24	CERES	47	NOLE	70	SALERANO C.
2	ALMESE	25	CHIALAMBERTO	48	NOMAGLIO	71	SAMONE
3	ARIGNANO	26	CHIERI	49	NONE	72	SCIOLZE
4	AVIGLIANA	27	CHIESANUOVA	50	OGLIANICO	73	SETTIMO T.
5	BAIRO	28	CHIUSA S. MICHELE	51	PAVONE C.	74	STRAMBINELLO
6	BALANGERO	29	CINTANO	52	PECCO	75	STRAMBINO
7	BALDISSERO C.	30	CINZANO	53	PECETTO T.	76	TORINO
8	BALDISSERO T.	31	CIRIÈ	54	PERTUSIO	77	TRAUSELLA
9	BARBANIA	32	COLLERETTO CAST.	55	PESSINETTO	78	TRAVES
10	BORGARO T.	33	FAVRIA	56	PIOSSASCO	79	VALLO T.
11	BORGIALLO	34	FIORANO C.	57	PRAROSTINO	80	VALPERGA
12	CANDIOLO	35	FRONT	58	RIVALBA	81	VARISELLA
13	CANISCHIO	36	FROSSASCO	59	RIVARA	82	VEROLENGO
14	CANTOIRA	37	GASSINO	60	ROBASSOMERO	83	VESTIGNÈ
15	CARAVINO	38	GROSSO	61	ROSTA	84	VIALFRE
16	CARMAGNOLA	39	ISSIGLIO	62	RUBIANA	85	VICO C.
17	CASALBORGONE	40	LA CASSA	63	S. AMBROGIO DI T.	86	VINOVO
18	CASELLE T.	41	LA LOGGIA	64	S. ANTONINO DI SUSÀ	87	VIDRACCO
19	CASELLETTE	42	LANZO T.	65	S. BENIGNO C.	88	VISCHE
20	CASTAGNETO PO	43	LOMBARDORE	66	S. GIORGIO C.	89	VIÙ
21	CASTELLAMONTE	44	MEUGLIANO	67	S. GIUSTO C.		
22	CASTELNUOVO N.	45	MEZZENILE	68	S. MARTINO C.		
23	CASTIGLIONE T.	46	NICHELINO	69	S. PONSO		

Provincia di Torino
Evento alluvionale del 2-6 novembre 1994

Comuni compresi negli elenchi di cui ai DD.P.C.M. del 26 e 29-11-1994
Processi dissestivi prevalenti e danni principali

N.	COMUNE	PROCESSO			DANNO			
		A	B	C	a	b	c	d
1	ANDRATE							
2	BORGOFRANCO							
3	BRANDIZZO							
4	BROSSO							
5	BUROLO							
6	CHIAVERANO							
7	CHIVASSO							
8	COASSOLO							
9	COLLERETTO G.							
10	CORIO							
11	CUMIANA							
12	DRUENTO							
13	FORNO C.SE							
14	GIAVENO							
15	LAURIANO							
16	LEINÌ							
17	LESSOLO							
18	LEVONE							
19	LORANZÈ							
20	LUGNACCO							
21	MONCALIERI							
22	MORIONDO T.SE							
23	PALAZZO C.SE							
24	PEROSA C.SE							
25	PIVERONE							
26	POIRINO							
27	PRASCORSANO							
28	PRATIGLIONE							
29	ROCCA C.SE							
30	S. MAURO T.SE							
31	S. RAFFAELE CIMENA							
32	SANTENA							
33	TAVAGNASCO							
34	VENARIA REALE							
35	VOLPIANO							
36	VOLVERA							

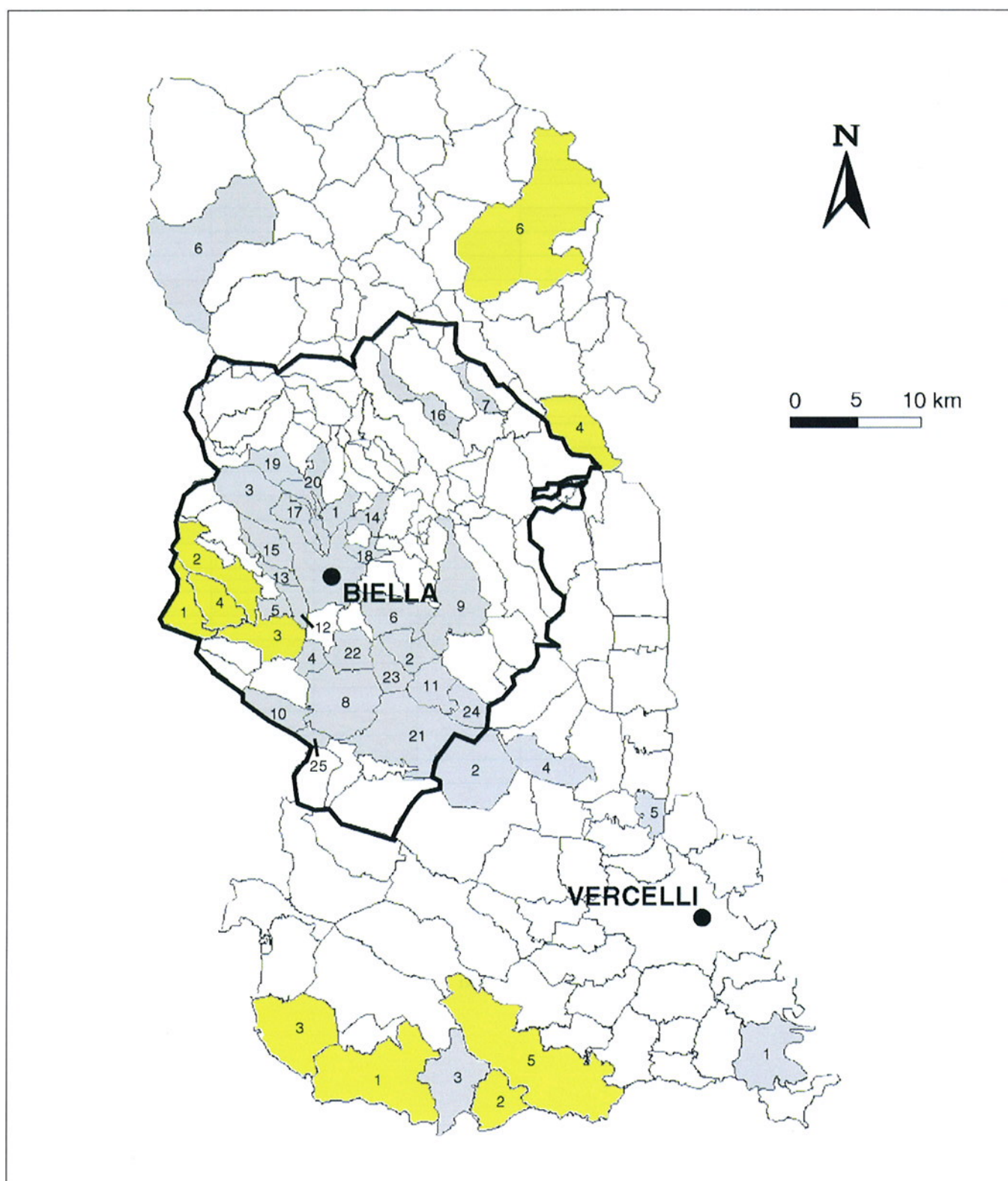
Legenda:

- A - Processo lungo corsi d'acqua di pianura o ampi fondivalle
 B - Processo lungo aste di corsi d'acqua montani o collinari ed in conoide
 C - Processo su versanti per frane di diversa tipologia
- a - Edifici gravemente danneggiati o distrutti
 b - Tronchi stradali e/o ferroviari gravemente danneggiati o distrutti
 c - Ponti danneggiati o distrutti o sormontati
 d - Altri danni

Province di Biella e Vercelli

Evento alluvionale del 2-6 novembre 1994

Comuni compresi negli elenchi di cui ai DD.P.C.M.
del 26 e 29-11-1994 (in giallo nella tavola)



Province di Biella e Vercelli
Evento alluvionale del 2-6 novembre 1994

Provincia di Biella

Comuni alluvionati e compresi negli elenchi di cui ai DD.P.C.M. del 26 e 29-11-1994

1	DONATO	2	GRAGLIA	3	MONGRANDO	4	NETRO
---	--------	---	---------	---	-----------	---	-------

Comuni alluvionati non inclusi nei DD.P.C.M. del 26 e 29-11-1994

1	ANDORNO MICCA	8	CERRIONE	15	POLLONE	22	SANDIGLIANO
2	BENNA	9	COSSATO	16	PORTULA	23	VERRONE
3	BIELLA	10	MAGNANO	17	PRALUNGO	24	VILLANOVA B.
4	BORRIANA	11	MASSAZZA	18	RONCO B.	25	ZIMONE
5	CAMBURZANO	12	OCCHIEPPO INF.	19	S. PAOLO CERVO		
6	CANDELO	13	OCCHIEPPO SUP.	20	SAGLIANO MICCA		
7	CAPRILE	14	PETTINENGO	21	SALUSSOLA		

Provincia di Vercelli

Comuni alluvionati e compresi negli elenchi di cui ai DD.P.C.M. del 26 e 29-11-1994

1	CRESCENTINO	3	SALUGGIA	5	TRINO V.		
2	PALAZZOLO V.	4	SERRAVALLE S.	6	VARALLO		

Comuni alluvionati non inclusi nei DD.P.C.M. del 26 e 29/11/1994

1	CARESANA	3	FONTANETO PO	5	OLDENICO		
2	CARISIO	4	FORMIGLIANA	6	RIVA VALDOBBIA		

Province di Biella e Vercelli
Evento alluvionale del 2-6 novembre 1994

Comuni compresi negli elenchi di cui ai DD.P.C.M. del 26 e 29-11-1994
Processi dissestivi prevalenti e danni principali

Provincia di Biella

N.	COMUNE	PROCESSO			DANNO			
		A	B	C	a	b	c	d
1	DONATO							
2	GRAGLIA							
3	MONGRANDO							
4	NETRO							

Provincia di Vercelli

N.	COMUNE	PROCESSO			DANNO			
		A	B	C	a	b	c	d
1	CRESCENTINO							
2	PALAZZOLO VERCELLESE							
3	SALUGGIA							
4	SERRAVALLE SESIA							
5	TRINO VERCELLESE							
6	VARALLO							

Legenda:

- A - Processo lungo corsi d'acqua di pianura o ampi fondivalle
 B - Processo lungo aste di corsi d'acqua montani o collinari ed in conoide
 C - Processo su versanti per frane di diversa tipologia
- a - Edifici gravemente danneggiati o distrutti
 b - Tronchi stradali e/o ferroviari gravemente danneggiati o distrutti
 c - Ponti danneggiati o distrutti o sormontati
 d - Altri danni

2.1. PROVINCIA DI CUNEO

La provincia di Cuneo è risultata, per una serie di concause, la più pesantemente colpita dagli effetti dell'evento alluvionale del 1994.

Il suo territorio mostra una articolata successione di ambienti che passano da aree spiccatamente montane ad aree collinari e di pianura.

Dal punto di vista orografico la parte centro-orientale di questo territorio è caratterizzato dalla presenza di rilievi posti a spartiacque tra il bacino padano ed il versante tirrenico, rilievi che raggiungono, nel settore sudoccidentale, quote ragguardevoli con ampie fasce poste a quote superiori a 2500 m.

Le quote medie si abbassano procedendo da Nord-Ovest a Sud-Est e parimenti si restringe la larghezza della catena montuosa, così che in una ipotetica sezione attraverso il rilievo alpino-ligure, nella porzione meridionale della provincia, la pianura cuneese e il golfo Ligure sono distanti non più di 30 km.

Più a Nord prendono predominanza i rilievi collinari delle Langhe e l'ampia pianura suddivisa tra le aree superiori della zona Cuneo-Savigliano e le fasce fluviali incassate appartenenti al bacino del Tanaro con i suoi tributari.

La perturbazione che ha interessato la regione nella prima decade di novembre, provenendo da Sud-Ovest e carica quindi di umidità assunta su aree mediterranee, ha dal principio coinvolto proprio i settori montani meridionali della provincia di Cuneo e delle vicine province di Asti ed Alessandria, e stazionando su queste aree per un tempo prolungato, ha provocato un diffuso e pesante quadro di processi fluvio-torrentizi e franosi.

È rimasto fortunatamente escluso dalle precipitazioni più intense il settore occidentale della provincia di Cuneo i cui bacini idrografici (fiume Stura soprattutto) non hanno contribuito in modo sostanziale ad aggravare gli esiti delle piene fluviali nelle aree di pianura.

L'evento del 1994 si colloca quindi, almeno per il Piemonte meridionale, tra i più gravosi dell'ultimo secolo con forti analogie con l'evento del 1968 ma rispetto a questo con una inversione da Nord a Sud delle intensità di precipitazione.

Proprio presso alcune stazioni di rilevamento pluviometrico site in queste aree (Perlo, Saliceto e Garessio per la provincia di Cuneo) si sono avuti valori particolarmente elevati di precipitazioni, con oltre 300 mm di pioggia cumulata sui 3 giorni centrali del periodo considerato.

In termini di analisi delle fenomenologie di instabilità attivatesi è possibile far corrispondere a determinati ambiti territoriali caratteristici fenomeni di dissesto; sono infatti riconoscibili le seguenti situazioni:

- processi erosivi e deposizionali nei tributari minori dei bacini montani e collinari (Valli Monregalesi e zona delle Langhe;

- allagamenti arealmente diffusi lungo le fasce fluviali dei tributari maggiori (valli Tanaro, Belbo e Bormida su tutto il tratto compreso entro il territorio provinciale);

- diffuse e gravi frane per scivolamento planare del substrato o mobilitazione delle coperture detritiche superficiali (area delle Langhe).

Qui di seguito i diversi aspetti relativi alle fenomenologie elencate sono analizzati con maggiore dettaglio.

Processi legati alla dinamica fluviale

La grande quantità d'acqua di precipitazione caduta sui versanti, convogliandosi nelle incisioni minori, ove contemporaneamente si accumulava il materiale terroso e vegetale proveniente dai franamenti che stavano avvenendo negli impluvi circostanti, ha creato diffuse condizioni per il prodursi di sbarramenti nei corsi d'acqua con conseguente creazione di invasi temporanei.

A seguito del cedimento di questi effimeri sbarramenti si sono originate improvvise pulsazioni sotto forma di colate di acqua mista a fango o detriti, al cui passaggio lungo le incisioni veniva mobilitato il materiale sciolto presente con formazione di marcate erosioni di fondo e spondali e danni notevoli ad infrastrutture ed edifici situati nelle vicinanze (Fig. 1).

Nei settori alpino e collinare le esondazioni, che hanno frequentemente interessato le intere sezioni vallive, sono state accompagnate da sbarramento e danni a carico di ponti, profonde erosioni spondali con conseguente asportazione di tratti di strade, fognature, acquedotti, strutture varie. Si sono dovute registrare, purtroppo, anche alcune vittime per annegamento (una persona nelle acque del torrente Ridone presso Alba e due alla guida del proprio automezzo nel torrente Rea presso Dogliani). Lungo il reticolato idrografico minore, in corrispondenza dell'attraversamento dei centri abitati si sono avuti vasti allagamenti con deposito di sedimenti (torrente Rea a Dogliani, torrente Talloria a Gallo, torrente Tinella a Neive, torrente Cevetta a Priero e Ceva, torrente Ridone ad Alba); i danni più gravi si sono registrati sui conoidi dei torrenti, accompagnati da abbondan-



Fig. 1. Rio Bovina, Comune di Ceva. L'eccezionale livello raggiunto dall'acqua ha provocato profonde erosioni laterali e gravi danni alla rete stradale.



Fig. 2. *Comune di Dogliani. Ponte sul torrente Rea poco a monte del concentrico. Sono evidenti i segni del sormonto per occlusione dell'attraversamento.*

te alluvionamento con deposito di materiale grossolano (torrente Talloria a Roddi, presso la confluenza con il Tanaro) (Fig. 2).

Lungo la rete idrografica delle vallate del Monregalese sono avvenute notevoli devastazioni ad abitati e viabilità, in particolar modo lungo le valli Mongia, Casotto e Corsaglia caratterizzate da alvei di ridotta sezione e da frequenti strettoie e sbarramenti, spesso

di origine antropica; di minore gravità i fenomeni lungo le aste dei torrenti Ellero e Pesio.

I corsi d'acqua principali coinvolti dall'evento alluvionale sono stati il fiume Tanaro, il torrente Belbo ed il fiume Bormida, i cui alvei sono contenuti, nel tratto che interessa la provincia di Cuneo, in fondovalle che sono stati in gran parte inondati nel corso del fenomeno alluvionale (Fig. 3).



Fig. 3. *Torrente Belbo. Dalla immagine si desume con chiarezza l'ampiezza del campo di inondazione della piena torrentizia del 1994.*

Nel corso degli ultimi decenni si sono realizzate in queste zone, essendo gli unici siti pianeggianti, aree produttive ed artigianali, impianti sportivi, oltre ad importanti vie di comunicazione stradali e ferroviarie. Numerosi impianti tecnologici per la estrazione e la lavorazione di inerti hanno trovato inoltre qui collocazione per l'abbondanza di materiale di origine alluvionale. Il colmo della piena ha provocato numerose vittime e ingentissimi danni al patrimonio infrastrutturale e agli edifici. L'osservazione di quanto avvenuto pone in assoluta evidenza il ruolo giocato dall'insieme degli interventi antropici (edifici, rilevati stradali e ferroviari, ponti, aree agricole spesso occupate da pioppeti), posti in zone di pertinenza fluviale, nel condizionare ed amplificare gli effetti dell'erosione dei corsi d'acqua.

In alta val Tanaro sono risultati molto ingenti i danni alle strutture di fondo valle ubicate in prossimità all'alveo (quasi tutti i ponti sono stati distrutti o gravemente danneggiati) e pesantemente colpiti, a partire dal mattino del giorno di sabato 5 novembre, sono stati i centri abitati di Ormea, Garessio, Bagnasco e più a valle Ceva.

A valle di Ceva il violento passaggio del colmo della piena ha incontrato un settore caratterizzato dalla presenza di centri abitati, da infrastrutture viarie poste parallelamente al corso d'acqua e da frequenti attraversamenti.



Fig. 4. *Comune di Piozzo. La completa erosione del rilevato di sinistra del ponte Macagno, sul fiume Tanaro, ha provocato, la sera del 5 novembre 1994, la morte di 7 automobilisti.*

È in questo tratto che si è registrato il maggior numero di decessi per la provincia di Cuneo: a Bastia Mondovì (una vittima), Clavesana (due vittime sorprese alla guida di un automezzo ed una vittima annegata nella propria autorimessa), Farigliano (dove è avvenuto il ritrovamento del corpo di una persona annegata in località imprecisata) e Monchiero. Tutti



Fig. 5. *Comune di Feisoglio. La strada di accesso all'abitato e l'edificio al centro della foto hanno subito traslazione a causa di una frana per scivolamento planare.*

questi centri sono stati investiti dalle acque e molti edifici hanno subito gravissimi danni. Presso Piozzo, in seguito alla totale erosione ed asportazione del rilevato di accesso al ponte situato lungo la strada provinciale di fondovalle, sette persone sono cadute in acqua con gli automezzi e decedute; presso Narzole un uomo è deceduto nel tentativo di portare soccorso ad un automobilista in difficoltà (Fig. 4).

La città di Alba è stata pesantemente colpita fra il tardo pomeriggio del giorno di sabato 5 e le prime ore della domenica successiva; qui la piena ha provocato sette vittime, tre delle quali alla guida di automezzi e quattro sorprese dalle acque nell'atto di fuggire dalle proprie abitazioni.

L'esondazione del torrente Belbo è stata accompagnata da imponenti fenomeni erosionali che hanno prodotto enormi danni alla viabilità di fondovalle e danni irreparabili agli edifici situati in prossimità del corso d'acqua; molto rilevanti i danni alle colture agricole e ai centri abitati, in particolar modo a Santo Stefano Belbo.

Anche l'ampio fondovalle del tratto cuneese del fiume Bormida di Millesimo è stato estesamente inondato: gravi i danni agli edifici e alle infrastrutture si segnalano in particolar modo presso Monesiglio e Cortemilia.



Fig. 6. Fiume Tanaro. L'immagine riprende un processo di mobilizzazione e colamento della copertura alterata su un versante, in sponda destra del corso d'acqua, nella zona meridionale delle Langhe. In basso è altresì visibile la vasta area occupata dalle acque della piena fluviale.

Processi legati alla dinamica di versante

Scivolamenti planari

La frana per scivolamento planare rappresenta nelle Langhe una tipologia caratteristica e ricorrente; nel corso dell'evento alluvionale quasi tutti i comuni di tale zona collinare ne sono stati colpiti in modo più o meno grave (si sono distinti oltre 800 fenomeni entro circa 400 km² di territorio). Questi processi sono caratteristici dei versanti nord-occidentali, ove predominano ampi pendii aventi debole inclinazione, analoga a quella delle superfici di stratificazione presenti nel substrato roccioso di formazione marina sedimentaria. Negli scivolamenti planari la superficie costituente il piano di scivolamento coincide, in genere, con il tetto di uno degli strati costituenti l'alternanza tra arenarie e marne.

I manufatti presenti nelle aree dissestate sono stati in genere distrutti o danneggiati in modo irreparabile, mentre la presenza di segnali premonitori e la relativa lentezza con cui si sono svolti tali fenomeni ha consentito alle persone di allontanarsi e mettersi in salvo. La quasi totalità delle frane risulta essersi verificata fra il pomeriggio e la notte di sabato 5 novembre. Le dimensioni degli scivolamenti planari sono risultate ampiamente variabili; fra gli episodi più eclatanti si possono menzionare i fenomeni avvenuti entro i territori comunali di Cissone, Murazzano, Benevello, San Benedetto Belbo, Serravalle Langhe e Feisoglio (Fig. 5).

Processi di mobilizzazione dei terreni superficiali di alterazione

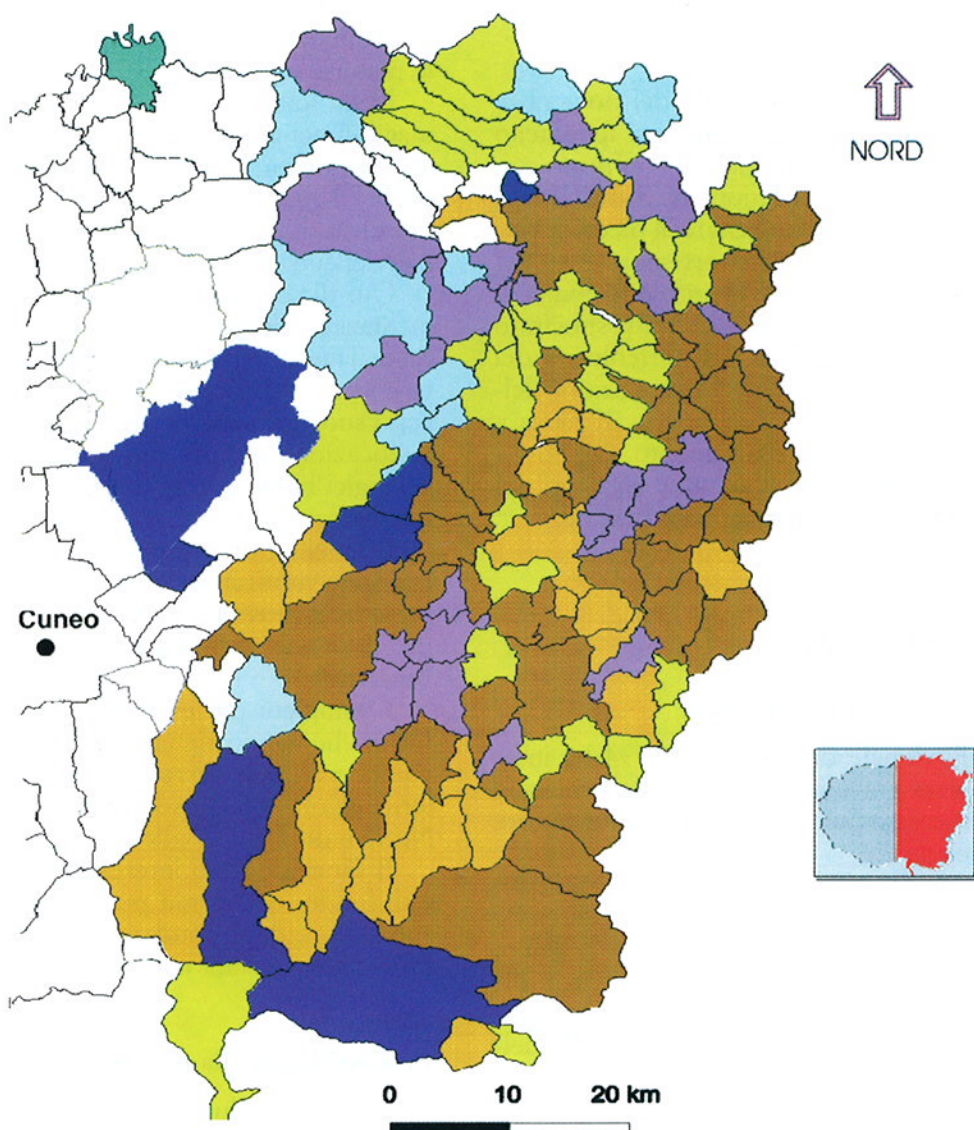
Questi fenomeni hanno interessato i settori più acclivi dei rilievi coinvolti dall'evento alluvionale, colpendo in modo particolarmente grave i versanti sud-orientali della zona collinare delle Langhe (Fig. 6).

Queste frane coinvolgono i terreni debolmente coerenti sovrastanti il substrato roccioso, interessando talvolta le porzioni più superficiali ed alterate di quest'ultimo. La superficie di scorrimento, sovente coincidente con l'interfaccia substrato roccioso - terreno superficiale, può essere sub-planare o avere una geometria di tipo rotazionale; in tutti i casi il processo si evolve sotto forma di colata. L'impossibilità di previsione e la rapidità di tali fenomeni, che hanno provocato ovunque gravi danni al patrimonio infrastrutturale ed edilizio, ne rendono molto elevata la pericolosità anche quando sono costituiti da pochi metri cubi di terreno. Questo processo si è esplicato con altissima densità su tutta l'area collinare delle Langhe e anche, seppure con presenze meno diffuse, nei settori pedemontani delle Valli Monregalesi. La diffusa presenza di tali fenomeni ha determinato l'interruzione, fortunatamente non in modo strutturale, di un numero elevato di strade, ha provocato gravi danni agli edifici ed ha causato la morte di alcune persone. Si sono avute infatti due vittime presso Feisoglio, coinvolte dal crollo di un edificio colpito da una colata proveniente dal sovrastante versante, una vittima

Provincia di Cuneo

Evento alluvionale del 2-6 novembre 1994

Comuni coinvolti da fenomeni di dissesto con indicazione dei processi principali



- | | |
|--|---|
| Processi associati all'attività dei corsi d'acqua di pianura o di fondovalle (A) | Processi in concomitanza (A) + (C) |
| Processi associati all'attività di corsi d'acqua montani o collinari, sia lungo le aste sia in conoide (B) | Processi in concomitanza (B) + (C) |
| Processi lungo i versanti per movimenti franosi di varia tipologia (C) | Processi in concomitanza (A) + (B) + (C) |
| Processi in concomitanza (A) + (B) | Processi non presenti, o ininfluenti, o moderatamente coinvolgenti il territorio comunale |

presso Neive, analogamente per il crollo della propria abitazione, ed una sorpresa in strada da una frana presso Torre Mondovì.

Presso le colline del Roero sono avvenuti fenomeni di colamento analoghi, particolarmente concentrati in corrispondenza delle cosiddette "rocche" (così è denominato questo ambiente costituito da caratteristici rilievi di natura debolmente arenacea tipici della zona).

In quest'area si sono registrati danni alla viabilità (Monteu Roero) e lesioni agli edifici (Santo Stefano Roero).

Scorrimenti rotazionali

Nel corso dell'evento alluvionale del novembre 1994 questi processi hanno costituito un fenomeno poco diffuso e di rilevanza puntuale al confronto con l'ampia presenza areale dei fenomeni di instabilità sopra descritti. Sono ubicati in genere al piede di versanti, variabilmente orientati, in corrispondenza dei fondivalle. La superficie di scorrimento rotazionale si sviluppa entro il terreno superficiale ed il substrato roccioso fratturato ed alterato. La pericolosità del fenomeno è data dalla possibilità di occupazione dell'alveo con potenziale creazione di onde di piena a seguito del cedimento dello sbarramento. Gli episodi maggiormente rimarchevoli si sono verificati nei comuni di Gottasecca, Camerana, Sale Langhe.

2.2. PROVINCIA DI ASTI

Processi legati alla dinamica fluviale

L'evento alluvionale di novembre 1994 ha interessato in maniera grave il territorio della Provincia di Asti, in particolare per quanto riguarda il settore centro meridionale.

I processi attivatisi, che hanno causato ingenti danni al territorio, sono rappresentati da: esondazioni da parte dei corsi d'acqua principali (F. Tanaro, T. Belbo, F. Bormida), del reticolo idrografico secondario (T. Borbore, T. Triversa, T. Banna, ecc.) e dissesti lungo i versanti, in particolare nel settore meridionale della provincia (Langa Astigiana).

L'estesa esondazione del Fiume Tanaro ha causato l'allagamento dell'intera piana alluvionale, determinando ingenti danni alla città di Asti e ai centri minori della valle del Tanaro. Anche altri corsi d'acqua della provincia sono stati interessati da rilevanti fenomeni di esondazione: il Torrente Belbo, con notevoli effetti sia in corrispondenza dell'abitato di Canelli sia, più a valle, lungo la piana alluvionale tra Nizza Monferrato e Castelnuovo Belbo e il Fiume Bormida, lungo il quale si sono registrate inondazioni che hanno interessato l'intera tratta provinciale provocando danni in particolare nei pressi dell'abitato di Vesime.

Per quanto riguarda il reticolo idrografico minore si sono evidenziate alcune situazioni di crisi, in par-

ticolare nel settore occidentale al confine con la provincia di Torino, dove si sono registrate cospicue portate con fuoriuscite dagli alvei lungo il Torrente Banna (Altopiano di Poirino) ed i suoi tributari.

Anche lungo i torrenti Tinella, Borbore e Triversa si sono registrati significativi fenomeni di esondazione, mentre, nel settore settentrionale, non si sono verificati fenomeni di piena significativi, salvo localizzati alluvionamenti di modesta ampiezza (ad es. il Rio Menga nei pressi della stazione di Moncalvo).

I danni provocati dalle esondazioni dei corsi d'acqua sono stati molto ingenti: essi hanno interessato centri abitati, opere di collegamento stradale e ferroviario, infrastrutture. Sono state anche coinvolte attività commerciali, artigianali, industriali e agricole delle piane alluvionali.

Nella sola Provincia di Asti sono stati dichiarate inagibili nei giorni successivi l'evento alluvionale 347 abitazioni con un numero di persone evacuate pari a 1085. Di questi provvedimenti, circa 320 hanno riguardato le abitazioni danneggiate dai fenomeni alluvionali dei corsi d'acqua (per un totale di 1019 abitanti).

Qui di seguito è riportata una schematica documentazione dei processi torrentizi lungo l'asta del torrente Tinella, affluente del torrente Belbo; per quanto concerne il torrente Banna e il torrente Borbore, con i suoi affluenti, la descrizione relativa ha trovato collocazione nel più opportuno capitolo "Processi geologici lungo la rete idrografica secondaria" cui si rimanda.

Il Tinella è un corso d'acqua minore lungo il quale si sono verificate esondazioni sull'intero tratto compreso nella provincia di Asti, in particolare nei Comuni di Castagnole delle Lanze e Costigliole d'Asti (fraz. Boglietto).

I fenomeni più evidenti sono stati gli alluvionamenti che hanno riguardato anche alcune abitazioni comprese tra la ferrovia Castagnole Lanze-Cavallermaggiore e la strada provinciale proveniente da Neive e diretta a Boglietto.

Il Tinella è stato interessato da erosioni spondali e di fondo, che in più punti hanno messo a nudo il substrato, e da abbondante trasporto solido; la destabilizzazione è stata continua lungo tutto il percorso.

Processi legati alla dinamica di versante

Le piogge cadute a partire dal giorno 2 hanno innescato, dalla giornata di sabato 5 novembre, fenomeni di dissesto lungo i versanti collinari, principalmente riconducibili a frane di fluidificazione dei terreni superficiali dovuti alla estrema saturazione. Nel settore meridionale della provincia (Langa Astigiana) si sono, inoltre, verificati dissesti di maggiore entità la cui tipologia può essere ricondotta a scivolamenti di tipo planare lungo i giunti di stratificazione del substrato.

Tali fenomeni sono stati osservati su tutto il territorio della provincia, in particolare nella zona dell'Alta Langa ed in destra del fiume Bormida, ma nel complesso la loro densità territoriale è risultata contenuta. I danni sono stati a carico dell'attività agricola, del-



Fig. 7. *Comune di Roccaverano, reg. Giorgino. Nicchia di distacco dello scivolamento planare e danni arrecati alla viabilità.*

la viabilità secondaria e, in misura molto minore e sporadica, degli edifici.

Molti dissesti hanno riattivato parzialmente o in modo completo aree franose già conosciute. Tali fenomeni si sono verificati essenzialmente nella giornata di sabato (Alta Langa), mentre nelle zone caratterizzate dall'affioramento di litotipi più plastici (argille del Villafranchiano e/o Argille di Lugagnano) gli eventi franosi si sono manifestati ed evoluti anche nelle giornate successive.

I movimenti localizzati lungo il versante di sinistra della valle Bormida hanno riguardato, oltre a fenomeni legati a saturazione e conseguente fluidificazione dei terreni superficiali in corrispondenza di pendii acclivi e scarpate stradali, importanti altri fenomeni franosi interessanti anch'essi le potenti coltri di alterazione del substrato.

I comuni più colpiti sono risultati essere Cisterna d'Asti, nella zona del Roero, e Bubbio, Cessole, Loazzolo, Olmo Gentile, Roccaverano, S. Giorgio Scarampi, Serole e Vesime nell'Alta Langa astigiana. In particolare i dissesti più significativi si sono sviluppati nei comuni di Loazzolo, Roccaverano e S. Giorgio Scarampi.

Nel Comune di Roccaverano, in località Giorgino, si è verificato uno scivolamento planare con potenza dai 6 agli 8 metri, con una traslazione del materiale su distanze fino a 100 m. L'evoluzione del fenomeno ha coinvolto gli edifici in località Cascina Vecchia distruggendoli parzialmente. È stata inoltre danneggiata la strada comunale collegante gli edifici rurali della zona alla strada provinciale Roccaverano-Monastero Bormida (Fig. 7).

Sempre nel Comune di Roccaverano si registra una seconda frana di circa 2.000 m² in regione S. Giovanni.

Nel comune di Loazzolo, lungo la strada comu-

nale Foiano, si sono registrati lungo il fianco esposto a nord di un versante interessato in passato da un esteso movimento di tipo planare, due dissesti che hanno interessato la coltre di alterazione superficiale. Tali dissesti, localizzati a poche centinaia di metri l'uno dall'altro, sono costituiti da: un primo scivolamento di materiale limoso sabbioso, con uno spessore medio di 10 m, derivante dall'alterazione del substrato marnoso-arenaceo nei pressi di C. Foiano. Il dissesto, che presenta una larghezza del coronamento di circa 200 m ed una lunghezza del fronte di circa 300 m, ha compromesso la funzionalità della strada senza però interessare la vicina cascina. Un secondo scivolamento, in loc. Cascina Audina, ha interessato il materiale eluvio-colluviale di copertura e gli strati più superficiali del substrato, per uno spessore di circa 3 m, larghezza di circa 50-70 m e sviluppo longitudinale di circa 200 m. Il fenomeno, che si è sviluppato secondo due corpi paralleli, ha danneggiato la sede stradale ed ha lambito l'edificio di civile abitazione lungo i suoi lati coinvolgendo inoltre un serbatoio posto nella zona della nicchia di distacco.

Nel Comune di San Giorgio Scarampi si sono verificati due movimenti franosi ad Ovest del concentrato.

In località Arlanda si è verificato un franamento a carico dei materiali eluvio-colluviali di copertura per una lunghezza di circa 350 m ed una larghezza massima della nicchia di distacco di 150 m; la potenza è invece assai variabile da zona a zona raggiungendo talora un massimo di 15 m; l'area coinvolta è stimabile quindi in circa 50.000 m². La zona si colloca in un settore interessato in passato da dissesti traslativi planari. Si sono registrati danni alla viabilità comunale ed interpodereale e lesioni all'edificio sito nei pressi della nicchia di distacco.

In loc. Bogliolo si è invece verificato uno scivolamento della coltre di copertura che ha interessato il versante per una lunghezza di circa 500 m, una larghezza di 120-150 m ed uno spessore di 2-4 m; il fenomeno, che ha manifestato una tendenza ad esaurirsi sotto forma di colata, ha causato danni alla strada provinciale Vesime-Roccaverano per un tratto di 60 m; il volume coinvolto è stimato essere di 100-150.000 m³.

Altri danni e franamenti nel Comune di San Giorgio Scarampi si sono verificati in reg. Valle Scura e Albareto.

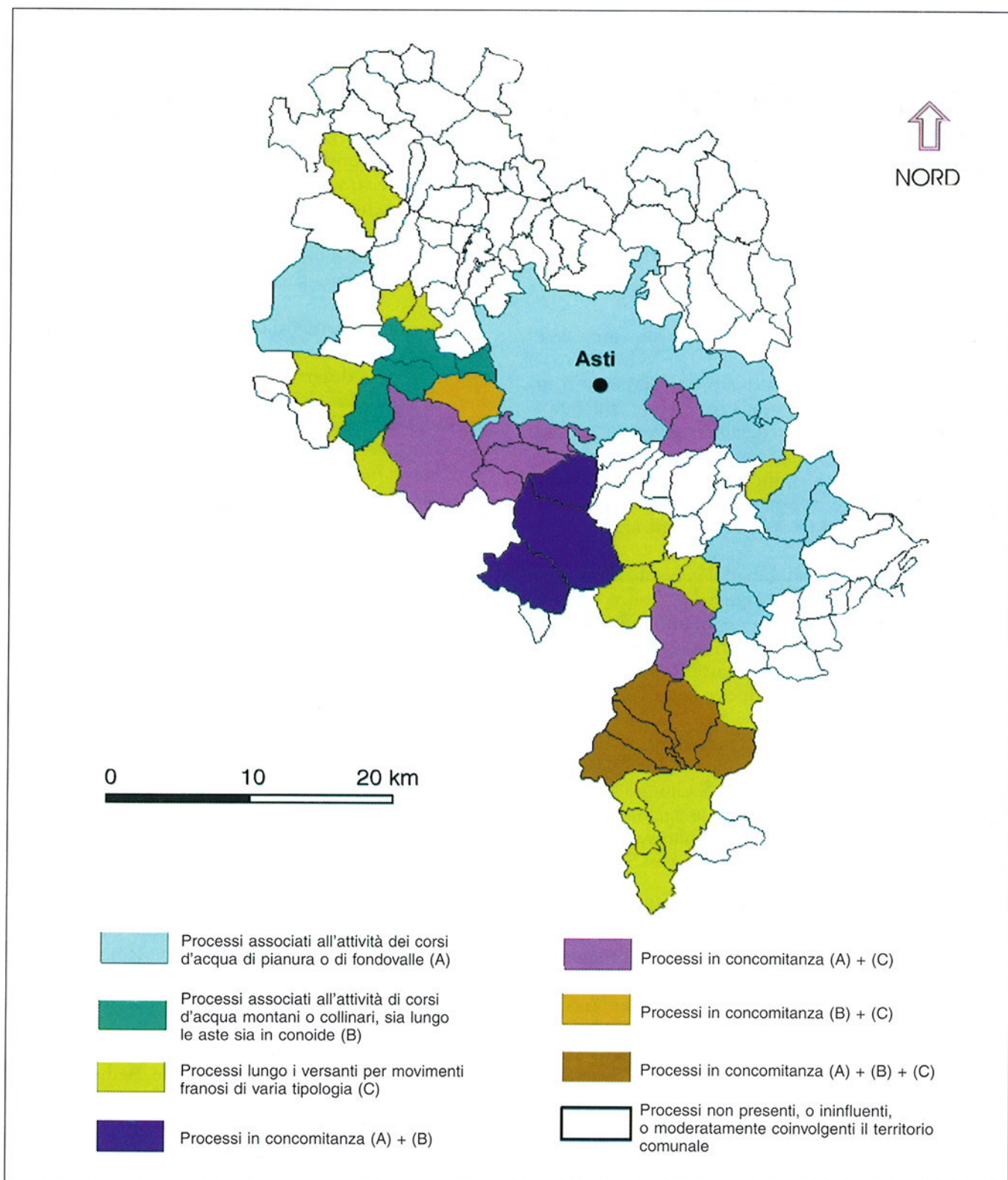
Nel Comune di Bubbio si è registrata una frana lungo la strada provinciale Bubbio-Roccaverano all'altezza di Madonna della Neve; tale dissesto classificabile come movimento rotazionale della coltre superficiale innescato da un modesto scivolamento planare confinato, ha provocato l'interruzione della viabilità a seguito dell'asportazione della sede stradale lungo un fronte di circa 50 m.

I fenomeni franosi arealmente più diffusi registrati nei comuni compresi tra la valle Belbo, la valle Bormida e l'Alta Langa astigiana sono però principalmente riconducibili a saturazione e fluidificazione dei terreni sciolti superficiali talora con componente rotazionale.

Provincia di Asti

Evento alluvionale del 2-6 novembre 1994

Comuni coinvolti da fenomeni di dissesto con indicazione dei processi principali



Ad Olmo Gentile si sono verificati numerosi frangimenti tra i quali i più significativi sono quelli in località Mercurini, dove un ponte è stato asportato, ed in località Boglioli con interruzione della viabilità. E' stata emessa, in questa località, un'ordinanza di cautela d'uso per un edificio di civile abitazione.

A Vesime si sono registrati danni alle abitazioni in strada Castello (sotto la Torre medioevale si è attivata una colata di terra su una superficie di 2.000 m²) e in piazza Dante, dove sono state dichiarate inagibili alcune abitazioni. Altro movimento di notevole proporzione si è evidenziato a monte dell'Ospizio e sopra la Scuola Media. Altri dissesti minori hanno colpito in modo diffuso tutto il territorio (Fig. 8).

Nella restante parte della provincia si segnalano dissesti di limitate dimensioni e diversa tipologia che in alcuni settori sono risultati anche molto frequenti; in particolare una zona ricca di dissesti arealmente assai diffusi è stata quella dei comuni di Cisterna d'Asti e San Damiano (s.c. Bricco Aguggia, s.c. Bricco Fre, ecc.).

I Comuni di Capriglio, Castellero, Corsione sono stati interessati da modesti dissesti che hanno riguardato la viabilità comunale.

Nel Comune di Mareto una frana riguardante terreni attribuibili ad argille in facies villafranchiana han-

no causato l'interruzione della s.c. Beato Amedeo (fraz. Serra Gorio).

Delimitati crolli di porzioni rocciose hanno interessato principalmente la viabilità comunale di Monale e Montafia.

Altri processi franosi con danni di modesta entità hanno interessato viabilità provinciale e locale nei comuni di Montegrosso d'Asti, Mongardino, Montaldo Scarampi, Celle Enomondo, etc.

2.3. PROVINCIA DI ALESSANDRIA

Processi legati alla dinamica fluviale

La provincia di Alessandria, per la sua posizione geografica, raggruppa le terminazioni dei reticolati idrografici che drenano verso Est la maggior parte delle acque piemontesi, attraverso il grande collettore settentrionale del Po e quello meridionale del Tanaro ed è quindi stata particolarmente coinvolta, in modo traumatico, nelle aree di fondovalle e soprattutto della confluenza.

Nel territorio alessandrino, sono stati interessati dall'evento alluvionale tutti i principali corsi d'acqua provenienti da Ovest, in particolare il torrente Belbo, il fiume Bormida (quest'ultimo in minor misura) e i fiumi Tanaro e Po (all'origine dei principali effetti catastrofici in provincia).

Nelle settimane successive all'evento, il Settore Prevenzione Territoriale del Rischio Geologico - area di Alessandria, ha eseguito, per la parte di territorio provinciale di competenza, un rilievo di massima in scala 1:25.000 degli effetti dell'evento relativi all'asta dei fiumi Po e Tanaro. Successivamente, con l'ausilio fotointerpretativo delle riprese aeree effettuate nel periodo immediatamente successivo all'evento e con l'approfondimento di ulteriori rilievi di campagna, sono state rielaborate, in scala 1:10.000, la rappresentazione degli effetti ed il campo di esondazione, utilizzando come base le carte tecniche regionali.

Nel territorio provinciale di Alessandria l'emergenza a seguito della piena del fiume Po è iniziata nelle prime ore del giorno 6 novembre 1994, quando le acque, a seguito delle rotture degli argini posti a difesa del territorio di Palazzolo Vercellese, in sponda sinistra, si sono riversate nella pianura compresa tra il fiume Po ed i terrazzi alluvionali più antichi, allagando vaste aree in comune di Trino Vercellese. La massa d'acqua proveniente da Trino, ha contribuito ad alimentare il fitto reticolo irriguo presente nella zona e, agevolata dall'andamento pianeggiante del territorio, ha proseguito in direzione di C.na Pobietto raggiungendo l'abitato di Morano Po, dove veniva allagata buona parte del capoluogo. L'ondata di piena, oltre ad investire i canali irrigui, si è riversava nella roggia Stura (principale colatore del territorio) provocando il grave allagamento nella frazione Due Sture. Successivamente è stato interessato il territorio comunale di Balzola, dove il canale Magrelli, (a Nord dell'abitato) non riuscendo a scaricare la piena nella rog-



Fig. 8. Comune di Vesime, Strada Castello. Colata detritica per fluidificazione della coltre superficiale che ha provocato danni alle abitazioni sottostanti.

Ad Olmo Gentile si sono verificati numerosi frangimenti tra i quali i più significativi sono quelli in località Mercurini, dove un ponte è stato asportato, ed in località Boglioli con interruzione della viabilità. E' stata emessa, in questa località, un'ordinanza di cautela d'uso per un edificio di civile abitazione.

A Vesime si sono registrati danni alle abitazioni in strada Castello (sotto la Torre medioevale si è attivata una colata di terra su una superficie di 2.000 m²) e in piazza Dante, dove sono state dichiarate inagibili alcune abitazioni. Altro movimento di notevole proporzione si è evidenziato a monte dell'Ospizio e sopra la Scuola Media. Altri dissesti minori hanno colpito in modo diffuso tutto il territorio (Fig. 8).

Nella restante parte della provincia si segnalano dissesti di limitate dimensioni e diversa tipologia che in alcuni settori sono risultati anche molto frequenti; in particolare una zona ricca di dissesti arealmente assai diffusi è stata quella dei comuni di Cisterna d'Asti e San Damiano (s.c. Bricco Aguggia, s.c. Bricco Fre, ecc.).

I Comuni di Capriglio, Castellero, Corsione sono stati interessati da modesti dissesti che hanno riguardato la viabilità comunale.

Nel Comune di Mareto una frana riguardante terreni attribuibili ad argille in facies villafranchiana han-

no causato l'interruzione della s.c. Beato Amedeo (fraz. Serra Gorio).

Delimitati crolli di porzioni rocciose hanno interessato principalmente la viabilità comunale di Monale e Montafia.

Altri processi franosi con danni di modesta entità hanno interessato viabilità provinciale e locale nei comuni di Montegrosso d'Asti, Mongardino, Montaldo Scarampi, Celle Enomondo, etc.

2.3. PROVINCIA DI ALESSANDRIA

Processi legati alla dinamica fluviale

La provincia di Alessandria, per la sua posizione geografica, raggruppa le terminazioni dei reticolati idrografici che drenano verso Est la maggior parte delle acque piemontesi, attraverso il grande collettore settentrionale del Po e quello meridionale del Tanaro ed è quindi stata particolarmente coinvolta, in modo traumatico, nelle aree di fondovalle e soprattutto della confluenza.

Nel territorio alessandrino, sono stati interessati dall'evento alluvionale tutti i principali corsi d'acqua provenienti da Ovest, in particolare il torrente Belbo, il fiume Bormida (quest'ultimo in minor misura) e i fiumi Tanaro e Po (all'origine dei principali effetti catastrofici in provincia).

Nelle settimane successive all'evento, il Settore Prevenzione Territoriale del Rischio Geologico - area di Alessandria, ha eseguito, per la parte di territorio provinciale di competenza, un rilievo di massima in scala 1:25.000 degli effetti dell'evento relativi all'asta dei fiumi Po e Tanaro. Successivamente, con l'ausilio fotointerpretativo delle riprese aeree effettuate nel periodo immediatamente successivo all'evento e con l'approfondimento di ulteriori rilievi di campagna, sono state rielaborate, in scala 1:10.000, la rappresentazione degli effetti ed il campo di esondazione, utilizzando come base le carte tecniche regionali.

Nel territorio provinciale di Alessandria l'emergenza a seguito della piena del fiume Po è iniziata nelle prime ore del giorno 6 novembre 1994, quando le acque, a seguito delle rotture degli argini posti a difesa del territorio di Palazzolo Vercellese, in sponda sinistra, si sono riversate nella pianura compresa tra il fiume Po ed i terrazzi alluvionali più antichi, allagando vaste aree in comune di Trino Vercellese. La massa d'acqua proveniente da Trino, ha contribuito ad alimentare il fitto reticolo irriguo presente nella zona e, agevolata dall'andamento pianeggiante del territorio, ha proseguito in direzione di C.na Pobietto raggiungendo l'abitato di Morano Po, dove veniva allagata buona parte del capoluogo. L'ondata di piena, oltre ad investire i canali irrigui, si è riversava nella roggia Stura (principale colatore del territorio) provocando il grave allagamento nella frazione Due Sture. Successivamente è stato interessato il territorio comunale di Balzola, dove il canale Magrelli, (a Nord dell'abitato) non riuscendo a scaricare la piena nella rog-



Fig. 8. Comune di Vesime, Strada Castello. Colata detritica per fluidificazione della coltre superficiale che ha provocato danni alle abitazioni sottostanti.



Fig. 9. Casale Monferrato, località Disperata. 7 novembre 1994: la piena del fiume Po in fase decrescente.

gia Stura, ha esondato a sua volta. Seguendo la naturale pendenza del terreno, le acque sono state convogliate verso l'abitato di Balzola, interessando buona parte del nucleo urbano. Solo le parti centrali e di antico impianto, che risultano leggermente elevate rispetto alla restante parte dell'abitato, non sono state allagate.

Le acque di esondazione hanno allagato poi, in successione, la frazione di Casale Popolo (in comune di Casale Monferrato, Fig. 9), l'area industriale e la zona sud del concentrico di Villanova Monferrato ed infine hanno coinvolto anche la frazione di Terranova appartenente anch'essa al territorio di Casale Monferrato.

La dinamica dell'evento, in sponda sinistra, nella pianura del Monferrato Casalese ha avuto un andamento anomalo a causa della situazione idraulica particolarmente complessa. Infatti la zona è solcata da una fitta rete di canali irrigui, principali e secondari, spesso in cattivo stato di manutenzione. La roggia Stura, che rappresenta l'unico grande colatore, allo stato attuale non è certo in grado di smaltire grandi portate d'acqua in quanto, nel periodo estivo, funge unicamente da canale irriguo mentre, dopo lo svuotamento delle risaie, si configura come semplice canale di scolo. Con queste premesse appare inevitabile che, in occasione di precipitazioni particolarmente intense, la roggia esondi dall'alveo naturale, allagando le campagne circostanti. Si deve inoltre aggiungere che l'inadeguata manutenzione del corso d'acqua

favorisce restringimenti od ostruzioni d'alveo, rallentando il deflusso delle acque ed aggravando ulteriormente il disordine idraulico della zona.

È in fase di studio la predisposizione di un piano di sistemazione idraulica, razionale ed unitario, elaborato su scala interprovinciale.

I comuni ubicati in sponda destra hanno subito allagamenti di minore estensione essendo favoriti da una morfologia prevalentemente collinare. Tra i danni rilevanti si ricordano quelli subiti dalla località Brusaschetto Nuovo, in comune di Camino, dove la piena ha danneggiato un tratto di argine allagando edifici costruiti, a nostro avviso, in zona impropria.

Oltrepassata la confluenza con il fiume Sesia la piena del Po, sul territorio provinciale di Alessandria, ha interessato prevalentemente le aree golenali. La piena non ha sormontato gli argini maestri ed eventuali problemi di allagamenti si sono avuti a causa di tributari minori quali il torrente Laio che, oltre ad essere sovrappassato da ponti con luci assolutamente insufficienti, presenta anche un alveo insufficiente a smaltire le acque di massima piena.

È opportuno ricordare che in territorio lombardo, in comune di Breme, vi è stata una rotta arginale che ha provocato una notevole riduzione della portata di piena. Certamente questo effetto ha evitato ulteriori danni per i comuni alessandrini, ubicati a valle, lungo la sponda destra.

I danni provocati dall'alluvione nella pianura del Monferrato Casalese, salvo casi particolari (aree pros-



Fig. 10. Alessandria Rione Orti. Novembre 1994: effetti catastrofici della piena del Tanaro.

sime a cedimento di argini o rotture di rilevati) sono stati meno pesanti che in altri territori, in quanto l'inondazione, con tempi di propagazione lenti, ha permesso alla popolazione di abbandonare gli edifici mettendo in salvo anche quanto era trasportabile. In generale il territorio ha mostrato danni a fabbricati civili ed industriali, alle varie infrastrutture ed all'agricoltura. Quest'ultima, nonostante la presenza di vaste aree coltivate a risaie, che ovviamente non hanno risentito particolarmente dell'effetto dell'alluvione, ha riportato considerevoli danni per le coltivazioni di altro genere. A tal proposito si ricorda che, in diversi comuni rivieraschi del fiume Po, le attività agricole sono concentrate nelle zone golenali. Si cita ad esempio il comune di Bozzole, il cui territorio, ad esclusione del nucleo abitato, è situato prevalentemente in aree di pertinenza fluviale.

La fascia di pianura maggiormente colpita dall'evento è stata quella attraversata dal fiume Tanaro, che il giorno 6 novembre, alimentato anche dall'apporto considerevole dalle acque del torrente Belbo, è esondato sommergendo l'intera area di fondovalle. Poco a monte di Alessandria le acque hanno occupato, su una larghezza di circa 3 km, la capacità d'invaso compresa tra i terrazzi alluvionali principali.

In provincia di Alessandria i comuni rivieraschi delle aste fluviali del Tanaro e Belbo sono stati coinvolti pesantemente dall'evento. La piena del Belbo ha interessato i territori dei comuni di Bergamasco, Carentino ed Oviglio.

Lungo l'asta del fiume Tanaro, già nelle prime ore del giorno 6 novembre 1994, l'acqua attraversava in più punti il rilevato ferroviario (fornici, sottopassi e rigurgiti della rete idrografica minore) che, a valle di Cerro Tanaro, delimitava la piena in sponda sinistra, mentre in destra le acque andavano in battuta contro la collina. Tutta l'area di fondovalle, a monte di Alessandria, era sommersa dalle acque che occupavano interamente gli antichi paleoalvei. Sotto la pressione delle acque, il rilevato della linea ferroviaria Torino-Alessandria è ceduto in più punti e la città, in parte già allagata, è stata investita da una violenta ondata che, aggirando il rilevato della Cittadella, dopo aver coinvolto le frazioni di Astuti, Borgo Cittadella e San Michele, e si è riversata sul quartiere Orti con effetti catastrofici (Fig. 10).

Ad aggravare la situazione nella piana alessandrina, oltre ai numerosi manufatti antropici, che hanno rappresentato un considerevole ostacolo al normale deflusso delle acque, si è aggiunta la presenza, in corrispondenza della confluenza Tanaro-Bormida, della strettoia delimitata in sinistra dal rilievo di Pavone ed in destra dal rilevato dell'autostrada Torino-Piacenza. Tale situazione ha favorito il rigurgito delle acque verso la città di Alessandria, determinando un ulteriore innalzamento dei livelli (Fig. 11).

Proseguendo lungo l'asta del Tanaro, verso valle, il restringimento della sezione di piena dovuta a cause sia morfologiche (collina di Montecastello in sinistra) che antropiche (argini a difesa di proprietà pri-



Fig. 11. *Alessandria corso Virginia Marini. Fase iniziale dell'allagamento del centro cittadino.*

vate in destra), ha contribuito ad aumentare la pressione esercitata dalle acque sull'argine in destra Tanaro che, in comune di Piovera, cedeva in più punti. Si ritiene significativo ricordare che anche durante l'evento alluvionale del 1951 si era verificata una rottura nello stesso tratto di argine e nell'evento dell'ottobre 1977 nella medesima zona l'argine veniva tracciato.

In seguito alle interruzioni createsi nell'argine maestro, una poderosa massa d'acqua, riversandosi all'esterno, ha alimentato la fitta rete di canali e fossi irrigui ed alcuni paleoalvei, i cui tracciati sono ben evidenziati dall'andamento dei corsi d'acqua locali quali il canale Riale, la roggia Corsica, la roggia Mezzanino, ecc. In breve si è creata la formazione di un corso d'acqua secondario che, scorrendo esternamente all'argine ha coinvolto, sia pure con energie relativamente basse, vaste zone agricole ed aree urbanizzate.

Le acque fuoriuscite dalla rotta, nella loro avanzata, dopo aver allagato le campagne ed alcuni edifici del concentrico di Piovera, hanno coinvolto il comune di Alluvioni Cambiò per circa il 90% del suo territorio. Anche buona parte dei comuni di Sale e Guazzora sono stati allagati. Infine, seguendo il corso della roggia Corsica (presumibile antico alveo del fiume Tanaro), le acque hanno raggiunto il territorio comunale di Isola Sant'Antonio, il cui abitato, a Nord-Ovest, è circondato da un sistema arginale a ferro di cavallo posto a protezione delle piene del fiume Po e

del torrente Scrivia (tributario del Po prossimo alla confluenza), la cui presenza ha reso impossibile lo smaltimento delle acque. Solo in seguito alla rottura artificiale dell'argine a ridosso della regione Montemerla (decisa nelle prime ore di martedì 8 novembre) le acque hanno potuto defluire nel Po che, nel frattempo, aveva smaltito la sua piena straordinaria.

Area di Alessandria

Nella piana alessandrina l'eccezionalità dell'evento, unita ai numerosi cedimenti di rilevati della rete viaria e ferroviaria, ha determinato una propagazione delle acque ad elevata energia con livelli particolarmente alti (nel quartiere Orti di Alessandria l'acqua ha raggiunto un'altezza massima di metri 3,50). A favorire l'innalzarsi dei livelli ha contribuito, in modo sostanziale, anche la presenza di manufatti antropici che ostacolavano il normale deflusso delle acque.

La vastità delle aree allagate, unita alle elevate energie ed agli elevati livelli, ha provocato danni ingentissimi nella città di Alessandria; infatti circa un terzo della città è stato sommerso con gravi conseguenze per le infrastrutture (fognature, acquedotti, viabilità, ecc.) e per tutti gli edifici coinvolti. Le attività produttive, in particolare, hanno subito ingenti danni con grave ripercussione sull'economia locale; basti pensare che, dai dati pervenuti dalla locale Camera di Commercio, le aziende coinvolte dall'evento, per il solo comune di Alessandria, sono risultate ben 2.800, a cui si devono sommare le aziende agricole. La città di Alessandria ha pagato un alto prezzo anche in termini di vittime: il solo quartiere Orti ne ha contate dieci ed altre due si sono avute nella frazione San Michele.

I rimanenti comuni coinvolti dalla piena del fiume Tanaro, oltre agli ingenti danni riguardanti le varie infrastrutture, gli edifici e le diverse attività economiche, hanno riportato in particolare pesanti perdite per quanto riguarda l'agricoltura e la zootecnia; l'esondazione infatti ha coinvolto prevalentemente vaste aree a vocazione agricola.

Il fiume Bormida, tributario del Tanaro, ha raggiunto il colmo di piena il giorno 5 novembre. La piena ha provocato effetti meno importanti di quelli causati dai fiumi Tanaro e Po. I dati storici relativi alle esondazioni del Bormida, anche in anni recenti (1977, 1987), identificano eventi ben più gravi e catastrofici. Nel 1994, per una fortunata serie di circostanze, il fiume Tanaro ha raggiunto la massima piena il giorno 6 e pertanto le acque del Bormida hanno potuto defluire senza particolari problemi. Le zone allagate hanno riguardato principalmente aree agricole in prevalenza golenali ed hanno comportato l'isolamento ed il parziale allagamento di cascine sparse. Gli unici danni di un certo rilievo si sono registrati nel territorio del comune di Acqui Terme dove l'esondazione del fiume Bormida e dei suoi tributari di destra, ha coinvolto una piccola parte del concentrico in zona Bagni.

Processi legati alla dinamica di versante

I territori collinari, appartenenti alla provincia di Alessandria, sono stati interessati prevalentemente dalla prima fase dell'evento, che ha avuto inizio il giorno 4 novembre ed è stata caratterizzata da forti precipitazioni a carattere temporalesco. I settori maggiormente colpiti in questa prima fase sono stati quelli più meridionali e confinanti con la regione Liguria.

In provincia di Alessandria è stata interessata particolarmente la zona dell'Acquese, dove, la stazione pluviometrica di Bric Berton, in comune di Ponzzone, ha registrato un livello di pioggia superiore a mm.150 concentrati, per lo più, tra le ore 20 del giorno 4 e le ore 01 del giorno 5 novembre. Si è quindi verificata una piena del torrente Erro che ha comportato alcuni danni alle infrastrutture nel territorio dei comuni di Cartosio e di Melazzo.

Successivamente (2^a fase) le precipitazioni si sono estese nella zona dell'Astigiano e del Cuneese, intensificandosi nella giornata del 5 novembre, mentre sui versanti dell'Alessandrino si sono verificate solo precipitazioni sparse e nessuna stazione registrava valori particolarmente elevati. In sintesi le precipitazioni che hanno interessato il territorio provinciale di Alessandria (ad eccezione della zona dell'Acquese) possono essere assimilabili agli eventi piovosi che di frequente si verificano nelle stagioni autunnali o primaverili. Nonostante ciò, su buona parte dei versanti del territorio provinciale, si sono verificati numerosi dissesti; il fenomeno è imputabile alla particolare costituzione geolitologica del territorio che, nella zona collinare ed appenninica, presenta abbondanti coperture eluvio-colluviali, spesso in condizioni di latente instabilità ed al fatto che nel settembre-ottobre 1993 i bacini dei torrenti Curone, Grue, Borbera e Scrivia erano già stati interessati da fenomeni piovosi particolarmente intensi, che oltre ad aver causato ingenti danni lungo tutte le aste fluviali, avevano innescato numerosi dissesti sui versanti. È evidente che, in questi territori, già vulnerati da una precedente alluvione, le precipitazioni del novembre 1994, anche se di carattere non eccezionale, contribuivano ad aggravare notevolmente una situazione già critica; non a caso il maggior numero di segnalazioni, relative ai dissesti dell'evento del 1994, riguardava aggravamenti o riattivazioni di dissesti precedenti, avvenuti prevalentemente nei bacini sopracitati.

I processi di instabilità più rilevanti, con prevalente tipologia di colata, hanno minacciato edifici privati e dislocato strade comunali nei territori di Casasco, Masio, Roccagrimalda, Silvano D'Orba e Trisobbio (Fig. 12)

Nella porzione meridionale i danni più ingenti si sono verificati nell'area territoriale dell'Acquese. Infatti tre comuni contigui, appartenenti a questo settore (Prasco, Visone ed Acqui Terme), sono stati inseriti nell'elenco dei Comuni dichiarati gravemente alluvionati con i DD.P.C.M. 26-11-1994 e 29-11-1994; ma, anche nei comuni limitrofi, si sono registrati dissesti diffusi lungo i versanti (Fig. 13).

In comune di Acqui Terme, in seguito all'evento, il fiume Bormida ha esondato in zona Bagni, coin-



Fig. 12. Casasco, frazione Magrassi, novembre 1994. Dislocazione di sede stradale per riattivazione di colata.

volgendo, in sponda destra, alcuni edifici turistico-alberghieri ed in sponda sinistra un'area con edifici a destinazione prevalentemente artigianale. I versanti sono stati interessati da diffuse riattivazioni di colate: in particolare si ricordano le fluidificazioni della coltre superficiale che hanno minacciato la frazione Angogna.

Nel territorio di Prasco si sono registrate numerose riattivazioni di dissesti, prevalentemente colate e scivolamenti planari, che hanno coinvolto porzioni di versante prossime ad abitazioni ed hanno provo-

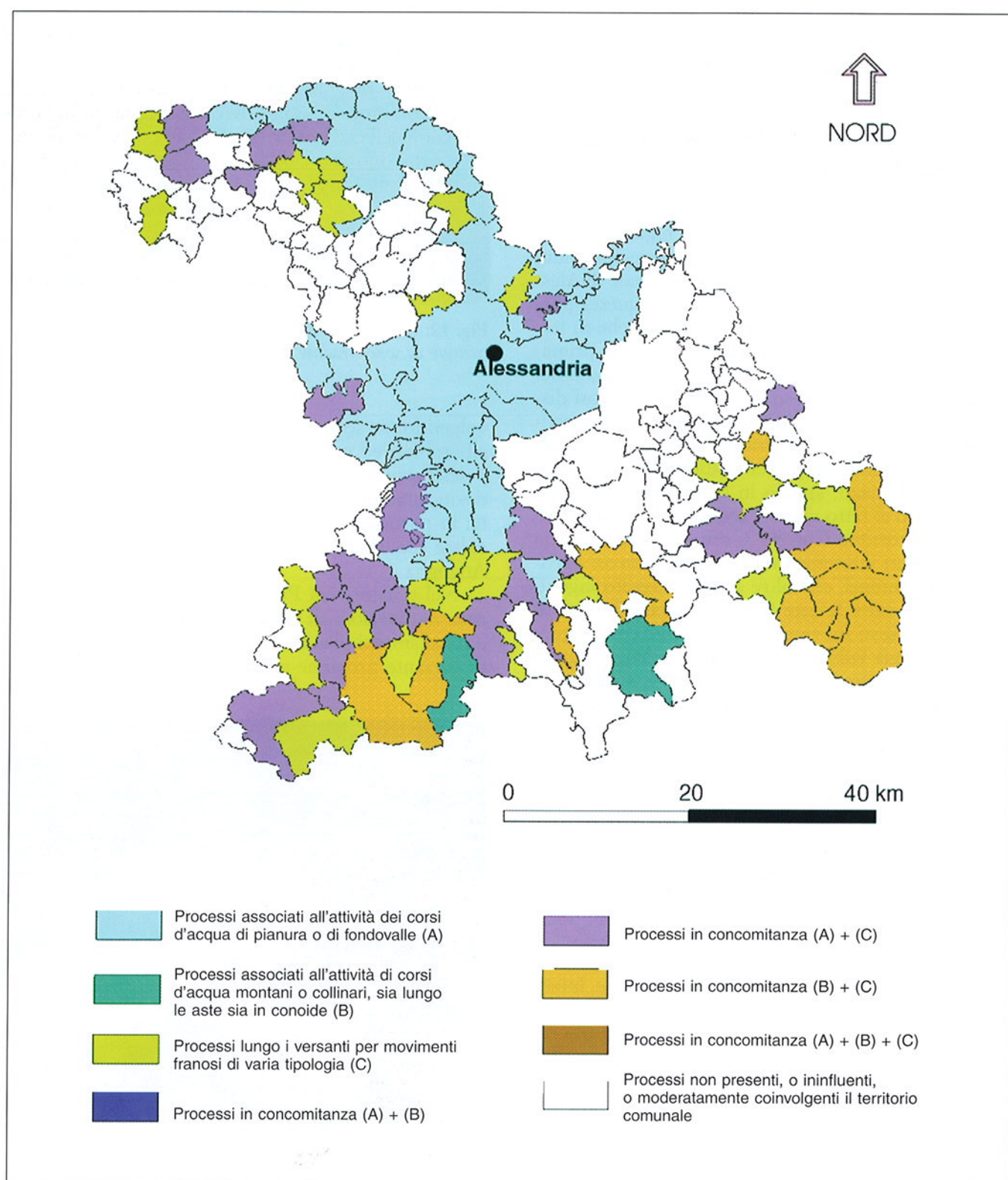


Fig. 13. Grogna, area acquese, novembre 1994. Processo di crollo entro una scarpata adiacente il torrente Visone.

Provincia di Alessandria

Evento alluvionale del 2-6 novembre 1994

Comuni coinvolti da fenomeni di dissesto con indicazione dei processi principali



cato l'interruzione della strada provinciale n. 206 (fig. 14); lungo la rete idrografica si è verificata l'esondazione del torrente Caramagna, che ha provocato allagamenti ed erosioni di sponda presso il concentrico e ha danneggiato il ponte sulla strada comunale Prasco-Orbregno.

In località Cattanzo, nel comune di Visone, un movimento di versante che già in passato era stato oggetto di segnalazione, in seguito alle precipitazioni intense, ha subito un notevole aggravamento, destando preoccupazione per la C.na Buffa, per gli edifici adiacenti e per quelli posti più a valle. L'area interessata dal dissesto è stata inserita nell'elenco delle località soggette a monitoraggio; questo al fine di poter controllare l'evoluzione dei fenomeni franosi e la successiva individuazione delle idonee tipologie di intervento. Nello stesso elenco sono comprese altre località interessate da riattivazioni di fenomeni già noti, attivati dall'evento del 1993 ed aggravatisi a seguito delle piogge del 1994; si tratta di località situate nei comuni di Cabella Ligure, Rocchetta Ligure, Garbagna e Fabbrica Curone appartenenti ai bacini dei torrenti Borbera e Grue.

2.4. PROVINCIA DI TORINO

Premessa

L'evento alluvionale del 2-6 novembre 1994 ha comportato effetti diffusi su tutta la provincia di Torino, con numerosi fenomeni franosi e di esondazione lungo i corsi d'acqua.

La ricostruzione fornita dal quadro meteorologi-

co evidenzia, a partire dal pomeriggio e durante la serata del giorno 5 l'intensificarsi delle precipitazioni lungo la fascia prealpina compresa tra la Val Pellice e la Val Sesia, mentre nel corso del giorno 6 vengono più pesantemente colpite le zone del Basso Canavese, dell'Eporediese e del Biellese. Nelle complessive 36 ore sono stati registrati: 174.4 mm di pioggia caduti a Cumiana, 365.2 mm a Lanzo, 427.8 ad Oropa, 312.8 ad Ala di Stura, mentre a Torino le precipitazioni totali ammontano a 144.2 mm.

Il giorno 6 le precipitazioni sono cessate sulla fascia meridionale della regione, mentre sono continuate, con modeste intensità orarie ma consistenti totali giornalieri, nella parte settentrionale, in particolare sul Canavese e sul Biellese.

I dati di pioggia registrati il giorno 5, confrontati con valori storici, hanno rilevato un quadro di eccezionalità dell'evento a livello giornaliero, valori di riferimento sono stati, infatti, ampiamente superati a Torino, Pralormo, Lanzo, Meugliano, Oropa.

La Tavola allegata al fondo del capitolo relativa alla provincia di Torino evidenzia la distribuzione, su base comunale, dei principali processi dissestivi attivatisi in occasione dell'evento; tale carta è stata elaborata sulla base della documentazione disponibile presso la Banca Dati Geologica Regionale, delle risultanze dei sopralluoghi condotti dai tecnici della Direzione Regionale Servizi Tecnici di Prevenzione e da quanto successivamente emerso dalle istruttorie svolte dai Settori competenti.

Secondo quanto indicato nella legenda di commento alla carta allegata, i fenomeni segnalati si riferiscono principalmente a:



Fig. 14. Prasco, novembre 1994. Scivolamento planare che ha interessato la strada provinciale n. 206 "della Cavalla".

- Processi per attività lungo i corsi d'acqua di pianura (siano essi principali o secondari) o ampi fondovalle alpini; tali fenomeni risultano prevalentemente concentrati nella zona del Basso Canavese. In questi settori, lungo il reticolo fluviale principale e minore, si sono verificati fenomeni di alluvionamento e allagamento per la tracimazione dei corsi d'acqua o per effetto di propagazione della piena lungo la fitta maglia di fossi e canali irrigui non in grado di smaltire consistenti incrementi di portata. Sono stati segnalati ingenti danni a strutture produttive ed alle reti viarie provinciali e comunali.

- Processi per attività di versante con interessamento delle aste di corsi d'acqua montani o collinari e relativi conoidi: con tale dicitura sono indicate le frane di tipo incanalato lungo rii sui versanti, fenomeni di fluidificazione delle coltri detritiche superficiali, evoluti verso fenomeni di colata di fango e detriti con conseguente riattivazione dei conoidi di fondovalle. Tali fenomeni risultano concentrati nell'area dell'Eporediese (settori di versante dell'anfiteatro morenico d'Ivrea) ed hanno interessato numerosi nuclei abitati danneggiando e distruggendo edifici e causando gravi danni alle infrastrutture (viabilità, fognature, acquedotti).

- Processi per attività su versanti per movimenti franosi di diversa tipologia, fenomeni di instabilità dei versanti con specifico riferimento a fenomeni di tipo franoso non incanalati quali frane di tipo rotazionale, planari, crolli, colate; tali fenomeni oltre a venire registrati nella zona dell'Eporediese, associati ai processi descritti al punto precedente, si osservano con particolare frequenza nell'Alto Canavese e nella Collina di Torino. Anche in questo caso i fenomeni descritti hanno interessato strade e civili abitazioni.

Particolarmente colpiti risultano inoltre i versanti della Val Sangone con gli abitati di Giaveno e Cumiana, nonché i settori di pianura lungo il T. Banna presso gli abitati di Poirino e Santena ed il T. Chisola presso Volvera.

Tale situazione emerge dal "Quadro preliminare degli effetti indotti" allegato al "Primo rapporto sull'evento alluvionale verificatosi in Piemonte il 4-6 Novembre 1994" a cura dei Settori Prevenzione Rischio Geologico Meteorologico e Sismico e Opere Pubbliche a difesa Assetto Idrogeologico della Regione Piemonte, aggiornato al 24-11-1994.

Aree maggiormente coinvolte

Nei paragrafi seguenti sono brevemente descritte le aree maggiormente coinvolte nel corso dell'evento alluvionale, distinte in funzione del contesto geografico e geologico nel quale si inseriscono, delle tipologie dissestive prevalenti, degli effetti e dei danni a queste connessi.

L'Eporediese

Sono compresi i territori comunali che occupano i versanti destro e sinistro idrografico del fiume Dora

Baltea, distribuiti sull'Anfiteatro Morenico d'Ivrea, sul fondovalle alluvionale e lungo la valle Chiusella.

Dal punto di vista geologico nell'area si distinguono: l'Unità Austroalpina del Complesso Sesia-Lanzo, caratterizzata in valle Chiusella dalla presenza di Micascisti eclogitici e gneiss minuti; l'unità Alpina della Zona dei Graniti permotriassici della Serie del Canavese; i depositi quaternari sono in prevalenza caratterizzati da coperture eluviali ed eluvio-colluviali sul substrato roccioso subaffiorante e dall'imponente apparato dei depositi glaciali dell'Anfiteatro Morenico d'Ivrea.

I settori della alta e media val Chiusella ed i versanti in destra e sinistra idrografica del t. Dora Baltea, a Nord degli areali di affioramento dell'apparato morenico d'Ivrea, sono stati interessati da frane per saturazione e fluidificazione delle coltri di copertura sciolte e da più rare frane complesse.

In particolare sono stati interessati i comuni di: Issiglio, Vidracco, Vistrorio in val Chiusella, con danni ed interruzioni alle strade comunali e provinciali e il comune di Tavagnasco, posto lungo l'asse vallivo del t. Dora Baltea, che a seguito della riattivazione del conoide del rio Piovano (e la conseguente mobilitazione di circa 6000 m³ di detrito grossolano che ha ricoperto parte del conoide) ha subito l'allagamento di parte del paese e il coinvolgimento del tracciato autostradale Torino-Aosta.

Anche sui versanti che caratterizzano le cerchie dell'Anfiteatro Morenico d'Ivrea si sono rilevate tipologie dissestive generalmente riconducibili a frane per mobilitazione delle coltri di copertura sciolte ed a limitate frane di tipo rotazionale innescatesi alla testata di modesti bacini o lungo i versanti ed evolutesi in fenomeni di tipo incanalato lungo incisioni preesistenti sui versanti, che hanno dato origine, in alcuni casi, a fenomeni di tipo colate di detrito o di fango.

Percorrendo l'anfiteatro in senso orario, a partire dal versante destro idrografico, i territori comunali più gravemente colpiti sono:

Parella: Una colata detritica innescatasi nei settori di testata del bacino del rio Preti ha percorso l'incisione a partire dalla cresta del cordone morenico che sovrasta l'abitato di Parella (Loc. C. Nada alla quota 575 m ca). Materiali ghiaiosi grossolani e ghiaioso-sabbiosi si sono depositati attorno a quota 350 ca. interessando infrastrutture ed alcune abitazioni poste nei settori apicali del conoide su cui sorge parte dell'abitato. Materiali fini ed acqua hanno raggiunto i settori prossimi al campo sportivo a quota 325 m ca. interessando la S.S. n. 565.

Colletterto Giacosa: una colata di detriti, innescatasi alla testata del bacino posto nel territorio comunale di Loranze e già sede di precedenti dissesti, ha interessato il rio Rovine-Valassa. La colata ha completamente ostruito la luce di un ponte sulla Strada Provinciale per Salerano posto in apice di conoide a monte del paese: acqua fango e detriti grossolani hanno invaso e gravemente danneggiato le opere dell'acquedotto poste a monte del conoide, la viabilità all'interno dell'abitato, danneggiando inoltre nume-

rose abitazioni del concentrico (la dinamica e le caratteristiche del processo sono descritte nel dettaglio nel cap. 5, par. 2, "Casi particolari territorialmente significativi").

Loranzè: fenomeni di fluidificazione delle coltri superficiali con l'innescio di colate torrentizie hanno interessato in più punti il versante orientale del cordone morenico sovrastante l'abitato di Loranzè Alto: a partire dal territorio comunale di Lugnacco, con dissesti lungo il rio delle Rovine-rio Valassa; a partire dalla viabilità di collegamento Lugnacco-Alice, ("dissesto di Loranzè Alto") e lungo il tratto terminale del rio Rivelletto ai margini settentrionali del territorio comunale. Parte dei materiali detritici e dell'abbondante vegetazione d'alto fusto, mobilitati dai fenomeni dissestivi citati, dopo aver percorso circa 500-700 m sul versante e dislivelli di circa 200-300 m, hanno coinvolto abitazioni ed infrastrutture nell'abitato di Loranzè Alto, interessando inoltre la valletta inframorenica, ad andamento circa NE-SW, nella quale scorre il rio Valassa, ostruendone in parte il deflusso (Fig. 15).

Lugnacco: fenomeni di ruscellamento e modeste frane si rilevano su ampia parte del territorio comunale. Lungo l'incisione del Rio Rivelletto a partire dalla quota 700 si è verificata una colata detritica che ha percorso circa 600 m lungo il versante, mobilitando $15.000 \div 20.000 \text{ m}^3$ di materiali, demolendo nel suo percorso un'abitazione posta a quota 550 e circa 10.000 mq di vigneto. In località "Sotto le vigne" un ulte-

riore fenomeno franoso di tipo prevalentemente rotazionale, evolutosi in colata, ha percorso circa $200 \div 300 \text{ m}$ lungo il versante mobilitando circa 5.000 m^3 di materiale; la frana ha distrutto un'abitazione rurale ubicata poco a monte della Viabilità dei Monti a quota 425 m circa e danneggiato un edificio in destra alla nicchia di frana (Fig. 16).

Vico Canavese: l'evento alluvionale in esame ha causato nel territorio comunale di Vico numerosi dissesti riconducibili a colate delle coltri di copertura superficiali che hanno causato danni ad alcuni edifici e temporanee interruzioni delle sedi viarie. Nell'isola comunale di Vico Canavese in Località Balmella, si sono inoltre riattivati alcuni dissesti che interessano la testa del rio Riò la cui incisione raggiunge la conoide su cui sorge parte dell'abitato di Lessolo. L'area in dissesto si colloca a quota 700 m d'altitudine in prossimità della cresta del cordone morenico più interno; i materiali mobilitati sono stati di modesta entità (circa 200 m^3 di terreno), ma la diffusa presenza di evidenze dissestive quali fratture di tensione, modesti rotazionali, e colate fanno tuttavia presumere un volume potenzialmente mobilizzabile di circa 150.000 m^3 . Considerato il pericolo ad essa connessa l'area è oggi oggetto di monitoraggio con capisaldi topografici, colonne inclinometriche ed un piezometro.

Lessolo: il territorio comunale in esame è stato interessato da fenomeni di trasporto in massa di materiali detritici provenienti dal versante di natura more-



Fig. 15. Comune di Loranzè, località Loranzè Alto. Particolare del tratto mediano del dissesto che ha coinvolto alcune abitazioni nei settori settentrionali del concentrico.



Fig. 16. *Comune di Lugnacco, località Uifa. Particolare dell'incisione e dei materiali trasportati dal fenomeno di colata torrenzia.*

nica sovrastante; si sono osservati processi prevalentemente erosivi lungo l'alveo del rio Riò ed il successivo deposito di materiali grossolani nei settori mediani di conoide e di materiali ghiaioso-sabbiosi nei settori distali (nei pressi di località Magnus). La Frazione Calea è stata interessata da fenomeni di trasporto in massa lungo il rio Assa con modesti depositi di materiali prevalentemente grossolani nei settori apicali e mediani del conoide su cui sorge la frazione. Maggiori proporzioni ha viceversa assunto una frana staccatasi pochi metri a valle della Chiesa di Brosso la quale evolvendo in colata ha percorso un modesto impluvio, lungo il versante morenico, per un dislivello di circa 300 m e, dopo un salto su roccia di circa 200 m, ha riattivato il conoide su cui sorge la frazione Ronchi, mobilitando in totale circa 15.000-20.000 m³ di materiale (questo fatto ha provocato l'evacuazione di 15 famiglie) (Fig. 17).

Chiaverano: numerosi dissesti di varia entità e tipo (*rotazionali, crolli di detrito, colate di detrito* o misti) hanno interessato il versante della Serra di Ivrea nel territorio comunale, in particolare in corrispondenza di incisioni o nicchie preesistenti; le aree più depresse, nel settore meridionale sono state allagate coinvolgendo edifici del concentrico verso la Torbiera di Chiavenna. Tre sono le zone maggiormente colpite: il concentrico (descrizione nel cap. 5, par. 2, "Frane per mobilitazione delle coperture detritiche nell'area dell'Anfiteatro morenico di Ivrea"), la fraz. Bienca e la loc. Case Giordana. La fraz. Bienca è stata interessata da allagamenti con trasporto solido provocati dal rio San Pietro, nel cui bacino si sono verificate

numerose frane di modeste dimensioni e si è avuta una discreta mobilitazione di materiali litoidi, e dal rivo della Gatta. Alla testata di quest'ultimo si è prodotta una estesa frana che ha mobilitato alcune migliaia di metri cubi di materiale di varia pezzatura, che in gran parte si è depositato a ridosso dell'abitato, dopo aver percorso un dislivello di circa 250 m, deviando di 90° verso Nord e risparmiando così gli edifici ivi presenti. Poco ad Ovest di Case Giordano si sono verificate tre colate di detrito parallele, caratterizzate da una potenza massima di circa 2 m e da una larghezza variabile dai 15 ai 50 m, hanno percorso un dislivello di circa 80-100 m provocando danni a terrazzamenti e viottoli e l'interruzione della strada di accesso alle case. Frane di minore entità hanno coinvolto il versante sovrastante la loc. Prà San Pietro, provocando lievi danni a terrazzamenti e rustici abbandonati, accumuli sulla S.S. della Serra e allagamenti presso la località stessa.

Borgofranco d'Ivrea: lungo il rio dei Mulini si è riversata un'ingente quantità di materiali detritici a causa di alcune frane che hanno interessato il versante posto in destra idrografica, a monte della S.S. 419, tra le quote 500 e 680 m, con meccanismo simile a quello descritto riguardo al rio Ritano di Chiaverano. La colata detritica, entro la quale erano presenti anche massi di grosse dimensioni, ha percorso un dislivello di oltre 200 m depositandosi presso le località Paratore e Biò, mettendo in grave pericolo diversi edifici e provocando danni a coltivi, pertinenze di edifici, infrastrutture. Più a valle le acque, riversandosi lungo la viabilità esistente, hanno provocato, in concorso con



Fig. 17. *Comune di Lessolo, località Ronchi. La foto, nella quale compaiono già alcuni interventi realizzati per la sistemazione del rio e a difesa dell'abitato, riprende l'intero tracciato percorso dai materiali in frana, a partire dal cimitero presso il Santuraio di Brosso, sino alle abitazioni in Località Ronchi nel comune di Lessolo.*

quelle del parallelo e limitrofo rio Lo Riale, estesi allagamenti nel concentrico (con altezze d'acqua di circa 1 m). Allagamenti ad opera della rete idrica minore si sono avuti anche nelle località San Germano, Ivozio e Cascinassa (Fig. 18).

Burolo: nel Comune di Burolo, i principali dissesti hanno coinvolto le località Butia e Maddalena. In Loc. Butia, il versante di natura morenica è stato interessato in più punti da frane superficiali che hanno indirizzato verso valle ingenti quantità di materiale frammisto a vegetazione d'alto fusto. Sono state parzialmente danneggiati alcuni edifici di civile abitazione, sottoposti di conseguenza ad ordinanze di sgombero e la strada comunale. In loc. Maddalena a causa della scarsa regimazione, le acque di pioggia provenienti dalla sede stradale hanno dato origine a solchi di erosione e mobilitato un'ingente quantità di materiale fine inglobante grossi blocchi e vegetazione d'alto fusto.

Palazzo Canavese: una colata detritica ha investito la regione Mulini, ubicata all'apice della conoide del rio omonimo dove il corso d'acqua è costretto entro un alveo artificiale interrato. Il materiale di natura morenica trasportato lungo il rio (circa 7.000 m³),



Fig. 18. *Comune di Borgofranco, località Biò. Ripresa del dissesto lungo l'incisione del Rio dei Mulini.*

costituito da una matrice fine inglobante grossi blocchi, ha investito alcune infrastrutture pubbliche ed abitazioni private che sono state evacuate. Fenomeni di saturazione e fluidificazione delle coltri superficiali hanno inoltre interessato il versante morenico sovrastante l'abitato provocando diffusi danni alle aree agricole sottostanti (Fig. 19).

Perosa Canavese: poco a valle dell'abitato di San Martino Canavese, in un tratto in cui il rio Ruglio scorre incassato negli accumuli morenici, si sono verificate su entrambe le scarpate frane per fluidificazione della coltre superficiale e in parte del materiale morenico; il materiale, riversandosi sul rio ha prodotto sbarramenti temporanei con il conseguente innescò di ondate di piena il cui trasporto solido è stato ulteriormente incrementato dall'erosione laterale lungo il corso del rio. La gran massa di materiale detritico è stata fluitata fino al ponte di via Tonietto, che presenta una luce notevolmente ridotta, e riempito un "vascone" utilizzato in passato per l'approvvigionamento di materiali litoidi e quindi si è riversato in sinistra idrografica, attraverso un varco prodottosi nel muro d'argine, ed a valle scavalcando il ponte. Si sono verificati danni alle pertinenze di alcuni edifici ed al



Fig. 19. Comune di Palazzo Canavese. Fenomeni erosivi sulla testata del bacino idrografico del Rio dei Mulini.

campo sportivo. Più a valle, le acque, unendosi a quelle provenienti dal conoide del rio Boriana interessato anch'esso da un vasto fenomeno di riattivazione, hanno prodotto estesi allagamenti nell'area pianeggiante compresa tra la strada Perosa-Pavone ed il t. Chiusella con danni ad alcune cascine.

San Martino Canavese: dissesti analoghi a quelli sui lati della valle del rio Ruglio (v. Perosa Canavese), hanno interessato i versanti del bacino del rio Boriana, producendo una estesa riattivazione della parte orientale disabitata del conoide sul quale è ubicata la fraz. Pranzalito, che non ha subito danni grazie alla protezione offerta da una vecchia scogliera posta in apice lungo la sponda sinistra. Sul versante posto in destra idrografica del rio, poco a monte del ponte stradale, un movimento di versante ha interessato una superficie di circa 5000 m³ provocando la completa distruzione di una cascina (C.na Rivalta) ed il danneggiamento di altre due case, tutte disabitate.

Una nota a parte merita l'invaso artificiale di Montalto Dora dove si sono verificate problematiche legate alla tracimazione delle acque al di sopra dello sbarramento (Fig. 20).

A *Montalto Dora*, domenica 6 novembre, il flusso delle acque di piena superava il coronamento dell'opera di sbarramento di circa 30 cm. Parte dell'abitato veniva temporaneamente evacuato per il rischio di collasso della diga del Lago Pistono, al cessare delle precipitazioni il livello delle acque ritornava alla normalità senza produrre danni.

Il Canavese

Nell'ambito del Canavese sono compresi i settori montuosi di affioramento della Serie del Canavese, che limita parte del margine sudorientale del massiccio pretriassico del Sesia-Lanzo (Alto Canavese) ed i territori prevalentemente pianeggianti ubicati in sinistra idrografica del fiume Po (Basso Canavese). Questi ultimi insistono sui depositi alluvionali depositati dal fiume Po e dai suoi principali affluenti (t. Stura di Lanzo, t. Banna-Bendola, t. Malone, t. Orco) nonché sui depositi fluviali e fluvioglaciali di età rissiana e mindelliana che costituiscono i settori mediani e distali dell'ampia conoide del t. Stura di Lanzo.

Alto Canavese

I settori montani dell'Alto Canavese sono stati diffusamente interessati da fenomeni franosi legati alla saturazione e conseguente fluidificazione dei materiali detritici superficiali; nei territori di Rocca e Levone si sono inoltre registrati modesti dissesti legati alla dinamica torrentizia.

La durata e l'entità delle precipitazioni, determinando la saturazione dei materiali sciolti superficiali, hanno favorito l'innescio di numerose frane che si sono manifestate inizialmente come scivolamenti di tipo rotazionale rapidamente evolutisi in colate detritiche molto veloci e dotate di elevata forza d'impatto. I territori comunali maggiormente colpiti da queste tipologie dissestive sono stati Coassolo, Corio, Rocca Canavese, Forno Canavese, Pratiglione e Prascorsano;



Fig. 20. Comune di S. Martino Canavese, località Canton Lavo. Ripresa dei settori di testata del movimento franoso che ha parzialmente distrutto Cascina Rivalta.

vengono di seguito descritti i principali dissesti che hanno coinvolto aree edificate.

A Coassolo, in località Frui, una colata detritica di circa 1500 m³ ha investito la strada provinciale ed il sottostante nucleo edificato, demolendo completamente 3 abitazioni, ed arrestandosi a valle sulla strada comunale. Al momento del fenomeno le abitazioni erano vuote. A seguito dell'evento franoso è stata emessa ordinanza di evacuazione per tutta la frazione.

In località Case d'Aggiorgio, nel comune di Corio Canavese, una frana per mobilitazione delle coperture superficiali incoerenti innescatasi a monte del nucleo abitato, ha totalmente distrutto due baite e si è incanalata nella sottostante incisione precorrendo circa 1500 m, per un dislivello di circa 500 m (Fig. 21).

Nel comune di Rocca Canavese una colata di circa 20.000 m³ ha percorso una distanza di 250 m e coperto un dislivello di circa 90 m arrestandosi nei pressi di un'abitazione ed interrompendo la viabilità comunale. Il centro storico è stato allagato dalle acque di piena del rio che lo attraversa e dal t. Malone, la cui violenta attività torrentizia ha interessato il fondovalle a monte dell'abitato.

La parte bassa dell'abitato di Levone è stata interessata da un trasporto in massa di materiale detritico sul conoide del torrente omonimo. L'ingente quantità di materiale trasportato si è prodotta a seguito della fluidificazione di estese porzioni della copertura eluvio-collovia e della parte più alterata e superficiale dell'ammasso roccioso nella testata del rio della Madonna (attorno a quota 600 m). La massa è stata fluitata per oltre 1 km ed un dislivello di 250 m.

La frazione Moie, ubicata nel comune di Forno Canavese, è stata interessata da un fenomeno di colata di fango e detriti lungo un tributario minore che ha poi distrutto un capannone industriale (ricostruito nello stesso luogo) ubicato sul territorio comunale di Rivara e danneggiato gravemente un'abitazione dopo aver percorso circa 900 m e coperto un dislivello di circa 260 m.

Nei comuni di Pratiglione e Prascorsano si sono verificati fenomeni analoghi a quelli sopra descritti che tuttavia non hanno direttamente coinvolto edifici (Fig. 22).

Basso Canavese

Nel Basso Canavese sono compresi i settori di affioramento dell'altopiano della Vauda, costituito da depositi di età mindelliana e, al piede di questi, estesi settori di pianura a debole pendenza verso S-SE, sui quali si imposta un fitto reticolo idrografico, prevalentemente costituito da rii e canali ad uso irriguo.

I depositi fluviali mindelliani che costituiscono l'altipiano della Vauda sono caratterizzati in superficie dalla presenza di un potente paleosuolo di alterazione di tipo argilloso, pressoché impermeabile.

I depositi alluvionali e fluvioglaciali di pianura sono viceversa caratterizzati da depositi sciolti per-



Fig. 21. *Comune di Corio Canavese, località Case Aggiorgio. Panoramica del dissesto che ha provocato la distruzione di parte del nucleo abitato.*



Fig. 22. *Comune di Prascorsano, località Via Cerialdo. Ripresa dell'edificio lambito dalla colata di detrito.*

meabili, generalmente sede di una falda freatica prossima al piano campagna, talora affiorante.

Nei settori di pianura, le precipitazioni prolungate dei giorni antecedenti l'evento hanno provocato l'innalzamento e talora l'affioramento in superficie della falda freatica; tale fenomeno ha impedito l'ulteriore assorbimento delle acque di precipitazione e di inondazione, provocando fenomeni di allagamento e ristagno in superficie, causando, inoltre, gravi danni alle reti fognarie.

In questo contesto le tipologie dissestive più frequentemente rilevate in occasione dell'evento alluvionale sono connesse alla dinamica fluviale dei corsi d'acqua principali (fiume Po, t. Stura di Lanzo, t. Malone, t. Orco) e secondari (t. Banna-Bendola, t. Ceronda) ed al propagarsi del fenomeno di piena lungo il reticolo fluviale minore, costituito da fossi e bealere non in grado di smaltire l'incremento improvviso di portata.

Se ne propone una sintetica analisi in funzione dei bacini idrografici coinvolti.

Lungo il *torrente Ceronda*, affluente di destra del t. Stura di Lanzo, i primi fenomeni di erosione ed alluvionamento si sono verificati a partire dal ponte della S.P. La Cassa-Fiano con approfondimento dell'alveo, sottoscalzamento delle pile del ponte, alluvionamenti ai coltivi nei pressi di Cascina Ida nel Comune di La Cassa. Danni più gravi si sono registrati a partire dalla loc. Bizzarria nel Comune di Druento, dove il corso d'acqua varia con un brusco gomito la sua direzione di deflusso da NS a WE, verso l'abitato di Venaria Reale.

In questo tratto si sono verificati estesi alluvionamenti con depositi di materiale ghiaioso e sabbioso ed erosioni spondali: è stato sormontato e danneggiato il ponte del Violino nel Comune di S. Gillio, mentre nei settori di confluenza con il t. Casternone, presso Druento, si è verificato l'alluvionamento di parte dell'abitato e di estesi settori a NE del concentrico.

In prossimità dell'abitato di Venaria, dove il corso d'acqua regimato e pressoché rettilineo aumenta la sua velocità a fronte di una sezione talora costretta da restringimenti di natura antropica, le acque di piena hanno sormontato e danneggiato il Ponte Verde, con evidenti tracimazioni in destra idrografica, a valle dello stesso, verso Cascina del Parco. A monte del Ponte Ceronda acque di tracimazione hanno allagato e causato gravi danni alla zona industriale ed a civili abitazioni; in molti punti le acque hanno raggiunto i 3 m di altezza. Lungo via Cavallo, in destra idrografica al corso d'acqua, si è registrato il crollo di parte di un edificio per sottoscalzamento delle fondazioni (Fig. 23).

Più contenuti gli effetti della piena lungo il t. Stura di Lanzo, con episodi di erosione spondale e sovralluvionamento a danno di opere di difesa, attraversamenti (presso Villanova Canavese, Grange di Nole ecc.) e ad opere di presa idraulica (opere di captazione del canale di Ciriè), con consistente arretramento delle sponde.

Maggiori danni si sono verificati presso la zona

Case Francia in sinistra idrografica, nel comune di Caselle, a causa di un'erosione spondale che ha provocato l'arretramento della scarpata di circa 20 m per una lunghezza di circa 250 m, l'asportazione di parte della strada d'argine, la distruzione di un fabbricato ed il danneggiamento di altri due, successivamente sgomberati. Presso C.na Bellotta, in destra idrografica, nel Comune di Robassomero, si sono evidenziate riattivazioni di un canale secondario, azioni erosive sulle sponde con arretramento della scarpata ed asportazione della strada d'argine.

Più a Sud, verso l'abitato di Venaria, l'azione erosiva delle acque ha provocato l'arretramento della scarpata a monte di regione Polo Nord e la parziale asportazione di materiali posti a discarica presso la scarpata.

Nel bacino del t. *Banna-Bendola* estesi fenomeni di allagamento sono stati rilevati nei territori comunali a partire da Balangero sino a Brandizzo.

Parte dei settori settentrionali del territorio comunale di Leinì hanno subito diffusi fenomeni di allagamento provocati dallo straripamento del t. Banna-Bendola alla confluenza con il rio Lescasso in località Banne ed in prossimità dell'attraversamento della strada provinciale a valle della borgata Tedeschi,

Fig. 23. *Comune di Venaria, via Cavallo. Ripresa dell'edificio parzialmente crollato per sottoscalzamento delle fondazioni ad opera del t. Ceronda.*



dove si è misurata una lama d'acqua di circa 1.0 m. Presso il concentrico comunale le acque di esondazione hanno raggiunto potenze di circa $0.30 \div 0.50$ m, con allagamenti causati dallo straripamento del rio Barbacana intubato al di sotto del nucleo edificato. Nel territorio comunale di Volpiano il t. Bendola ha danneggiato gravemente l'attraversamento di via Leinì asportando parte del ponte e fluitando per circa un centinaio di metri consistenti porzioni del manto stradale. Tracimando in sinistra idrografica, in corrispondenza di una marcata battuta di sponda, le acque del t. Bendola hanno inoltre contribuito ad aumentare la portata di piena del rio San Giovanni che, successivamente, ha causato ingenti allagamenti all'interno del concentrico di Volpiano danneggiando un ulteriore attraversamento sulla via Leinì. Ancora le acque di esondazione del t. Bendola, hanno provocato danni al rilevato della ferrovia Canavesana e ad alcuni impianti sportivi posti in prossimità del corso Europa, dove le acque di inondazione hanno raggiunto spessori di circa $1.30 \div 1.50$ m.

Nell'ambito del territorio comunale di Volpiano ulteriori allagamenti si sono verificati in settori non urbanizzati, dove le acque di piena dei rii Ritano e San Giovanni hanno danneggiato alcune modeste opere di attraversamento (Fig. 24).

Nel territorio comunale di Brandizzo, la tracimazione del t. Bendola, dei rii Bendoletta, e Malonetto e l'inefficienza del sistema fognario hanno provocato

l'allagamento di estese porzioni del concentrico con lame d'acqua di alcuni decimetri. Danni maggiori sono stati rilevati nei settori orientali e meridionali del territorio comunale in prossimità della confluenza del t. Bendola nel t. Malone (danneggiati un edificio, le opere di difesa longitudinali ed il depuratore) e nei settori di competenza della dinamica fluviale del fiume Po con lame d'acqua che hanno raggiunto i 4.0 m di potenza presso la S.S. n. 31.

Il *torrente Malone*, a partire dalla confluenza con il t. Viana, nel territorio comunale di Front C.se, provoca numerosi alluvionamenti e danni ad infrastrutture viarie, ad opere di difesa idraulica e a manufatti di varia natura, inondando talora con notevole energia i depositi alluvionali attuali ed antichi e coinvolgendo, per alcuni tratti, anche le più elevate superfici di affioramento dei depositi fluviali e fluvioglaciali di età rissiana. In tutto il tratto considerato il corso d'acqua ha inoltre temporaneamente riattivato un elevatissimo numero di paleoalvei, prevalentemente in sinistra idrografica (Fig. 25).

A monte del concentrico di Front C.se le acque di piena del torrente Malone hanno tracimato in destra idrografica nei pressi dell'impianto sportivo danneggiandolo, proseguendo poi verso le abitazioni ubicate nei settori a valle della viabilità di collegamento con Rivarossa. Più a valle si sono verificati due tagli di meandro presso Grange di Front e Cascina Battù; nei pressi di Rivarossa il rilevato di accesso al ponte



Fig. 24. Comune di Volpiano. Ripresa da Est dell'attraversamento sul t. Bendola, lungo la strada astatale tra Volpiano e Leinì, gravemente danneggiato dalle acque di piena del torrente.

lungo la viabilità per Rivarolo ha provocato l'innalzamento delle acque di tracimazione a monte del rilevato danneggiando un impianto sportivo. Nel tratto d'alveo compreso tra Lombardore e la confluenza in Po, le acque di esondazione acquistano maggior energia: vengono danneggiate quasi tutte le opere di difesa longitudinali con l'aggiramento di alcune scogliere; la tracimazione delle acque in destra idrografica in località Goriglietto, nel territorio comunale di S. Benigno, provoca l'allagamento di una zona edificata e il temporaneo sgombero di circa 150 persone, arrecando inoltre gravi danni al campo sportivo ed alla viabilità prossima al corso d'acqua. Le stesse acque di esondazione sommate agli apporti provenienti dal rio Ritano hanno causato ingenti danni alla linea ferroviaria Canavesana in territorio di Volpiano e ad una abitazione limitrofa. Più a Sud, nei pressi del limite comunale con Brandizzo, in località Cascina Cerello numerose tracimazioni hanno provocato gravi danni ad opere di difesa e di presa. A valle di Cascina Cerello le acque di tracimazione hanno invaso un paleoalveo in sinistra idrografica per ricongiungersi in seguito con le acque di piena dell'alveo principale a monte del ponte dell'autostrada Torino-Milano; l'elevata energia idraulica raggiunta in questo punto ha provocato il cedimento di una pila in alveo ed il conseguente danneggiamento dell'autostrada.

A differenza dell'evento alluvionale del settembre 1993 che ha pesantemente colpito il bacino del t.

Orco, nel novembre '94 non sono stati rilevati danni ingenti provocati dal corso d'acqua.

Il territorio comunale di Chivasso, nei settori di confluenza del t. Orco nel fiume Po, è stato interessato da estesi fenomeni di allagamento dovuti principalmente all'esondazione del fiume Po ed in misura minore del reticolato irriguo secondario. È stato allagato parte del nucleo abitato, dove si sono registrati spessori d'acqua di qualche decimetro, mentre spessori maggiori sono stati rilevati ai confini con i comuni di San Sebastiano Po e Verolengo. Ancora nel territorio di Chivasso, lungo il fiume Po è crollato il ponte viario posto in corrispondenza del concentrico, è stato gravemente danneggiato parte del rilevato della ferrovia posto a monte del ponte ferroviario che, a seguito del cedimento di una pila in alveo, è crollato qualche tempo dopo l'evento di piena.

Per comprendere le cause dell'entità dell'evento alluvionale indagato in questi settori del Basso Canavese (che ha inoltre interessato i territori di S. Benigno Canavese, Caselle T.se, Settimo Torinese, ecc. non espressamente citati in questo sintetico quadro), alle dimensioni dell'evento alluvionale ed alle caratteristiche geomorfologiche del territorio considerato (falda freatica prossima al piano campagna, modesta pendenza dei corsi d'acqua secondari ecc.) va certamente sommato lo stato di scarsa manutenzione che caratterizzava il reticolato minore con alvei spesso ingombri di vegetazione, solchi mal definiti, attraversamenti



Fig. 25. Comune di Volpiano. Ripresa lungo la ferrovia canavesana; evidenti i danni causati dalle acque di esondazione del T. Malone straripate in destra idrografica a monte dell'abitato di S. Benigno (direzione delle acque da sinistra verso destra foto).

talora insufficienti, inopportuni intubamenti, strettoie di natura antropica. Non ultimo va inoltre considerato l'effetto esercitato dai rilevati della viabilità principale e secondaria che in questi settori risultano spesso perpendicolari alla direzione di deflusso della rete idrica (S.S. 460 per Ceresole, C.so Europa a Volpiano, la ferrovia Canavesana, le Autostrade Torino-Milano e Torino-Aosta); tali rilevati hanno provocato in più punti un effetto di contenimento delle acque di tracimazione dei corsi d'acqua con conseguente innalzamento del livello a monte.

La collina di Torino

Il settore collinare compreso tra Moncalieri, ad Ovest, ed i comuni di Lauriano e Moriondo Torinese, ad Est, è stato interessato da un numero modesto di dissesti, distribuiti in parti diverse del territorio ma di non grave entità che hanno interessato quasi esclusivamente la copertura detritica e che sono riconducibili essenzialmente a frane di tipo rotazionale, localmente evolutesi in colate, a fluidificazioni delle coperture detritiche superficiali ed a dissesti innescati da fenomeni di erosione al piede lungo impluvi.

L'unica frana di notevole entità è avvenuta nel Comune di San Raffaele Cimena, sul versante occidentale sottostante l'abitato di San Raffaele Alto (Figg. 26-27). Il movimento franoso classificabile come scioglimento di tipo planare, si è innescato in corri-

spondenza del cortile del convento delle Suore del Sacro Cuore verso le ore 23.00 del giorno 5. Il dissesto ha causato il crollo di un edificio sottostante, dove si sono avute quattro vittime, il crollo di una cappella e l'asportazione del basamento di un'ala del convento. Il dissesto è avvenuto lungo una superficie di strato, che presenta pendenza superiore ai 20° ed ha coinvolto una superficie di circa 2000 m² per una profondità che, in corrispondenza della scarpata principale, risulta di circa 5 m; la porzione di terreno interessata dal dissesto è traslata a valle per circa 10 m. Il crollo della palazzina nella quale si sono avute le vittime, è stato presumibilmente provocato dall'azione dinamica esercitata dal fronte di avanzamento del corpo di frana. Discosta di alcune decine di metri dal dissesto principale si è sviluppata una seconda frana della stessa tipologia, ma di dimensioni molto più ridotte.

I Comuni che secondo i dati raccolti dalla Banca Dati Geologica regionale risultano essere stati maggiormente colpiti da frane superficiali sono, procedendo da Ovest: Moncalieri (danni a strada e ad un edificio civile in Reg. Valle); Torino (con interruzione di varie strade collinari tra cui la S.S. 10 e la strada per Superga e danni in strada Val S. Martno e Santa Margherita); San Mauro T.se, Gassino, Castagneto Po, Casalborgone, Lauriano e Moriondo T.se (con danni ad edifici, strade ed altre infrastrutture). Danni limitati alla rete stradale sono segnalati anche nei comuni di Pecetto, Castiglione, Arignano, Andezeno,



Fig. 26. Comune di S. Raffaele Cimena, località Suore del Sacro Cuore. Panoramica dell'area in dissesto.



Fig. 27. *Comune di S. Raffaele Cimena, località Suore del Sacro Cuore. Particolare della superficie di scivolamento e del coronamento del movimento franoso secondario.*

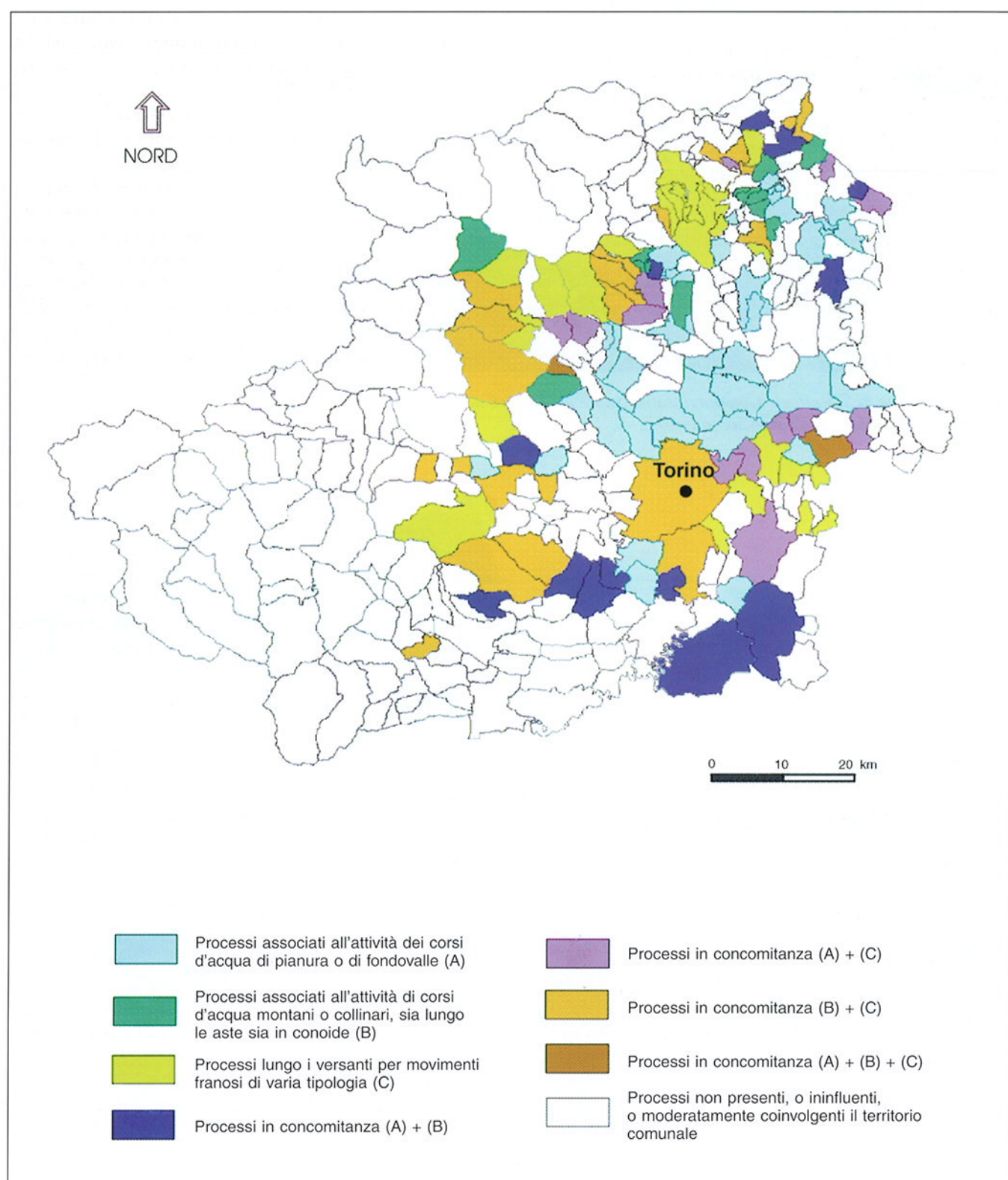


Fig. 28. *Comune di Torino, loc. Val San Martino: il Poggio Particolare della frana che ha coinvolto le coltri eluvio-colluviali di copertura.*

Provincia di Torino

Evento alluvionale del 2-6 novembre 1994

Comuni coinvolti da fenomeni di dissesto con indicazione dei processi principali



Chieri, Mombello, Cinzano, Montaldo; allagamenti ed erosioni spondali ad opera di rii collinari con danni a strade ed edifici civili si sono avuti a San Mauro, Castagneto Po, Casalborgone (rio Leona), Lauriano (in loc. San Pietro allagamenti ad edifici civili ed industriali), a Chieri (rio Pasano) (Fig. 28).

Restante territorio

Vengono di seguito sinteticamente descritti altri principali dissesti che hanno interessato alcuni comuni della provincia di Torino non compresi negli ambienti territoriali sopra descritti.

Barbania: evacuate 25 persone dalla frazione Fandaglia interessata da frane che hanno inoltre interrotto il collegamento dal capoluogo alla frazione e reso pericolante la chiesa.

Coazze: fenomeni di fluidificazione delle coltri superficiali hanno interessato ampia parte del territorio comunale, provocando l'interruzione di numerose strade e l'isolamento di alcune frazioni (Forno, Brando, Mattonera, Indiritto).

Giaveno: evacuata la frazione Dalmassi per pericolo di inondazione da parte del t. Sangone; crollate tre case nella Frazione Chiarmetta ed una casa nella Frazione Balangero a causa di frane, isolate numerose frazioni per l'interruzione della sede viaria. Le più frequenti tipologie dissestive che hanno interessato il territorio comunale sono ascrivibili a fenomeni di saturazione e fluidificazione delle coltri superficiali sciolte ed a crolli di blocchi rocciosi.

Poirino-Santena: estesi allagamenti hanno interessato i territori comunali a causa dell'esondazione del t. Banna, del t. Tepice e di alcuni affluenti minori. Localmente le acque di esondazione hanno superato i 2 m di altezza provocando una vittima e causando gravi danni ad edifici ed infrastrutture (vedi cap. 4, par. 3, "L'area del Monferrato").

2.5. PROVINCIA DI BIELLA E VERCELLI

Premessa

L'evento idrometeorologico che nei giorni 4-6 Novembre 1994 ha colpito con inaudita violenza buona parte del territorio piemontese, nella provincia di Biella e localmente in quella di Vercelli ha determinato lo sviluppo di processi di instabilità che si sono manifestati prevalentemente lungo la rete idrografica minore e sui versanti dei rilievi prealpini e collinari prospicienti la pianura.

L'intensità con cui questo evento si è prodotto, specialmente nel Biellese, pur se non confrontabile con quanto verificatosi in provincia di Cuneo ed in particolare in tutto il bacino del fiume Tanaro, ha tuttavia determinato situazioni di una certa gravità sia per quanto concerne sviluppo e diffusione dei processi di instabilità che si sono attivati, sia in merito agli effetti che questi hanno indotto nel tessuto urbano e infrastrutturale.

Il territorio in esame, per quanto riguarda l'idrografia, è rappresentato da tre bacini principali (Elvo, Cervo e Sesia) che drenano tutto il sistema montuoso e da una fitta rete idrografica minore, formata da rogge e rii, che si sviluppa prevalentemente nel settore di pianura delimitata, ai suoi bordi, dai fiumi Sesia, Dora Baltea e Po.

Dal punto di vista orografico questo territorio è caratterizzato dalla presenza dei maggiori rilievi nel settore Nord-orientale (Massiccio del Monte Rosa, alto bacino della Sesia) che diminuiscono di importanza man mano che si procede verso Sud-Ovest, dove si incontrano i rilievi prealpini degli alti bacini del Cervo e dell'Elvo. All'interno di questa catena si sviluppa una fascia di rilievi collinari-montuosi disposti da Sud-Ovest a Nord-Est, separati dai primi da una importante dislocazione tettonica (Linea del Canavese) e contraddistinti da particolari caratteristiche morfologiche e geologico-strutturali.

Per capire meglio interazione tra evento idrometeorologico e risposta del territorio con l'innesco dei vari processi di instabilità è importante tener presente il contesto oro-idrografico brevemente descritto. *Tale evento di pioggia ha infatti sollecitato essenzialmente il settore più meridionale e più interno della catena alpina, diminuendo di intensità verso nord.*

Il bacino del torrente Elvo, ma soprattutto i bacini dei suoi affluenti di destra (Olobbia, Viona e Ingagna), hanno pertanto registrato gli effetti più gravi, sia sui versanti che sulla rete idrografica, effetti che diventano sempre meno significativi man mano che ci si sposta geograficamente verso nord-est e man mano che crescono entità dei bacini e loro penetrazione nel sistema dei rilievi montuosi.

Una visione generale del quadro che si è venuto a configurare in termini di principali fenomenologie di instabilità ed effetti associati (cfr. tavola *Comuni coinvolti da fenomeni di dissesto*) consente di suddividere l'area in 4 principali comparti territoriali più alcune situazioni particolari localizzate.

- *La fascia pedemontana Biellese* in cui si sono verificati sostanzialmente fenomeni franosi con concentrazioni significative nelle aree intorno a Mongrando, Biella e Coggiola.

- Un settore localizzato al *medio Bacino del torrente Elvo* e soprattutto ai *suoi affluenti di destra* Olobbia, Viona e Ingagna in cui si sono avuti fenomeni di piena caratterizzati da intensi processi erosivi e deposizionali con alluvionamento di vaste aree circostanti il corso d'acqua

- *Una estesa area dell'alta pianura Biellese* dove si sono verificati diffusi fenomeni di allagamento connessi all'esondazione di parecchi rami della rete idrografica minore rappresentata da rii e rogge, spesso pesantemente condizionate da interventi antropici di varia natura.

- Non va infine dimenticato il *marginale meridionale della pianura Vercellese*, non rappresentato in carta, dove si sono avute inondazioni nel territorio di Saluggia causate dalla Dora Baltea, estese e gravi inondazioni nei territori di Crescentino, Fontaneto Po,



Fig. 29. *Comune di Graglia, loc. Casale Zina: frana in materiali sciolti di alterazione che, scesi a valle molto fluidificati, hanno danneggiato la strada e sfiorato le case visibili sulla destra.*

Palazzolo Vercellese e Trino Vercellese causate dalle rotture degli argini del Po in più punti (per maggiore conoscenza si rimanda al capitolo *Processi lungo la rete idrografica principale*) ed estesi allagamenti alle campagne circostanti la confluenza Sesia-Roggia Marcova, causati da fenomeni di rigurgito di quest'ultima, territori appartenenti al comune di Motta dei Conti e solo in minima parte ricadenti in provincia di Vercelli.

Processi legati alla dinamica dei versanti

Per quanto concerne la franosità, come accennato in precedenza, essa si è localizzata quasi tutta su quella estesa fascia di rilievi di modesta entità, marginali alla catena, che caratterizzano una discreta parte del territorio Biellese, costituiti da antiche rocce (cicli magmatici prealpini) ricoperte da una potente coltre di alterazione eluvio-colluviale e da antichi depositi continentali (alluvionali e morenici) o di transizione marina, anch'essi generalmente molto alterati e con pressochè analoghe caratteristiche geotecniche dei precedenti.

Dal punto di vista tipologico si sono verificate quasi solamente frane per saturazione e fluidificazione dei terreni sciolti superficiali. Molte di queste frane completamente sature e molto fluidificate si sono incanalate trasferendo nella complessa rete idrografica apporti solidi perlopiù di materiali limoso-sabbiosi (Fig. 29).



Fig. 30. *Comune di Netro, loc. case Bianchin: vista della frana che ha interrotto le comunicazioni tra Netro e Graglia; in primo piano il danno alla strada; sullo sfondo si nota il percorso verso valle della colata di materiale fluidificato.*

Altre frane si sono arrestate appena a valle della zona di distacco. Altre ancora, generalmente di maggiori dimensioni, si sono trasformate in colamenti che si sono incanalati nelle incisioni, più o meno lentamente a seconda della densità, per qualche decina o centinaio di metri (Fig. 30).

I volumi mobilizzati sono stati valutati da qualche decina a qualche centinaio di metri cubi con un discreto numero di fenomeni con volumi superiori ai cento metri cubi.

Quasi tutte le frane si sono innescate la sera di sabato 5 novembre quando i terreni sciolti superficiali, raggiunte determinate condizioni di saturazione (più di 300 mm in 36 ore), furono ulteriormente flagellati da scrosci di pioggia caratterizzati da intensità elevate che hanno superato i 35 mm/h (Fig. 31).

È interessante osservare come la distribuzione spaziale e temporale delle frane mostri una stretta correlazione con la distribuzione delle piogge. Appare infatti evidente all'osservazione della *Carta dei principali processi di instabilità e dei danni indotti (Biellese - Valsesia)* che la quasi totalità delle frane si distribuisce lungo una fascia da Sud-Ovest a Nord-Est con una densità che diminuisce andando verso Nord-Est¹. Esse si collocano essenzialmente tra i 350 e i 700 m di quota, con una concentrazione maggiore intorno ai 400 m, nella zona di Mongrando e tra i 500 e 650 m, negli altri settori. Ciò significa che le piogge, contrariamente alla norma, sono state più intense a quote basse e questa anomalia si evidenzia anche dal confronto (Fig. 31) tra le due stazioni pluviometriche di Mongrando, diga dell'Ingagna (400 m slm, dati forniti dalla Commissione Tecnica di Controllo sulla diga) e di Oropa (1186 m slm). Da questo confronto, inoltre, si vede come, a parità di quantità di precipitazioni (più di 500 mm in due giorni e mezzo), le intensità siano state sensibilmente più elevate a Mongrando con oltre 35 mm caduti in un'ora, tra le 19.00 e le 20.00 di sabato sera. A questo picco di intensità, infatti, corrisponde l'innescio del maggior numero di frane. Ciò trova preciso riscontro anche nella testimonianza locale dove gli abitanti ricordano che la maggior parte delle frane nel Comune di Mongrando sono cadute intorno alle 19.00 di sabato 5 novembre.

Man mano che ci si sposta verso Nord-Est le testimonianze in merito ad alcune frane verificatesi a Pralungo, Sagliano Micca e Pettinengo indicano il periodo di innescio tra le 23 e la mezzanotte e, per i due casi di San Paolo Cervo e Varallo, poco dopo la mezzanotte. Purtroppo non ci sono dati pluviometrici per Varallo in quanto questa stazione, che fino a sabato mattina misurava intensità orarie di pioggia confrontabili con quelle di Oropa, ha smesso di funzionare proprio alle 9 di sabato 5 novembre. L'istogramma che rappresenta le intensità di precipitazione su Oropa, anche se un po' discosto dalle aree mag-

giormente colpite dalle frane e piuttosto in quota, può tuttavia essere utilizzato per spiegare lo scostamento orario che le frane più «nord-orientali» hanno avuto rispetto a quelle intorno a Mongrando. L'istogramma di Oropa infatti mostra due scrosci di pioggia, uno tra le 19 e le 20 e l'altro, il più intenso e probabilmente quello determinante, intorno alle 23.

Da più parti è sorto spontaneo un confronto tra questo evento alluvionale e quello che il 2-3 novembre 1968 colpì il biellese in modo gravissimo, causando ingentissimi danni (Fig. 32) e la perdita di numerose vite umane (58 nella sola Valle Strona). In effetti per questi due eventi si possono trovare alcune significative analogie:

- si sono verificati nello stesso periodo stagionale, a distanza di quasi 30 anni;
- hanno avuto una analoga distribuzione regionale delle precipitazioni;
- hanno raggiunto le stesse quantità di precipitazione (oltre 500 mm cumulati in due giorni e mezzo).

Fortunatamente non c'è stata invece similitudine sul piano dell'intensità della precipitazione che, nell'evento del 1968, fu quasi doppia rispetto al 1994. Molto verosimilmente fu questo fatto che scatenò nel novembre del 1968 l'innescio di migliaia di frane e la crisi generalizzata di tutta la rete idrografica del Bacino del t. Strona, facendo sì che questo evento venisse classificato fra i più disastrosi che colpirono il Piemonte.

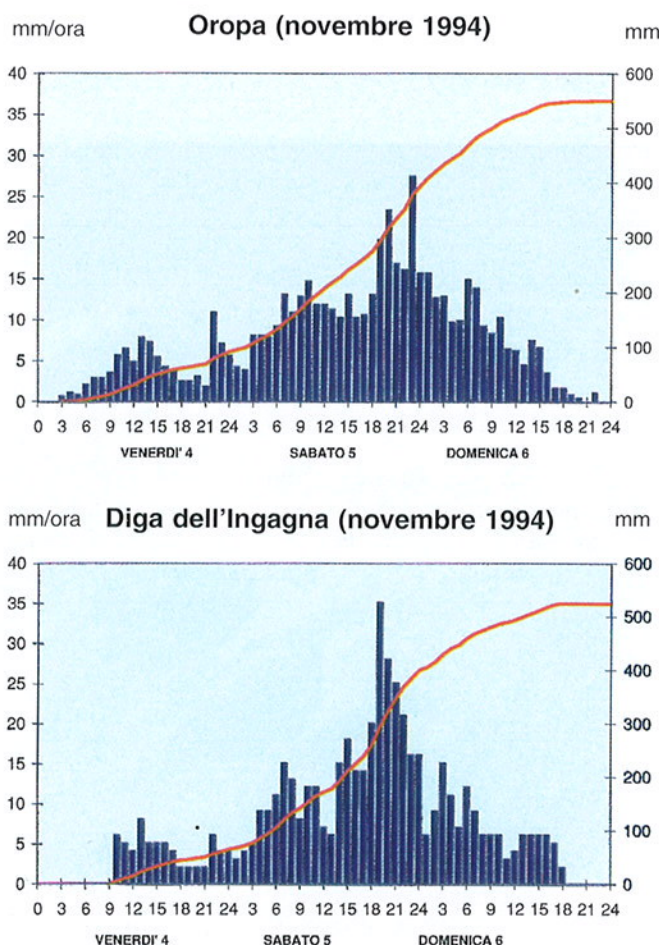


Fig. 31. Evento alluvionale 1994: confronto tra precipitazioni registrate alle stazioni di Oropa e diga dell'Ingagna.

¹ La localizzazione delle frane sulla *Carta dei principali processi di instabilità e dei danni indotti (Biellese - Valsesia)* deriva dai dati del Sistema Informativo e pertanto non sono rappresentate tutte quelle frane che hanno colpito genericamente il territorio senza provocare danni gravi.

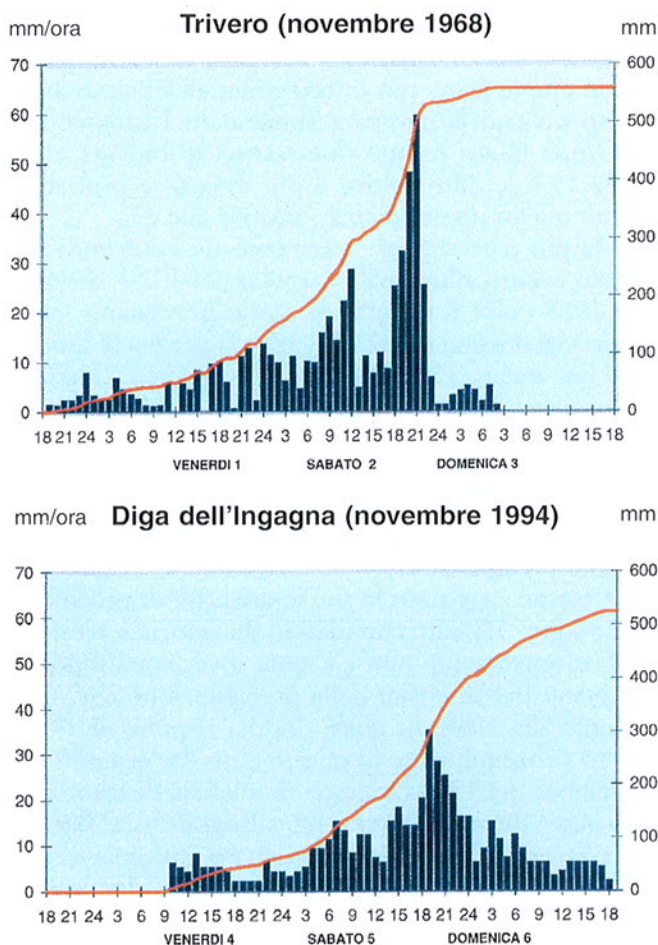


Fig. 32. Confronto tra precipitazioni degli eventi del novembre 1968 e novembre 1994.

Nell'evento del 1994 i problemi e i danni sono stati generalmente elevati sul complesso ed articolato sistema viario di questo territorio, sia per le colate di detrito e fango che hanno invaso la sede stradale, sgombrata in poco tempo, sia soprattutto per le frane innescatesi al piede del corpo stradale, di solito causate dalla non funzionalità del sistema di regimazione e smaltimento delle acque superficiali. Queste ultime hanno determinato l'interruzione della viabilità quando coinvolgevano tutta o quasi la carreggiata (Fig. 30), o più sovente, una circolazione a senso unico alternato quando interessavano solamente la mezzeria di valle (Fig. 33).

Questa tipologia di frana ha interessato anche molti edifici, con colate di detrito e fango da monte, per i quali si sono ripristinate le condizioni di sicurezza con la sola asportazione dei materiali accumulati; solamente in pochi casi sono stati distrutti alcuni fabbricati o gravemente danneggiate le relative strutture murarie (Fig. 34).

In molti casi si è invece determinato il collasso di porzioni del versante al piede degli edifici stessi; sovente i materiali collassati erano costituiti da terreni di riporto e gli edifici sono stati danneggiati generalmente nelle parti annesse (giardini, rustici e porticati). Spesso il fenomeno si è attestato in prossimità delle fondazioni e sovente la causa innescante è da ricercarsi nella non funzionalità del sistema di smaltimento delle acque superficiali (scarichi fognari, grondaie e tombinature, Fig. 35).

Per alcuni di questi edifici si sono di fatto create situazioni di rischio in merito alla stabilità dell'intera



Fig. 33. Comune di Biella, loc. Bogna: frana innescatesi sul ciglio di valle della strada, con asportazione di parte della carreggiata. Tipologia di frana ricorrente, generalmente imputabile a problemi di smaltimento delle acque di ruscellamento.



Fig. 34. *Comune di Mongrando, fr. Ceresane: vista da monte dell'accumulo di frana costituito da materiale limo-sabbioso che ha raggiunto e distrutto la parte posteriore dell'edificio.*



Fig. 35. *Comune di Portula, loc. Scatolè: vista da valle della zona di distacco della frana al piede della casa; asportate le pertinenze e seriamente compromessa la stabilità dell'edificio. La mobilitazione dei rilevati artificiali è un fenomeno piuttosto ricorrente quando connesso a problemi di instabilità di aree prospicienti gli edifici.*

REGIONE PIEMONTE

DIREZIONE SERVIZI TECNICI DI PREVENZIONE
SETTORE STUDI E RICERCHE GEOLOGICHE
SISTEMA INFORMATIVO PREVENZIONE RISCHI

Evento alluvionale del 2-6 novembre 1994
Carta dei principali processi di instabilità e dei danni indotti
(Biellesse)

Autori: C. Piccioni - M. Ramasco



LEGENDA:

Danni per violenta attività torrentizia a:

- Nucleo o centro abitato
- Singolo edificio
- ▲ Viabilità
- ◆ Ponte
- ✱ Principale opera idraulica
- Coltivo

Danni per frana a:

- Nucleo abitato
- Singolo edificio
- ▲ Viabilità
- ✱ Principale infrastruttura

Minaccia per violenta attività torrentizia a:

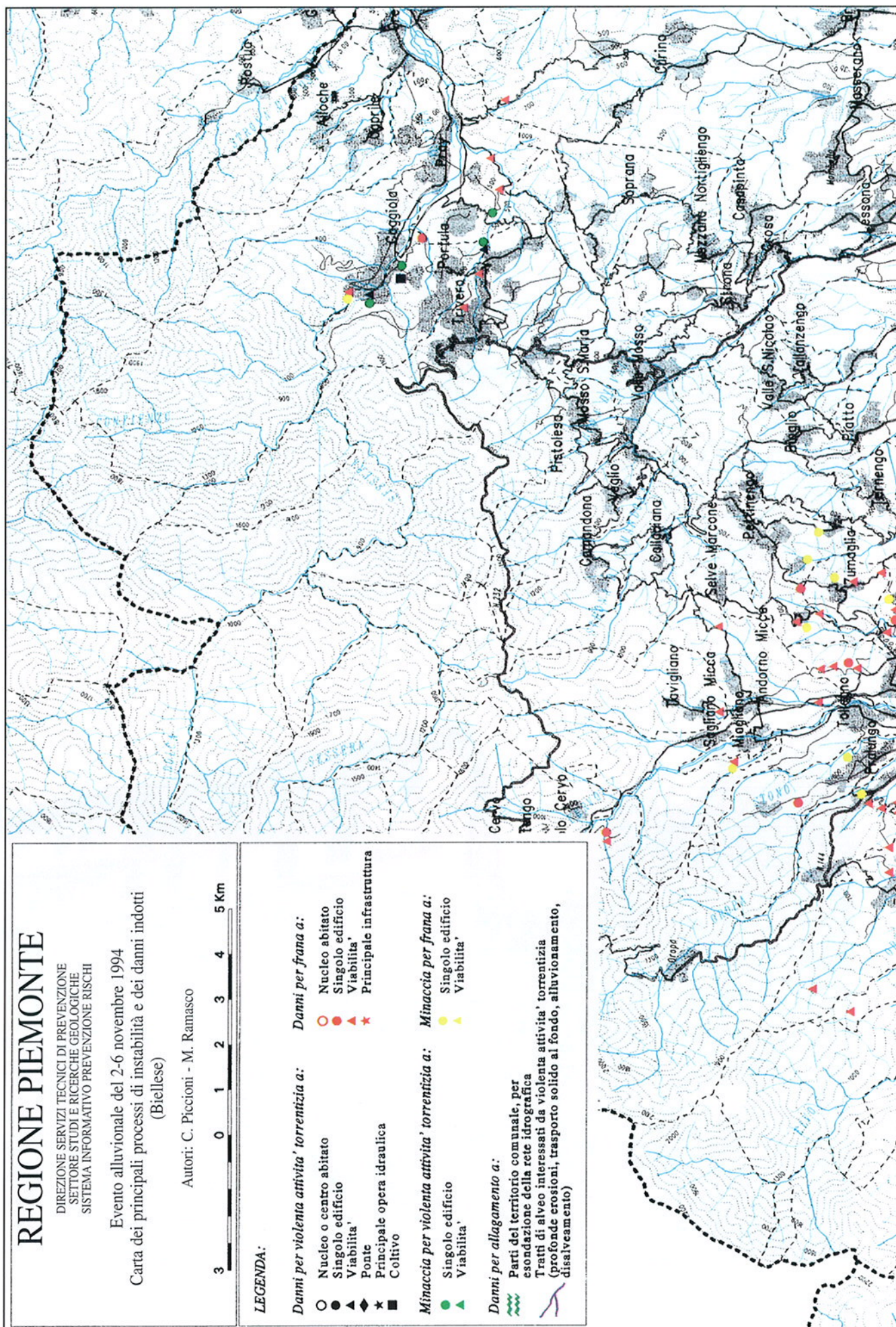
- Singolo edificio
- ▲ Viabilità

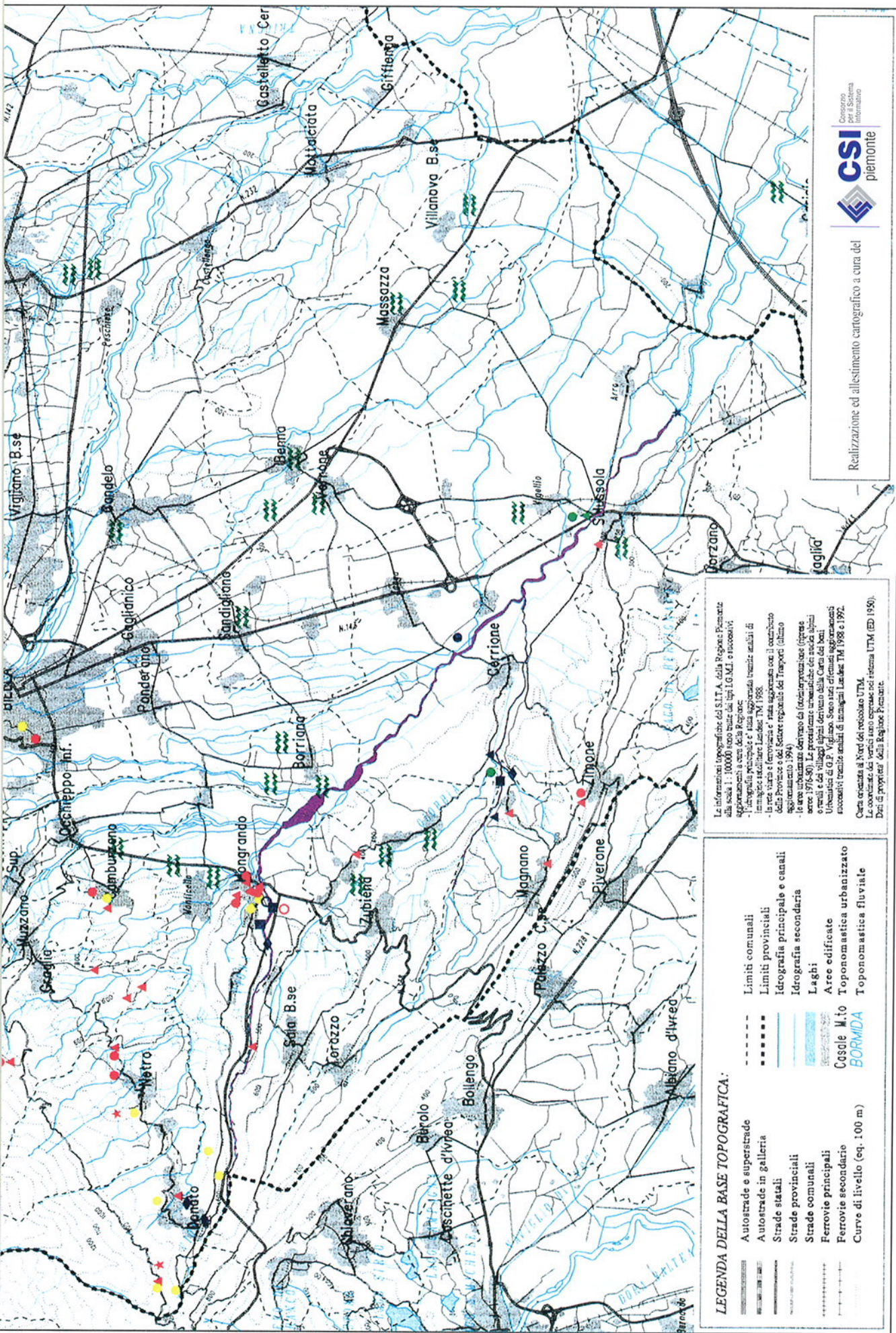
Minaccia per frana a:

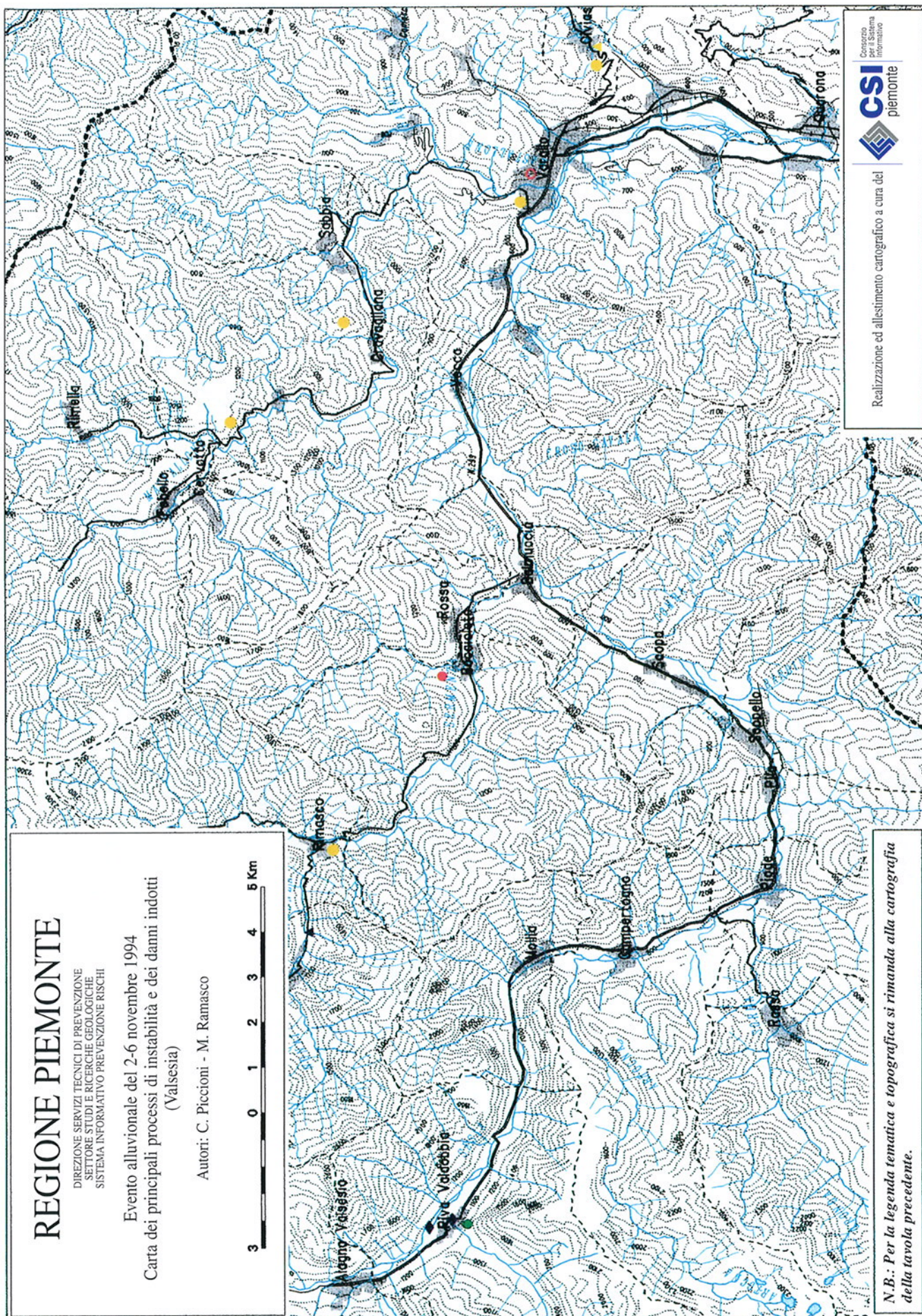
- Singolo edificio
- ▲ Viabilità

Danni per allagamento a:

Parti del territorio comunale, per esondazione della rete idrografica
Tratti di alveo interessati da violenta attività torrentizia (profonde erosioni, trasporto solido al fondo, alluvionamento, disallineamento)







struttura, per cui sono stati attuati provvedimenti di sgombero limitati nel tempo sino al ripristino delle condizioni di sicurezza generalmente raggiunte con interventi di consolidamento accettabili in relazione ai beni da difendere. In alcuni casi (Mongrando, Pralungo, Sagliano Micca) si sono verificate situazioni più gravi con il coinvolgimento di parte del nucleo abitato, per cui gli interventi di ripristino sono stati più onerosi e hanno richiesto tempi più lunghi (Fig. 36). Si sono verificati solo pochi isolati casi di riattivazione di antichi fenomeni franosi di maggiori dimensioni, tipologicamente identificabili come scivolamenti rotazionali complessi, già noti in precedenza, i quali si sono manifestati generalmente con il taglio e l'abbassamento di porzioni di versante senza che peraltro se ne determinasse il collasso. I più significativi hanno coinvolto, nel Comune di Biella, la Strada della Nera e due edifici resi completamente inagibili in via Masserano Calaria (Frazione Vandorno) e, nel Comune di Donato, le opere di presa dell'acquedotto comunale.

Un altro edificio è stato reso completamente inagibile a Occhieppo Superiore in loc. Galfione, coinvolto in uno scivolamento rotazionale manifestatosi per la prima volta ad uno stadio di evoluzione incipiente.

Sono infine da ricordare due casi localizzati di frane per saturazione e fluidificazione di coltri detritico-eluviali che hanno mobilitato una grande quantità di materiali su versanti piuttosto acclivi. Il primo caso

riguarda una frana che si è verificata in comune di San Paolo Cervo, che ha mobilitato circa 500 m³ di materiali detritici i quali hanno investito e distrutto un fabbricato, fortunatamente non adibito a residenza permanente, e interrotto la viabilità. La frana ha poi innescato lungo un piccolo rio, una colata detritica che si è esaurita nel corso di 300-400 metri (Fig. 37).

Un caso molto più grave è rappresentato dalla frana che si è abbattuta sul centro abitato di Varallo, poco dopo la mezzanotte di sabato 5 novembre, provocando la morte di quattordici persone, la distruzione di alcuni fabbricati ed il danneggiamento di vari altri (Fig. 38).

Le cause che hanno predisposto l'innescò di questa frana sono rigorosamente ascrivibili a fenomeni di saturazione della potente coltre detritico-eluviale del versante sovrastante la via Oberdan in Varallo. Il collasso è stato scatenato da una diversione dei deflussi superficiali esercitata dalla strada per il Sacro Monte che, in conseguenza dell'intasamento di alcuni tombini, ha raccolto le acque ruscellanti dal versante e le ha convogliate nella zona di distacco. La frana ha mobilitato in testata circa 500 m³ di materiali detritici di alterazione della roccia che, fluidificatisi, hanno coinvolto durante la discesa altri materiali detritici eterogenei per un volume complessivo di circa 1500-2000 m³. La colata detritico-fangosa si è suddivisa in due parti e il grosso del materiale è sceso in sinistra provocando la distruzione ed il seppellimento di due



Fig. 36. *Comune di Mongrando, loc. Briengo: vista da monte di una delle case colpite dalla colata di materiali sabbioso-limosi; parte della frana supera l'edificio e si disperde sul prato.*



Fig. 37. *Comune di San Paolo Cervo, loc. Riabella-Cattoino: la foto mostra la zona di distacco della frana che, distrutta una casa e danneggiata la strada, è defluita lungo la valle del rio Cattoino trasformandosi in colata detritica.*

fabbricati con la morte delle 14 persone menzionate e la parziale demolizione di un altro fabbricato da cui vennero estratte ferite, ma salve, altre 3 persone.

Un accenno particolare va infine fatto in merito al centro abitato di Vintebbio, in comune di Serravalle Sesia, che venne interessato dalle traiettorie di discesa di alcuni massi provenienti dal versante sovrastante. In realtà non si trattò di un vero e proprio fenomeno di crollo, ma del cedimento di un fatiscente muro perimetrale di un antico castello, risalente al 1300 circa, che si disgregò in più blocchi, uno dei quali raggiunse il centro abitato colpendo in particolare un fabbricato.

Processi legati alla rete idrografica

Attività torrentizia

Come già detto in precedenza l'area maggiormente interessata da questo evento è stata il bacino del torrente Elvo e in particolare i suoi affluenti di destra Olobbia, Viona e Ingagna.

Il torrente Olobbia, ma soprattutto il rio della Sorda, hanno avuto apporti d'acqua e apporti solidi dai versanti elevatissimi, per cui tutto l'alveo, inciso nei propri depositi alluvionali, si è completamente rimobilizzato. Poco a monte dell'attraversamento della strada provinciale Cerrione-Mongrando il Rio della Sorda ha inoltre creato un disalveamento causando l'asportazione di un tratto della strada suddetta e una grave minaccia per alcuni edifici ivi esistenti nonché l'alluvionamento di parecchi ettari di terreno agricolo (Fig. 39). I danni non sono stati gravissimi in quanto quest'area è scarsamente antropizzata.

Situazione ben più grave si è venuta a creare lungo l'asta del t. Viona dove, a partire dal ponte sulla S.S. 419 (Fig. 40) fino all'imbocco della galleria del-



Fig. 38. *Comune di Varallo, loc. concentrico (via Oberdan): vista da monte della zona devastata dalla frana; sulla sinistra i primi soccorsi nel punto dove la frana ha distrutto la casa e provocato le 14 vittime; in fondo e sulla destra le altre case danneggiate.*



Fig. 39. Comune di Cerrione, loc. M. Vianzé: vista da monte del nuovo canale creato dal disallineamento del rio della Sorda; sullo sfondo a sinistra i depositi di materiale grossolano e la cascina evacuata durante l'evento.

la Serra, si sono verificati processi di forte erosione delle sponde e la mobilitazione di una grossa quantità di materiali sciolti ghiaioso-sabbiosi.

Le erosioni più importanti sono avvenute a carico dei rilevati antropici addossati al corso d'acqua, costituiti da materiali di risulta degli scavi della galleria della Serra e da antichi accumuli costituenti i resti del lavaggio, in epoca romana, delle ghiaie e delle sabbie aurifere della zona. Questi violenti processi erosivi e deposizionali si sono prodotti sino alla confluenza con il t. Ingagna.

In corrispondenza dell'abitato di Tana, per un'e-

stensione di circa un chilometro, si sono avuti fenomeni di inondazione e alluvionamento di una vasta area agricola e dell'intero abitato di Tana che ha subito i danni maggiori (Fig. 41).

Per una descrizione più dettagliata si rimanda al successivo paragrafo: *L'evento alluvionale su Mongrando*.

Allagamenti

Per quanto attiene ai fenomeni di allagamento che hanno interessato numerosi settori della pianura biellese (cfr. *Carta dei principali processi di instabilità e*



Fig. 40. Comune di Mongrando, loc. S.S. 419 Settimo-Vittone: vista dal viadotto dell'alveo del t. Viona, a monte della frazione Tana; la foto evidenzia le profonde erosioni laterali e la mobilitazione dei materiali in alveo. Particolare non secondario l'insufficiente dimensionamento dell'alveo testimoniato dalla presenza di una briglia con le sue difese laterali.



Fig. 41. Comune di Mongrando, loc. Tana: in primo piano, visti da valle, i gravi danni arrecati alle strade e infrastrutture di servizio dalle acque del T. Viona fuoriuscito a monte della frazione.

dei danni indotti, Biellese), in alcuni casi anche abbastanza estesamente, appare evidente come la rete idrografica più sollecitata sia stata quella appartenente ai bacini minori che drenano i versanti prospicienti la pianura e ai colatori minori che solcano la pianura stessa. Ciò a ulteriore conferma del fatto che le piogge si sono distribuite con maggiore intensità e frequenza in questa fascia marginale del rilievo montuoso e nell'alta pianura Biellese.

Benchè non si sia trattato di problemi gravi, tuttavia lo straripamento di molte rogge ha determinato l'allagamento di estese aree depresse. Si sono così verificate situazioni di rallentamento e parziale blocco della circolazione su alcuni importanti vie di comunicazione, ma soprattutto sensibili danni conseguenti all'invasione da parte dell'acqua di scantinati e piani terra di edifici di molte aree urbanizzate.

L'evento alluvionale su Mongrando

Se da una parte la città di Varallo subisce, per causa di una sola frana, la morte di 14 persone, dall'altra il comune di Mongrando, pur non avendo sofferto fortunatamente nessuna perdita di vite umane, viene tuttavia interessato nella totalità del suo territorio da processi di instabilità talmente intensi e diffusi registrando danni così gravi ovunque, da essere classificato fra i comuni maggiormente colpiti sul territorio Piemontese.

Le intense, prolungate piogge dei giorni 4-5 novembre hanno provocato uno stato di saturazione dei terreni superficiali scatenando, con gli scrosci della sera di sabato, l'innescò di numerose frane e, lungo la rete idrografica principale, violenti processi erosivi-deposizionali e inondazioni.

Ingenti i danni provocati: sono state evacuate due intere frazioni e un certo numero di singoli edifici; si sono registrate inoltre numerosi danni alla viabilità, ai ponti e a infrastrutture varie.

La *Carta dei principali processi di instabilità e dei danni indotti, Mongrando*, rappresenta solo una parte del territorio comunale di Mongrando e più precisamente la zona maggiormente interessata dall'evento alluvionale, consentendo di sintetizzare, in un quadro abbastanza significativo, le tre principali fenomenologie di instabilità che hanno interessato questo territorio.

Si tratta di un territorio caratterizzato prevalentemente da modesti rilievi collinari essenzialmente di origine morenica, incisi da due corsi d'acqua principali, i t. Viona e Ingagna, e da una subordinata area di pianura. Nella zona collinare si trovano numerosi piccoli centri e nuclei abitati sparsi, mentre i centri abitati più grandi si collocano nell'area di pianura. La maggior parte dei fenomeni franosi si è innescata sui fianchi di questi rilievi collinari allungati da ovest verso est. Si è trattato di frane molto superficiali che hanno mobilitato essenzialmente terreni incoerenti di alterazione sabbioso-limosi, mettendo a nudo i sottostanti depositi morenici o fluvioglaciali, sovente cementati. La zona più colpita è stata la dorsale di Borgo San Lorenzo con un gran numero di frane sul suo fianco meridionale che hanno interessato marginalmente la frazione Tana, la relativa strada di accesso, e nella parte più occidentale, la statale 419, interrompendola in più punti.

Sul fianco settentrionale i fenomeni franosi sono stati inferiori di numero, ma maggiori come dimensioni. Il coronamento di queste frane si è attestato sull'orlo del terrazzo urbanizzato, minacciando la stabilità di alcuni edifici per processi di arretramento del fenomeno.

Alcune frane, anche se di dimensioni minori, si sono innescate in località Faccenda, lesionando una casa. In località San Lorenzo è collassato il terrapieno del cortile prospiciente la chiesa con tutto il muro di sostegno sbarrando completamente la strada di accesso al paese (Fig. 42) e, a ridosso del centro di Ceresane, una frana staccatasi dalla collina, ha investito una casa causandone gravi lesioni (Fig. 34).

La situazione più grave a causa delle frane, si è tuttavia verificata in località Briengo dove si è dovuto intervenire con l'evacuazione dell'intero nucleo abitato. Molte case sono state infatti investite da colate di fango e alcune di queste sono state anche gravemente lesionate (Fig. 36).

La frazione Tana, situata in sinistra idrografica del torrente Viona in una zona pianeggiante ai piedi della collina di San Lorenzo, oltre che dalle frane è stata interessata dall'inondazione di questo corso d'acqua (Fig. 43).

La notte di sabato 5 novembre il torrente in piena irruppe nel centro abitato dopo aver superato le difese idrauliche a monte, causando gravissimi danni ad edifici, viabilità interna e manufatti vari e alla campagna circostante (Figg. 41, 43 e 44) con fenomeni di erosione, alluvionamento e disalveamento, processi che si sono ripercossi sino alla confluenza con il torrente Ingagna, per un'estensione di circa due chilometri.



Fig. 42. Comune di Mongrando, loc. San Lorenzo: collasso del muro di sostegno del piazzale della Chiesa; il materiale franato ha interrotto la sottostante strada interrompendo l'accesso alla frazione.



Fig. 43. Comune di Mongrando, loc. Tana e San Lorenzo: vista aerea delle frazioni alcuni giorni dopo l'evento quando erano già iniziati i lavori di ripristino; la fotografia mostra il gran numero di frane che hanno interessato il versante (il tratteggio e le frecce in rosso indicano i fenomeni che hanno coinvolto gli edifici). Sulla sinistra la rottura dell'argine del T. Viona a monte della frazione e al centro i segni lasciati dal passaggio delle acque caratterizzate da tiranti idrici elevati (il tratteggio in blu indica il limite dell'inondazione).

Altra situazione di criticità si è venuta contemporaneamente a creare in località Curanova dove, in conseguenza della difficoltà di smaltimento delle acque di alcuni colatori minori, ma soprattutto a causa dello straripamento del Rio Vobbia, una consistente parte dell'area urbanizzata è stata sommersa dalle acque con altezze che in alcuni punti hanno raggiunto i 70 cm.

È infine da segnalare, per quanto concerne questo comune, che nella notte tra sabato 5 e domenica 6 novembre si è verificata una situazione di estrema gravità ed emergenza in merito al repentino innalzamento del livello di invaso della diga sul t. Ingagna.

Per tale diga, ancora in fase di collaudo, vi era, nei giorni precedenti l'evento, secondo una direttiva del Servizio Dighe del Ministero, l'autorizzazione a raggiungere un livello massimo di invaso di 16 m.

Durante la giornata di sabato l'aumento delle piogge e il conseguente aumento della portata del corso d'acqua fanno crescere sensibilmente il livello dell'invaso; questa crescita diventa seriamente preoccupante a partire dal pomeriggio e poi allarmante duran-

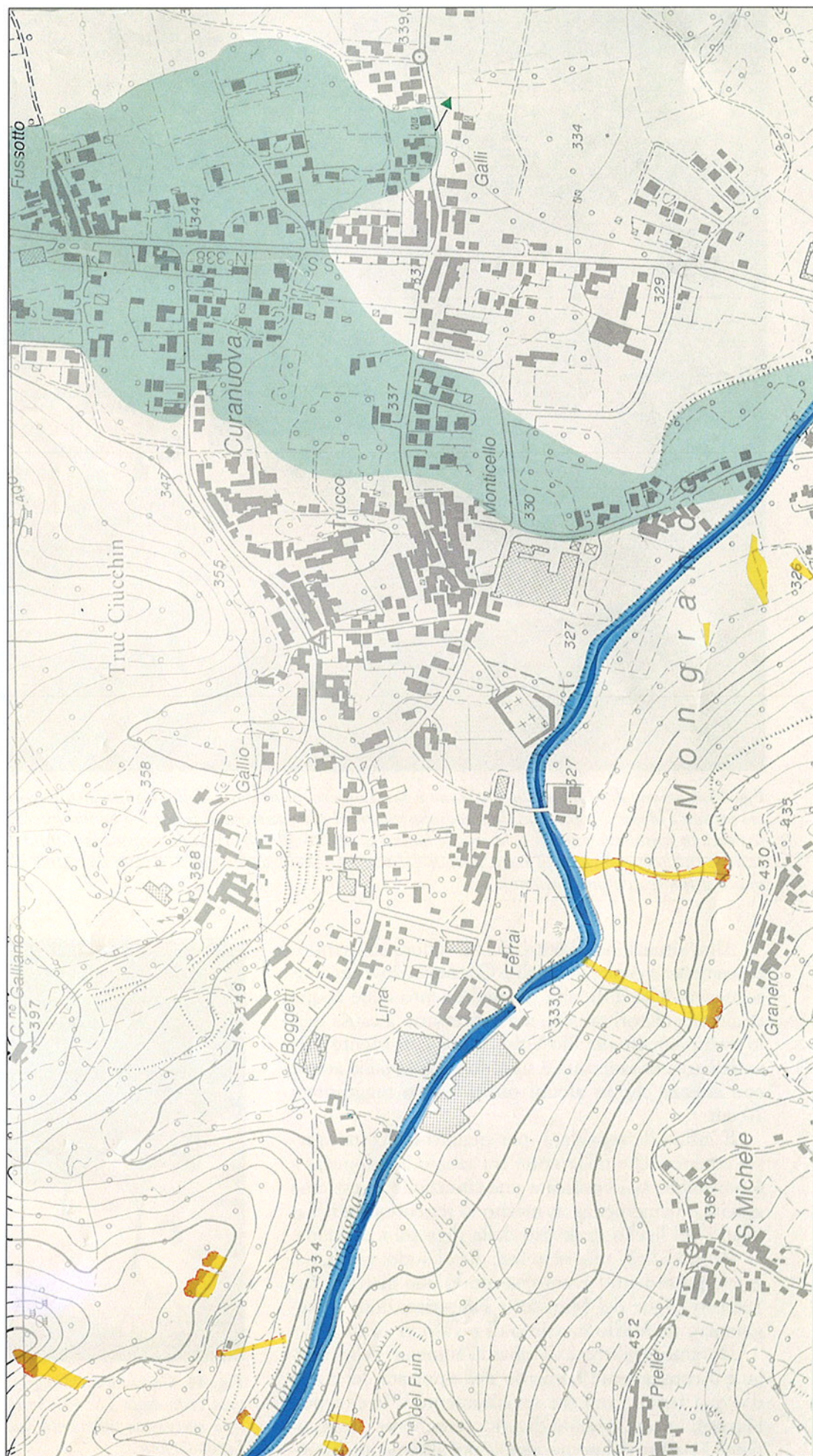


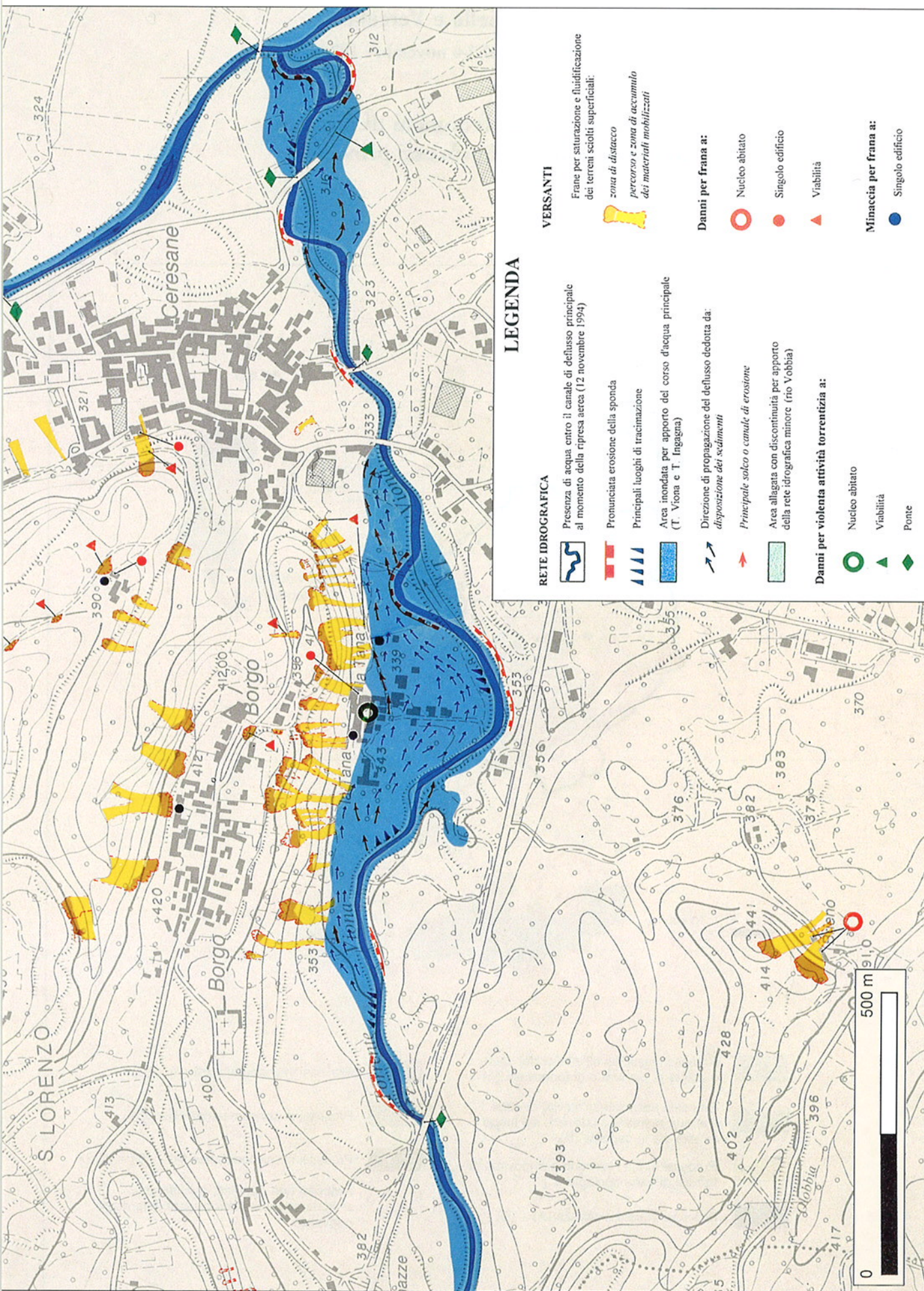
Fig. 44. Comune di Mongrando, loc. Tana: la frazione allagata vista dalla S.S. 419 Settimo-Vittone e da valle, la mattina successiva all'evento, ancora percorsa dalle acque dell'inondazione.

CARTA DEI PROCESSI DI INSTABILITÀ E DEI DANNI ASSOCIATI

SETTORE STUDI E RICERCHE - SISTEMA INFORMATIVO PREVENZIONE RISCHI

Cinzia Piccioni - Manlio Ramasco

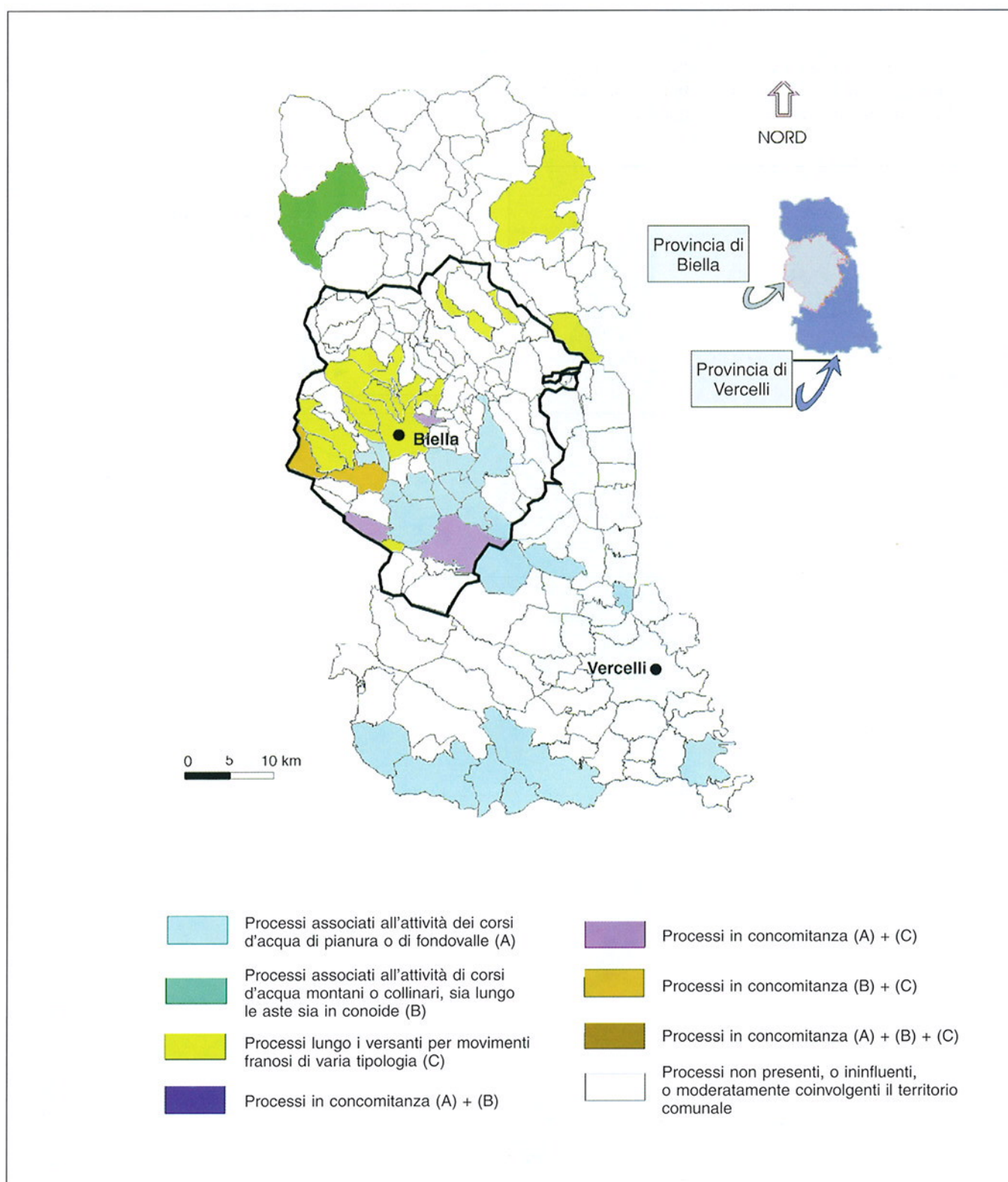




Province di Biella e Vercelli

Evento alluvionale del 2-6 novembre 1994

Comuni coinvolti da fenomeni di dissesto con indicazione dei processi principali



te la notte per il continuo innalzamento dell'acqua, nonostante l'apertura totale dello scarico di fondo a 73 m³/s, ordinata, per altro con inspiegabile ritardo, intorno alla mezzanotte.

In sintesi il livello dell'invaso cresce per tutta la notte in una situazione di estrema preoccupazione ed allarme, raggiungendo verso le 5.30 di domenica mattina, un valore massimo di 40 metri per un volume totale invasato di circa 6.000.000 di m³, superando di ben 24 metri il limite massimo consentito. Da questo momento con lo scarico di fondo tutto aperto e una sensibile decrescita della portata dei corsi d'acqua, il livello comincia a diminuire e la situazione si va finalmente normalizzando.

Dai dati elaborati dalla commissione si è così potuto ricavare, per differenza tra incremento dei volumi invasati e portate di rilascio della diga, che le portate di ingresso dei Torrenti Ingagna-Griola hanno raggiunto valori massimi di oltre 200 m³/s intorno alle 20 di sabato sera.

Bibliografia

AUTORITÀ DEL BACINO DEL FIUME PO (1995). *Completamento del catasto e redazione di un atlante dei rischi idrogeologici per il bacino idrografico del Po*. Studio redatto dal CNR-IRPI di Torino e dalla società ISMES di Bergamo.

ANSELMO V. (1980), *Sul comportamento delle infrastrutture stradali in ambiente alpino nel corso di eventi alluvionali*. Atti e Rass. Tecn. Soc. Ingegneri e Architetti, Torino, 113, 2, 61-73.

BEN G., *Le Langhe prima e dopo l'alluvione del 1994*, tesi di laurea in geografia, Università degli Studi di Genova, Facoltà di Lettere e Filosofia, a.a. 1997-98, inedita.

BRUNO G. (1882), *Fiumi e Torrenti*, in: Enciclopedia delle Arti e Industrie, vol. 3°, pag. 243 e seg., Unione Tipografica Editrice, Torino.

CARONI E. (1982), *I metodi empirici per la valutazione delle portate di piena*. C.N.R. P.F. Conservazione del Suolo, Pubbl. 165, a cura di E. Caroni et alii.

COPPO C., OBERTI R., PICCINI C., TRUCCO F., ZILIANI A.M. (a cura di, 1997), *Il rischio idrogeologico nelle fonti storiche: l'esempio del Comune di Pietramarazzi in Provincia di Alessandria*. REGIONE PIEMONTE, Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico - Banca Dati Geologica - Quaderno n. 10, Torino, 48 pp.

CARRARO F. (1990), *L'Anfiteatro Morenico d'Ivrea*. In: Guide Geologiche Regionali a cura della Società Geologica Italiana, pag. 188 e seg., BE-MA Editrice, Roma.

CROSIO F., FERRAROTTI B. (1996), *Trino: gli anni del diluvio*. Comune di Trino V.se, Studi Trinesi, n. 13, Tip. A.G.S., Trino Vercellese, 249 pp.

FABBIO A., FAGNANI F., TORTI G. (1970-1990), *Profilo storico di Bassignana*. L.V.G., Azzate (VA), 4 volumi.

GIUFFRIDA G. (1971), *L'evento alluvionale del 2-3 novembre 1968 in Piemonte*. In: Annali idrologici 1971, Parte seconda, pp. 111-138, Ministero dei Lavori Pubblici.

GOVI M. (1978), *Gli eventi alluvionali del 1977 in Piemonte: problemi di protezione idrogeologica*. Atti del con-

vegno "Pianificazione territoriale e geologia", Torino, aprile 1978, pag. 37-45.

GOVI M. (1979), *L'assetto geomorfologico nella valutazione dei rischi connessi ad eventi idrologici estremi*, seminario su "La Pianificazione di Bacino", luglio 1979, pp. 5-39, Genova.

LUINO F., RAMASCO M. & SUSELLA G. (1993), *Atlante dei centri abitati instabili piemontesi*. Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, Programma speciale: Studio Centri Abitati Instabili, Pubblicazione n. 964, Unità Operative: 2.1 C.N.R. - I.R.P.I. Torino - 2.2 REGIONE PIEMONTE S.P.R.G.M.S.

MARAGA F. (1989), *Ambiente fluviale in trasformazione: alveo tipo pluricursale verso un nuovo modellamento nell'alta pianura padana*. Atti del congresso Suolosottosuolo, Associazione Mineraria Subalpina, Torino, 27-30 settembre 1989, vol. 1, pp. 119-128.

MARAGA F. (1991), *Riduzione del campo di attività fluviale e disponibilità di sedimento nei tratti d'alveo pluricursali: casi di studio nella pianura padana*, seminario su "Fenomeni di erosione ed alluvionamenti degli alvei fluviali", 14-15 ottobre 1991, pp. 51-62, Ancona.

OBERTI R., PICCINI C. (Fotoint., rilevam.), PIERI M., ZILIANI A. (Rilevam.) (1996), *Carta del campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena del fiume Po*. Tratto Morano Po-Confluenza Scrivia. Scala 1:10.000. REGIONE PIEMONTE, Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico - Banca Dati Geologica - CSI Piemonte.

OBERTI R., PICCINI C. (Fotoint., rilevam.), TRUCCO F., ZILIANI A. (Rilevam.) (1995), *Carta del campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena del torrente Bormida*. Tratto H. Scala 1:10.000. REGIONE PIEMONTE, Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico - Banca Dati Geologica - CSI Piemonte.

OBERTI R., PICCINI C. (Fotoint., rilevam.), TRUCCO F., ZILIANI A. (Rilevam.) (1995), *Carta del campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena del fiume Tanaro*. Tratto A. Scala 1:10.000. REGIONE PIEMONTE, Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico - Banca Dati Geologica - CSI Piemonte.

OBERTI R., PICCINI C. (Fotoint., rilevam.), TRUCCO F., ZILIANI A. (Rilevam.) (1995), *Carta del campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena del torrente Belbo*. Tratto F. Scala 1:10.000. REGIONE PIEMONTE, Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico - Banca Dati Geologica - CSI Piemonte.

OBERTI R., PICCINI C. (1996), *Evento alluvionale del 7-10/10/1996. Fiume Tanaro (Provincia di Alessandria). Campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena*. REGIONE PIEMONTE, Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico, CSI Piemonte, Torino, scala 1:10000.

REGIONE PIEMONTE, CNR-IRPI Torino & CSI Piemonte (1990), *Banca Dati Geologica*, maggio 1990, 93 pp., Torino.

REGIONE PIEMONTE (1994), *Prime note sull'evento alluvionale verificatosi in Piemonte il 4-6 novembre 1994*. Rapporto inedito a cura del Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico e del Settore Opere Pubbliche a Difesa Assetto Idrogeologico della Regione Piemonte.

REGIONE PIEMONTE, *Archivio della Banca Dati Geologica*. Settore Studi e Ricerche Geologiche-Sistema Informativo Prevenzione Rischi.

ROBOTTI F. (1994-1995), *Principali eventi alluvionali nel bacino del Tanaro dalla metà del secolo XIX al 1994*, "Nimbus", n. 6-7, anno II e III, pp 53-67.

TROPEANO D. (1989), *Eventi alluvionali e frane nel bacino della Bormida. Studio retrospettivo*. Associazione Mineraria

Subalpina, Quaderni Studi e Documentazione, n. 10, Torino, 155 pp.

TROPEANO D. (1994-1995), *L'evento alluvionale del 5-6 novembre 1994 in Piemonte*, "Nimbus", n. 6-7, anno II e III, pp. 33-44.

VASSALLO N. (a cura di, 1997), *Il territorio tra Tanaro e Bormida nei documenti d'archivio*. Archivio di Stato di Alessandria, Ed. Boccassi, Alessandria, 191 pp.