

## 2. ASPETTI METEOROLOGICI ED IDROLOGICI

### 2.1. L'evento di precipitazione dei giorni 22-24 settembre 1993

(S. Bovo, C. Marchisio)

#### Introduzione

In Piemonte, il mese di settembre del 1993 è stato caratterizzato dal frequente transito di masse di aria instabile. Sino al giorno 21 si sono avute deboli precipitazioni alternate a giornate con condizioni di tempo variabile. Ma nell'ultima decade le precipitazioni hanno raggiunto notevoli intensità e durata causando in varie aree piemontesi gravi danni: si sono ovunque segnalati infatti danni di entità variabile che hanno interessato la viabilità, le infrastrutture, i centri abitati e le aree agricole causati da allagamenti, frane ed erosioni.

Particolare è stata anche la variabilità nel tempo e nello spazio dei fenomeni, variabilità che il presente lavoro cerca di descrivere utilizzando i dati misurati dalle stazioni idrometeorologiche e dal radar meteorologico dal Settore per la Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico della Regione Piemonte.

#### La situazione meteorologica

Intorno alla metà del mese sull'Atlantico settentrionale tra Groenlandia e Canada si è sviluppata una profonda depressione, ben visibile sulle mappe delle superfici a 850 hPa pubblicate sul Bollettino Meteorologico Europeo, che si è poi spostata in direzione est sino a raggiungere, il giorno 21/9, la Scozia (figura 1). Il giorno 22 da questa depressione si è originata una saccatura con asse

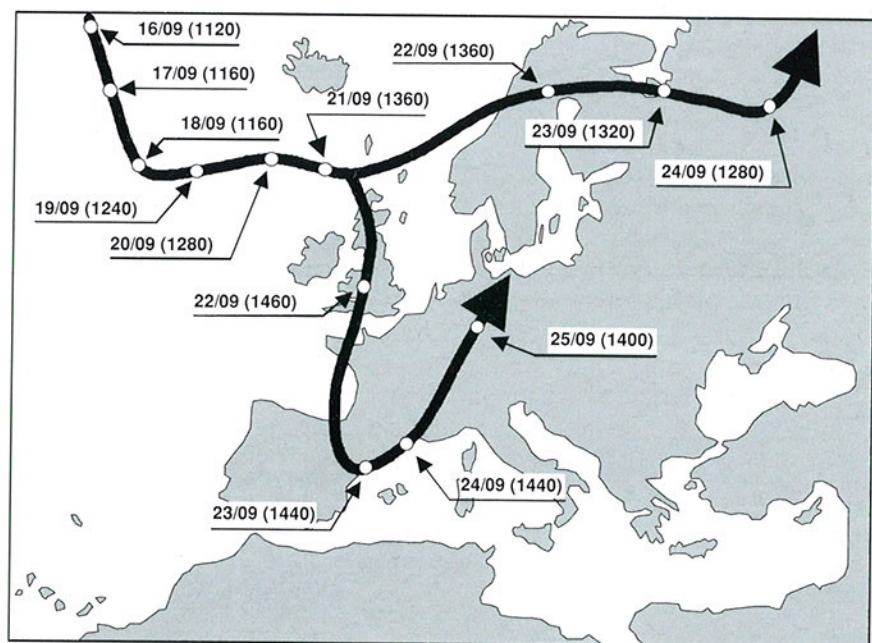


FIGURA 1 - Traccia dei centri depressionari nei giorni dal 16 al 25 settembre 1993 (tra parentesi la quota della superficie a 850 hPa).

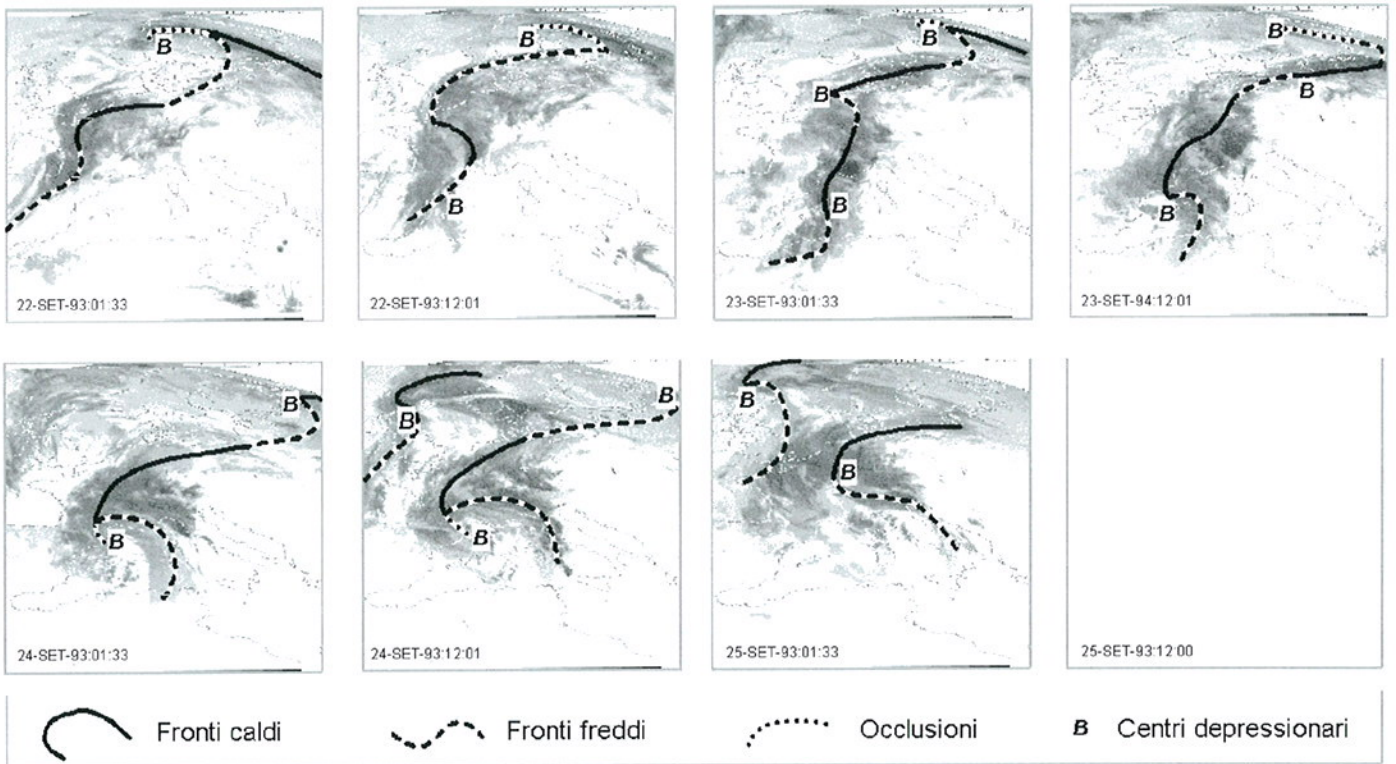


FIGURA 2 - Mappe meteosat dei giorni 22, 23 e 24 settembre 1993.

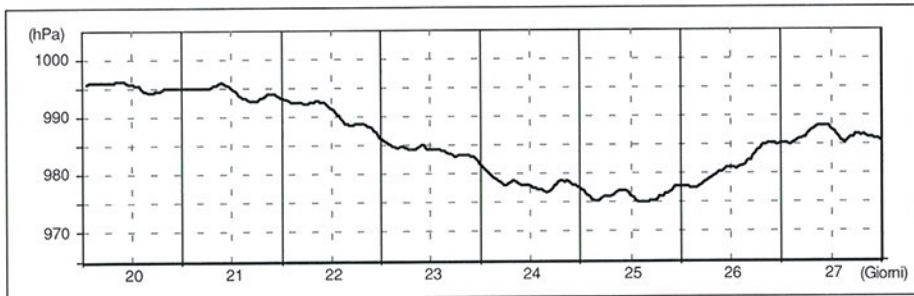


FIGURA 3 - Pressione atmosferica nei giorni 20-27 settembre 1993 a Torino.

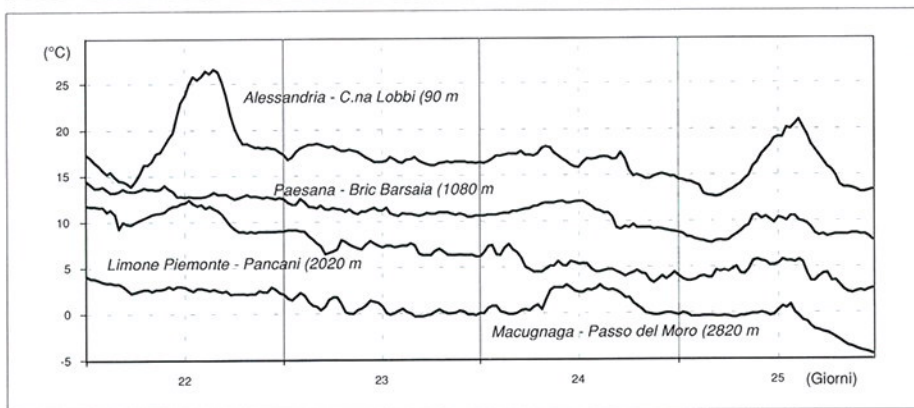


FIGURA 4 - Temperatura dell'aria a differenti altitudini nei giorni 22-25 settembre 1993.

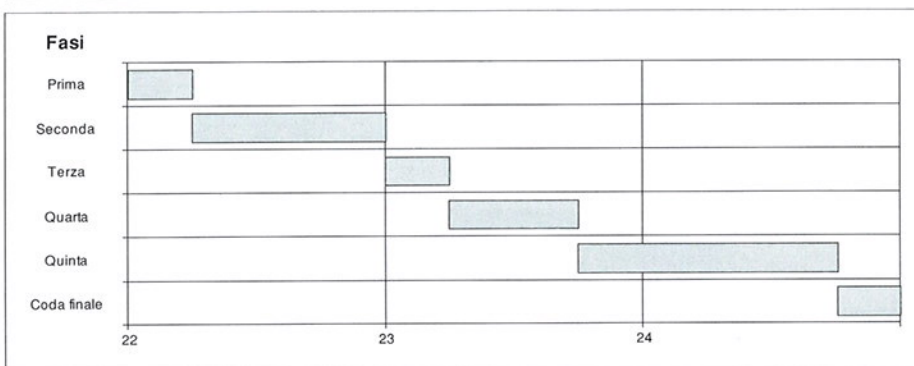


FIGURA 5 - Sequenza delle fasi dell'evento nei giorni 22-24 settembre 1993.

**Tabella 1** - Totali giornalieri di precipitazione misurati alle 9:00 (ora locale), sul Piemonte dal 21 al 27 settembre 1993.

Stazioni	Precipitazione giornaliera (mm)							Totale
	21	22	23	24	25	26	27	
CURSOLO ORASSO - Monte Pratini (940 m slm)	0.0	0.6	148.4	148.8	114.2	17.4	0.0	429.4
FORMAZZA - Pian dei Camosci (2450 m slm)	0.0	28.4	99.8	85.4	96.0	8.2	0.2	318.0
BACENO - A. Devero (1634 m slm)	0.0	22.0	111.8	91.8	96.8	7.8	0.0	330.2
CRODO - Istituto Agrario (560 m slm)	0.0	33.2	90.2	86.0	80.2	5.6	0.0	295.2
VARZO - San Domenico (1308 m slm)	0.0	25.8	93.8	84.2	90.2	9.6	0.0	303.6
DRUOGNO - Sasseglio (831 m slm)	0.0	8.8	158.6	123.6	123.4	12.6	0.2	427.2
BOGNANCO - Pizzanco (1142 m slm)	0.0	42.4	150.6	150.0	115.2	8.0	0.0	466.2
DOMODOSSOLA - Nosere (252 m slm)	0.0	26.4	116.0	146.2	91.0	11.6	0.0	391.2
MACUGNAGA - Passo del Moro (2820 m slm)	0.0	0.0	48.4	81.6	55.6	0.0	0.6	186.2
STRESA - Monte Mottarone (1491 m slm)	0.2	1.2	36.8	138.6	63.4	21.4	0.0	261.6
STRESA - Someraro (470 m slm)	0.0	2.4	50.6	156.6	67.4	15.8	0.0	292.8
CAMERI - Cascina Bornago (173 m slm)	0.0	0.0	105.2	78.4	31.0	14.8	0.2	229.6
RASSA - Cimitero (950 m slm)	0.2	28.4	95.0	179.8	98.8	12.0	0.0	414.2
VARALLO - Crosa (470 m slm)	0.0	3.6	54.4	138.6	84.6	10.0	0.0	291.2
BIELLA - Oropa (1186 m slm)	0.0	5.2	54.6	164.6	66.8	12.0	0.0	303.2
MASSERANO - Cascina Baraggia (243 m slm)	0.0	0.0	10.6	83.2	27.4	12.4	2.8	136.4
MASSAZZA - Artiglia (226 m slm)	0.0	0.0	4.8	70.8	23.8	9.2	2.2	110.8
ALBANO VERCELLESE - Vivaio Forestale (155 m slm)	0.0	0.0	25.8	74.6	20.6	17.8	0.6	139.4
VERCELLI - Casello Ruggerina (132 m slm)	0.0	0.0	32.0	61.0	24.2	8.8	0.4	126.4
MEUGLIANO - Vivaio Forestale (650 m slm)	0.0	1.8	59.6	138.8	147.4	2.6	0.2	350.4
BORGOFRANCO - Monte Buono (337 m slm)	0.0	4.4	26.2	93.0	18.8	1.8	0.0	144.2
PIVERONE - Lido Anzasco (230 m slm)	0.0	0.2	19.0	79.6	14.0	15.8	0.2	128.8
LOCANA - Valsoera (2365 m slm)	0.0	44.4	66.0	115.0	39.8	8.4	0.0	273.6
VALPRATO SOANA - Piamprato (1555 m slm)	0.0	34.0	174.0	187.0	181.6	9.8	0.0	586.4
LOCANA - Bertodasco (1120 m slm)	0.0	38.6	99.2	156.0	23.4	4.0	0.0	321.2
ALA DI STURA - Vivaio Forestale (1006 m slm)	0.0	32.8	38.6	205.8	81.0	3.4	0.2	361.8
LANZO - Fua (580 m slm)	0.0	31.8	48.8	146.4	37.0	2.4	0.2	266.6
SESTRIERE - Monte Fraiteve (2701 m slm)	0.0	0.0	24.0	31.6	8.8	0.6	0.0	65.0
SAUZE D'OULX - Lago Pilone (2320 m slm)	0.0	0.0	30.0	53.0	13.2	0.2	0.0	96.4
BARDONECCHIA - Camini Frejus (1800 m slm)	0.0	0.0	45.0	32.4	11.8	0.6	0.0	89.8
BARDONECCHIA - Prerichard (1353 m slm)	0.0	0.0	50.8	29.4	7.0	0.2	0.0	87.4
OULX - Gad (1065 m slm)	0.0	0.0	26.6	30.4	8.2	1.4	0.0	66.6
SALBERTRAND - Le Selle (1950 m slm)	0.0	0.0	36.6	60.2	13.0	0.2	0.0	110.0
SALBERTRAND - Vivaio Forestale (1010 m slm)	0.0	0.2	25.2	55.6	16.4	0.2	0.0	97.6
CHIOMONTE - Finiere (813 m slm)	0.0	1.0	38.2	85.0	12.8	0.0	0.2	137.2
VENAUS - La Cornà (600 m slm)	0.0	1.6	28.0	68.4	17.8	0.0	0.0	115.8
SUSA - Pietrastretta (520 m slm)	0.0	2.8	19.8	68.4	17.6	0.0	0.0	108.6
SUSA - Autoporto (470 m slm)	0.0	3.2	19.8	71.8	15.6	0.0	0.0	110.4
BORGONE - Campo Sportivo (400 m slm)	0.0	13.4	22.4	102.6	9.2	0.2	0.0	147.8
AVIGLIANA - Ponte Dora (340 m slm)	0.0	31.4	46.0	76.8	9.2	4.2	0.0	167.6
COAZZE - Forno (1130 m slm)	0.0	13.6	27.6	247.0	36.2	6.6	0.0	331.0
PRALY - Villa (1385 m slm)	0.0	4.2	36.0	115.6	33.4	1.6	0.0	190.8
BOBBIO PELLICE - Colle Barant (2294 m slm)	0.0	2.8	32.6	142.0	50.0	0.0	0.0	227.4
LUSERNA S. GIOVANNI - Campo Sportivo (475 m slm)	0.0	2.6	22.6	153.4	27.6	1.6	0.0	207.8
PAESANA - Bric Barsaia (1080 m slm)	0.0	1.4	26.2	117.6	26.8	8.2	0.0	180.2
CUMIANA - Pieve (332 m slm)	0.0	6.4	27.2	88.4	5.6	12.8	0.6	141.0
PINO TORINESE - Osservatorio (619 m slm)	0.0	0.0	10.4	58.6	5.8	20.4	0.0	95.2
PRALORMO - Lago della Spina (295 m slm)	0.0	0.2	4.8	58.4	2.0	16.4	0.0	81.8
CARMAGNOLA - Istituto Agrario (232 m slm)	0.0	0.2	6.6	58.2	1.6	13.0	0.0	79.6
MONCALIERI - Centrale Rossi (226 m slm)	0.0	0.2	5.2	57.8	1.8	19.8	0.0	84.8
TORINO - Buon Pastore (240 m slm)	0.0	1.8	5.0	72.4	4.6	21.2	0.0	105.0
TORINO - Italgas (240 m slm)	0.0	1.2	6.2	69.8	7.0	24.4	0.0	108.6
VEROLENGO - Vivaio Forestale (165 m slm)	0.0	0.4	8.6	78.2	10.4	12.8	0.0	110.4
ISOLA S. ANTONIO - Sticozza (77 m slm)	0.0	0.0	17.8	57.2	27.6	20.8	0.2	123.6
SAMPEYRE - Pian delle Baracche (2125 m slm)	0.0	1.0	28.4	76.4	16.6	3.8	0.0	126.2
CHIANALE - Colonia Alpina (1575 m slm)	0.0	2.2	33.8	49.8	9.6	0.0	0.0	95.4
VILLANOVA SOLARO - Depuratore (267 m slm)	0.0	1.4	14.4	66.4	1.6	30.0	0.0	113.8
ACCEGLIO - Colombata (1610 m slm)	0.0	2.2	26.8	70.0	8.6	0.2	0.0	107.8
COSTIGLIOLE SALUZZO - Depuratore (440 m slm)	0.0	0.8	19.4	82.8	2.0	16.4	0.4	121.8
VINADIO - Colle Lombarda (2278 m slm)	0.0	0.8	32.0	73.8	8.4	11.4	0.4	126.8
LIMONE PIEMONTE - Pancani (2020 m slm)	0.0	2.8	33.0	104.0	8.0	18.2	0.0	166.0
VINADIO - Neraissa (1433 m slm)	0.0	1.4	22.0	69.4	12.0	3.0	0.0	107.8

Segue **Tabella 1** - Totali giornalieri di precipitazione misurati alle 9:00 (ora locale), sul Piemonte dal 21 al 27 settembre 1993.

Stazioni	Precipitazione giornaliera (mm)							Totale
	21	22	23	24	25	26	27	
VALDIERI - Terme (1390 m slm)	0.0	2.6	26.0	79.0	6.6	11.4	0.0	125.6
BOVES - Depuratore (575 m slm)	0.0	0.8	23.2	89.8	12.0	6.4	0.0	132.2
FOSSANO - Casello Autostradale (403 m slm)	0.0	0.2	14.4	57.8	2.0	18.2	0.0	92.6
ORMEA - Pianche (1245 m slm)	0.0	0.6	15.4	126.8	7.6	4.2	0.0	154.6
GARESSIO - Colle San Bernardo (980 m slm)	0.4	0.2	17.0	30.4	0.8	6.0	0.0	54.8
PRIERO - Cascina Borgnia (610 m slm)	0.0	0.0	26.6	87.6	2.0	8.8	0.0	125.0
SOMANO - Albere (640 m slm)	0.0	0.0	9.2	65.2	2.0	3.8	0.0	80.2
FRABOSA SOTTANA - Monte Malanotte (1741 m slm)	0.0	0.8	11.8	97.6	2.6	9.4	0.0	122.2
MONDOVÌ - Istituto Agrario (422 m slm)	0.4	0.0	13.8	74.0	6.2	4.4	0.0	98.8
BRA - Museo Craveri (285 m slm)	0.0	0.0	10.0	60.0	1.8	7.8	0.0	79.6
TREISO - Cascina Montarsino (376 m slm)	0.0	0.0	10.6	63.8	0.8	16.8	0.0	92.0
MOMBARCARO - Vetta (906 m slm)	0.0	0.0	11.6	73.8	2.0	5.6	0.0	93.0
MONTALDO SCARAMPI - Castello (290 m slm)	0.0	0.0	69.6	61.6	4.4	5.8	0.0	141.4
MONTECHIARO D'ASTI - Rovanello (200 m slm)	0.0	0.0	7.2	64.4	5.4	12.2	0.0	89.2
NIZZA MONFERRATO - Incie (138 m slm)	0.0	0.0	136.4	74.4	4.8	8.4	0.0	224.0
ALESSANDRIA - Lobbi (90 m slm)	0.0	0.0	28.4	72.2	20.0	31.6	0.2	152.4
PONZONE - Bric Bertone (773 m slm)	0.0	0.0	29.8	115.2	6.4	25.4	0.0	176.8
SEROLE - Bric Puscera (765 m slm)	0.0	0.0	183.4	82.4	2.8	4.2	0.2	273.0
SALICETO - Bergalli (385 m slm)	0.0	0.2	94.8	82.8	4.2	5.4	2.6	190.0
ACQUI - Pian d'Endice (215 m slm)	0.0	0.0	40.8	78.8	6.0	8.2	0.2	134.0
CABELLA LIGURE - Capanne Cosola (1550 m slm)	0.0	0.0	71.0	224.8	58.6	14.2	0.4	369.0
BRIGN. FRASCATA - Monte Cucco (520 m slm)	0.0	0.0	24.4	86.2	30.2	12.2	0.0	153.0

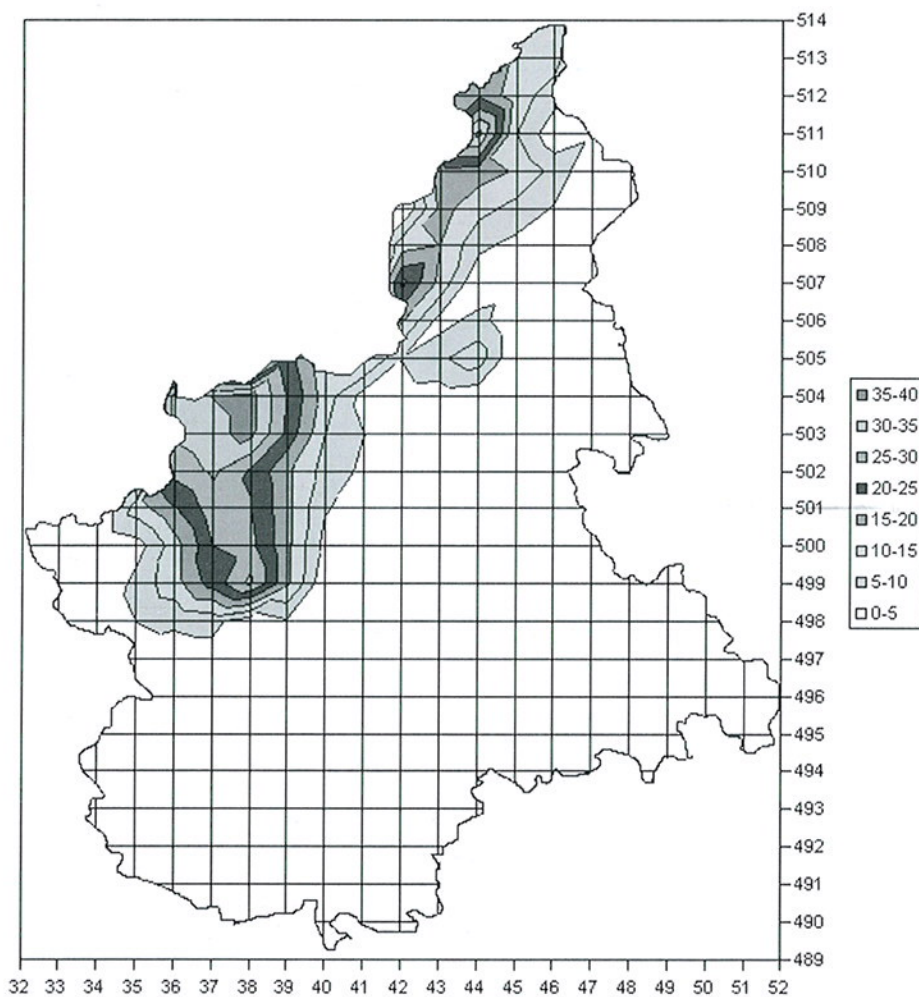


FIGURA 6 - Isoiete dalle ore 0:00 del 22/9/1993 alle ore 6:00 del 22/9/1993.

sud-ovest - nord-est la cui estremità meridionale si è successivamente isolata migrando verso sud. La depressione ha apportato ingenti masse di aria instabile sul bacino mediterraneo accompagnate da dense formazioni nuvolose. Sulle mappe METEOSAT del giorno 22 (figura 2) è ben visibile l'esteso fronte nuvoloso che ricopre tutta la Francia e parte della Spagna, e che ha interessato marginalmente l'arco alpino. All'estremità meridionale, nella tarda mattinata del 22 è apparso evidente un vortice depressionario al quale era associato un fronte freddo che si estendeva sul mediterraneo occidentale sino alle coste africane. Nei giorni 23 e 24 il centro depressionario si è spostato lentamente verso il Golfo di Genova, seguito dal fronte freddo.

L'estesa copertura nuvolosa ha interessato Francia meridionale, Italia nord-occidentale e Svizzera sino al 25, quando il centro depressionario si è allontanato rapidamente verso nord-est.

Il passaggio della depressione è evidente sul grafico che riporta i valori di pressione misurati in stazione a Torino (figura 3).

La temperatura dell'aria durante il passaggio della perturbazione si è moderatamente abbassata ma è rimasta positiva sino a quote elevate, come è indicato dal grafico che riporta i valori misurati a varie quote (figura 4). Essendo la temperatura dell'aria positiva si sono avute piogge sino a quote elevate.

## Le precipitazioni

L'evento si è presentato molto frazionato sia geograficamente che temporalmente come è possibile già rilevare dalla tabella dei totali giornalieri (tabella 1).

Sulla base della distribuzione delle precipitazioni misurate dai pluviometri è possibile distinguere almeno 5 fasi ed una coda finale identificabili sia sulla base della continuità e della distribuzione delle precipitazioni che sulla base della loro intensità.

Nella figura 5 è rappresentata la sequenza temporale delle varie fasi riconosciute. Ogni fase ha avuto una durata non superiore alle 24 ore e si è espressa in modo peculiare in aree distinte. Tuttavia, a partire dalla terza fase le precipitazioni hanno interessato tutto il Piemonte anche se con differente intensità.

*Prima fase* - Le prime precipitazioni intense sono state registrate nella fascia pedemontana torinese e nella fascia più esterna delle Alpi Graie tra le ore 0:00 e le ore 6:00 del giorno 22 settembre (figura 6); a Avigliana-Ponte Dora (340 m s.l.m.m.) l'intensità di precipitazione ha raggiunto i 50.4 mm/h tra le 2:30 e le 3:00 (figura 7), mentre a Lanzo-Fua (580 m s.l.m.m.) l'intensità è stata di 45.6 mm/h tra le 3:00 e le 3:30 (le ore riportate nel testo e nelle figure, salvo diversa segnalazione, sono riferite al meridiano di Greenwich). Si è trattato di precipitazioni certamente intense ma di breve durata. Nelle stesse ore anche nell'Ossola si rilevavano precipitazioni generalmente poco intense e discontinue (figura 8) rivelatrici di una frammentazione del fenomeno che è ben visibile sulle immagini radar (figura 9).

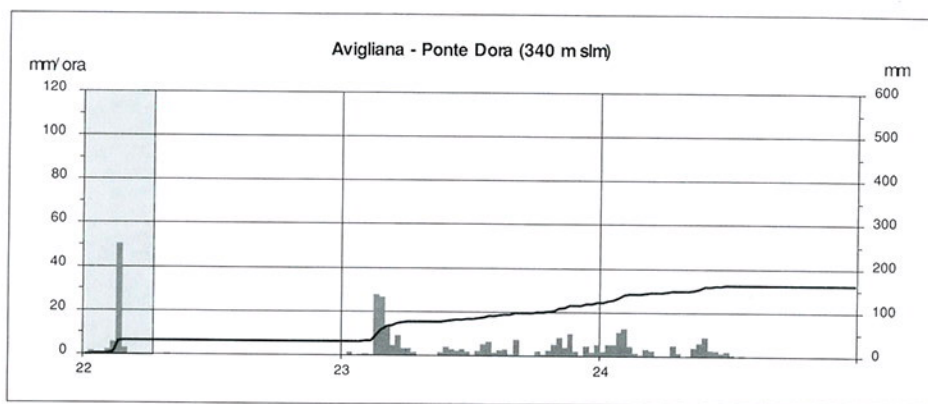


FIGURA 7 - Precipitazioni cumulative e intensità orarie nei giorni 22-24 a Avigliana - Ponte Dora (340 m s.l.m.m.). L'area evidenziata è quella corrispondente alla prima fase dell'evento.

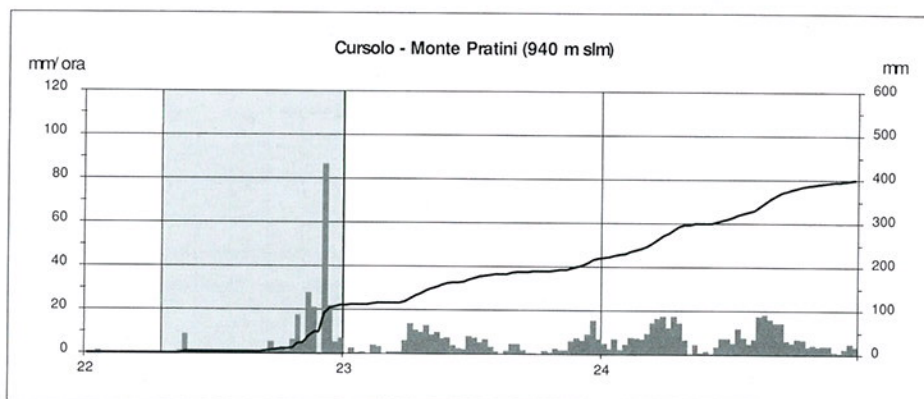
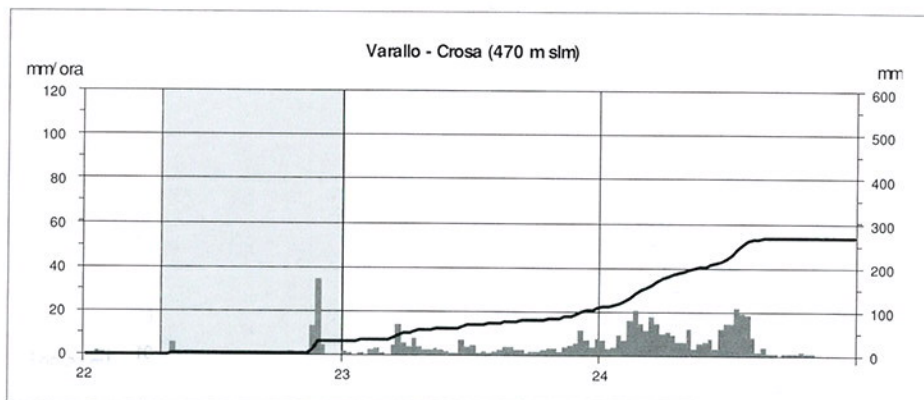
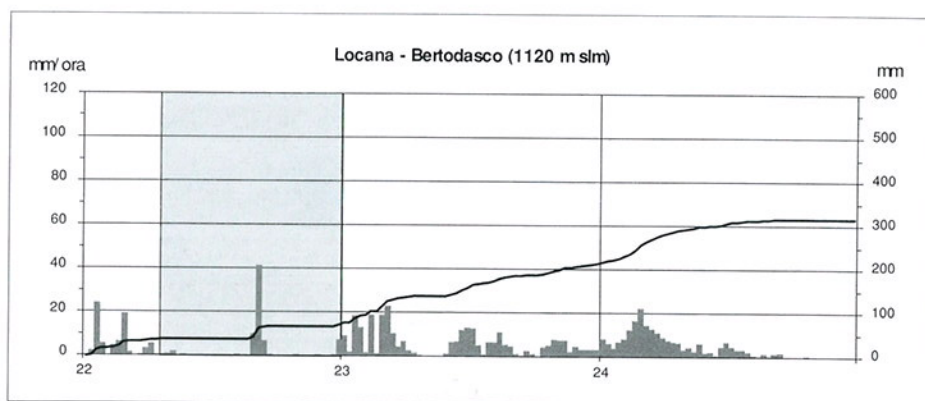


FIGURA 8 - Precipitazioni cumulative e intensità orarie nei giorni 22 - 24 settembre 1993 in stazioni della Valle Orco (Bertodasco), della Valle Sesia (Varallo) e dell'Ossola (Cursolo). L'area evidenziata è quella corrispondente alla seconda fase dell'evento.

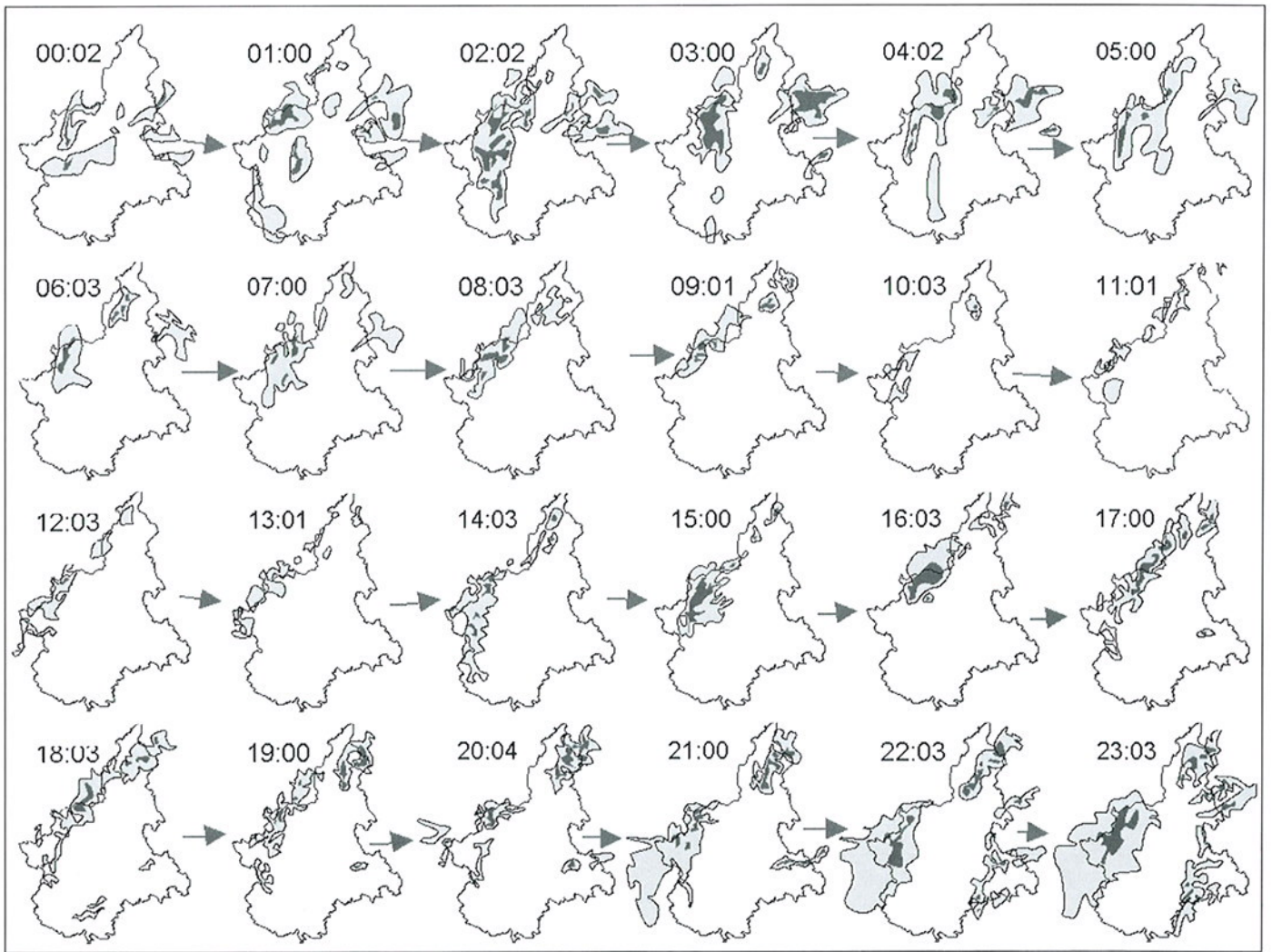


FIGURA 9 - Immagini radar del giorno 22 settembre 1993.

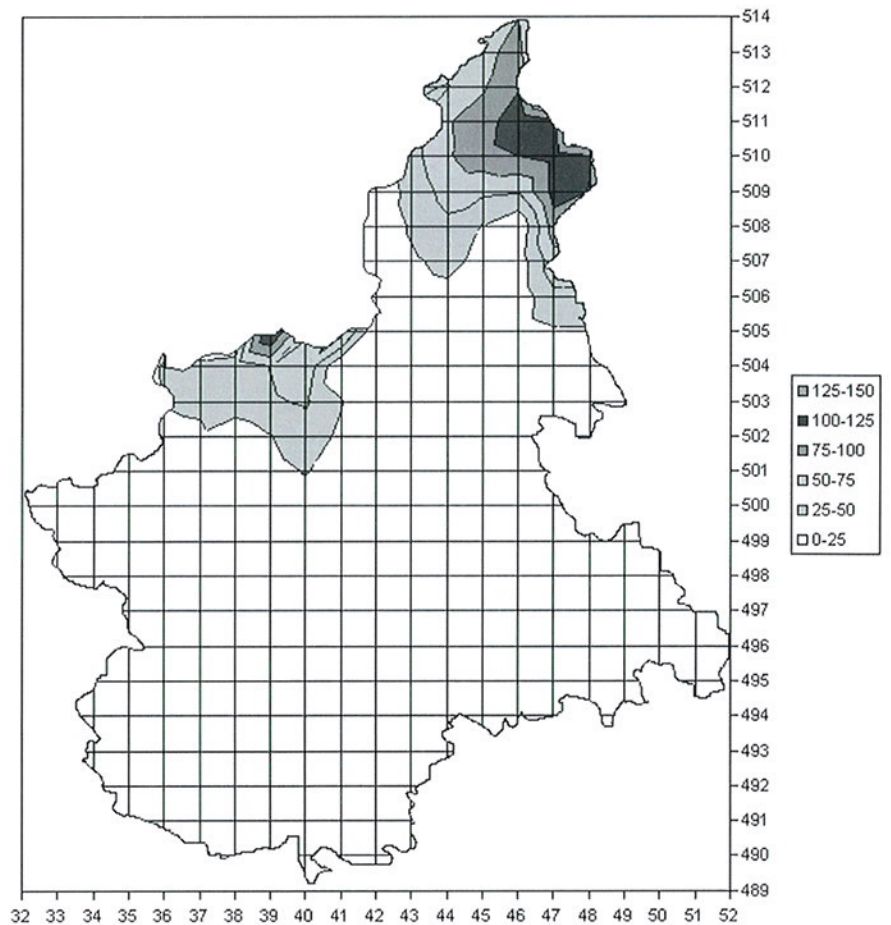


FIGURA 10 - Isoiete dalle ore 6:00 del 22 settembre 1993 alle ore 0:00 del 23 settembre 1993.

FIGURA 11 - Precipitazioni cumulate e intensità orarie nei giorni 22-24 settembre 1993 in una stazione delle Langhe (Bric Puschera). L'area evidenziata è quella corrispondente alla terza fase dell'evento.

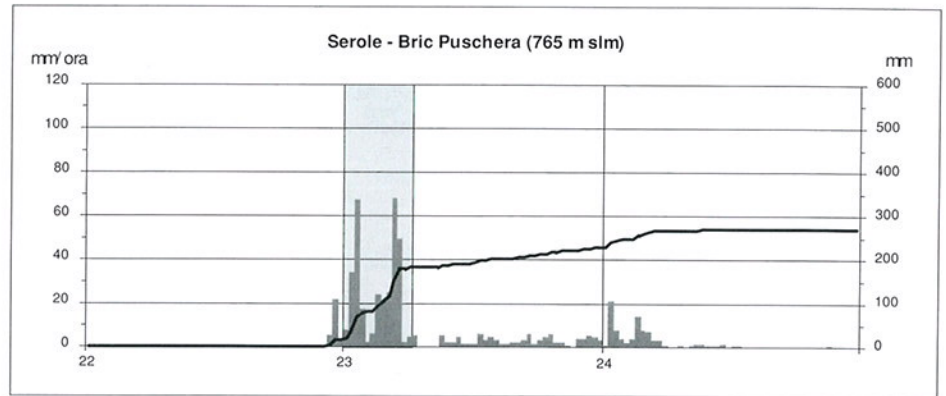
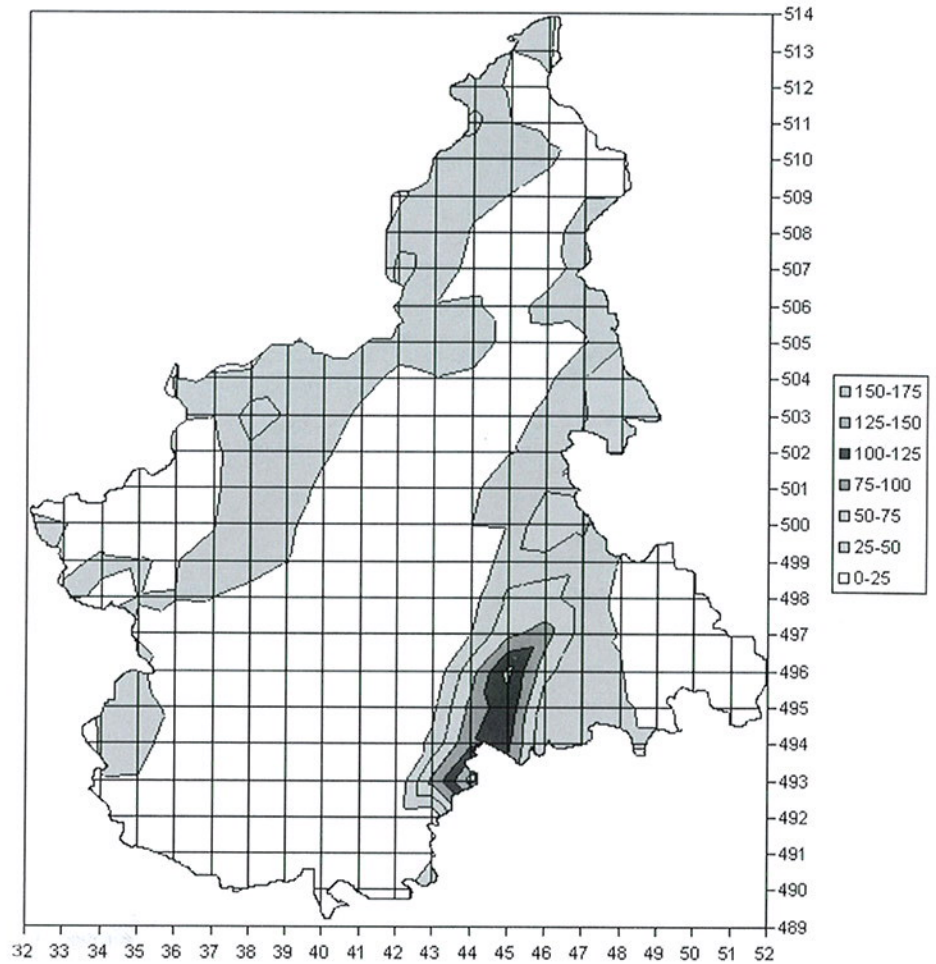


FIGURA 12 - Isoiete dalle ore 0:00 del 23 settembre 1993 alle ore 6:00 del 23 settembre 1993.



*Seconda fase* - Dopo alcune ore con assenza di precipitazioni, a partire dal pomeriggio del 22 e sino alle ore 0:00 del giorno 23 le precipitazioni sono riprese sulle Alpi Graie e l'Osola (figura 10) acquistando carattere decisamente temporalesco e raggiungendo intensità anche molto elevate: a Bertodasco si è registrata una intensità di 41.2 mm/h tra le 15:30 e le 16:00; a Piamprato tra le 17:00 e le 17:30 l'intensità di precipitazione è stata di 64.4 mm/h; a Cursolo l'intensità massima registrata il 22 settembre è stata di 86.8 mm/h tra

le 21:30 e le 22:00, la più elevata registrata nell'evento su tutto il Piemonte (figura 8). Contemporaneamente a Varallo-Crosa (470 m s.l.m.), nella media valle Sesia, l'intensità era di 34.4 mm/h tra le 21:00 e le 21:30. Si è trattato di precipitazioni che hanno avuto una maggiore continuità rispetto a quelle della prima fase.

*Terza fase* - Dopo le 20:00 del giorno 23, sulle mappe radar (figura 9) sono apparsi alcuni piccoli nuclei nuvolosi che si andavano aggregando sulle province di Asti ed Ales-

sandria (figura 11). Questi nuclei nuvolosi evolvevano rapidamente in nuclei temporaleschi con precipitazioni di elevata intensità su una fascia piuttosto ristretta ma estesa dalla testata della valle Bormida di Millesimo alla pianura Novarese (figura 12). In questa fascia, visibile anche sulle mappe di massima eco (figura 13), si sono avute precipitazioni ininterrotte dalle 0:00 alle 7:30 del giorno 24, con uno sfasamento di un paio di ore per la pianura novarese (2:00-9:00). Si sono registrati molti scrosci con notevoli intensità orarie:

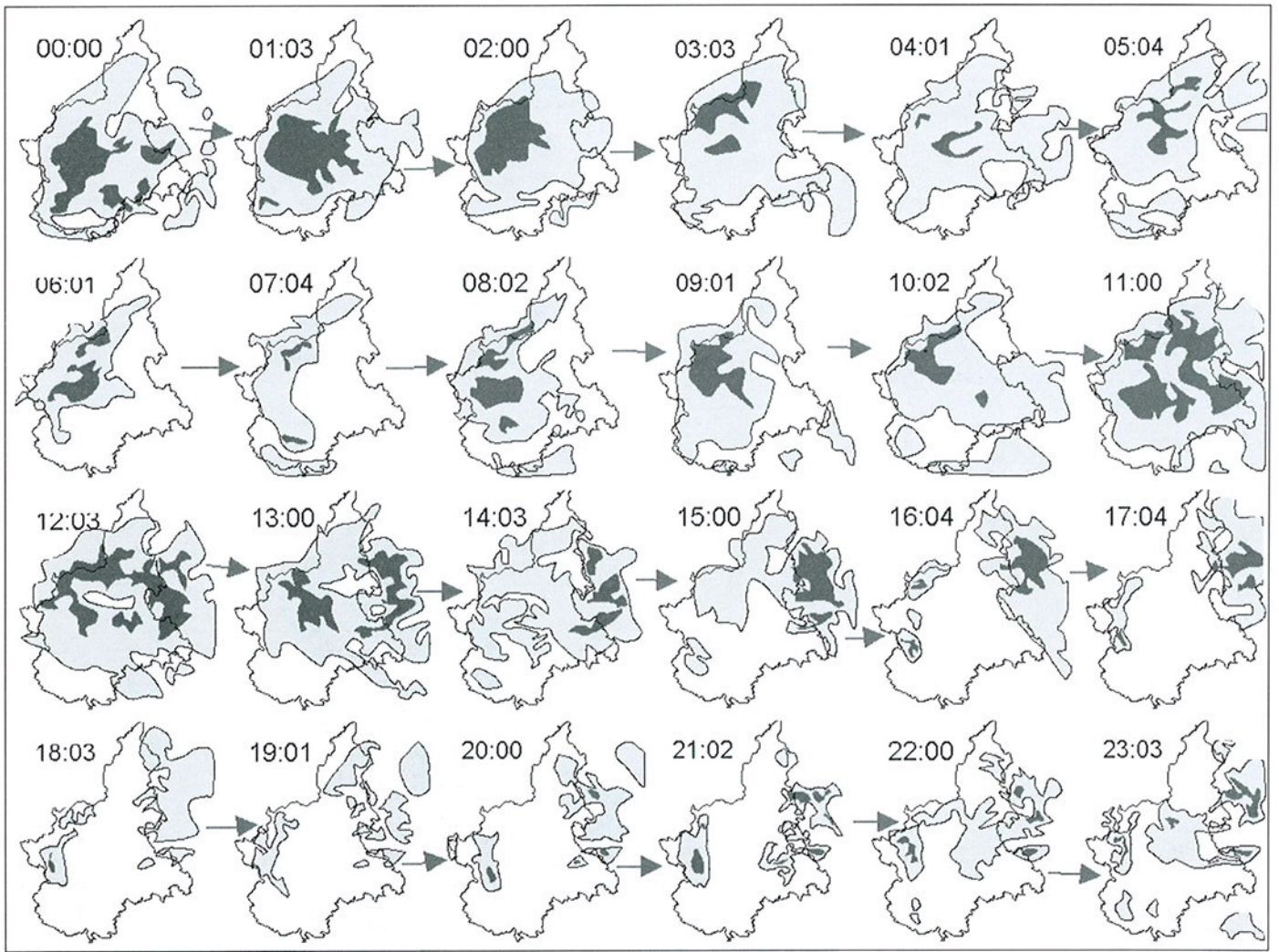


FIGURA 13 - Immagini radar del giorno 23 settembre 1993.

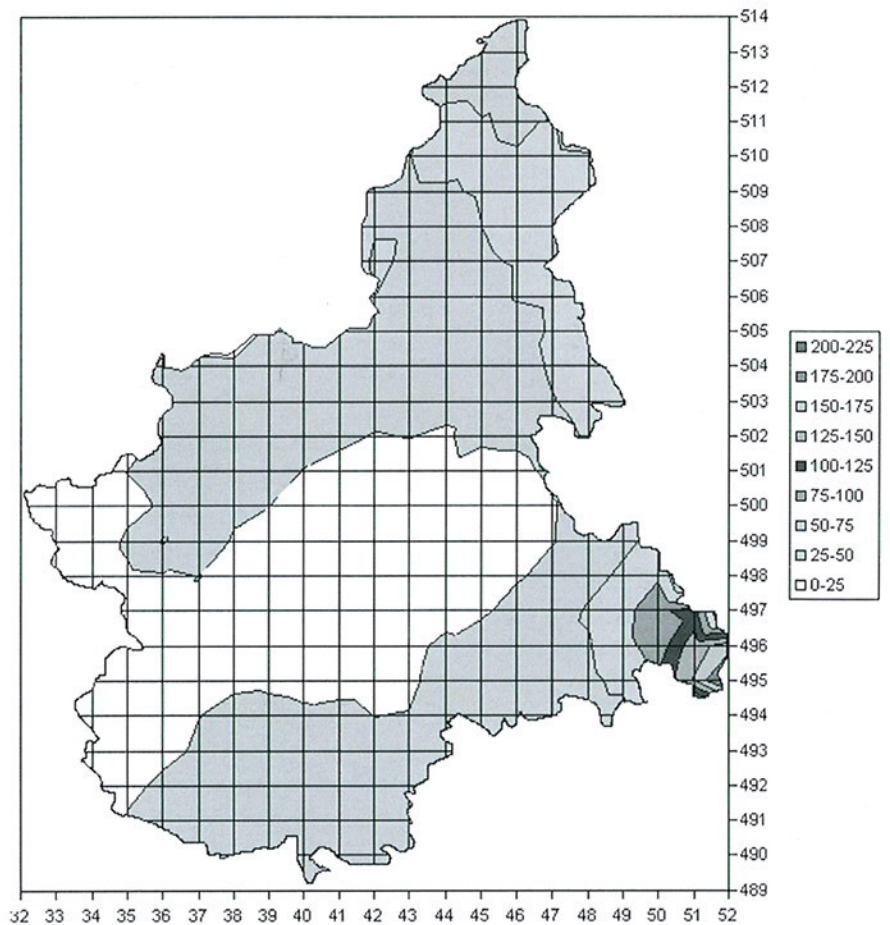


FIGURA 14 - Isoiete dalle ore 6:00 del 23 settembre 1993 alle ore 18:00 del 23 settembre 1993.



- 66.4 mm/h a Serole - Bric Puschera (765 m s.l.m.m.) tra le 0:30 e le 1:00;
- 30.0 mm/h a Nizza Monferrato - Incie (138 m s.l.m.m.) tra le 0:30 e le 1:00
- 35.2 mm/h a Nizza Monferrato - Incie (138 m s.l.m.m.) tra le 3:30 e le 4:00;
- 30.8 mm/h a Montaldo Scarampi - Castello (290 m s.l.m.m.) tra le 3:30 e le 4:00;
- 67.6 mm/h a Serole - Bric Puschera (765 m s.l.m.m.) tra le 4:00 e le 4:30;
- 42.4 mm/h a Saliceto - Bergalli (385 m s.l.m.m.) tra le 4:00 e le 4:30;
- 50.4 mm/h a Nizza Monferrato - Incie (138 m s.l.m.m.) tra le 4:30 e le 5:00;
- 49.2 mm/h a Serole - Bric Puschera (765 m s.l.m.m.) tra le 4:30 e le 5:00;
- 62.8 mm/h a Cameri - Cascina Bornago (173 m s.l.m.m.) tra le 5:00 e le 5:30;
- 56.8 mm/h a Casale Monf.to - Istit. di Pioppicoltura (118 m s.l.m.m.) tra le 5:00 e le 5:30;
- 41.2 mm/h a Ponzone - Bric Berton (765 m s.l.m.m.) tra le 5:30 e le 6:00;
- 33.2 mm/h a Alessandria - Lobbi (90 m s.l.m.m.) tra le 5:30 e le 6:00;
- 30.4 mm/h a Cameri - Cascina Bornago (173 m s.l.m.m.) tra le 5:30 e le 6:00;
- 38.8 mm/h a Cameri - Cascina Bornago (173 m s.l.m.m.) tra le 7:00 e le 7:30.

Sono probabilmente legate a queste precipitazioni anche quelle rilevate a Stresa - Someraro (470 m s.l.m.m.) dove tra le 7:00 e le 7:30 si è avuta un'intensità di pioggia pari a 32.4 mm/h.

Nelle stesse ore un nucleo temporalesco interessava anche la zona di Ivrea dove, a Meugliano - Vivaio Forestale (650 m s.l.m.m.), veniva rilevata una intensità di precipitazione pari a 55.6 mm/h tra le 5:30 e le 6:00.

Come per la seconda fase anche queste precipitazioni sono state abbastanza continuative anche se discontinue come intensità.

*Quarta fase* - Nella mattina del 23, intorno alle 6:00, alla estremità sud-

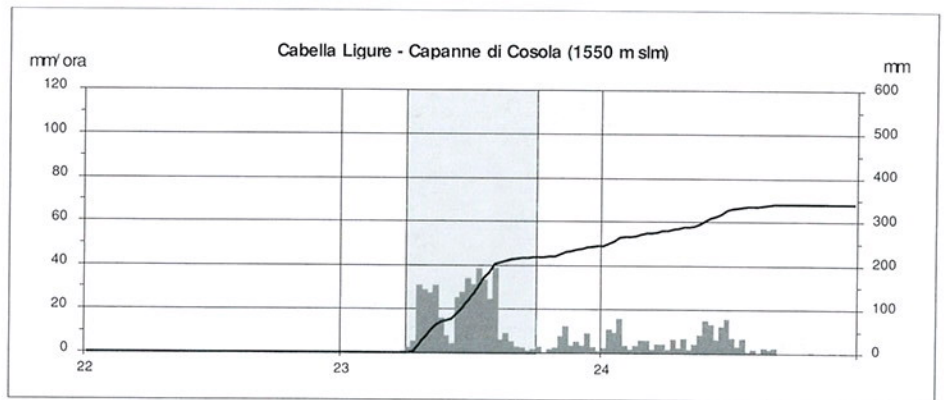


FIGURA 15 - Precipitazioni cumulate e intensità orarie nei giorni 22 - 24 settembre 1993 a Capanne di Cosola, in Valle Borbera. L'area evidenziata è quella corrispondente alla quarta fase dell'evento.

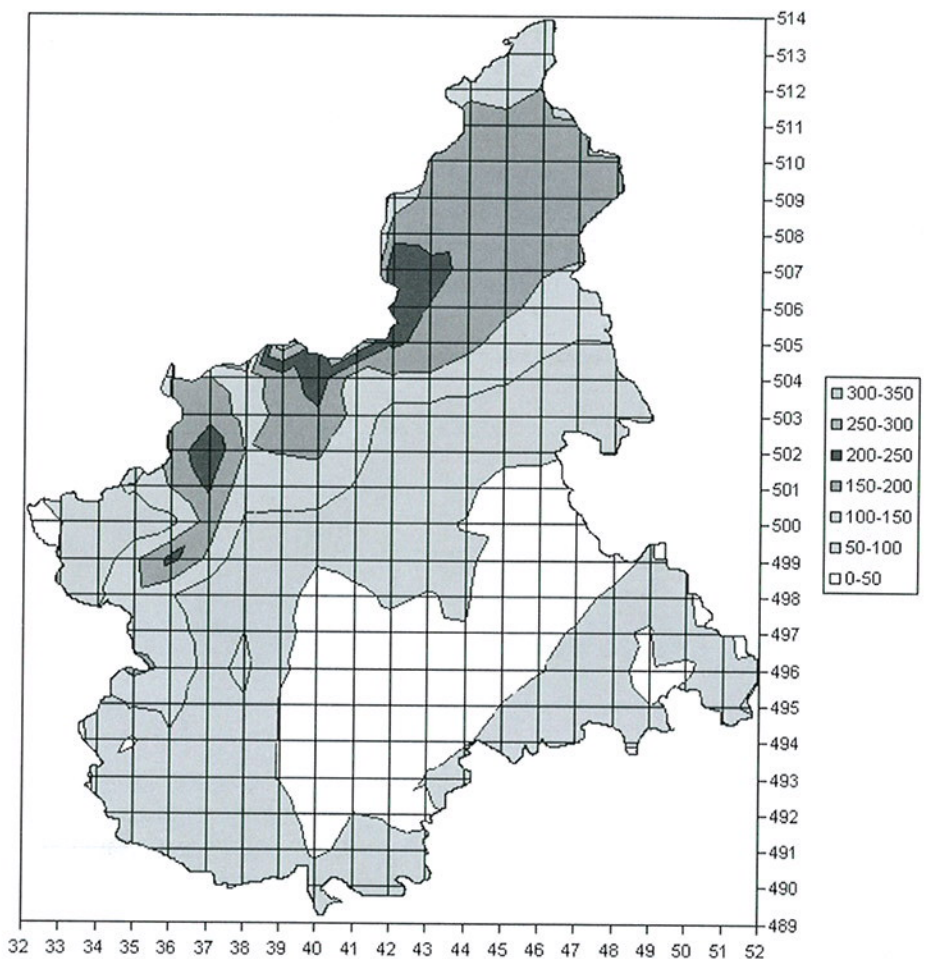


FIGURA 16 - Isoiete dalle ore 18:00 del 23/9/1993 alle ore 18:00 del 24/9/1993.

orientale del Piemonte si scatena una precipitazione intensa e prolungata che interesserà le valli Curone e Borbera determinando gravi danni alle infrastrutture (figura 14). Presso la stazione di Cabella Ligure - Capanne di Cosola (10550 m s.l.m.m.) alla testata della Val Borbera, cadono in 7 ore e 30 (dalle 6:30 alle 14:00) 199.4 mm di pioggia (il massimo su 6 ore, nello stesso inter-

vallo di tempo, è stato di 184.2 mm) con un'intensità media di 27.5 mm/h e punte massime di 38.8 e 38.4 mm/h (figura 15). Si è trattato di precipitazioni molto differenti da quelle delle tre fasi precedenti: non solo le intensità sono state elevate ma si sono mantenute pressoché costanti per parecchie ore consecutive. La particolarità di queste precipitazioni è la causa dei gravi danni subiti da que-

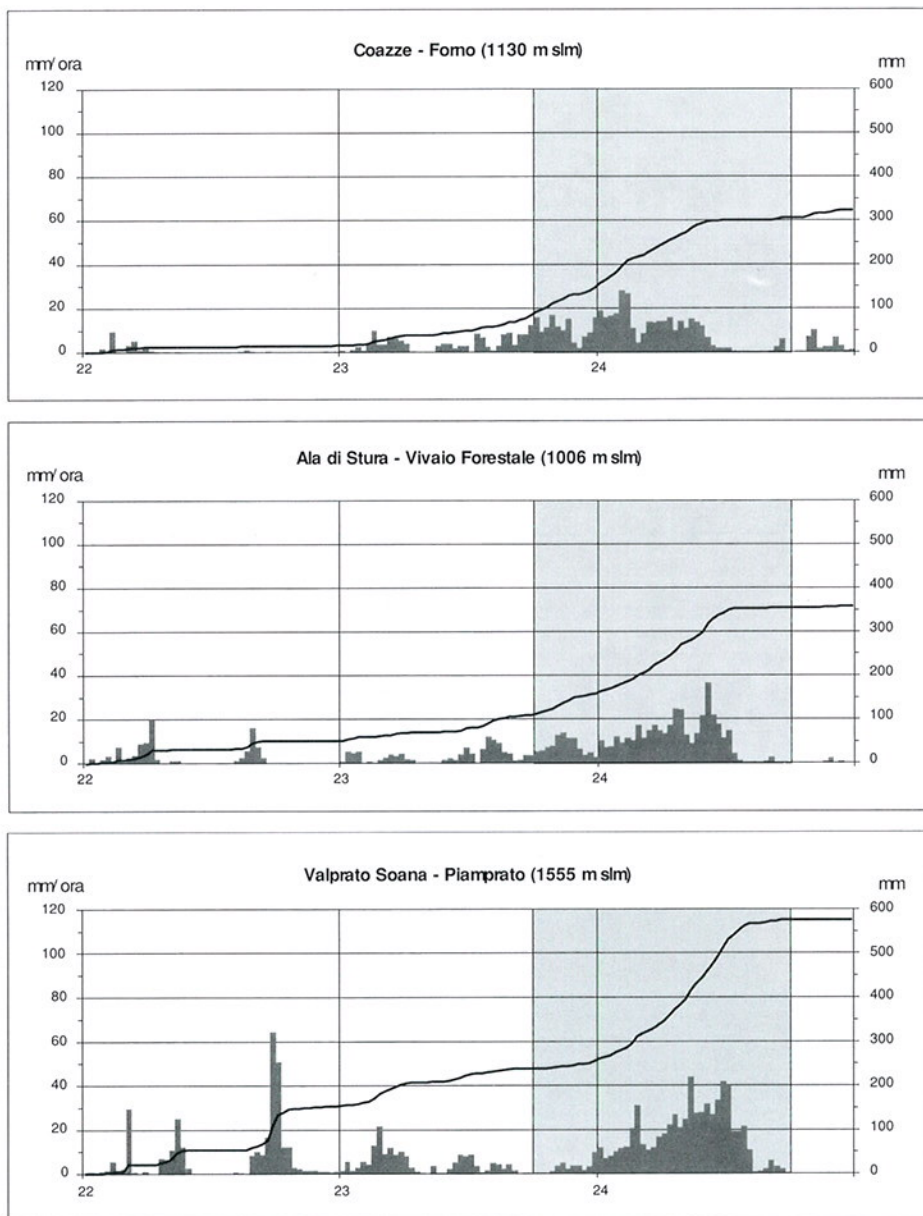


FIGURA 17 - Precipitazioni cumulate e intensità orarie nei giorni 22-24 in Val Sangone (Coazze), in Val d'Ala (Ala di Stura) e in Val Soana (Piamprato). L'area evidenziata è quella relativa alla quinta fase dell'evento.

st'area che è stata fra le più duramente colpite nel Piemonte durante questo evento.

*Quinta fase* - A partire dalle ore 18:00 circa del 23 i fenomeni si intensificano nel settore occidentale – Alpi Cozie settentrionali e Alpi Graie (figura 16) – dove si osserva un aumento dell'intensità di precipitazione evidente in un primo momento solo a Ala di Stura, Coazze e Luserna San Giovanni. Nelle ore successive, sino al primo pomeriggio, nelle valli Ossola, Sesia, Orco, Stura, Sangone, Chisone e Pellice le piogge cadono con intensità pressoché costante e prossima ai 10 mm/h con frequenti punte superiori ai 20 mm/h (figura 17). Ma è nella Valle Soana che il feno-

meno assume caratteristiche veramente eccezionali (figura 17): dalle ore 1:00 alle 14:00 l'intensità si mantiene costantemente sopra ai 10 mm/h con punte di 44.0 mm/h tra le 8:00 e le 8:30, 42.0 mm/h tra le 11:00 e le 11:30 e di 40.0 mm/h tra le 11:30 e le 12:00. In 12 ore cadono 287 mm di pioggia con un'intensità media pari a 23.9 mm/h. Contemporaneamente anche nelle valli limitrofe le precipitazioni cadono intense: in particolare a Ala di Stura si registra tra le 9:30 e le 10:00 una precipitazione con intensità pari a 36.8 mm/h. A causa dell'elevato livello dello zero termico le precipitazioni sono cadute quasi ovunque in forma liquida; solo in alcune aree a quota superiore ai 3000 metri si sono avute debo-

li precipitazioni nevose. I bacini hanno pertanto contribuito quasi completamente ad alimentare i deflussi. Quelle di questa fase sono sicuramente le precipitazioni che hanno apportato i danni più ingenti registrati durante l'evento in tutto il territorio regionale. Sia il bacino montano che il tratto limitrofo all'asta principale nel tratto di pianura sono stati infatti interessati da gravi fenomeni di dissesto.

*Coda finale* - Dopo le 18:00 del 24 le precipitazioni sono fortemente diminuite in intensità praticamente ovunque (figura 18). Solo in Ossola, nella bassa valle di Susa ed in valle Pellice le precipitazioni sono cadute relativamente più abbondanti ma

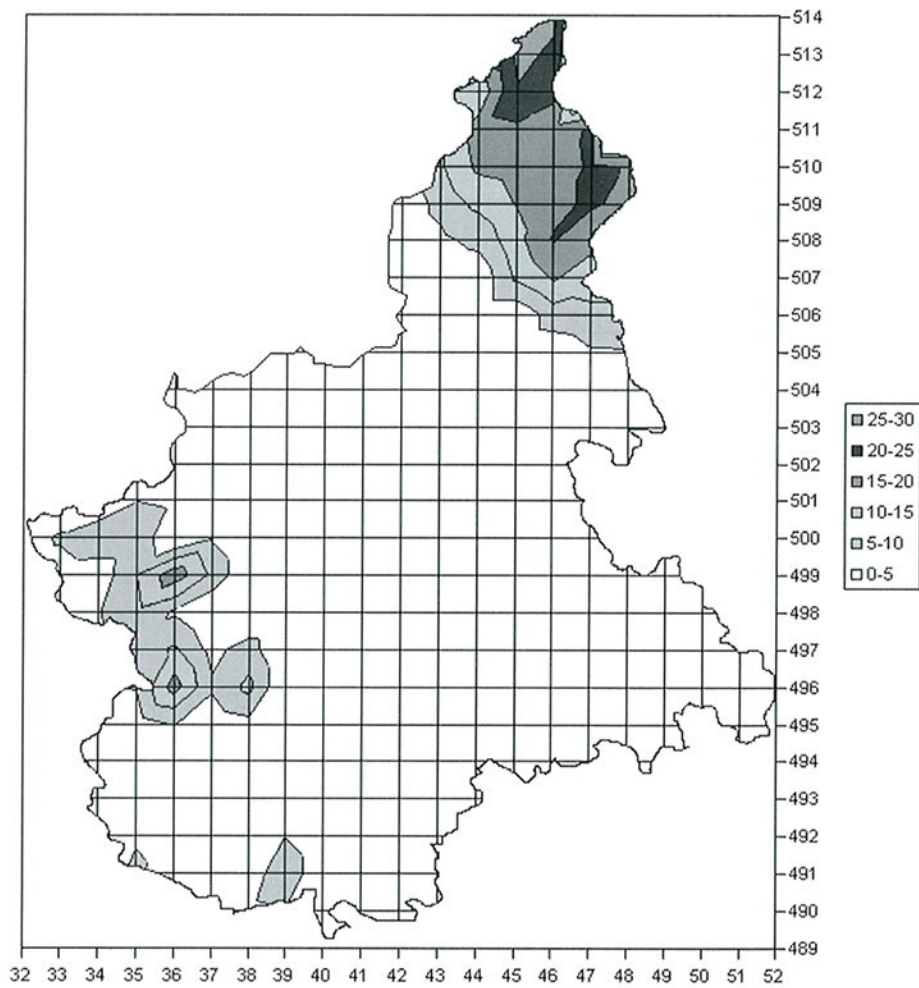


FIGURA 18 - Isoiete dalle ore 18:00 del 24 settembre 1993 alle ore 0:00 del 25 settembre 1993.

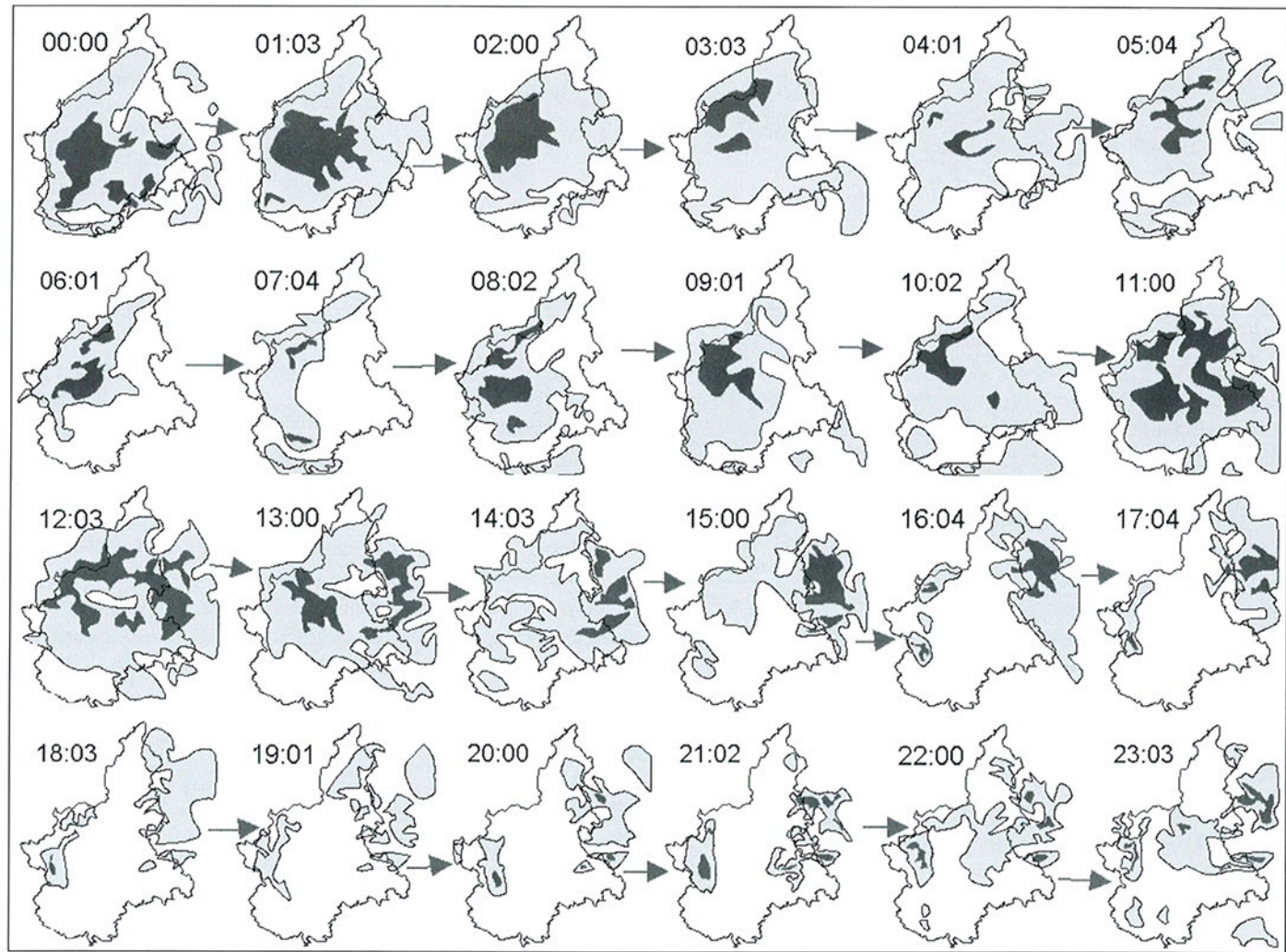


FIGURA 19 - Immagini radar del giorno 24 settembre 1993.

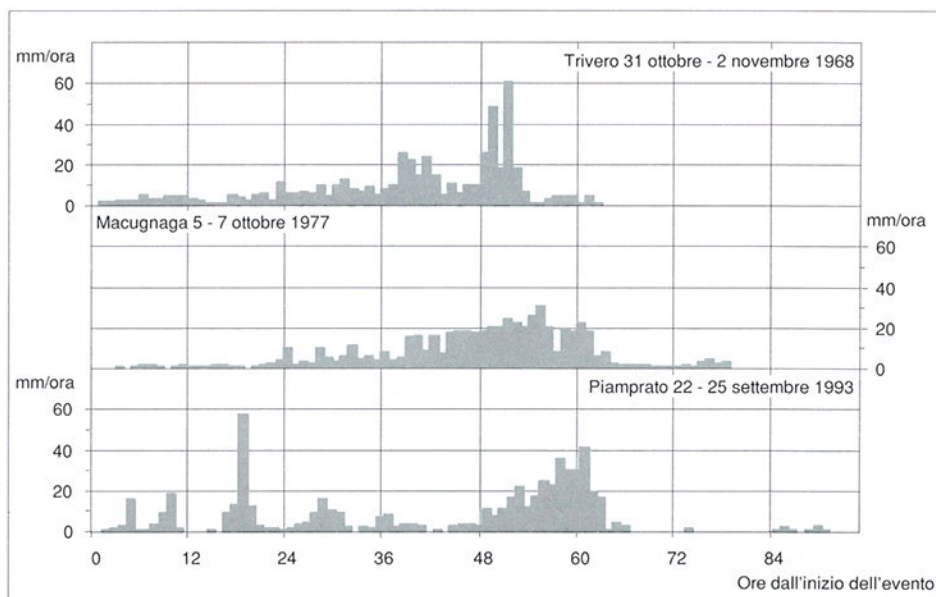


FIGURA 20 - Intensità orarie di precipitazione a Trivero nei giorni 31 ottobre - 2 novembre 1968, a Macugnaga nei giorni 5 - ottobre 1977 e a Piamprato nei giorni 22 - 24 settembre 1993.

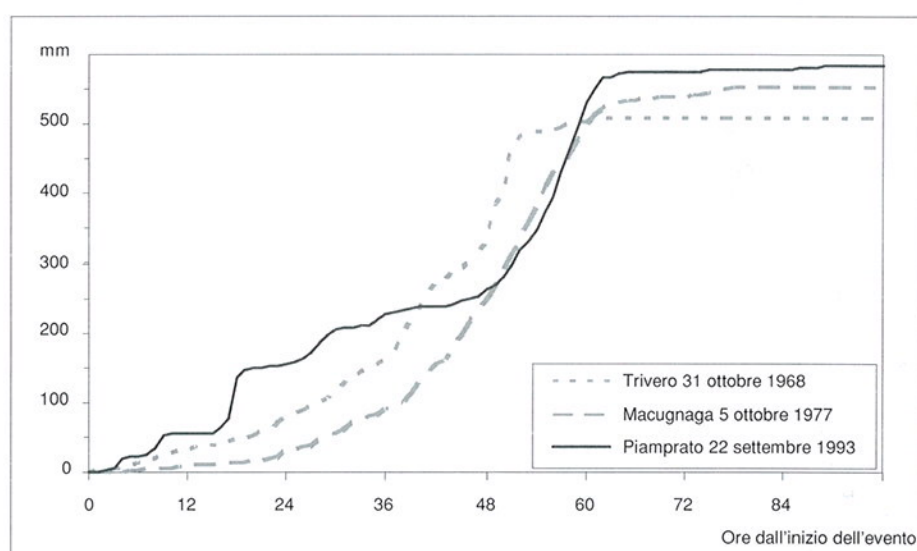


FIGURA 21 - Precipitazioni cumulate a Trivero nei giorni 31 ottobre - 2 novembre 1968, a Macugnaga nei giorni 5 - ottobre 1977 e a Piamprato nei giorni 22 - 24 settembre 1993.

apportando nel complesso meno di 30 mm in 6 ore.

Sulle parti del Piemonte non comprese nelle aree interessate dalle cinque fasi descritte le precipitazioni sono cadute in modo pressoché continuo nei giorni 23 e 24 ma con intensità deboli o moderate, in genere inferiori ai 10 mm/h, con punte di poco superiori ai 20 mm/h. La continuità geografica delle precipitazioni è indicata anche dalle mappe radar di questi giorni che presentano il Piemonte quasi completamente interessato da precipitazioni (figure 13 e 19).

### Confronto con eventi analoghi

Considerando la globalità del fenomeno, la distribuzione nel tempo delle precipitazioni a Piamprato presenta alcune analogie con eventi, per

i quali si dispone di registrazioni orarie, avvenuti in Piemonte negli ultimi 30 anni.

Rispetto alle precipitazioni avvenute a Trivero tra il 31 ottobre ed il 2 novembre 1968, che causarono l'alluvione del biellese, quelle di Piamprato presentano un'analogia frequenza di scrosci particolarmente intensi (intensità superiori ai 30 mm/h). L'affinità tra i due eventi è anche segnalata dal valore delle precipitazioni di massima intensità di durata 12 ore, che è stata di 287 mm a Piamprato nel 1993 contro i 262 mm a Trivero nel 1968.

Le precipitazioni avvenute a Macugnaga tra il 5 ed il 7 ottobre 1977, si differenziano da quelle di Piamprato per l'assenza di intensità orarie superiori ai 30 mm/h ma, in analogia alle piogge di Piamprato, presentano una

forte continuità e concentrazione di intensità prossime ai 20 mm/h (figura 20).

La curva delle precipitazioni cumulate di Piamprato (figura 21) giace al di sopra delle curve di Trivero e di Macugnaga nelle 36 ore iniziali e ciò è dovuto agli scrosci con intensità elevate registrati nelle prime 24 ore. Solo dopo le 48 ore, e fino alla sessantesima ora, la pendenza delle tre curve è molto prossima ad indicare la analoga intensità di precipitazione di quest'ultimo periodo.

La principale caratteristica comune ai tre eventi è data dalla continuità nel tempo di intensità prossime o superiori ai 20 mm/h con punte isolate nettamente superiori; caratteristica che si è manifestata anche a Capanne di Cosola il 23 settembre 1993.

## 2.2. Aspetti idrologici dell'evento dei giorni 22-24 settembre 1993

(S. Ravera, M. Buffo, E. Cavallero & F. Tresso)

### Analisi della situazione idrologica della rete drenante piemontese nelle settimane immediatamente precedenti l'inizio dell'evento alluvionale.

Nella tabella 2, relativa alle stazioni di misura attive nel settembre 1993, vengono confrontati i valori della portata media nella fase di deflusso immediatamente precedente l'evento (20 agosto - 22 settembre), con la portata media annua definita attraverso l'analisi statistica (la pubblicazione dei dati idrometrici è stata regolarmente autorizzata dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale). I dati evidenziano una situazione di portate generalmente inferiori al valore medio annuo, con stati di magra accentuata nei bacini di minori dimensioni.

L'andamento dei deflussi nel periodo precedente la piena ha le caratteristiche tipiche della fase di esaurimento estiva, interrotta dalle precipitazioni verificatesi intorno al 12-14 settembre, che hanno comportato un breve e modesto innalzamento delle portate, particolarmente sentito nei bacini del Toce, del Sesia e del basso Tanaro.

L'effetto di questo evento secondario si è rapidamente esaurito nei bacini di minori dimensioni, che sono ritornati in condizioni di magra prima delle precipitazioni del 23-24 settembre, mentre ha comportato il mantenimento di un debole stato di morbida nei bacini maggiori, che presentavano portate dell'ordine del valore medio annuo nei giorni immediatamente precedenti la piena.

A titolo di esempio la figura 22 riporta l'andamento delle portate della stazione idrometrica di Masera, sul Melezzo Occidentale, nel mese di settembre.

### Evoluzione del fenomeno di piena

L'evento alluvionale, a causa della particolare distribuzione temporale delle precipitazioni, si è manifestato

nei bacini del Piemonte in due distinti periodi. In un primo periodo, in seguito alle precipitazioni avvenute tra le 0:00 e le 15:00 del 23 settembre (terza e quarta fase delle precipitazioni) sono stati interessati i bacini sud-orientali; in questi bacini l'evento alluvionale ha raggiunto i valori di picco nel pomeriggio del 23 settembre. In un secondo periodo, in seguito alle precipitazioni cadute tra le 18:00 del 23 settembre e le 18:00

del 24 settembre (quinta fase delle precipitazioni) i fenomeni alluvionali si sono estesi alla parte restante dei bacini piemontesi, colpendo in particolar modo quelli settentrionali (24 settembre), e l'asta del Po (25 settembre).

*Bacini sud-orientali* (Basso Tanaro, Belbo, Bormida, Orba, Curone, Staffora, Scrivia). In questi bacini l'evento alluvionale ha prodotto i pic-

**Tabella 2** - Confronto fra la portata media del mese precedente la piena e la portata media annua.

Stazione di misura	Superficie del bacino sotteso (kmq)	Portata media del mese precedente la piena (mc/s)	Portata media annua (mc/s)
Po a Cardè	510	4.0	11.0
Po a Carignano	3804	35.0	71.0
Po a Torino Centro	5210	41.0	95.0
Pellice a Luserna	216	4.6	8.0
Chisone a San Martino	581	5.0	15.0
Dora Riparia a Susa	628	13.0	11.0
Stura di Lanzo a Lanzo	582	14.0	20.0
Orco a Spineto	656	22.0	22.0
Dora Baltea a Borgo Revel	3889	36.0	91.0
Sesia a Borgosesia	695	35.0	33.0
Melezzo Occ. a Masera	50	0.5	2.0
Diveria a Crevola	326	0.3	17.3
Ovesca a Villadossola	149	1.6	7.1
Maira a Busca	567	5.0	13.0
Varaita a Rossana	539	1.0	14.0
Stura di Demonte a Gaiola	562	8.5	18.0
Tanaro a Alba	3415	10.0	71.0
Bormida a Camerana	249	0.5	5.8
Belbo a Castelnuovo	411	0.3	6.0
Orba a Casalcermelli	773	3.0	16.0
Curone a Volpedo	206	0.2	11.0
Scrivia a Serravalle	605	4.5	17.0

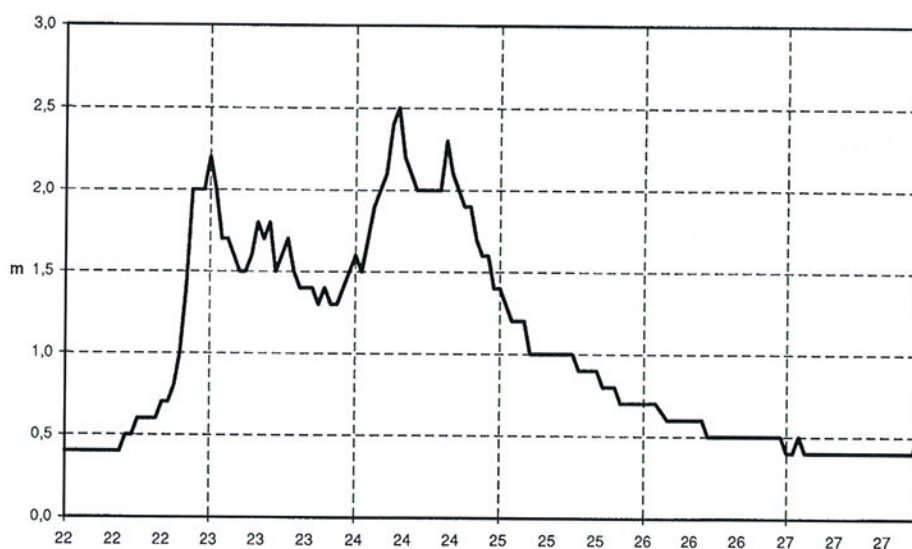


FIGURA 22 - Livello idrometrico del T. Melezzo a Masera nei giorni 22-27 settembre 1993.

chi di piena più elevati nel pomeriggio del 23 settembre per effetto delle precipitazioni della terza e quarta fase dell'evento. Fa eccezione il Tanaro che, per le dimensioni del bacino e la diversa distribuzione territoriale delle precipitazioni intense, ha raggiunto valori di portata al colmo nella giornata successiva.

Gli effetti della piena sono risultati particolarmente gravosi nei bacini del Belbo (portata al colmo di 640 m<sup>3</sup>/s a Castelnuovo) e dello Scrivia (portata al colmo di circa 900 m<sup>3</sup>/s a Serravalle), nei quali si sono verificate estese esondazioni e modificazioni delle sezioni di deflusso dovute ai fenomeni di erosione dell'alveo. Sull'asta del basso Tanaro l'onda di piena ha presentato caratteristiche ordinarie, essendo risultati modesti gli apporti della parte alta del bacino.

Le portate al colmo sono risultate di circa 600 m<sup>3</sup>/s a Alba e di circa 1600 m<sup>3</sup>/s a Montecastello, dove sono stati avvertiti gli effetti degli eventi gravosi verificatisi sul Bormida e sul Belbo.

L'idrogramma di piena del Belbo presenta due colmi distinti nelle giornate del 23 e del 24 settembre, dovuti all'andamento dell'evento di precipitazione (figura 23).

Il volume complessivo è risultato di circa 30.000.000 m<sup>3</sup>.

Nei bacini del Bormida, dello Staffora, del Curone e dello Scrivia l'andamento del deflussi di piena ha avuto caratteristiche analoghe, mentre sul Tanaro è stato registrato un solo colmo di piena (figura 24).

*Bacini settentrionali* (Stura di Lanzo, Orco, Dora Baltea, Sesia, Toce). Le precipitazioni dei giorni 22 e 23 settembre hanno provocato su questi bacini un primo colmo di piena, di minore intensità rispetto ai fenomeni registrati nella giornata successiva, seguito da una fase di parziale esaurimento.

Gli effetti più gravosi della piena si sono manifestati nelle giornate del 24 e 25 settembre, con portate al colmo dell'ordine di 1200 m<sup>3</sup>/s sulla Stura di Lanzo a Lanzo, di 1500 m<sup>3</sup>/s sull'Orco a Spineto, di 3000 m<sup>3</sup>/s sulla Dora Baltea a Mazzè, di 2400 m<sup>3</sup>/s sul Sesia a Borgosesia.

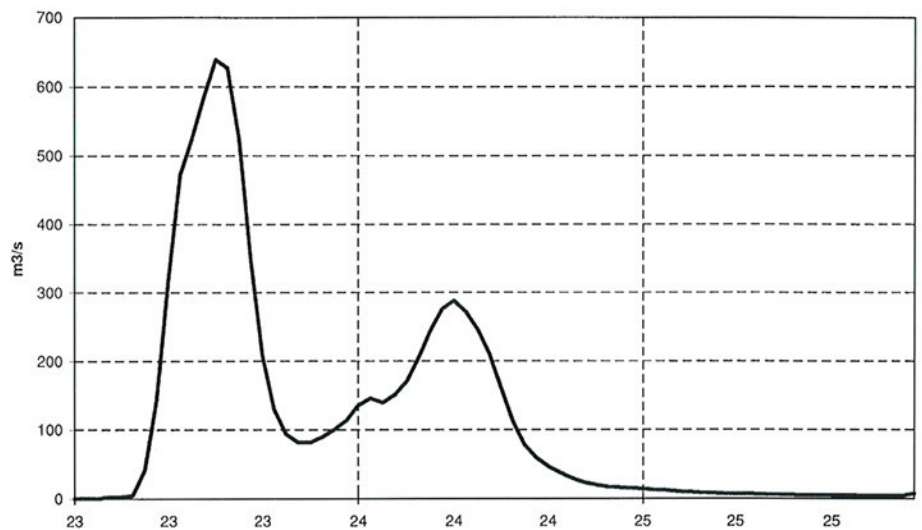


FIGURA 23 - Andamento delle portate del F. Belbo a Castelnuovo nei giorni 23-25 settembre 1993.

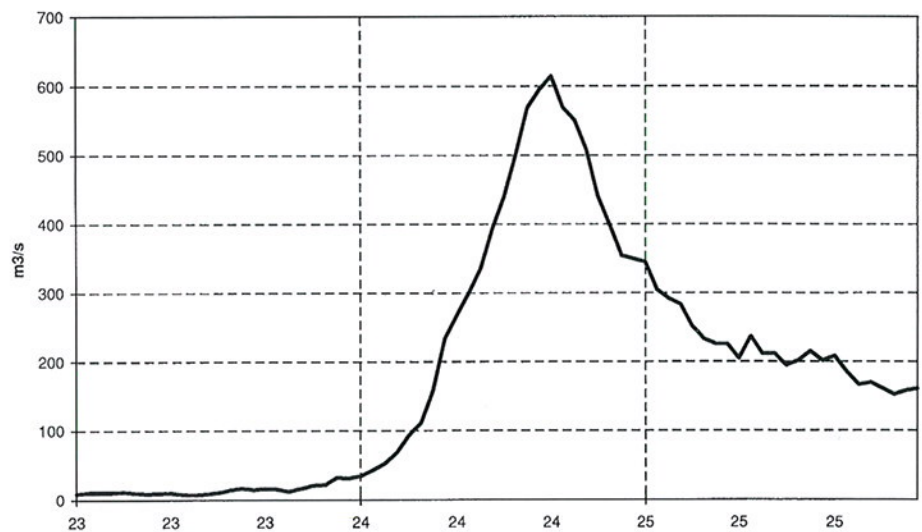


FIGURA 24 - Andamento delle portate del F. Tanaro ad Alba nei giorni 23-25 settembre 1993.

La dinamica dell'evento è stata caratterizzata da una iniziale fortissima concentrazione del deflusso nelle testate dei bacini, su superfici contribuenti limitate (pochi chilometri quadrati) e a elevata altitudine.

Le intensità di pioggia, verificatesi per effetto dell'elevata quota dello zero termico, hanno rappresentato un fatto atipico rispetto al carattere nevoso normalmente assunto in questo periodo dalle precipitazioni in molte testate vallive.

Questo fatto, associato al basso grado di permeabilità dei bacini, a prevalente copertura rocciosa e scarsamente vegetati, ha prodotto onde di piena estremamente concentrate e superiori alla capacità di smaltimen-

to degli alvei. Su questi fenomeni non sono disponibili registrazioni idrometriche dirette essendo la rete di rilevamento dislocata su sezioni di chiusura di bacini di maggiori dimensioni, dove i contributi di piena delle zone di testata sono pervenuti già sensibilmente laminati per effetto delle esondazioni.

L'intensità dell'evento che ha colpito i bacini settentrionali è comunque evidenziata dalla concomitanza dei fenomeni e dalla forma delle onde di piena registrate dagli strumenti idrometrici.

Gli sfasamenti cronologici tra i colmi di piena rilevati sono dovuti sia alle distribuzioni delle precipitazioni nel tempo che alle diverse super-

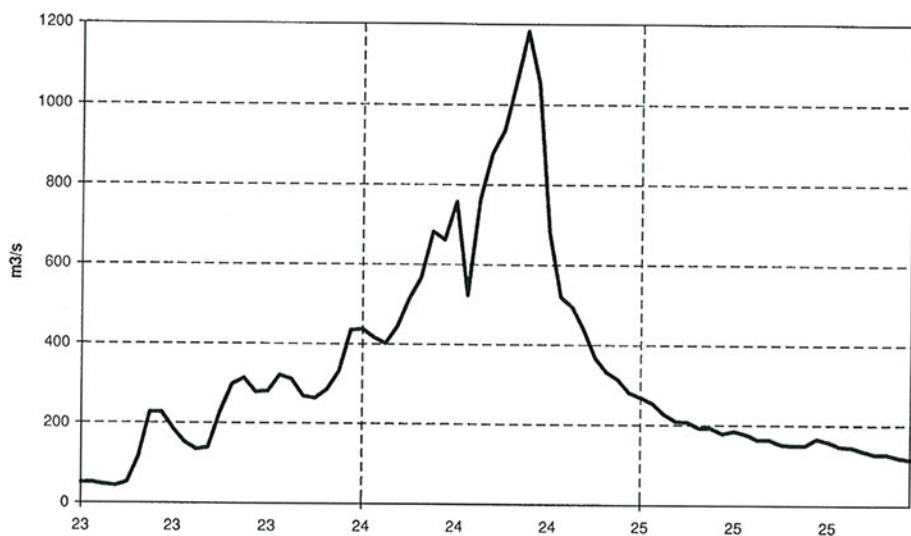


FIGURA 25 - Andamento delle portate del F. Stura di Lanzo a Lanzo nei giorni 23-25 settembre 1993.

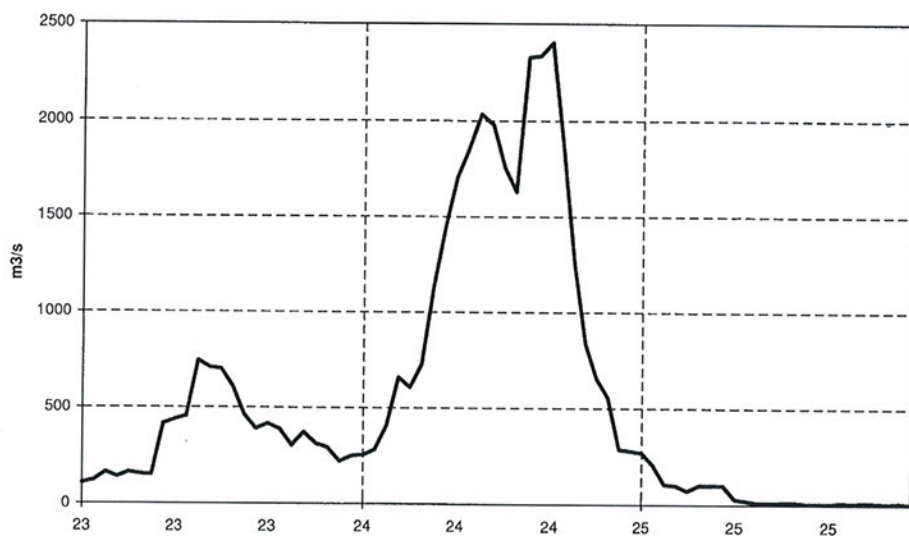


FIGURA 26 - Andamento delle portate del F. Sesia a Borgosesia nei giorni 23-25 settembre 1993.

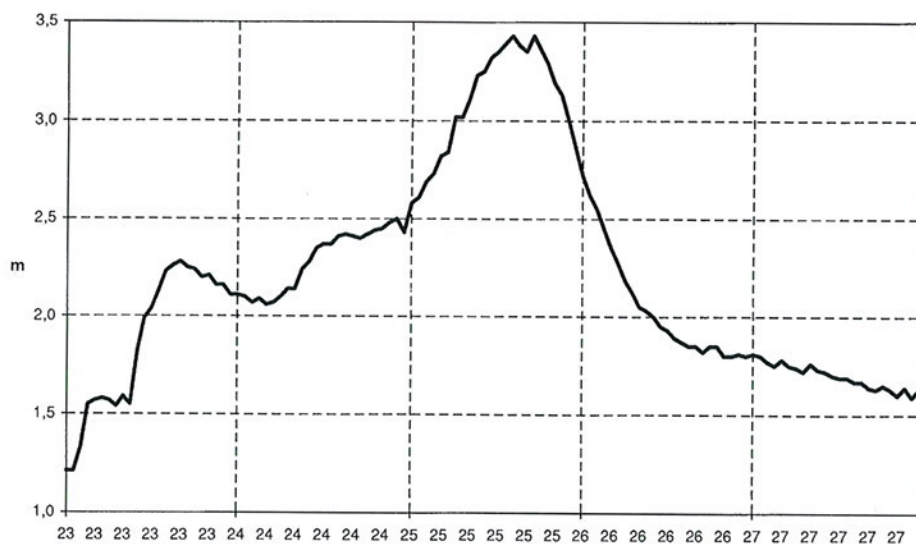


FIGURA 27 - Livello idrometrico del F. Dora Baltea a Borgo Revel nei giorni 23-27 settembre 1993.

fici contribuenti dei bacini che, infine, ai tempi di traslazione delle onde lungo le aste fluviali.

I picchi di portata conseguenti alle precipitazioni della quinta fase dell'evento si sono verificati nel giorno 24 settembre, intorno alle ore 13 sulla Stura di Lanzo a Lanzo (582 km<sup>2</sup>) (figura 25), verso le 16 sull'Orco a Spineto (656 km<sup>2</sup>), alle 18 sul Sesia a Borgosesia (695 km<sup>2</sup>) (figura 26). Nei bacini affluenti del Toce (Melezzo, Isorno, Bogna, Diveria, Anza) i colmi di portata si sono verificati tra le ore 12:00 e le ore 14:00 del 24 settembre.

Nella Dora Baltea, per la maggiore estensione del bacino, i valori al colmo sono stati rilevati soltanto nella giornata del 25 settembre, alle ore 12 a Mazzè (3837 km<sup>2</sup>) e alle ore 16 a Borgo Revel (3889 km<sup>2</sup>) (figura 27). La struttura degli idrogrammi di piena registrati sui bacini della Stura, dell'Orco, del Sesia e del Toce evidenzia il carattere impulsivo dell'evento, con incrementi di portata nelle fasi di rampa variabili da 100 a 300 m<sup>3</sup>/s. Su questi idrogrammi sono inoltre evidenti i colmi secondari che hanno preceduto l'evento principale, prodotti dalle precipitazioni della prima e seconda fase.

Nel caso dell'Orco e della Dora Baltea, gli idrogrammi relativi alle sezioni di misura disposte nei tratti fluviali di valle - San Benigno (figura 28) e Borgo Revel (figura 27) - risentono degli effetti di laminazione dovuti alle vaste esondazioni verificatesi a monte.

Per le sezioni di Lanzo e Borgosesia è possibile valutare l'entità dei volumi defluiti nei tre giorni di piena (23, 24 e 25 settembre), pari a circa 80.000.000 m<sup>3</sup> sulla Stura e a circa 140.000.000 m<sup>3</sup> sul Sesia.

*Bacini occidentali* (Alto Tanaro, Maira, Varaita, Pellice, Chisone, Dora Riparia). In questo settore del territorio regionale l'evento di piena ha presentato entità più modesta, soprattutto nei bacini dell'Alto Tanaro, del Maira, del Varaita e del Pellice, dove sono stati registrati idrogrammi di piena molto concentrati (nella giornata del 24 settembre) ma con valo-

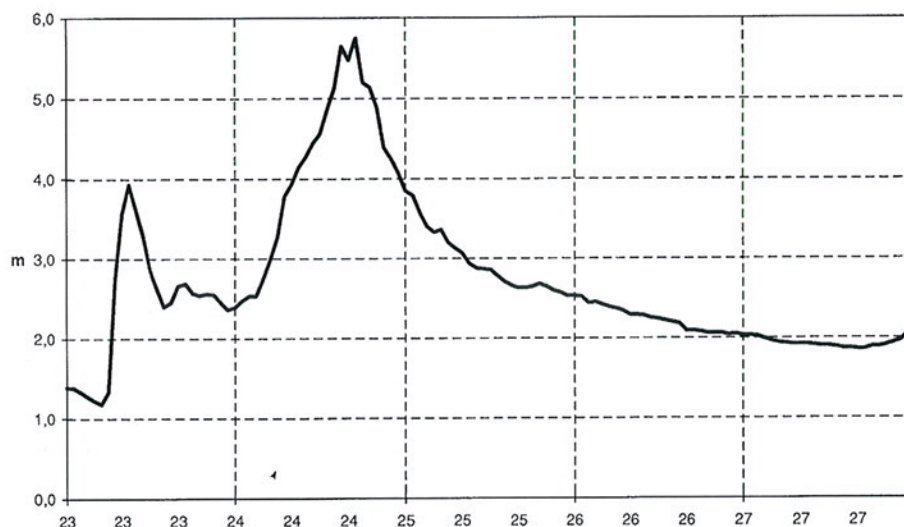


FIGURA 28 - Livello idrometrico del T. Orco a San Benigno nei giorni 23-27 settembre 1993.

ri al colmo tipici di eventi di piena ordinari.

Le onde di piena rilevate nei bacini del Chisone e della Dora Riparia presentano entità superiore, pur non costituendo eventi particolarmente gravosi, e struttura degli idrogrammi complessa, per effetto della sovrapposizione di diversi apporti sfasati cronologicamente.

Asta del Po - L'evento di piena è defluito nell'asta del Po con portate non eccezionali nel tratto a monte della confluenza con la Dora Baltea, dove sono stati rilevati i valori al colmo di 120 m<sup>3</sup>/s a Cardè, di 400 m<sup>3</sup>/s a Carignano e di 500 m<sup>3</sup>/s a Torino. Per effetto dell'apporto di piena della Dora Baltea si sono create a valle della confluenza condizioni estremamente critiche, con portate al colmo superiori a 5.000 m<sup>3</sup>/s.

Il contributo non eccezionale del Tanaro ha favorito lo smaltimento della piena nel tratto fluviale a valle del territorio piemontese.

Il deflusso lungo l'asta ha risentito dei tempi di traslazione delle onde di piena negli affluenti e di composizione dell'idrogramma complessivo; le portate al colmo sono defluite alle ore 22-24 del 24 settembre in corrispondenza di Torino, e nella giornata successiva attraverso la restante parte del territorio regionale. Il volume di deflusso in corrispondenza di Carignano nel periodo 23-25 settembre è risultato di circa 50.000.000 m<sup>3</sup>.

### Tempo di ritorno delle portate e confronto con eventi precedenti

Nell'area maggiormente interessata dalle precipitazioni, ovvero i bacini compresi tra Stura di Lanzo e Dora Baltea, la presenza di stazioni di misura idrometriche con serie storiche di portate al colmo di diverse decine di anni ha permesso una valutazione di massima del tempo di ritorno dei singoli eventi di piena. Le stazioni considerate, poste in corrispondenza dello sbocco in pianura delle valli principali, sono le seguenti: Dora Baltea a Tavagnasco, Orco a Pont Canavese, Stura di Lanzo a Lanzo.

Le serie storiche sono state analizzate per mezzo del programma HCH/QMAX che, a partire dalle portate massime al colmo, determina per un corso d'acqua la portata di piena prevedibile per assegnati tempi di ritorno utilizzando un metodo probabilistico di regolarizzazione con diversi tipi di distribuzione

(log-normale o Galton, Pearson Type III o funzione Gamma, Fisher-Tippet Type I o Gumbel).

I tempi di ritorno così calcolati sono riportati nella tabella 3. Si tratta di valori piuttosto elevati, a conferma della particolare eccezionalità del fenomeno. Per quanto riguarda la Dora Baltea i risultati dell'elaborazione cambiano in maniera significativa a seconda che si consideri o si trascuri il valore di portata attribuito dal Servizio Idrografico alla piena del 26/9/1920, pari a 2670 m<sup>3</sup>/s e quindi teoricamente massimo storico, ritenuto tuttavia da vari autori sovrastimato o comunque dubbio. Nel F. Sesia e nel F. Belbo si sono avute portate fuori della norma tuttavia non essendo disponibili serie storiche delle portate non è possibile definire il tempo di ritorno di tali eventi se non in via molto approssimativa.

Per il Sesia è stata stimata una portata di 2400 m<sup>3</sup>/s a Borgosesia, contro il massimo storico di 3100 m<sup>3</sup>/s del 4/9/1948 (Servizio Idrografico), e 3400 m<sup>3</sup>/s a Palestro contro 3900 m<sup>3</sup>/s del 2/11/1968 (Giuffrida, 1977). Nel Belbo è stata misurata a Castelnuovo una portata di 650 m<sup>3</sup>/s a fronte di un massimo storico di 850 m<sup>3</sup>/s del 2/11/1968 (Giuffrida, 1974) presso la sezione di S. Stefano (situata più a monte).

In entrambi i casi quindi vi sono state delle piene sicuramente eccezionali ma comunque inferiori alle massime storiche con un tempo di ritorno valutabile indicativamente attorno a 50 anni.

Anche nel T. Borbera, affluente di destra del T. Scrivia, si è verificata una piena particolarmente elevata ma non si è fatta una valutazione del-

Tabella 3 - Tempi di ritorno calcolati.

Stazioni di misura	Anni di misura	Portata massima al colmo nel 1993 (mc/s)	Tempi di ritorno
Stura di Lanzo a Lanzo	48	1200	35
Orco a Pont Canavese	51	1500	50
Dora Baltea a Tavagnasco (evento del 26/9/1920 compreso)	45	2150	75
Dora Baltea a Tavagnasco (evento del 26/9/1920 escluso)	44	2150	150



l'entità delle portate. Il confronto con l'intensità di pioggia giornaliera in coincidenza con tale evento (279.8 mm a Capanne di Cosola) rispetto a quella misurata l'11 novembre 1935 (251 mm a Carrega Ligure), in coincidenza con la piena massima storica di 1020 m<sup>3</sup>/s a Pertuso (Stazione del Servizio Idrografico da tempo abbandonata), porta comunque a ritenere che le due portate possano essere confrontabili.

Negli altri fiumi piemontesi invece i fenomeni legati a tale evento non hanno avuto caratteri di eccezionalità.

### 2.3. Considerazioni sulle precipitazioni di breve durata (V. Anselmo)

In base alla documentazione esistente sono state esaminate le stime della frequenza dei valori delle precipitazioni registrata per varie durate.

La mancanza di indicazioni ufficiali in merito alla procedura da seguire rende indispensabile un esame comparato di metodi diversi; in particolare si è fatto ricorso all'analisi della frequenza secondo la distribuzione EV1 (di Gumbel, con determinazione dei parametri col metodo dei minimi quadrati), GEV (*General Extreme Value*, in base al codice di calcolo distribuito come componente HOMS), TCEV (*Two Components Extreme Value*). La sostanziale differenza nell'impiego delle varie procedure consiste nel fatto che alla tradizionale analisi limitata ai dati di una singola stazione, si tende a sostituire l'analisi cosiddetta "regionale" fondata sulle informazioni disponibili in una pluralità di siti. La supe-

riorità di tale approccio, da tempo sottolineata (Wallis, 1980), può essere raggiunta solo disponendo di un adeguato criterio per la delimitazione della "regione". Il procedimento utilizzato dal progetto nazionale VAPI consiste in una procedura gerarchica, fondata sulla analisi della varianza e riconduce il livello più dettagliato di regionalizzazione alla dipendenza dalla quota della stazione. In regioni a orografia complessa, il processo di regionalizzazione risulta particolarmente arduo allorchè la separazione fra una regione e l'altra attraversa aree prive di informazioni.

L'andamento delle precipitazioni nel corso dell'evento risulta adeguatamente illustrato dalle curve cumulative della precipitazione proposto nella serie di diagrammi ottenuti in base alle rilevazioni ogni 30 minuti presso le stazioni della rete regionale piemontese.

L'intensità ha raggiunto valori rilevanti su due aree con conseguenze chiaramente denunciate dagli effetti sul territorio. La prima risulta compresa fra le testate della Val Grande di Lanzo e il Soana, tributario di sinistra dell'Orco; la seconda comprende i dintorni di Cabella Ligure. I dati osservati sono riportati nella tab. 4. La valutazione della frequenza dei valori osservati nelle due aree più colpite è stata condotta a partire dalla metodologia tradizionale consistente nell'analisi delle frequenze (distribuzione EV1 di Gumbel) dei valori osservati in un singolo sito. I risultati sono esposti nella tabella 5. L'analisi è stata ripetuta utilizzando la distribuzione GEV ottenendo conferma (parametro di forma  $k$  prossimo a zero) che, in generale, i cam-

pioni in esame sono distribuiti secondo la EV1.

I calcoli sono stati effettuati ricorrendo alla formula di Gringorten per esprimere la *plotting position* di ciascun valore e i due parametri della distribuzione sono stati ricavati col metodo dei minimi quadrati.

Nell'ambito del citato programma VAPI sono stati elaborati i valori massimi annuali delle precipitazioni con durata 24 ore osservati in un totale di 157 siti effettuando i tre livelli di regionalizzazione secondo la metodologia della TCEV. Sono state individuate tre regioni e sei sottozone pluviometriche. Il valor medio atteso per ciascuna durata è dato da una relazione di potenza in funzione della quota del sito, indi si entra nella curva di crescita della regione pluviometrica e si determina il tempo medio di ritorno del valore osservato normalizzato alla media. La procedura rappresenta lo strumento più avanzato oggi disponibile. La struttura orografica della regione subalpina e l'esposizione di determinati versanti alle perturbazioni rende ardua la suddivisione in sottozone allorchè i limiti si trovano ad attraversare aree prive di stazioni di misura. Risulta essere in corso il completamento dell'analisi con l'utilizzo dei valori delle precipitazioni giornaliere osservate in parecchie centinaia di siti che permetterà di migliorare il dettaglio nel tracciamento delle aree pluviometriche omogenee. Per le stazioni riportate in tabella 4, la procedura TCEV ha portato a risultati sostanzialmente dello stesso ordine di grandezza con valori inferiori come ci si deve attendere da una analisi regionale. Risultano infatti, in base alla procedura TCEV, con tre

Tabella 4

Stazione	Quota	Valori giornalieri osservati (dalle 9:00 alle 9:00)						Valori massimi orari osservati					Fonte	
		22	23	24	25	26	Totale	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore		
Lago Serrù	2260	3.4	40.8	42.4	51.0	0.0	137.6							SIMN
Ceresole	1579	11.8	76.0	110.0	147.0	1.2	346.0	20.0	54.6	100.2	159.0	210.6	210.6	SIMN
Lago Valsoera	2365	44.4	66.0	115.0	39.8	8.4	273.6	19.0	52.2	98.0	158.0	210.6	210.6	RP
Bertodasco	1120	38.6	99.2	156.0	23.4	4.0	321.2	51.2	90.0	134.8	196.4	321.6	321.6	RP
Lago Eugio	1900	51.6	141.8	146.8	97.6	6.4	444.2	38.0	78.0	113.0	147.0	203.2	203.2	SIMN
Rosone	714	44.6	101.2	185.8	80.4	5.8	417.8	21.2	53.0	95.0	167.0	222.6	222.6	RP
Piamprato	1550	34.0	174.0	187.0	181.6	9.8	586.4	57.6	101.0	184.2	287.0	313.4	313.4	RP
Capanne di Cosola	1555	0.0	71.0	224.8	58.6	14.2	368.6	35.8	100.2	156.0	218.0	279.8	279.8	RP

FONTI: SIMN = Servizio Idrografico Mareografico Nazionale; RP = Regione Piemonte.

**Tabella 5** - Valutazione del tempo medio di ritorno dei valori orari osservati in base all'analisi delle frequenze dei massimi annuali secondo la distribuzione EV1.

Stazione	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Ceresole	3	17	46	149	76
Lago Eugio	75	214	276	161	71
Lago Valsoera	2	15	52	77	86

**Tabella 6**

Stazione	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Ceresole	2	7	26	48	31
Lago Eugio	19	54	64	39	34
Lago Valsoera	2	7	36	94	74

livelli di regionalizzazione, applicata alle precipitazioni di 24 ore, i valori riportati in tabella 6.

Le tre stazioni appartengono alla sottozona 5, regione 2. L'equazione caratteristica della sottozona è:

$$E(x) = 18.37 \cdot t^{\frac{(0.827 - 0.000075 \cdot Z)}{1.38}}$$

Il coefficiente angolare della retta è negativo in funzione della quota Z. La curva di crescita della regione è invece la seguente:

$$F(y) = e^{(-20.38 \cdot 25.078^{(-y)} - 2.231 \cdot 8.498^{(-y)})}$$

Si ricorda che il tempo di ritorno T deriva, in funzione della probabilità cumulata F(y), in base a:

$$T = \frac{1}{[1 - F(y)]}$$

Le citate incertezze nella delimitazione delle zone omogenee tuttavia risultano insormontabili nel caso di situazioni particolarmente influenzate dall'orografia. Nell'evento in esame, la presenza di due stazioni della rete regionale piemontese ha posto in evidenza due classi che rientrano

nell'ordine dei fatti prima lamentati. Tali casi interessanti in quanto pongono in evidenza la necessità di un approfondimento dell'analisi idrologica, ma chiariscono anche l'opportunità di assumere decisioni funzionali nell'ambito operativo.

I due casi citati si riferiscono rispettivamente alle località di Piamprato (Comune di Valprato Soana) e di Capanne di Cosola (Comune di Cabella Ligure) in cui sono stati registrati i valori massimi orari riportati nelle due ultime righe della tabella 4. La valutazione del tempo medio di ritorno si trova ostacolata dall'insufficiente dettaglio nella regionalizzazione dell'informazione idrologica. Nel sito di Piamprato, l'installazione di una stazione della rete regionale permette ora di avere registrazioni della precipitazione in una località originariamente sede di un pluviometro del SIMI. Nell'ambito della serie storica dei valori giornalieri, la precipitazione "giornaliera", compresa tra le 9:00 e le 9:00 del giorno precedente, riferita ai giorni 23 (210 mm) e 23-24 settembre 1993 (378

mm) presenta tempi di ritorno rispettivamente di 11 e 119 anni (distribuzione EV1). La forte differenza richiama l'attenzione sul fatto che il valore giornaliero può sottostimare sensibilmente l'entità delle precipitazioni prolungate che si sviluppano a cavallo delle ore 9:00. L'analisi effettuata utilizzando la distribuzione GEV conferma i risultati ottenuti. La valutazione della ricorrenza delle precipitazioni orarie richiede invece l'impiego di tecniche "regionali" e, a questo proposito, assume importanza determinante la collocazione del limite fra le sottozone pluviometriche individuate con i numeri 5 e 1 (Telesca & Fadda, 1993). L'attribuzione del sito di Piamprato all'una o all'altra delle due zone, per le piogge di 12 e 24 ore, porta a valori del tempo di ritorno con differenze di due ordini di grandezza.

Le registrazioni effettuate presso la stazione di Capanne di Cosola evidenziano anche la discutibile assimilazione di questo sito, esposto a Sud e aperto verso le correnti provenienti dal mare, con le stazioni di fondovalle rivolte verso la Pianura Padana (per es. Cantalupo Ligure). Infatti, nella serie di Cantalupo (sia pure dotata di soli 14 anni e con discreta varianza) le precipitazioni registrate a Capanne di Cosola rispettivamente in 6, 12 e 24 ore avrebbero tempo medio di ritorno ultrasecolare. L'applicazione della TCEV (sottozona 3) porta ad includere la stazione nell'ambito della sottozona che rappresenta la pianura e la regione collinare; pertanto i tempi di ritorno ottenuti sono discutibili.