

Le condizioni meteorologiche e idrometriche

1.1. INQUADRAMENTO METEOROLOGICO

Nel corso del giorno 6 ottobre 1996 una profonda saccatura depressionaria ha interessato l'Europa occidentale provocando afflusso di aria fortemente instabile sulle regioni italiane.

Nella giornata del 7 ottobre l'estremità della saccatura si è isolata originando un vortice depressionario centrato sulle isole Baleari. La posizione del vortice è rimasta pressochè invariata per oltre 48 ore e ciò ha causato il perdurare di condizioni di instabilità sul Mediterraneo occidentale e la formazione di una densa copertura nuvolosa chiaramente visibile sulle immagini del satellite METEOSAT (Fig. 2). A partire dalla serata del giorno 8 il vortice ha iniziato un rapido spostamento verso Est-Sud-Est; la copertura nuvolosa infatti si è progressivamente diradata a partire dalla notte tra il giorno 8 ed il giorno 9 e alle 12:30 del giorno 9 il cielo sull'Italia nord-occidentale si presentava totalmente sgombro da corpi nuvolosi.

Il livello dello zero termico (Fig. 1) nei giorni 6-10 si è in un primo tempo abbassato per l'arrivo delle masse d'aria atlantica legate alla propagine meridionale della saccatura depressionaria, portandosi dai 2700 metri del giorno 6 ottobre ai 2500 metri del giorno 7. Nei giorni successivi però (8 e 9 ottobre) lo zero termico si è rialzato portandosi sui 2900 metri a causa dell'afflusso di masse di aria provenienti dal Mediterraneo meridionale. A causa della quota elevata dello zero termico si sono avute quasi esclusivamente precipitazioni allo stato liquido; precipitazioni nevose sono state registrate soltanto nel cuneese

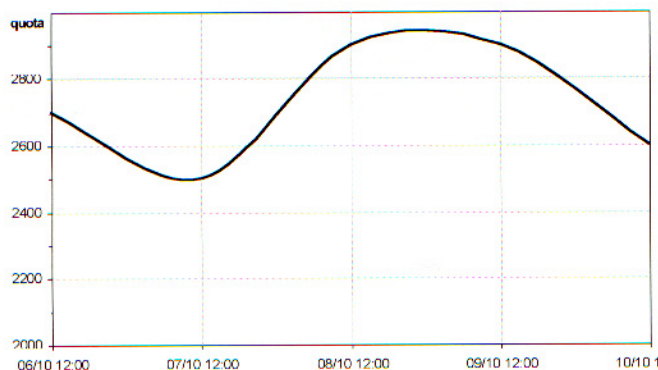


Fig. 1. Andamento dello zero termico nei giorni 6-10 ottobre 1996.

(in valle Stura di Demonte) al confine con la Provenza francese.

1.2. DISTRIBUZIONE DELLE PRECIPITAZIONI

L'evento è durato circa 60 ore e ha colpito quasi esclusivamente le provincie di Cuneo, Torino e Asti. Sulle restanti provincie si sono avute, nel complesso, soltanto precipitazioni di scarsa entità (inferiori ai 50 mm).

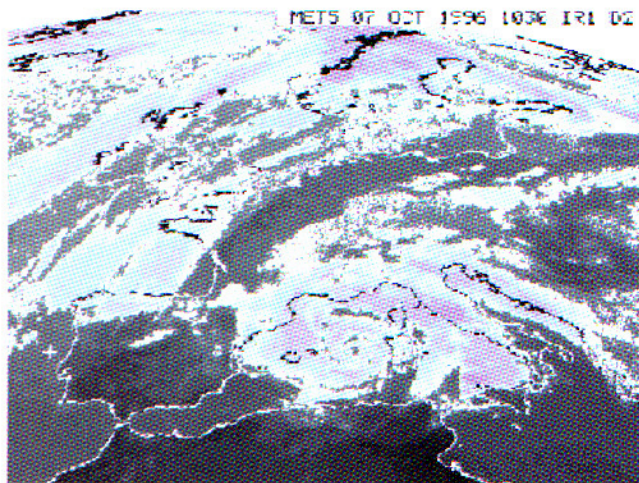
La provincia più colpita è stata quella di Cuneo dove si sono registrati totali di precipitazione sull'intero evento superiori ai 200 mm. Le località dove il totale ha superato questo valore sono ubicate nella zona alpina compresa tra il bacino del torrente Corsaglia, e il bacino del torrente Pellice. Precipitazioni comprese tra i 100 e i 200 mm sono state registrate nella fascia pedemontana che parte dall'alto bacino del Tanaro e termina in Valle Susa. Le precipitazioni sono iniziate nella notte tra il giorno 6 e il giorno 7 inizialmente con intensità deboli. Intorno alle ore 12:00 l'intensità è aumentata nella fascia maggiormente colpita fino a raggiungere i 10 mm/ora circa. Tale intensità si è mantenuta sino alla tarda serata quando i fenomeni si sono lievemente attenuati in quasi tutti i siti. Soltanto nel monregalese l'intensità non ha mostrato sensibili flessioni. Le mappe delle isoiete riportano la distribuzione delle piogge registrate dalle stazioni automatiche.

Le aree maggiormente colpite il 7 ottobre sono state le Valli Germanasca, Pellice, Po, Grana, Pesio e Vermanagna dove i totali di pioggia hanno superato i 100 mm.

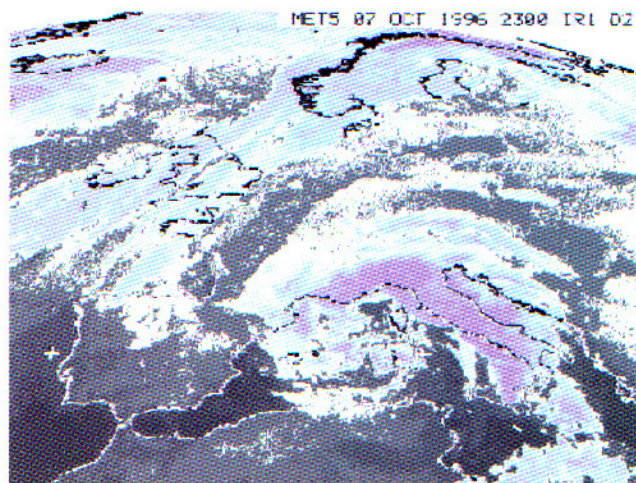
Le figure 3 e 4 mostrano la distribuzione nel tempo del totale e dell'intensità di precipitazione registrati da alcune stazioni presenti nei bacini interessati.

Il giorno 8 l'intensità di precipitazione si è nuovamente elevata portandosi ancora sui 10 mm/ora, valore che si è mantenuto pressochè costante per tutta la giornata. I fenomeni si sono in questa giornata spostati più a sud interessando maggiormente la Valle Grana, la Val Vermanagna e le Valli Monregalesi (Corsaglia e Pesio). I totali del giorno 8 hanno localmente superato in tali zone i 200 mm.

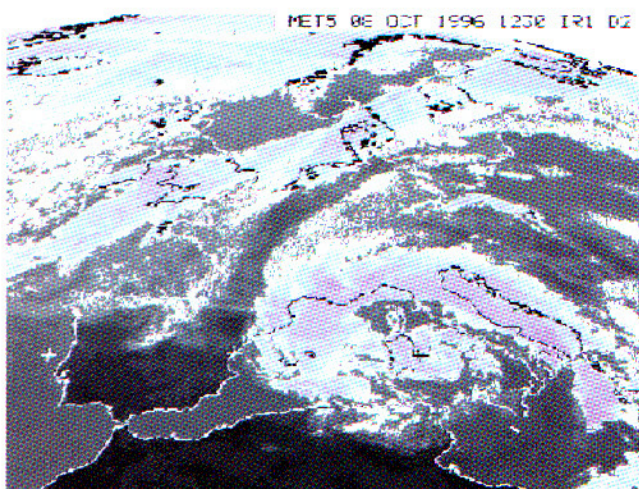
Soltanto in tarda serata (intorno alle ore 24:00 locali) i fenomeni si sono attenuati, cessando nella notte tra il giorno 8 ed il giorno 9.



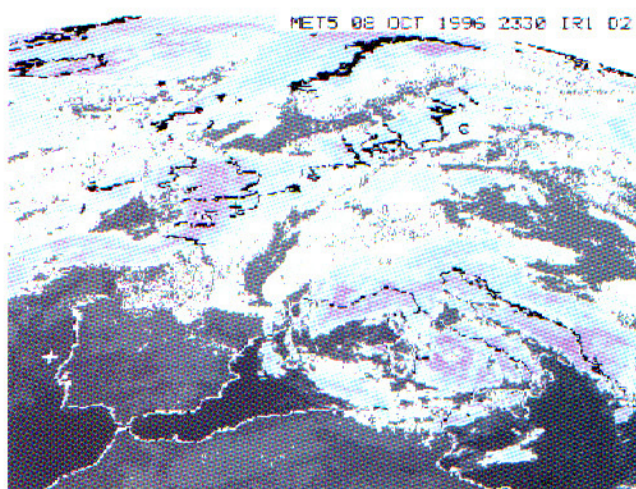
7 ottobre 1996 ore 10:30



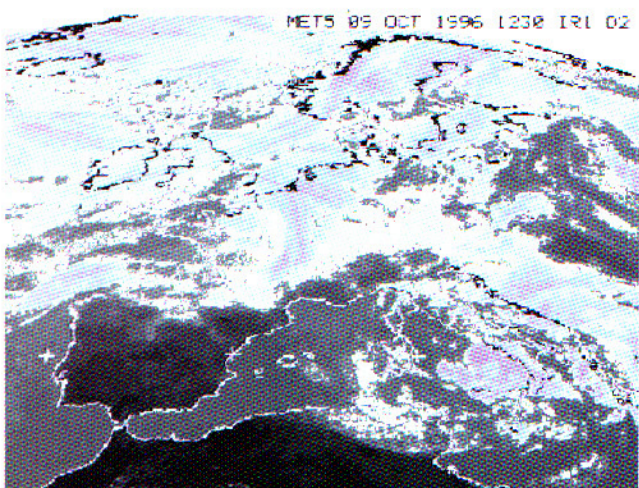
7 ottobre 1996 ore 23:00



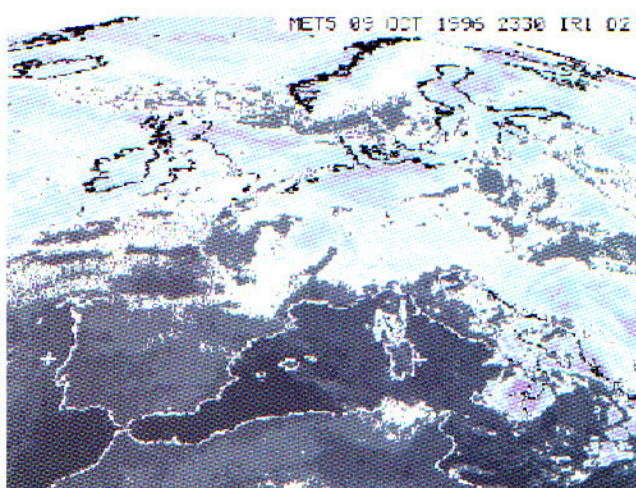
8 ottobre 1996 ore 12:30



8 ottobre 1996 ore 23:30



9 ottobre 1996 ore 12:30



9 ottobre 1996 ore 23:30

Fig. 2. Immagini dal satellite METEOSAT per i giorni 7, 8 e 9 ottobre 1996.

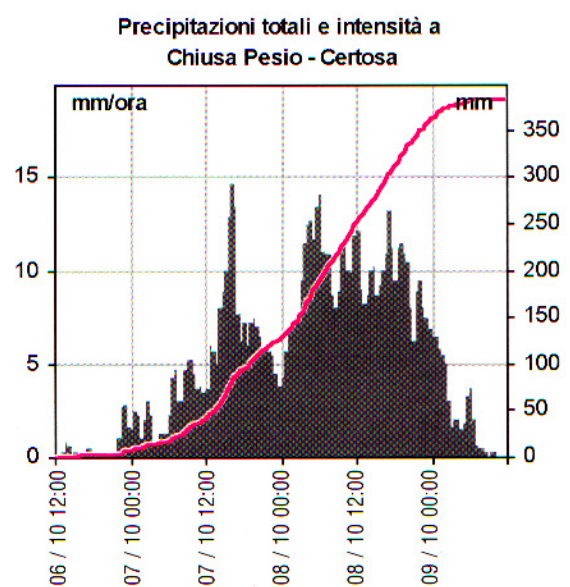
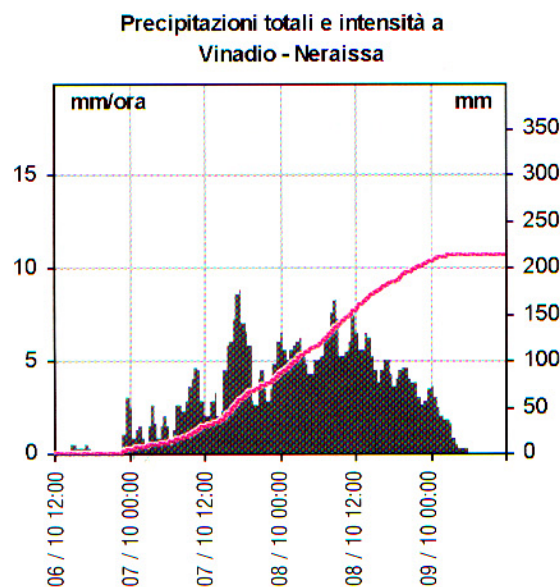
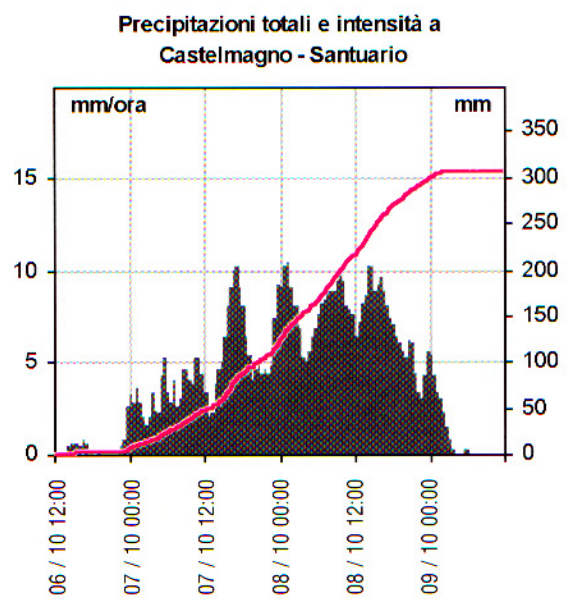
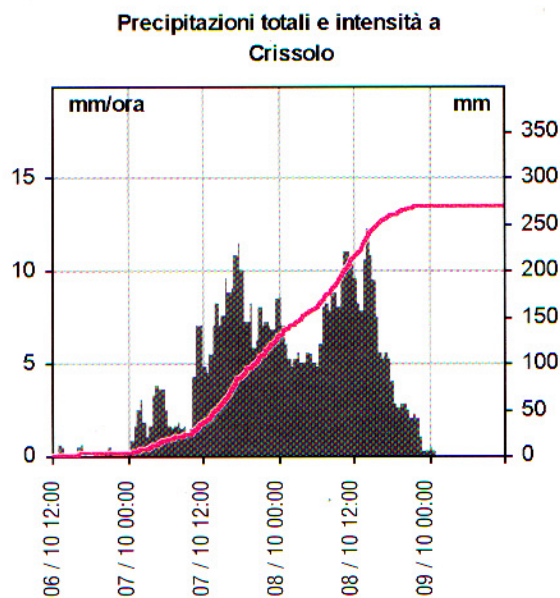
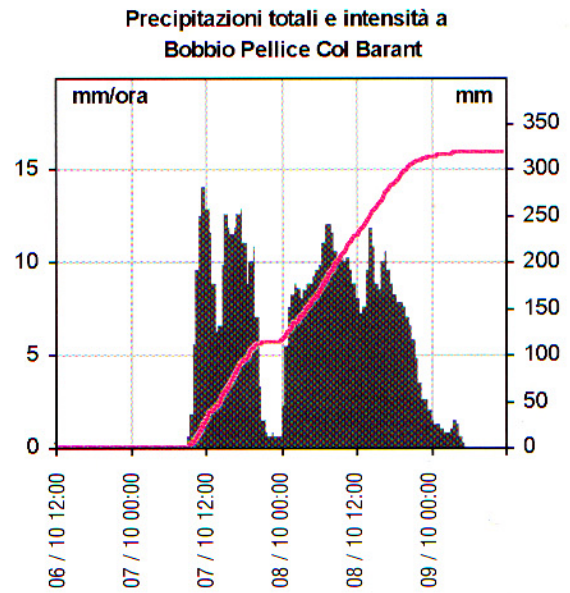
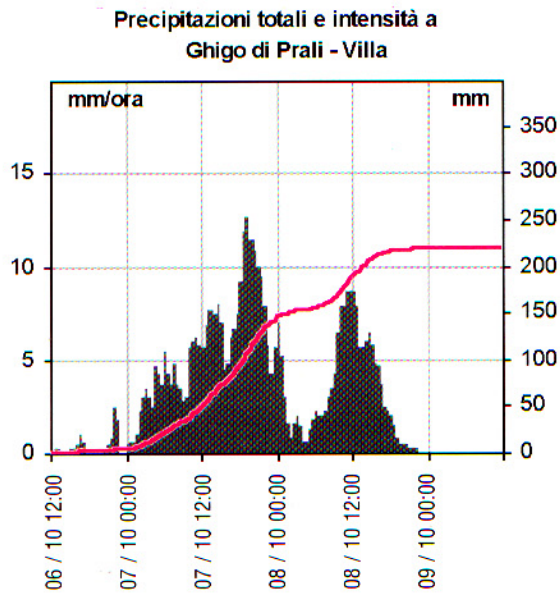


Fig. 3. Precipitazioni totali ed intensità oraria in alcune stazioni di misura.

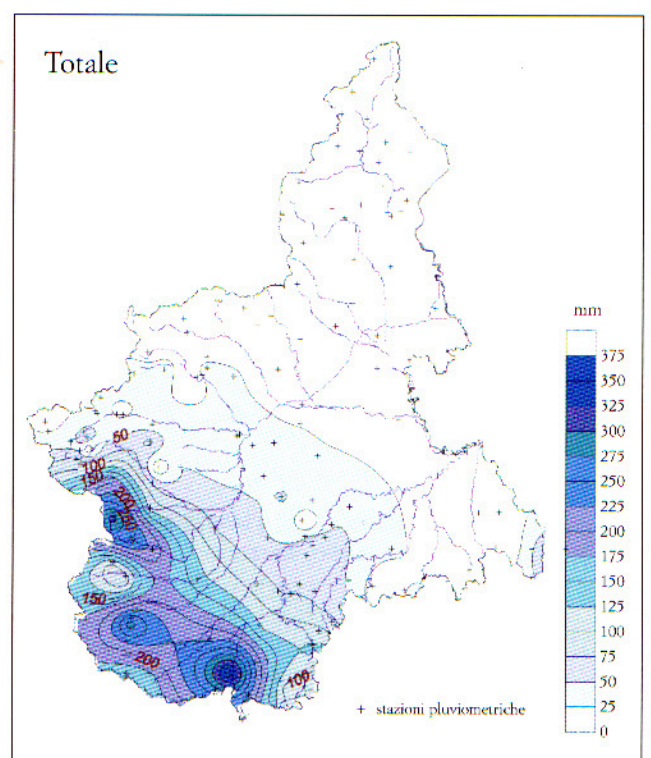
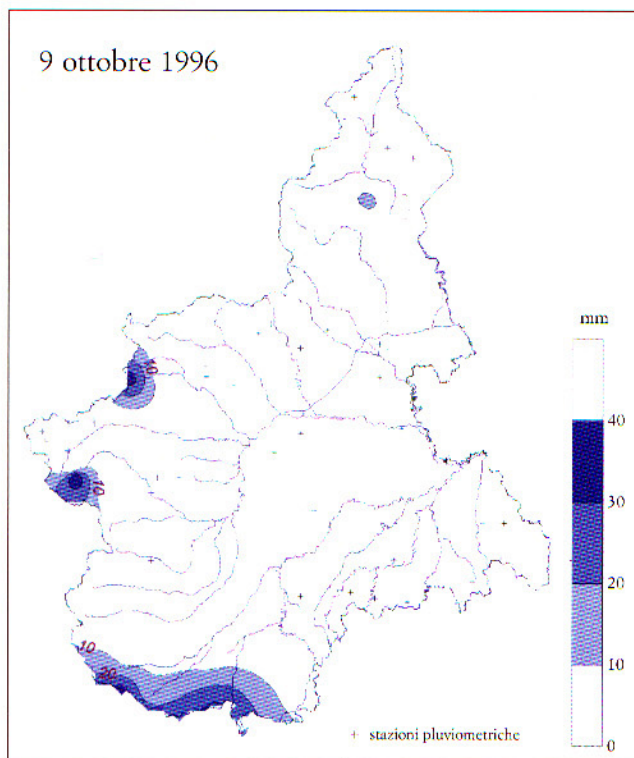
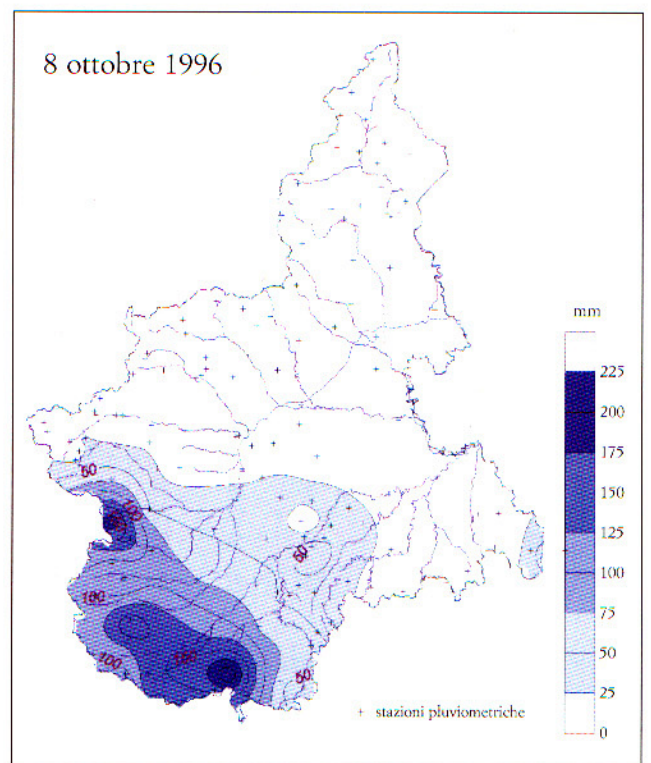
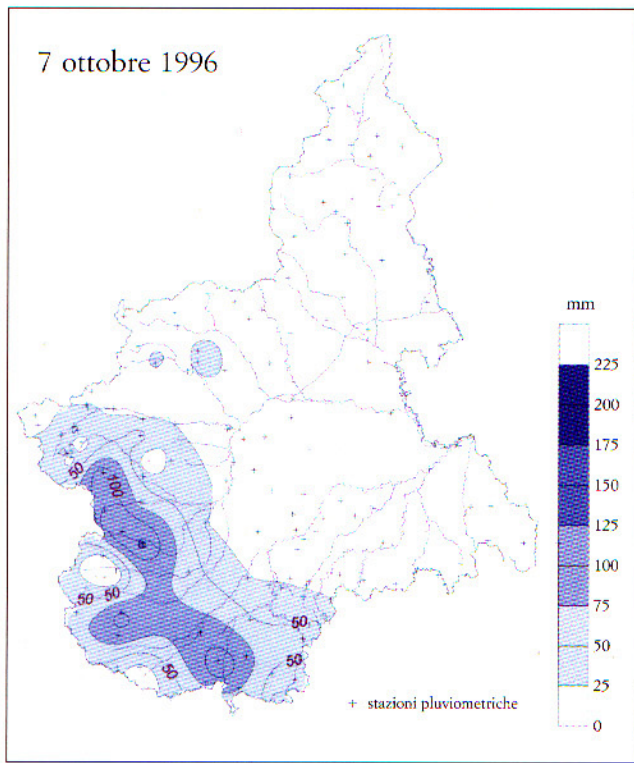


Fig. 4. Distribuzione delle precipitazioni nei giorni 7-9 ottobre 1996 in Piemonte.

Complessivamente nell'arco dell'intero evento sono stati superati i 300 mm in alta Valle Pellice, in Val Grana e in Valle Pesio.

1.3. ANALISI IDROLOGICA

L'analisi idrologica dell'evento assume come riferimento le indicazioni fornite dall'Autorità di Bacino del Fiume Po in merito alla suddivisione del Piemonte in aree pluviometriche omogenee. La Regione risulta infatti ripartita in 23 zone e l'area interessata dall'evento del 7-8 ottobre 1996 comprende le zone 17 (Alto Tanaro e tributari di destra della Stura di Demonte), 16 (alti bacini della Stura, Maira e Varaita), 14 (Alto Po e Pellice) e 13 (Chisone e Germanasca). La citata ripartizione in zone è riportata in figura 5.

In base all'analisi idrologica effettuata dall'Autorità di Bacino sono note le caratteristiche in base alle quali calcolare, per ciascuna zona pluviometrica, le altezze di precipitazione di assegnata durata e assegnata probabilità di accadimento. Merita ricordare che, con riferimento ai valori massimi annuali di precipitazione o di portata osservati in un sito e in una popola-

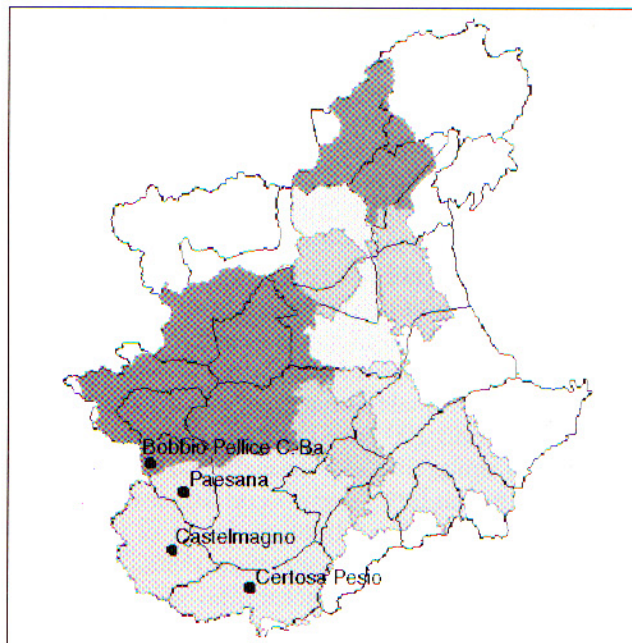


Fig. 5. Suddivisione in zone pluviometriche proposta dall'Autorità di Bacino del Po per il settore alpino occidentale, ubicazione delle quattro stazioni regionali considerate nel testo e province regionali.

Tab. 1. Precipitazioni registrate dalle stazioni meteopluviometriche regionali (valori in mm).

Stazione	Bacino	Precipitazione dei giorni				Totale
		4/6-11-1994	7-10-96	8-10-96	9-10-96	
Salbertrand Le Selle	Dora Riparia	188.8	63.0	28.6	-	91.6
Sestriere Colle	Chisone	n.d.	61.4	23.0	-	84.4
Sestriere Borgata	Chisone	n.d.	55.6	21.2	-	76.8
Prali Villa	Chisone Germanasca	n.d.	122.2	71.8	-	194.0
Porte S. Martino	Chisone	n.d.	43.6	33.0	-	76.6
Bobbio Pellice C. Barant	Pellice	211.6	114.4	196.8	4.4	315.6
Luserna Pralafera	Pellice	259.4	68.0	51.6	-	119.6
Crissolo Serre	Po	n.d.	123.4	140.6	-	264.0
Paesana Bric Barsaia	Po	151.6	132.0	93.6	-	225.6
Sampeyre P. Baracche	Varaita	124.8	n.d.	72.2	1.2	73.4
Pontechianale Castello	Varaita	100.6	6.0	80.2	0.6	86.8
Costigliole Saluzzo	Varaita	94.4	59.0	76.4	-	135.4
Castelmagno Santuario	Grana	n.d.	112.6	187.0	6.6	293.2
Argentera Grange	Stura di Demonte	n.d.	68.4	106.8	7.0	182.2
Vinadio C. Lombarda	Stura di Demonte	n.d.	33.0	76.6	29.0	138.6
Vinadio Neraissa	Stura di Demonte	n.d.	79.2	119.4	6.4	205.0
Valdieri Terme	Gesso	n.d.	n.d.	143.2	13.2	156.4
Limone P.te Pancani	Vermenagna	226.8	68.8	131.6	31.0	231.4
Chiusa Pesio Certosa	Pesio	n.d.	119.8	230.4	20.2	370.4
Boves Capoluogo	Pesio-Colla	144.8	94.0	132.8	3.6	230.4
Frabosa M. Malanotte	Ellero	225.8	82.4	118.6	11.2	212.2
Garessio M. Berlino	Tanaro	265.2	36.0	46.8	7.6	90.4
Perlo Bricco	Tanaro	315.4	56.6	69.2	6.0	131.8
Priero C.na Borgna	Tanaro	329.6	62.4	49.0	2.2	113.6
Mondovì Capoluogo	Tanaro	154.2	53.0	72.6	2.0	127.6

zione infinita di valori ovvero in un campione significativo di osservazioni, vale la relazione

$$F = \frac{1}{T}$$

essendo T l'intervallo medio in anni fra eventi di ugual entità e F la probabilità di trovare, in ciascun anno, un evento di entità superiore a quello in esame.

Tenendo presente tale definizione, si deve sottolineare l'opportunità di esprimere la relativa rarità di un evento non tanto facendo riferimento al tempo medio di ritorno, quanto piuttosto alla probabilità di superamento annuale. Infatti un evento con tempo medio di ritorno 200 anni risulta caratterizzato dalla probabilità annua di essere uguagliato o superato pari a 0.005 (5 per mille), l'evento con 30 anni di tempo di ritorno assume la probabilità annua di 0.033 (3.3 per cento). Tale modo di esprimersi evita l'instaurarsi della convizione, insita nel tempo medio di ritorno, che tra due intervalli gravi intercorra un significativo lasso di tempo (ciò è vero *in media*, ma può non esser tale nella realtà).

L'analisi idrologica è stata effettuata con particolare riferimento ai valori di probabilità di accadimento assunti quale riferimento dal citato P.S. 45. A tali suggerimenti conviene fare riferimento nel giudizio circa la gravità degli eventi idrologici, per il conseguente effetto sul territorio e sulle tipologie dei provvedimenti di difesa da attuare. Vale la pena di segnalare che il citato Piano stralcio P.S. 45 è, allo stato attuale, lo strumento di indirizzo degli interventi di ricostruzione nelle aree colpite da eventi calamitosi e degli interventi di difesa nel caso di nuove opere.

La stessa Autorità di Bacino ha proposto di assumere come evento di riferimento per la delimitazione delle aree di pertinenza fluviale la portata con 200 anni di tempo medio di ritorno, individuando una fascia (Fascia A) entro la quale deve essere assicurato il deflusso di almeno l'80% della portata con tempo di ritorno 200 anni, assunta quale riferimento, ed una ulteriore Fascia B (di esondazione) entro la quale deve defluire l'intera portata di riferimento (AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO, 1996). L'analisi dell'Autorità di Bacino si completa con l'introduzione di una terza fascia delimitante l'area che può essere interessata da eventi catastrofici a cui si attribuisce, quale riferimento, la probabilità del 2 per mille (tempo medio di ritorno: 500 anni).

Il Servizio Meteoidrografico della Regione Piemonte

ha inoltre adottato il criterio di assumere il superamento del valore di precipitazione con probabilità 0.10 (10 %) per le varie durate quale riferimento per lo stato di allerta.

Il valori registrati in occasione dell'evento dell'ottobre 1996 sono stati esaminati tenendo presente quanto esposto sopra e, pertanto, si espongono i risultati con specifico riferimento a:

1. superamento della soglia avente probabilità 0.100 (tempo medio di ritorno: 10 anni) avente il significato di avvio dello stato di allerta.

2. raggiungimento di altezza aventi probabilità 0.050 (tempo medio di ritorno: 20 anni): avente il significato di evento in grado di generare portate al limite ammesso per il dimensionamento delle difese in territori agricoli o in presenza di infrastrutture non primarie

3. raggiungimento di altezza avente probabilità 0.005 (tempo medio di ritorno: 200 anni): avente il significato di evento in grado di generare portate superiori alla capacità di convogliamento della fascia di esondazione (Fascia B) e quindi in grado di interessare zone vulnerabili dal punto di vista della piena catastrofica.

L'evento dell'ottobre 1996, in sintesi, risulta caratterizzato da intensità orarie di precipitazione modeste, ma da apprezzabile durata. Con riferimento alle stazioni più significative fra quelle riportate sopra, si deve infatti osservare che i valori di precipitazione per le durate di 24, 36 e 48 ore sono ragguardevoli, mentre le intensità sulla base di 30 o 60 minuti sono trascurabili (meno di 10 mm/ora).

Gli intervalli presi in considerazione sono pertanto pari a 12, 24, 36 e 48 ore consecutive di precipitazione. Vale la pena segnalare che tutte le stazioni prese in esame non presentano interruzioni di precipitazione. I risultati dell'elaborazione sono riportati nella tabella 2.

Risulta opportuno richiamare l'attenzione sui seguenti aspetti:

1. La regionalizzazione delle caratteristiche pluviometriche proposta dall'Autorità di Bacino è fondata sui valori di precipitazione osservati, nei decenni scorsi, presso le stazioni dell'Ufficio idrografico del Po e pertanto risente della distribuzione spaziale dei siti di misura. È pertanto possibile l'esistenza di aree

Tab. 2. Valori massimi di precipitazione di durata 12, 24, 36 e 48 ore nelle stazioni esaminate e valori stimati di tempo di ritorno.

Stazione	12 ore		24 ore		36 ore		48 ore	
	mm	Tr	mm	Tr	mm	Tr	mm	Tr
Ghigo di Praly - Villa	96.6	8	143.8	13	198.8	30	216.4	25
Paesana - Bric Barsaia	101.8	6	165.6	15	211.4	22	229.2	18
Castelmagno - Santuario	103.0	200	185.0	>500	253.2	>500	294.2	>500
Limone Piemonte - Pancani	70.0	3	134.0	7	184.2	12	227.2	18
Chiusa Pesio - Certosa	128.0	27	234.0	123	321.0	350	365.2	370

non adeguatamente descritte, soprattutto nel caso in cui un sito si trovi esposto a situazioni particolari, che lo differenziano dal resto della regione circostante. Il grado di sviluppo della rete regionale e la classe degli strumenti installati permetteranno, in tempi ragionevoli, di mettere in evidenza tali situazioni provvedendo a migliorarne la caratterizzazione. A tale condizione potrebbe appartenere il sito di Castelmagno, dando ragione di una eventuale sovrastima dei tempi di ritorno elevatissimi che sono stati attribuiti, in base all'analisi normale, alle precipitazioni ivi misurate. L'attribuzione di questo sito a un'area adiacente induce una forte riduzione della stima come si dimostra nella figura 6 nella quale le massime precipitazioni registrate vengono confrontate con le curve di possibilità pluviometrica delle zone 14 (Col Barant e Paesana) e 17 (Castelmagno e Certosa Pesio).

2. La valutazione delle caratteristiche pluviometriche di un sito, in funzione della topografia circostante, dell'altitudine, dell'esposizione, della distanza da elementi fisici importanti (mare, creste montuose, etc.), risulta operazione non facile ed esposta a risultati contrastanti. La Regione Piemonte ha in corso di attuazione un programma di approfondimento delle caratteristiche pluviometriche basato sulla legge di distribuzione a quattro parametri TCEV. Si può ritenere prossimo l'ulteriore affinamento delle informazioni disponibili sulla pluviometria, indispensabile soprattutto al fine di correttamente collocare la dipendenza degli effetti sul territorio dall'entità dei processi idrologici.

3. la durata dell'evento è all'origine dell'ingente deflusso verificatosi nei corsi d'acqua intravallivi. Il prolungato stato idrometrico elevato, con le conse-

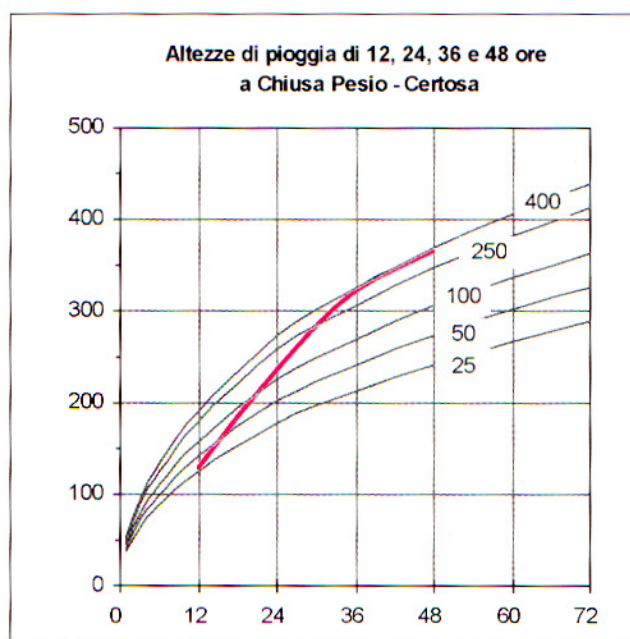
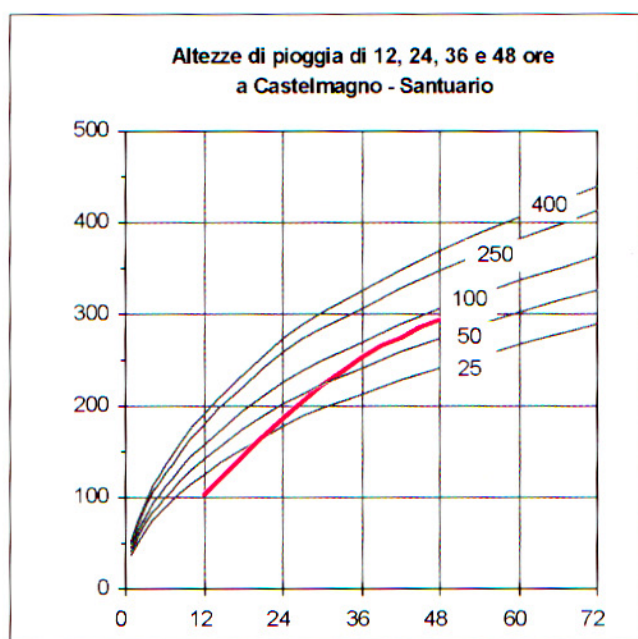
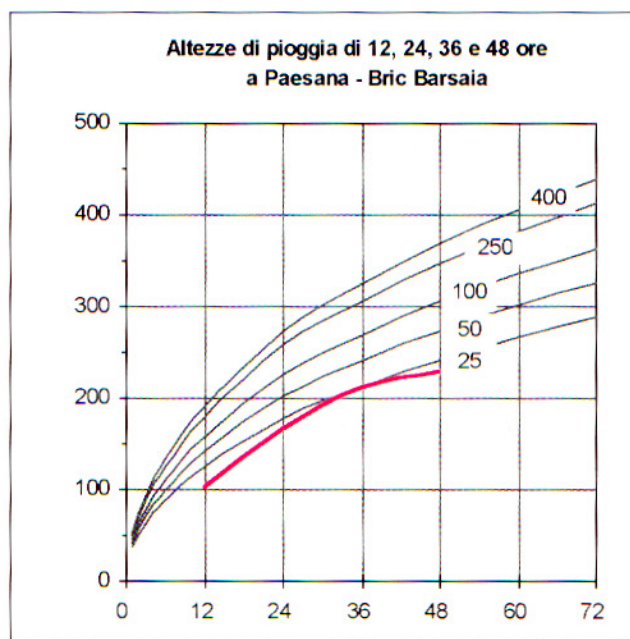
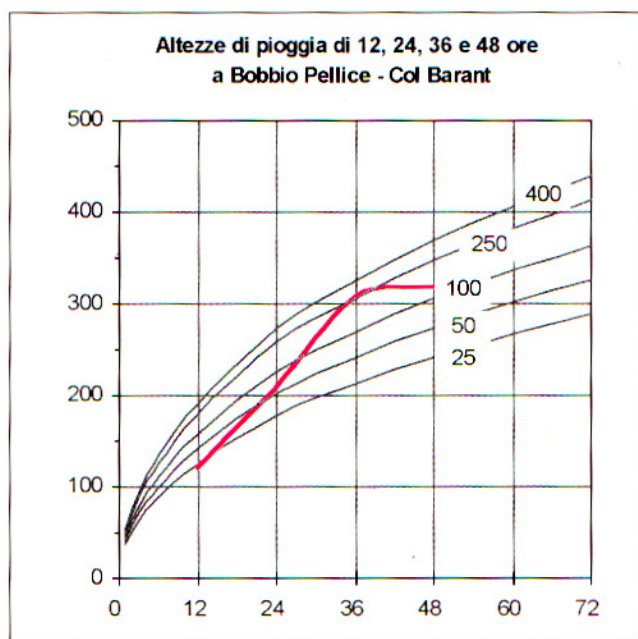


Fig. 6. Altezze di pioggia misurate a confronto con valori calcolati per tempi di ritorno di 25, 50, 100, 250 e 400 anni.

Tab. 3. Ora di inizio del superamento del valore con tempo di ritorno (Tr) 10 anni.

Stazione	Ora di inizio del superamento del valore con Tr 10 anni		Stazione	Ora di inizio del superamento del valore con Tr 10 anni	
	24 ore	36 ore		24 ore	36 ore
Praly	23.30 (7)	9.00 (8)	Pontechianale	13.30 (8)	13.00 (8)
Colle Barant	4.30 (8)	7.30 (8)	Castelmagno	19.00 (7)	0.00 (8)
Crissolo	8.00 (8)	9.00 (8)	Limone Piemonte	-	19.30 (8)
Paesana	3.30 (8)	9.30 (8)	Certosa di Pesio	4.30 (8)	5.00 (8)

guenti azioni sul materiale sciolto presente in alveo, potrebbe spiegare il collasso dei ponti. La gravità dell'evento risulta dal fatto che il valore di precipitazione con tempo di ritorno 10 anni è stato superato per le durate superiori alle 24 ore in tutte le stazioni, anche in alta quota. La tabella 3 riunisce gli orari dell'inizio del superamento mostrando, in pratica, come nella mattinata del giorno 8, tutte le stazioni (eccetto Pontechianale) avessero segnalato la presenza di un evento caratterizzato da persistenti precipitazioni. L'attendibilità del preannuncio, in siffatte condizioni, può ancora migliorare considerevolmente tenendo conto del volume affluito (per esempio, costruendo i topoieti relativi a ciascuna stazione).

1.4. DEFLUSSI REGISTRATI

L'evento è stato caratterizzato da significative altezze idrometriche nei corsi d'acqua del settore sud-occidentale del Piemonte e, in particolare, da prolungata permanenza intorno ai valori massimi.

La rete regionale di stazioni idrometriche, congiuntamente con i dati pervenuti dalle stazioni del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale, ha reso possibile valutazioni preliminari.

In particolare nel bacino dell'alto Po (Fig. 7, Tab. 4):

1. il Torrente Chisone a S. Martino raggiunge il primo colmo intorno all'una del giorno 8 ed il secon-

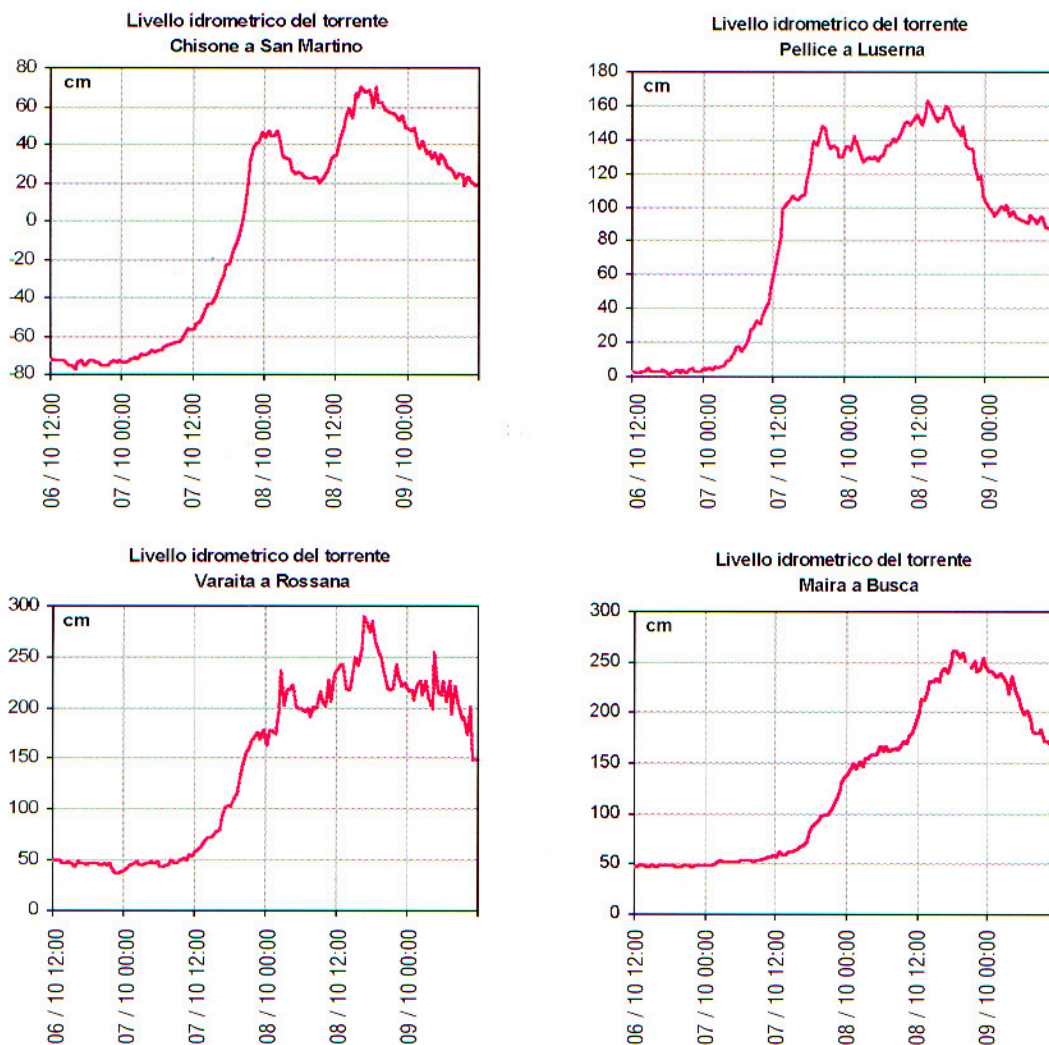


Fig. 7. Livelli idrometrici degli affluenti del Po.

do colmo nel primo pomeriggio ; dopodichè entra in una prolungata fase di stanca. I valori idrometrici sono modesti ed il contributo prevalente deriva presumibilmente dal Germanasca dove il pluviografo di Praly indica che le precipitazioni di durata 36 ore hanno superato la soglia con 20 anni di tempo di ritorno alle ore 12.00 del giorno 8. L'idrogramma del Chisone sembra pertanto disporsi di conseguenza;

2. il Pellice a Luserna mostra il primo colmo già alla sera del giorno 7. Il livello scende per alcune ore poi perviene al massimo nel corso di un lungo periodo tra le 11 e le 21 del giorno seguente. La precipitazione al Colle Barant supera i valori con tempo di ritorno 10 e 20 anni per le durate di 24, 36 e 48 ore a cavallo del mezzogiorno del giorno 8 e pertanto danno ragione della prolungata fase di stanca che caratterizza il livello idrometrico.

3. il Varaita a Rossana raggiunge il primo colmo al mattino del giorno 8 e la massima altezza idrometrica si registra intorno alle 18:30 dello stesso giorno. Durante tale arco di tempo i totali delle precipitazioni di 24 e 36 ore superano la soglia con tempo di ritorno 10 anni alla stazione di Pontechianale. Tra le 10 e le 12.30 l'intensità di precipitazione si mantiene costantemente al di sopra dei 5 mm/ora;

4. il Po a Cardè passa da un livello di circa 1 metro a circa 4,87 metri alle ore 12 del giorno 8 e a 5.01 alle ore 23 dello stesso giorno (il livello registrato nel novembre 1994 è stato di 4.10 metri, mentre nell'aprile 1995 si sono raggiunti i 5.17 metri) poi nelle prime ore del pomeriggio si registra una temporanea diminuzione a seguito della diminuzione degli afflussi;

5. il Po a Carignano raggiunge il livello di 4.39 m alle ore 7:30 del giorno 9 con un colmo sfasato di 10 ore rispetto a quello di Cardè.

L'onda di piena del Po non ha creato particolari problemi di deflusso perchè i contributi degli affluenti a valle della confluenza con il torrente Maira sono stati poco significativi.

Nel bacino del Tanaro l'onda di piena ha suscitato maggiori preoccupazioni legate a possibili esondazioni nel tratto a valle della confluenza con il torrente Stura di Demonte, già duramente colpito nell'alluvione del 1994; in particolare (Fig. 9, 10 - Tab. 5):

1. il Tanaro a Farigliano mostra una prima intumescenza poco prima della mezzanotte tra il giorno 8 ed il 9;

2. la piena si manifesta ad Alba verso l'1:30 del mattino ovvero 5 ore dopo, incrementata dal contri-

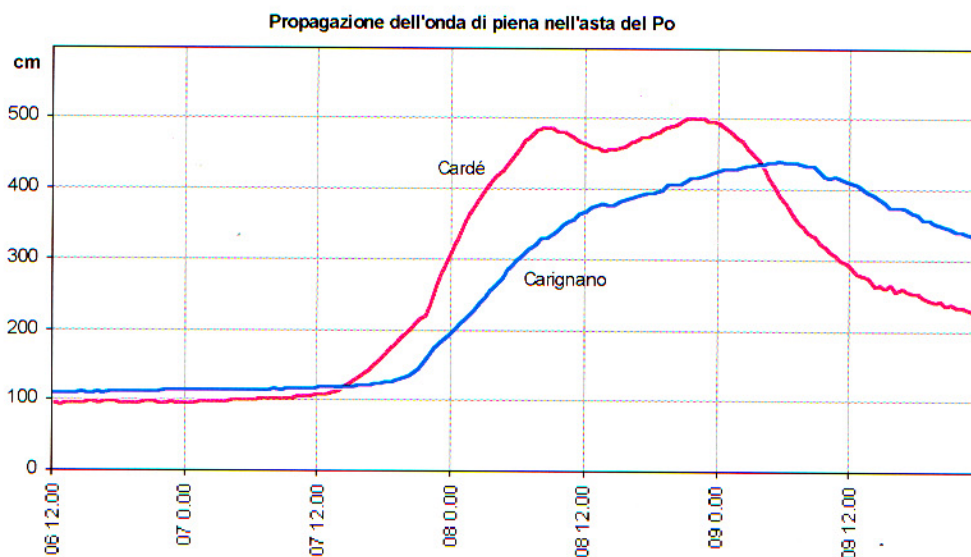


Fig. 8. Livelli idrometrici del Po a Cardè e Carignano.

Tab. 4. Massimi livelli registrati dagli idrometri presenti sull'alto bacino del Po e sui suoi affluenti.

Stazione	Livello di attenzione	Livello massimo raggiunto	Data e ora del raggiungimento del valore massimo	
Maira a Busca	1.20	2.60	8/10/96	20:00
Varaita a Rossana	1.30	2.89	8/10/96	18:30
Pellice a Luserna	1.20	1.62	8/10/96	16:00
Chisone a San Martino	0.70	0.69	8/10/96	18:00
Po a Cardè	2.00	5.01	8/10/96	23:30
Po a Carignano	2.40	4.39	9/10/96	7:30

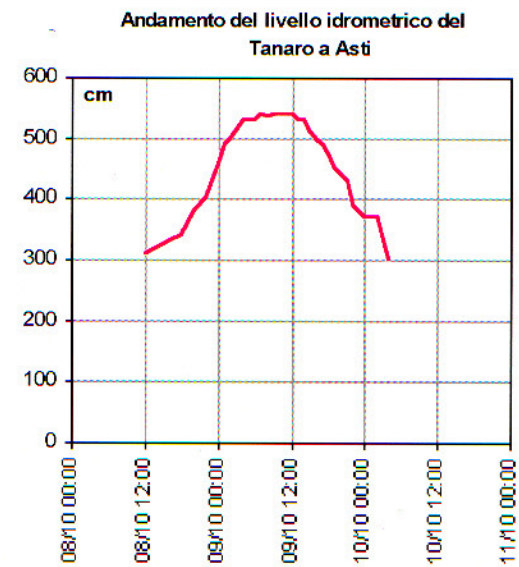
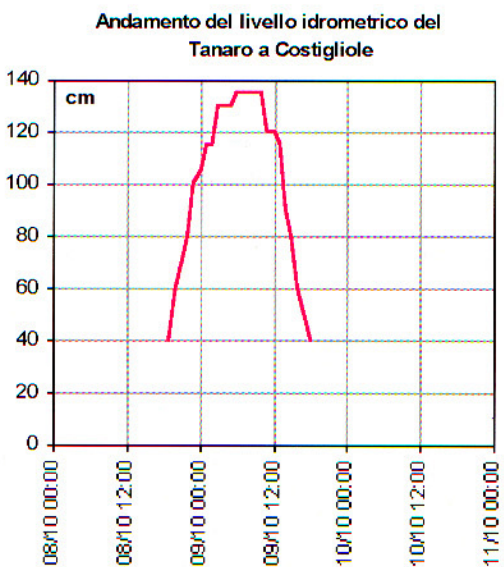
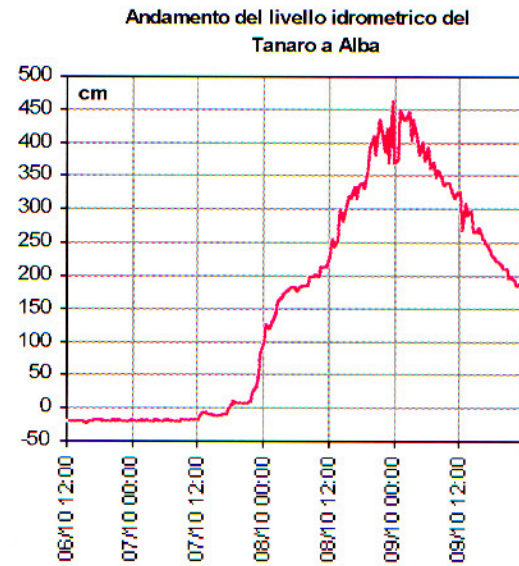
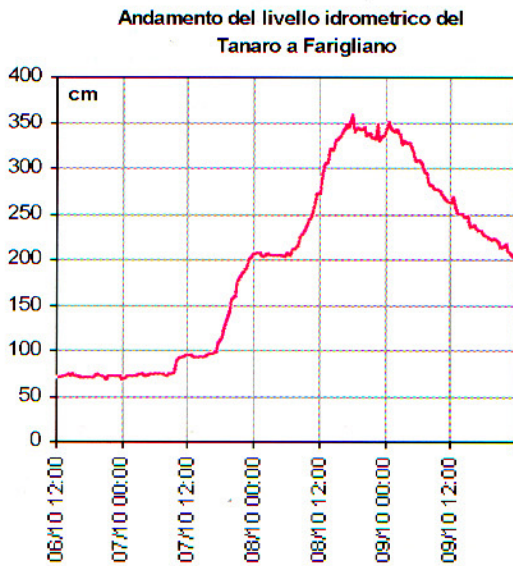
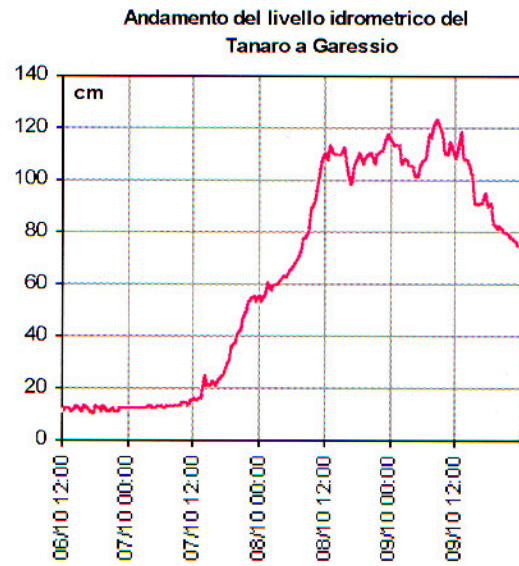
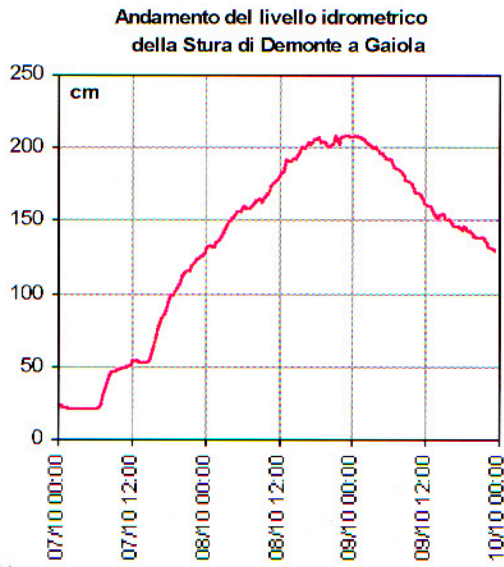


Fig. 9. Livelli idrometrici del Tanaro e dei suoi affluenti.

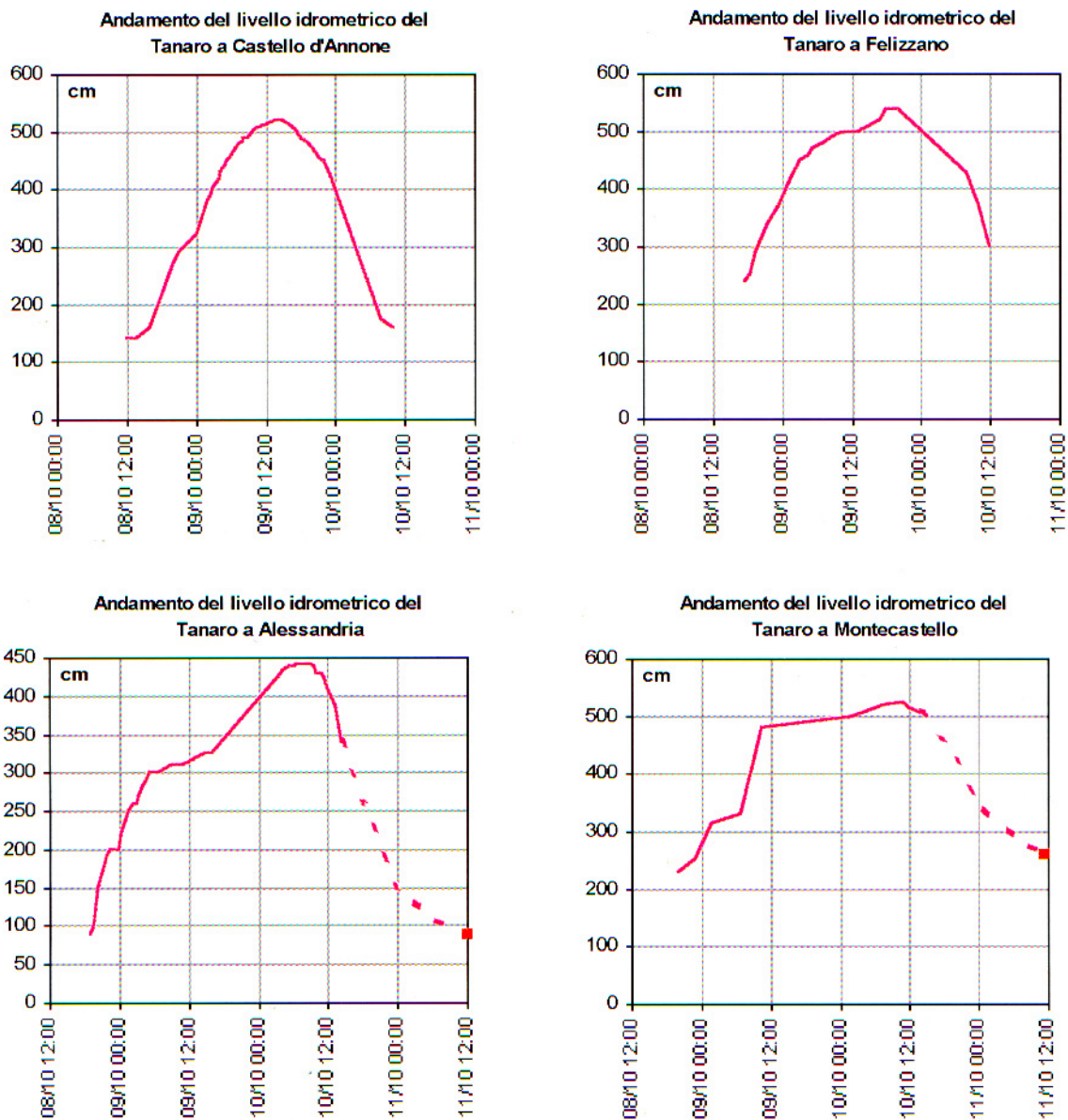


Fig. 10. Livelli idrometrici del Tanaro e dei suoi affluenti (nelle sezioni di Alessandria e Montecastello il tratteggio indica la probabile coda di esaurimento sino all'ultimo valore misurato indicato dal quadratino).

Tab. 5 - Massimi livelli registrati dagli idrometri presenti sul Tanaro e sui suoi affluenti e dalle rilevazioni manuali effettuate durante il periodo di vigilanza.

Stazione	Tipo di misura	Livello minimo dell'8-10-96	Livello massimo raggiunto	Incremento	Data e ora raggiungimento del valore massimo	
Garessio	automatica	0.55	1.23	0.68	8/10/96	10:30
Piantorre	automatica	5.71	6.37	0.66	8/10/96	18:30
Stura di D. a Gaiola	automatica	0.20	2.08	1.88	9/10/96	1:30
Farigliano	automatica	2.00	3.58	1.58	8/10/96	20:00
Alba	automatica	0.79	4.62	3.83	9/10/96	1:30
Costigliole d'Asti	manuale	0.00	1.35	1.35	9/10/96	6:00-10:00
Asti	manuale	3.10	5.40	2.30	9/10/96	9:00-12:00
Castello d'Annone	manuale	1.40	5.18	3.78	9/10/96	13:00-15:00
Alessandria	manuale	0.90	4.40	3.50	10/10/96	6:30-9:00
Montecastello	manuale	2.30	5.25	2.95	10/10/96	11:00

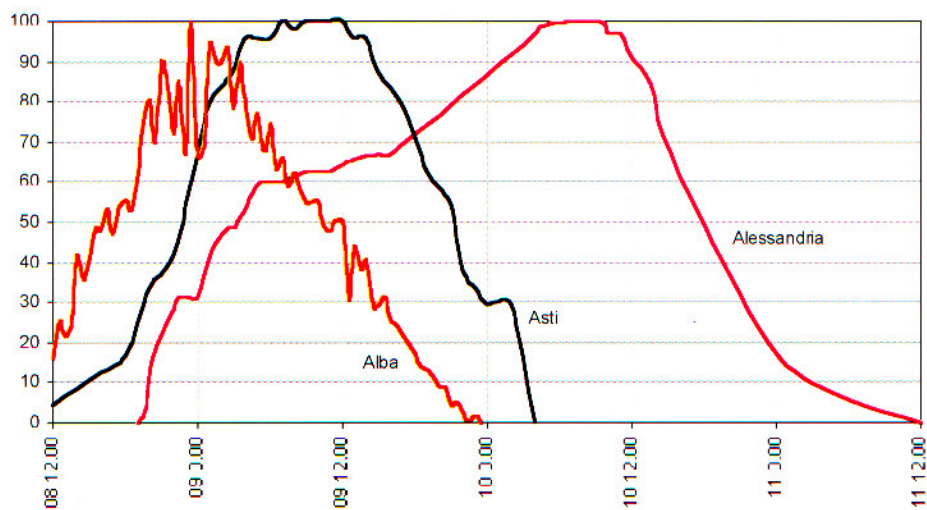


Fig. 11. Propagazione dell'onda di piena nell'asta del Tanaro (i dati delle stazioni sono normalizzati per facilitare il confronto).

buto della Stura di Demonte, che presenta, a Gaiola, un colmo di modesta entità e prolungato per circa 12 ore a cavallo della mezzanotte del giorno 8. Il livello idrometrico massimo è pari a 4,62 metri (nel novembre 1994 si raggiunsero i 6.74 metri);

3. il livello continua a crescere raggiungendo il colmo ad Asti tra le ore 9 e le 12 sempre del giorno 9;

4. la piena del Tanaro si sposta verso Alessandria ove giunge al colmo intorno alle 6.30 del giorno 10.