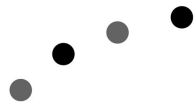


a cura della Direzione Regionale Servizi Tecnici di Prevenzione

Rapporto sull'evento meteorologico 1-2 settembre 2002





Indice

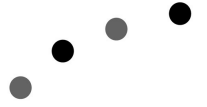
Introduzione	1
Inquadramento meteorologico	2
Le precipitazioni	7
Analisi idrologica	12

Indice delle figure

Precipitazioni registrate sul Piemonte nelle 12 ore comprese tra le 18 UTC dell'1/9/2002 e le 06 UTC del 2/9/2002	2
Analisi alle ore 18 UTC dell'1/9/2002 dell'altezza di geopotenziale al livello isobarico di 500 hPa (dam)	3
Analisi della temperatura al livello isobarico di 700 hPa dalle ore 12 UTC dell'1/9/2002 alle ore 06 UTC del 2/9/2002	4
Analisi dell'umidità relativa (campi colorati), temperatura (linee continue), e vento (frecce) al livello isobarico di 700 hPa dalle ore 12 UTC dell'1/9/2002 alle ore 06 UTC del 2/9/2002	5
Radiosondaggio di Milano Linate delle ore 00 UTC del 2/9/2002.....	6
Ietogrammi di pioggia oraria e cumulata registrati nei giorni 1 – 2 Settembre nelle stazioni pluviometriche più significative.	9
Confronto delle massime altezze di pioggia dell'evento con le curve di possibilità pluviometrica relative a tempi di ritorno di 5 e 20 anni	11
Iidrogrammi maggiormente significativi registrati nei giorni 1 – 2 Settembre.	13

Indice delle tabelle

Altezza di pioggia giornaliera registrata durante l'evento dei giorni 1 – 2 Settembre nelle diverse aree interessate.	8
Massime altezze di precipitazione per differenti durate registrata nei giorni 1 – 2 Settembre.	10
Dati di sintesi relativi agli iidrogrammi più significativi registrati nei giorni 1 – 2 Settembre.	14



Introduzione

Precipitazioni localizzate, a carattere temporalesco, di forte intensità, hanno interessato la fascia pedemontana e la pianura sud-occidentale della Provincia di Torino dalla tarda serata di Domenica 1 Settembre, attenuandosi nel corso della notte. In particolare sono stati coinvolti i bacini dei torrenti Chisola e Sangone, con precipitazioni brevi intense dell'ordine di 150 mm in 6 ore nel settore più colpito. Le piogge hanno determinato incrementi rilevanti dei livelli idrometrici dei Torrenti Chisola, Sangone e della corrispondente rete idrografica minore.

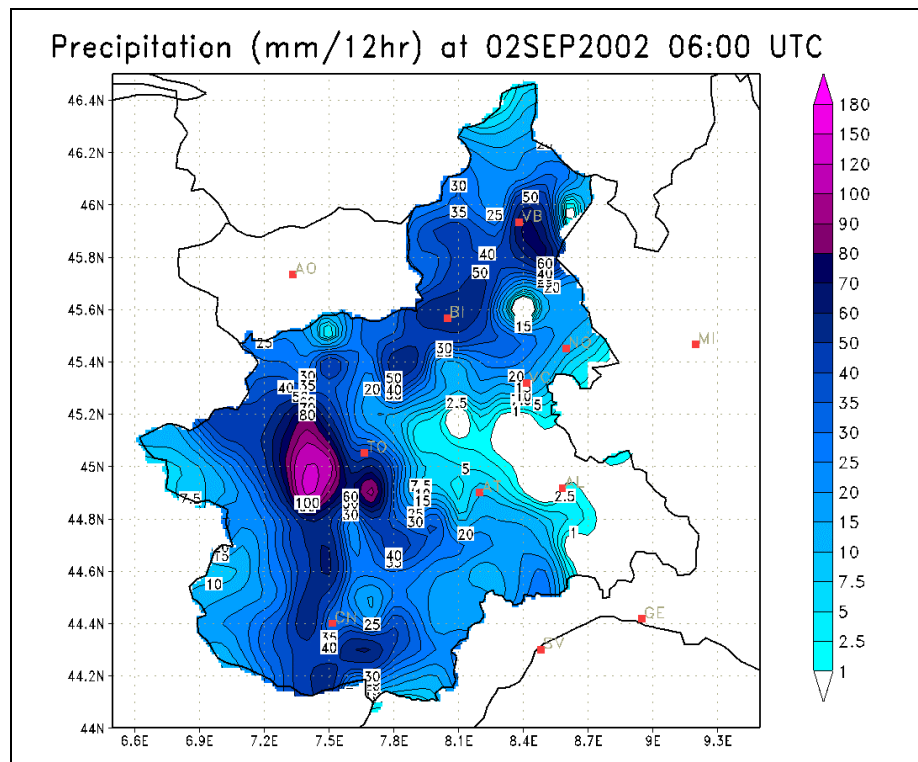
I danni sono stati causati soprattutto da fenomeni di inondazione ad opera della rete idrografica secondaria.

La Direzione Regionale dei Servizi Tecnici di Prevenzione ha seguito, tramite il Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio, l'evolversi della situazione meteorologica e idrologica ed ha emesso i relativi comunicati informativi. Ha inoltre provveduto, tramite i competenti Settori Prevenzione Territoriale e il Settore Progettazione Interventi Geologico - Tecnici e Sismico, al rilievo dei fenomeni generatisi nel corso dell'evento, fornendo l'assistenza geologico tecnica nelle aree colpite ed effettuando il censimento dei danni conseguenti. Il presente rapporto preliminare illustra il fenomeno e i relativi effetti sulla base dei dati e delle conoscenze acquisite sino al 03/09/2002.

Inquadramento meteorologico

A partire dalle ore 18 UTC del giorno 1/9/2002 si sono sviluppate forti precipitazioni a carattere temporalesco che hanno interessato inizialmente il settore settentrionale del Piemonte per poi estendersi al settore occidentale (Figura 1).

Figura 1: Precipitazioni registrate sul Piemonte nelle 12 ore comprese tra le 18 UTC dell'1/9/2002 e le 06 UTC del 2/9/2002



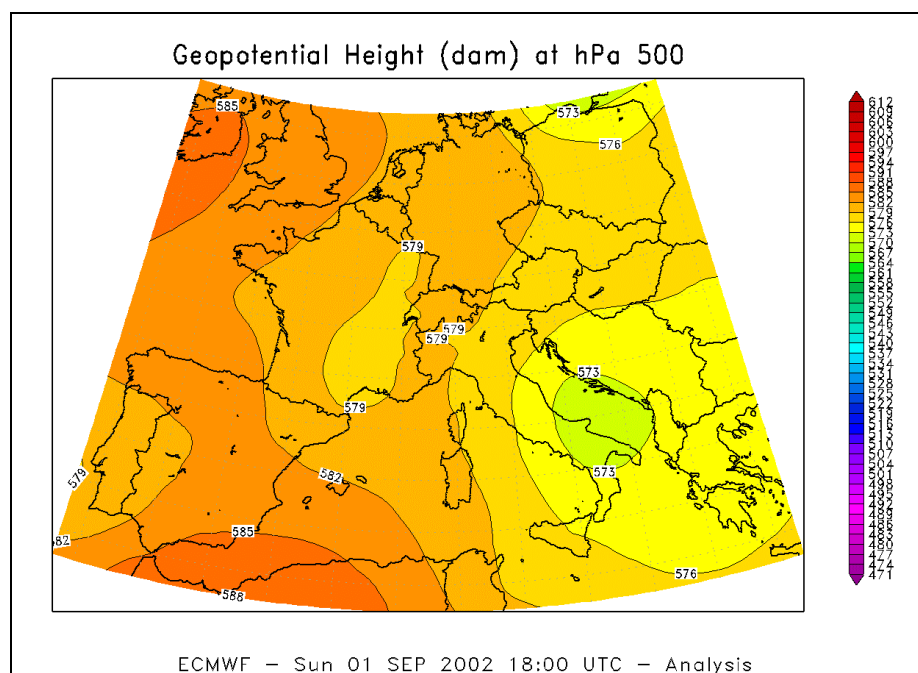
Per l'esame dell'evento è utile dapprima analizzare la situazione meteorologica pregressa, fino a tre giorni prima dell'1 Settembre: nella giornata di giovedì 29 Agosto una circolazione depressionaria era presente sull'Italia Centrale associata ad intense precipitazioni, mentre sul Piemonte il cielo era in prevalenza nuvoloso. Nella serata di giovedì la depressione si era spostata gradualmente verso Sud-Est fino a raggiungere la Grecia nella giornata di venerdì 30 Agosto, lasciando spazio all'espansione verso l'Europa Centrale di un promontorio dell'Anticiclone delle Azzorre. Tale promontorio aveva

determinato un'attenuazione della nuvolosità sulla nostra regione nei giorni di venerdì, sabato e nella mattinata di domenica.

In questo intervallo temporale, in generali condizioni di stabilità atmosferica, il flusso prevalente sulla nostra regione è risultato da Est; in tale situazione sul Piemonte è stato possibile un progressivo accumulo di aria umida proveniente dall'Alto Adriatico che ha favorito una debole attività convettiva nelle ore centrali del giorno limitatamente alle zone montane e pedemontane.

A partire dalla serata di sabato 31 Agosto la depressione ha iniziato un graduale moto retrogrado verso Ovest posizionandosi nuovamente sul medio-basso Adriatico alle ore 18 UTC di domenica 1 Settembre (Figura 2).

Figura 2: Analisi alle ore 18 UTC dell'1/9/2002 dell'altezza di geopotenziale al livello isobarico di 500 hPa (dam)



Nelle 12 ore successive un impulso da Est di aria fredda in quota (a 700 hPa) (Figura 3, Figura 4), collegato alla depressione suddetta, ha determinato un generale aumento dell'instabilità atmosferica e la saturazione dell'elevata umidità preesistente con conseguenti forti

precipitazioni; i venti da Est, Nord-Est, in particolare al livello isobarico di 850 hPa (circa 1500 metri), hanno favorito il sollevamento orografico dell'aria umida in prossimità della catena alpina occidentale.

Figura 3: Analisi della temperatura al livello isobarico di 700 hPa dalle ore 12 UTC dell'1/9/2002 alle ore 06 UTC del 2/9/2002

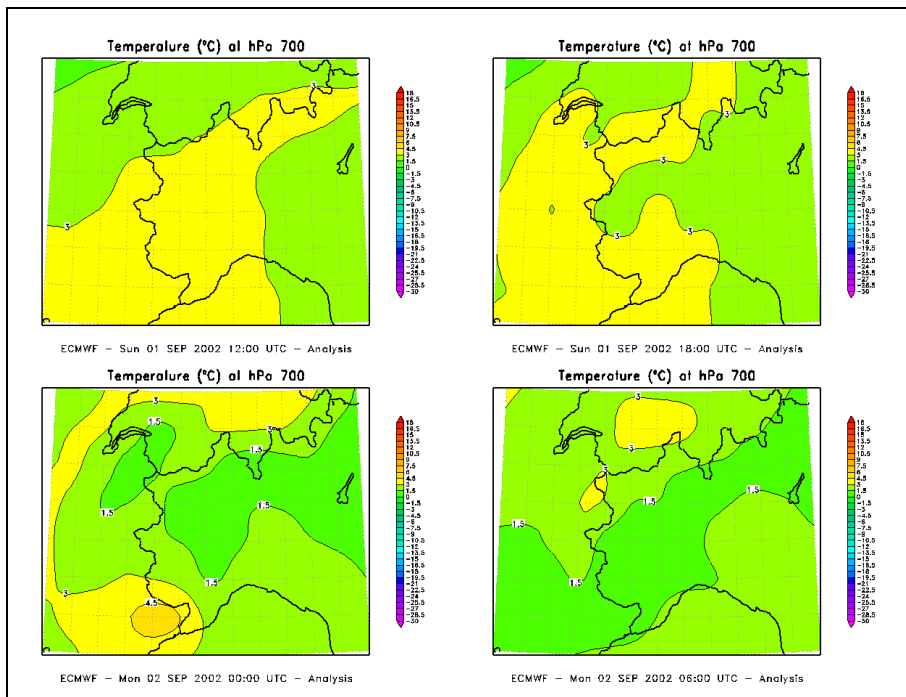
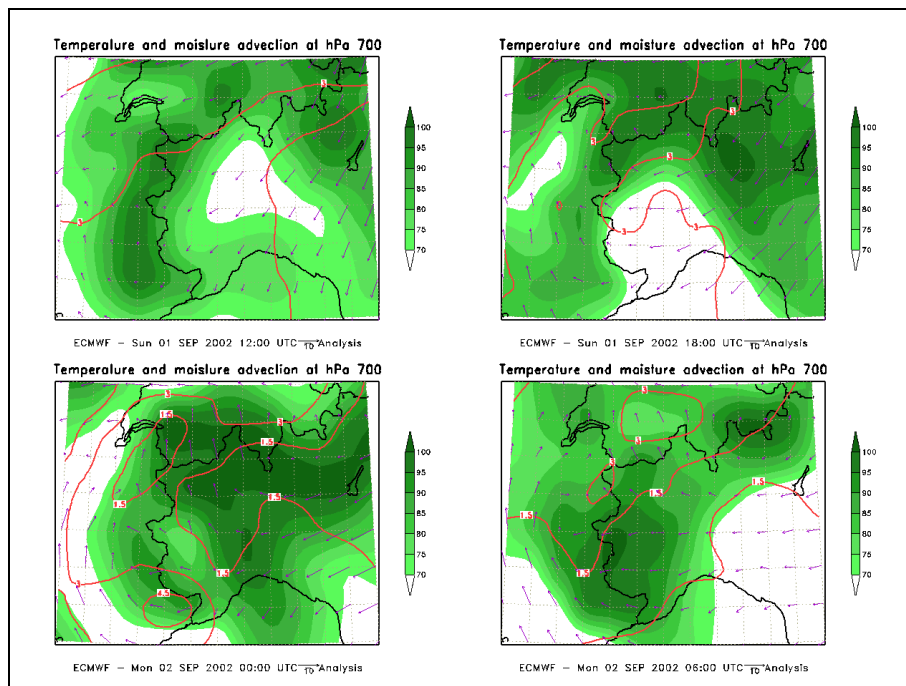


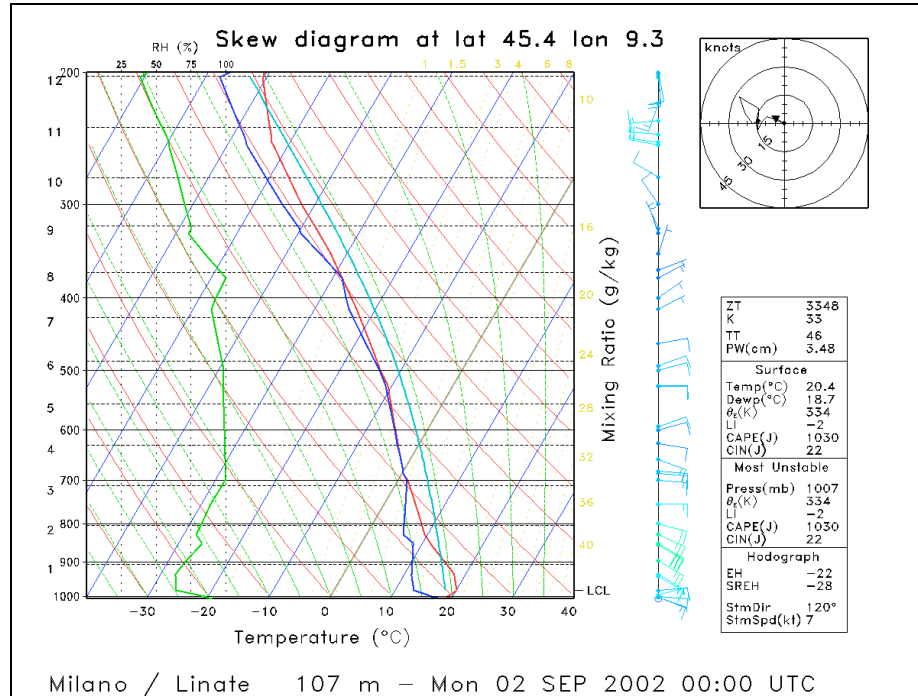
Figura 4: Analisi dell'umidità relativa (campi colorati), temperatura (linee continue), e vento (frecce) al livello isobarico di 700 hPa dalle ore 12 UTC dell'1/9/2002 alle ore 06 UTC del 2/9/2002



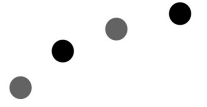
La presenza di uno strato con umidità relativa superiore al 75% tra 1000 e 6000 metri è confermata dal radiosondaggio di Milano Linate delle 18 UTC dell'1 Settembre; il radiosondaggio delle ore 00 UTC del 2 Settembre, sempre a Milano (Figura 5), presenta invece un'umidità maggiore del 75% tra 3000 e 9000 metri (con valori prossimi alla saturazione tra 3000 e 6000 metri).

Anche i valori degli indici di instabilità sono significativi: il radiosondaggio di Cuneo Levaldigi delle 12 UTC dell'1 settembre registra un valore di CAPE (energia potenziale disponibile per la convezione) pari a 2621 J/kg con un Lifted Index pari a -7; per il radiosondaggio di Milano Linate dello stesso istante, il CAPE ammonta a 1784 J/kg ed il Liftex index a -5.

Figura 5: Radiosondaggio di Milano Linate delle ore 00 UTC del 2/9/2002



In sintesi l'evento temporalesco è stato preceduto da un accumulo di umidità in condizioni di alta pressione e quindi di stabilità atmosferica che si è verificato per circa tre giorni (da giovedì pomeriggio a domenica mattina) attraverso un flusso di aria umida dall'alto Adriatico. Tale situazione non risulta molto comune sulla nostra regione in quanto l'accumulo di umidità si verifica più frequentemente in seguito a flussi provenienti dai quadranti meridionali. L'azione della depressione, il cui minimo era relativamente lontano dalla nostra regione, si è esplicata prevalentemente in un afflusso di aria fredda, circa 2.5 °C in 18 ore a 700 hPa, sul Piemonte occidentale; tale calo di temperatura ha determinato una marcata instabilità dell'atmosfera ed ha portato alla saturazione del vapore acqueo presente.



Le precipitazioni

Nei giorni 1-2 Settembre la regione Piemonte è stata interessata da precipitazioni intense concentrate, in particolare, nella pianura meridionale e nel settore nord orientale. Le aree maggiormente colpite sono state il torinese in cui si sono raggiunte altezze di pioggia di 128.6 mm a Cumiana, la Val Sangone con 105.2 mm a Trana, la Val Susa, con 99 mm ad Avigliana. Precipitazioni intense sono state registrate anche nel bacino del Toce, i valori massimi sono di 109.4 mm a Mottarone-Baita CAI. In misura minore sono state infine coinvolte la Pianura settentrionale con 76.2 mm a Pettinengo e il bacino del Sesia con 67 mm a Piedicavallo. Le precipitazioni si sono evolute a partire dalla notte tra domenica 1 e lunedì 2, con intensità che hanno raggiunto i valori massimi nella prima parte della giornata di lunedì.

Sulla sommità della collina torinese (Comune di Precetto Torinese) è operativo un radar meteorologico polarimetrico in banda C, che effettua una scansione ogni 10 minuti: tale strumento consente il monitoraggio dei fenomeni meteorologici con elevata risoluzione spaziale e temporale. L'area interessata dall'evento dista una trentina di chilometri dall'installazione radar meteorologica, condizione che permette un monitoraggio particolarmente accurato dell'evento con una risoluzione spaziale di 500 x 500 m². Dalle misure effettuate è stato possibile calcolare la distribuzione areale delle precipitazioni, relativamente all'area maggiormente interessata dall'evento meteorologico.

L'allegato 1 riporta la precipitazione oraria sull'area maggiormente interessata dall'evento, stimata dal radar, dalle 20:00 alle 21:00 UTC del 1 Settembre 2002: durante tale periodo si osservano intensità orarie comprese tra 60 e 70 mm/h in prossimità dei centri urbani di Volvera e None. In allegato 2 è riportata la precipitazione areale stimata dal radar nell'intervallo 18:00 – 24:00 UTC del 1 Settembre 2002. La figura riporta anche la precipitazione registrata dai pluviometri della rete automatica di monitoraggio nel medesimo

intervallo di tempo. Oltre al buon accordo tra stime radar e misure da pluviometro, si osservano valori di precipitazione intorno a 150-160 mm in 6 ore in prossimità dei centri urbani di Volvera e None, rilevando i massimi di precipitazione dell'evento in un'area priva di misure al suolo.

In Tabella 1 si riportano i valori di altezza di pioggia giornaliera registrata nelle aree coinvolte dai fenomeni meteorici in esame.

Tabella 1: Altezza di pioggia giornaliera registrata durante l'evento dei giorni 1 – 2 Settembre nelle diverse aree interessate.

ZONA	STAZIONE	Altezza di pioggia [mm] TOTALE EVENTO
Pianura Meridionale	Cumiana – Pieve	128.6
	Sangone a Trana	105.2
	Torino – Buon Pastore	32.8
	Pinerolo – Talucco	71.6
	Avigliana – Grangia	99.0
	Moncalieri – Bauducchi	88.6
Bassa Dora Riparia	Niquidetto Muande Freste	92.0
	Borgone Susa - Ponte Dora	64.0
Toce	Mottarone - Baita Cai	109.4
	Stresa - Someraro	84.4
	Candoglia	71.2
Pianura Sett.	Pettinengo - Piazza	76.2
Sesia	Piedicavallo	67.0

Per quanto riguarda l'andamento delle precipitazioni è da notare in particolare come le precipitazioni si siano concentrate nelle prime 6 ore raggiungendo 109.2 mm a Cumiana, 91.8mm a Trana, 87.8 a Moncalieri. In Figura 6 sono mostrati gli ietogrammi di pioggia oraria e cumulata registrate nelle stazioni maggiormente significative.

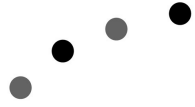
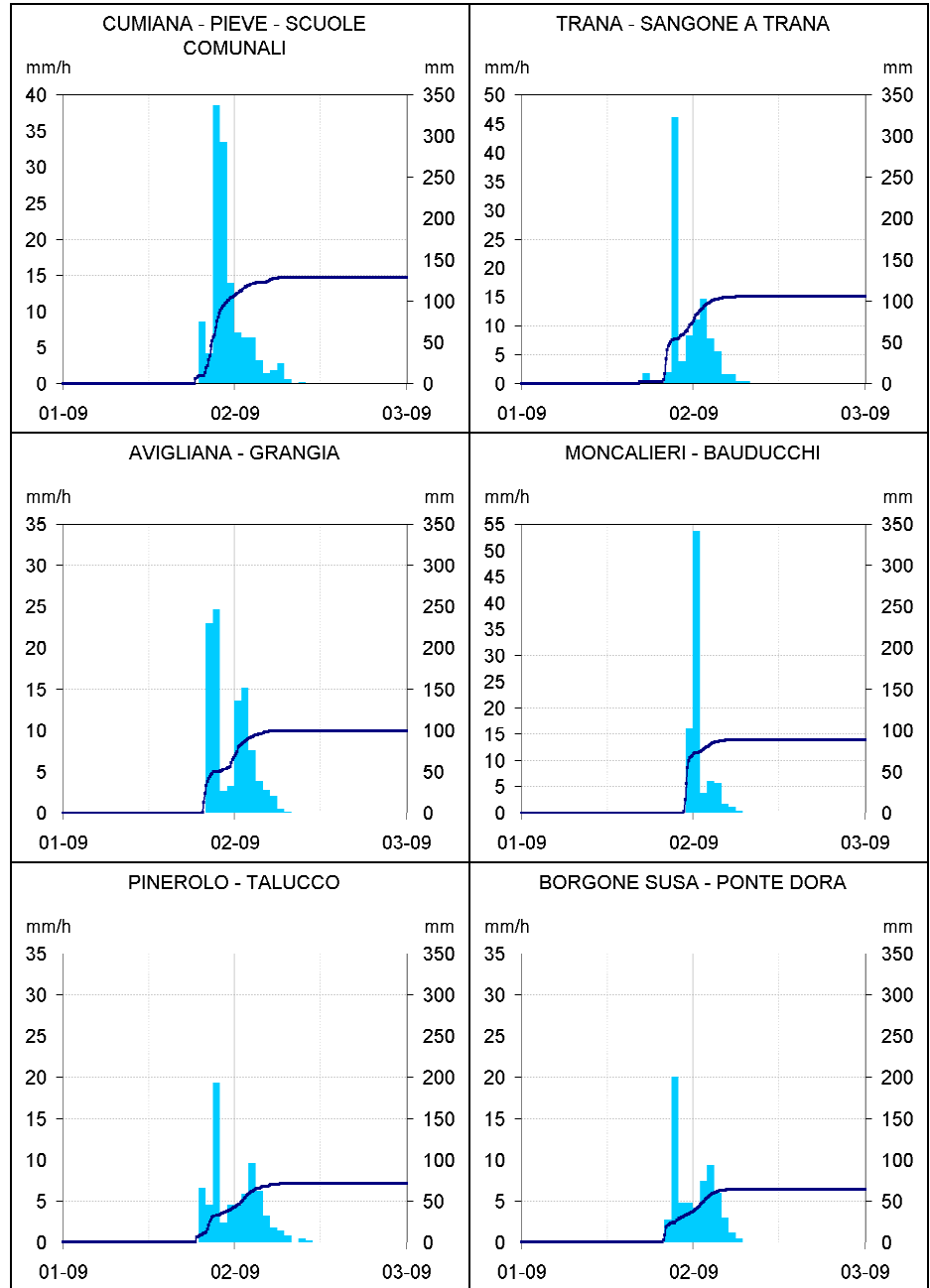


Figura 6: Ietogrammi di pioggia oraria e cumulata registrati nei giorni 1 – 2 Settembre nelle stazioni pluviometriche più significative.



In Tabella 2 sono raccolti i dati di sintesi delle misure pluviometriche.

Tabella 2: Massime altezze di precipitazione per differenti durate registrata nei giorni 1 – 2 Settembre.

ZONA	Stazione	Massima altezza di pioggia [mm]				
		1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Pianura Meridionale	Cumiana - Pieve	43.0	87.6	109.2	128.2	128.6
	Trana	46.2	58.2	91.8	104.2	105.2
	Torino - Buon Pastore	9.6	21.4	31.2	32.8	32.8
	Pinerolo - Talucco	19.4	32.2	46.4	70.6	71.6
	Avigliana - Grangia	43.8	52.2	87.0	99.0	99.0
	Moncalieri - Bauducchi	67.0	77.6	87.8	88.6	88.6
	Bassa Dora Riparia	Niquidetto Muande	25.2	48.0	67.0	85.2
Freste Borgone						
Susa - Ponte Dora		22.2	31.6	51.6	64.0	64.0
Toce	Mottarone - Baita Cai	47.2	57.4	88	109.4	109.4
	Stresa - Someraro	29.0	44.4	70.8	84.2	84.4
	Candoglia	29.0	54.0	65.8	71.2	71.2
Pianura Sett.	Pettinengo - Piazza	28.8	35.2	59.8	75.6	75.6
Sesia	Piedicavallo	35.8	36.6	41.6	63.8	67.0

L'analisi statistica evidenzia una particolare criticità delle precipitazioni di durata pari a 6 ore come si legge dai grafici di Figura 7. Si segnalano in particolare tempi di ritorno superiori ai 50 anni a Cumiana e circa pari a 50 anni a Trana e a Moncalieri.

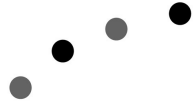
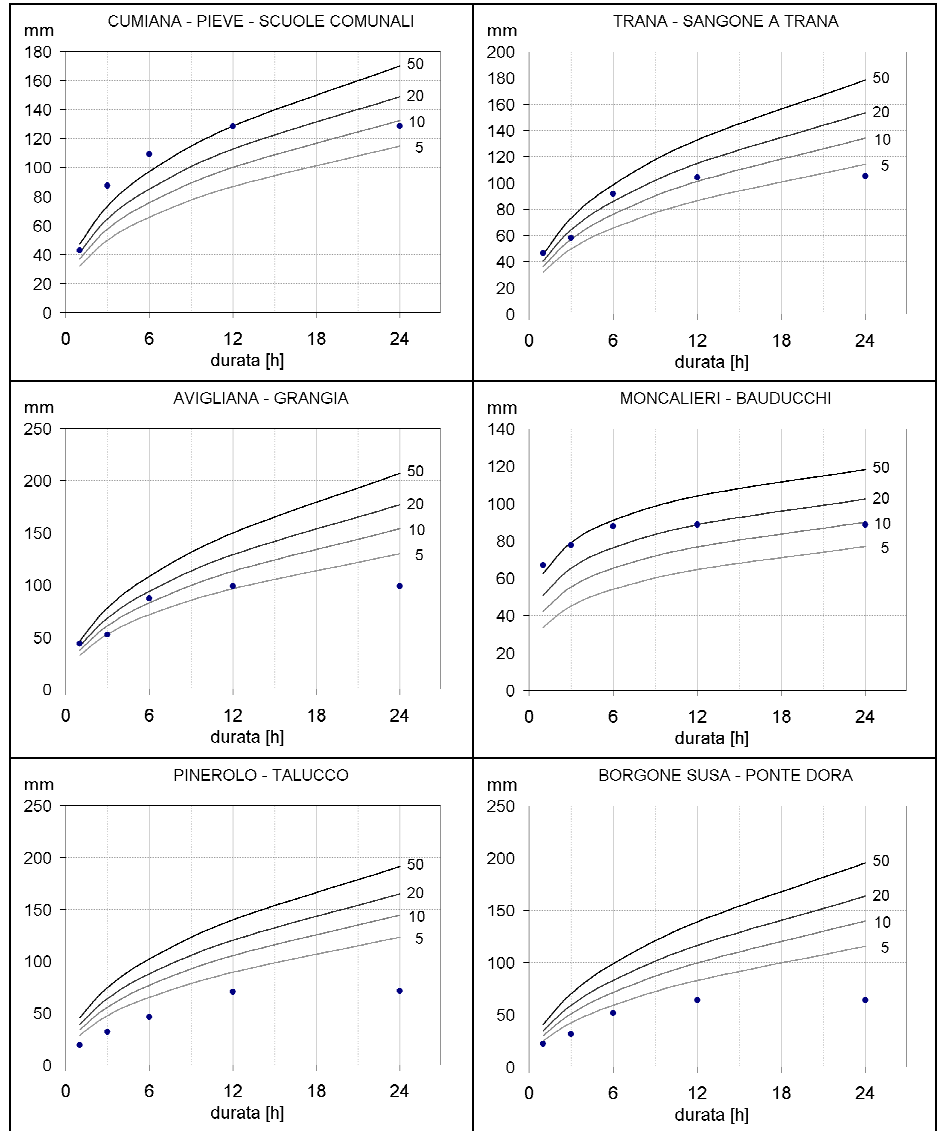
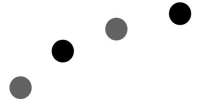


Figura 7: Confronto delle massime altezze di pioggia dell'evento con le curve di possibilità pluviometrica relative ai tempi di ritorno di 5 e 20 anni





Analisi idrologica

Il bacino maggiormente colpito dall'evento è senz'altro quello del Torrente Chisola e della rete idrografica minore ad esso afferente. In misura minore sono stati coinvolti anche il Torrente Sangone e la Dora Riparia. Nell'Astigiano si è registrato un evento di piena di lieve entità sul Torrente Bobore.

L'idrometro del Torrente Chisola a La Loggia ha iniziato a registrare innalzamenti del livello dalle ore 23 (GMT) di domenica 9 settembre raggiungendo il colmo di 6.40 m il giorno seguente alle ore 12.30. Il livello è cresciuto con velocità costanti dell'ordine di oltre 0.6 m all'ora fino alle ore 5 del mattino continuando poi a salire con velocità di circa 0.15 m/s per altre 8 ore. Le maggiori precipitazioni sono cadute a cavallo della mezzanotte con maggiore intensità nella parte centrale del bacino come si osserva dalle immagini radar e si sono praticamente esaurite in corrispondenza del flesso registrato dall'idrogramma.

Pertanto, con buona probabilità i deflussi transitati nella mattinata derivano dal drenaggio delle ampie aree inondate. Questa spiegazione trova una conferma dal confronto con l'andamento dei deflussi avvenuti nel bacino attiguo del Sangone, che hanno cominciato a decrescere fin dalle prime ore di lunedì in quanto non ci sono stati fenomeni di esondazioni di rilievo.

Al fine di stimare la portata massima transitata sul Chisola, la mattina del 2 settembre sono state condotte misure della velocità della corrente utilizzando mulinelli ad elica. La portata è risultata essere di 200 m³/s in corrispondenza del livello di m 6.15 da cui si può estrapolare una portata al colmo di circa 210 m³/s. La piena è transitata con una velocità media misurata di 1.97 m/s e massima in superficie di 3.06 m/s.

In Figura 8 sono riportati gli idrogrammi registrati nelle sezioni più significative.

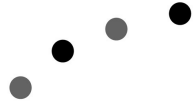
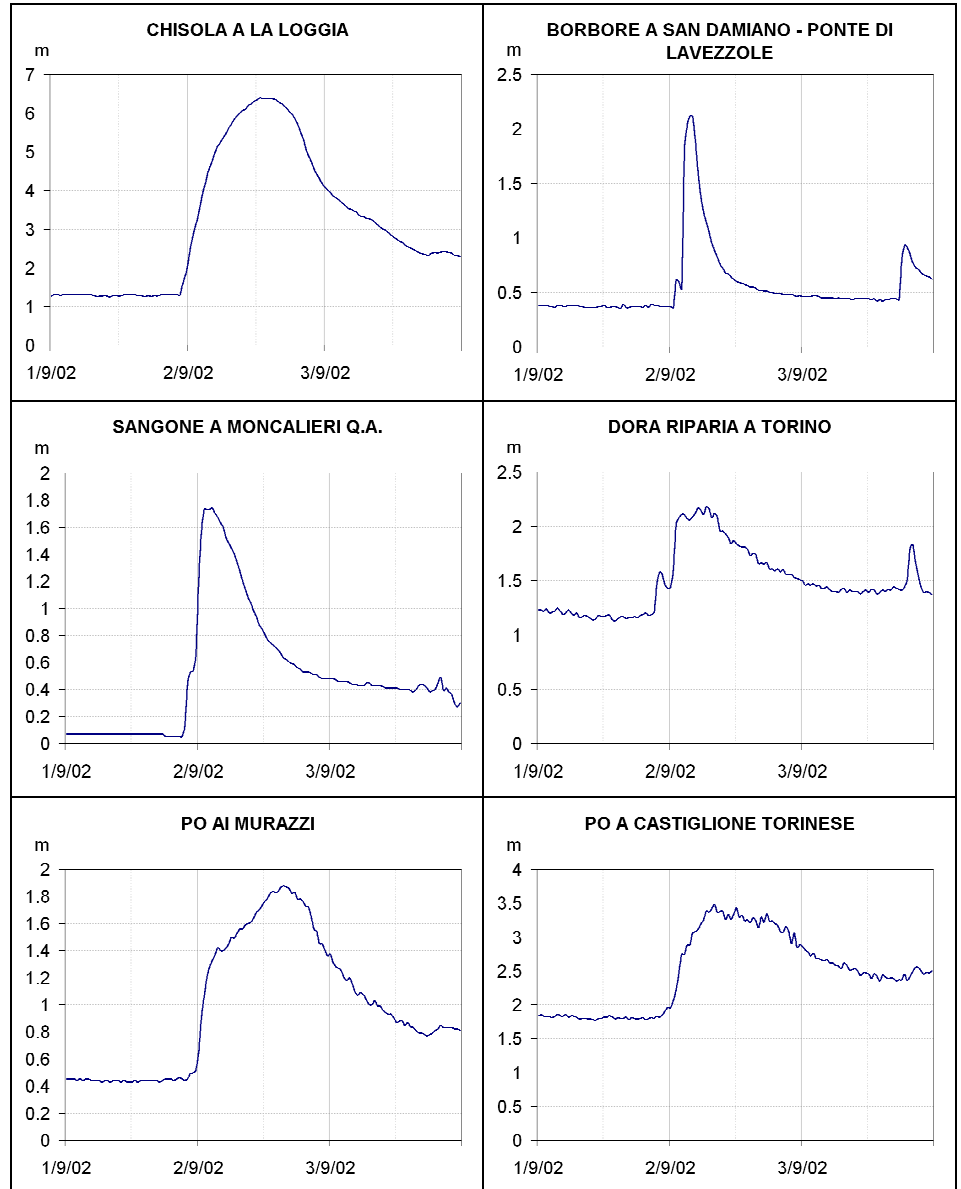


Figura 8: Idrogrammi maggiormente significativi registrati nei giorni 1 – 2 Settembre.



In Tabella 3 sono riportati i dati di sintesi che descrivono gli idrogrammi registrati.

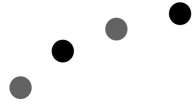


Tabella 3 Dati di sintesi relativi agli idrogrammi più significativi registrati nei giorni 1 – 2 Settembre.

Stazione	Colmo [m]	Data [UTC]	Incrementi massimi registrati [m]						
			30'	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore	Tot
Borbore a San Damiano	2.12	09/02/02 3.30	1.26	1.5	1.76	1.76	1.76	1.76	1.77
Chisola a La Loggia	6.4	09/02/02 12.30	0.4	0.8	2.09	3.64	4.92	5.11	5.15
Dora Riparia a Torino	2.18	09/02/02 6.30	0.4	0.58	0.68	0.93	1.01	1.01	1.05
Po a Castiglione Torinese	3.48	09/02/02 8.00	0.27	0.52	0.93	1.31	1.68	1.68	1.71
Po ai Murazzi	1.88	09/02/02 15.30	0.25	0.41	0.81	0.98	1.21	1.44	1.45
Sangone a Moncalieri q.a.	1.74	09/02/02 2.30	0.54	0.9	1.42	1.69	1.69	1.69	1.69

Il Po a Torino Murazzi ha registrato un modesto innalzamento dovuto essenzialmente agli apporti del Sangone e del Chisola.