

◆ 1.3 ANALISI PLUVIOMETRICA

Secondo Barbero, Luca Mensio, Davide Rabuffetti (**), Elena Turroni
(**) Collaboratore esterno CSI Piemonte

1.3.1 INTRODUZIONE

Dalla distribuzione areale delle precipitazioni cumulate totali dell'evento, corrispondente al periodo compreso tra Venerdì 13 ore 0:00 e

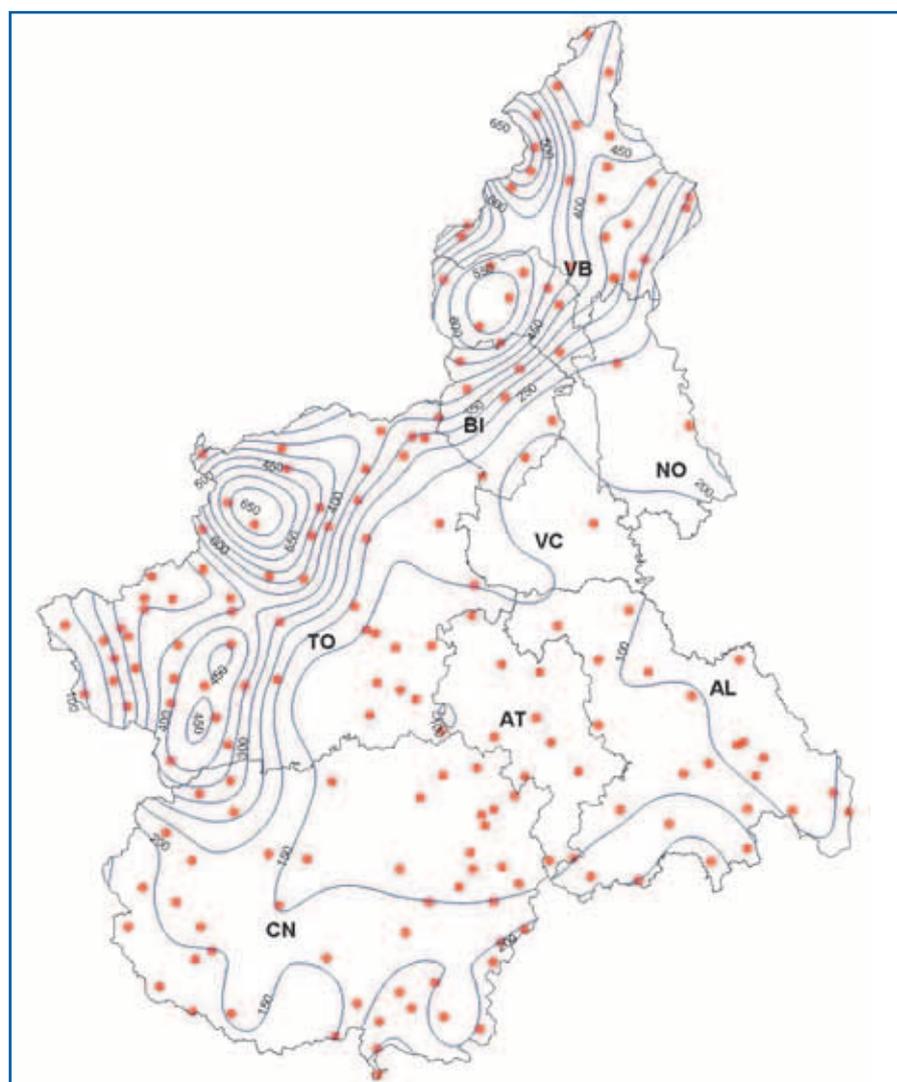


Figura 1.30 ◆
Precipitazioni cumulate in 96 ore da venerdì 13/10 ore 0:00 a Martedì 17/10 ore 0:00 con ubicazione delle stazioni meteopluviometriche regionali.

Martedì 17 ore 0:00 (**Figura 1.30** ◆), si osserva come le zone maggiormente colpite dagli intensi fenomeni meteorici, siano i settori alpini e prealpini del Piemonte Settentrionale e Occidentale tra il Verbano-Cusio-Ossola e la Valle Po. L'evento ha inoltre interessato, sebbene in misura minore, la restante parte della regione ed in particolare l'Alto Tanaro. I bacini dello Scrivia e del Curone non sono stati investiti dall'evento. I massimi di precipitazione cumulata sull'intero evento sono stati registrati nei tre seguenti settori:

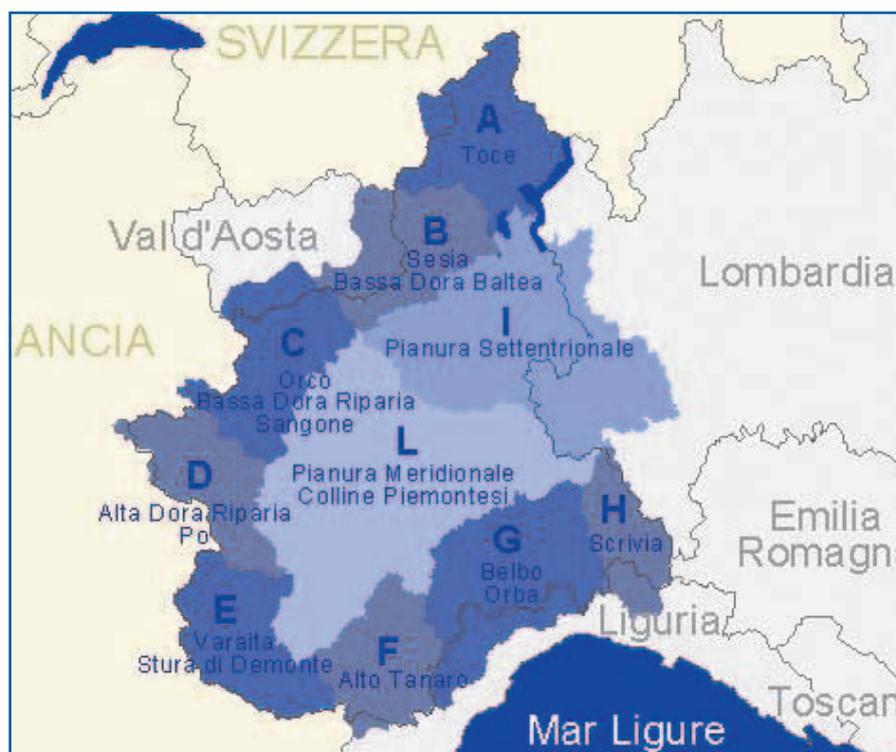
- Verbano Occidentale con le stazioni di Bognanco Pizzanco 747 mm, Bognanco Lago Paione 732 mm, Antrona Alpe Cheggio 619 mm,

Varzo San Domenico 613 mm;
• Val Sesia e Biellese con le stazioni di Boccioleto Ronchi 665 mm, Trivero 634 mm;
• Canavese e Valli di Lanzo con le stazioni di Ala di Stura 716 mm, Piamprato 698 mm, Forno Alpi Graie 688 mm, Corio Piano Audi 641 mm, Ceresole Lago Agnel 414 mm;
• Val Sangone-Valle Po con le stazioni di Coazze 598 mm.
Nell'Alto Tanaro i massimi di precipitazione cumulata dell'evento sono stati registrati dalla stazione di Briga Alta-Piaggia con 284 mm

1.3.2 PIOGGE MEDIE AREALI

Data la dinamica dell'evento in questione e dal momento che gli effetti maggiori si sono avuti sui corsi d'acqua principali, in corrispondenza di sezioni sottendenti bacini idrografici di medie e gran-

Figura 1.31 ♦
Aree d'allertamento del territorio regionale



di dimensioni, risulta estremamente significativo analizzare le precipitazioni innanzitutto da un punto di vista delle scala spazio-temporale maggiore. Pertanto si considerano le piogge medie su macro aree del territorio regionale, in particolare si è tenuto conto delle piogge medie areali calcolate sulle aree di allertamento regionali. Generalmente queste aree sono state delimitate sulla base di valutazioni riguardanti l'omogeneità idrologica meteorologica e climatica e sono formate dall'insieme di più bacini idrografici. (Figura 1.31 ♦)

Come mostrato in Figura 1.32 ♦ e in Figura 1.33 ♦ le piogge cumulate sulle lunghe durate (36 ore) risultano significativamente maggiori di quelle a media durata (12 ore)

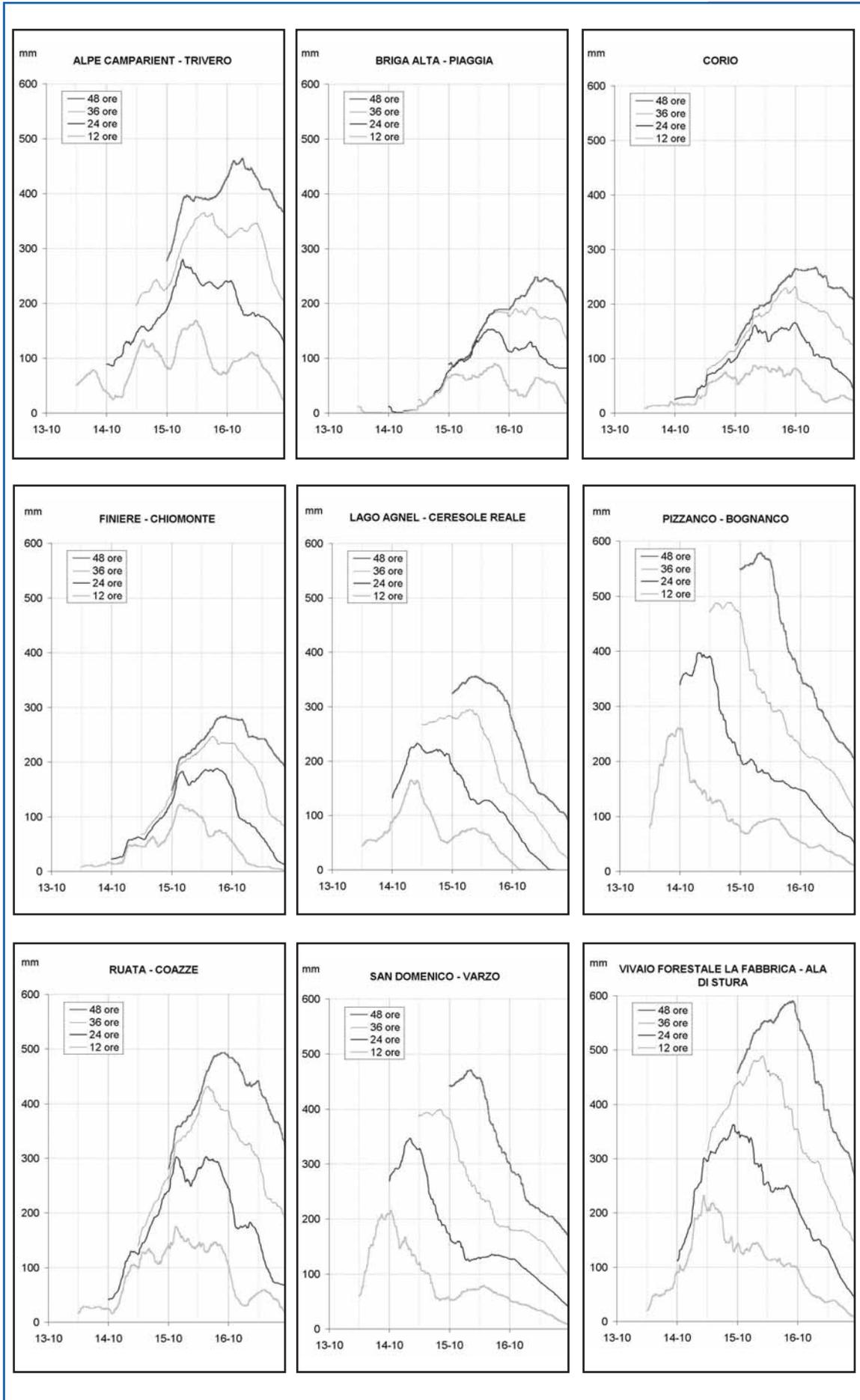
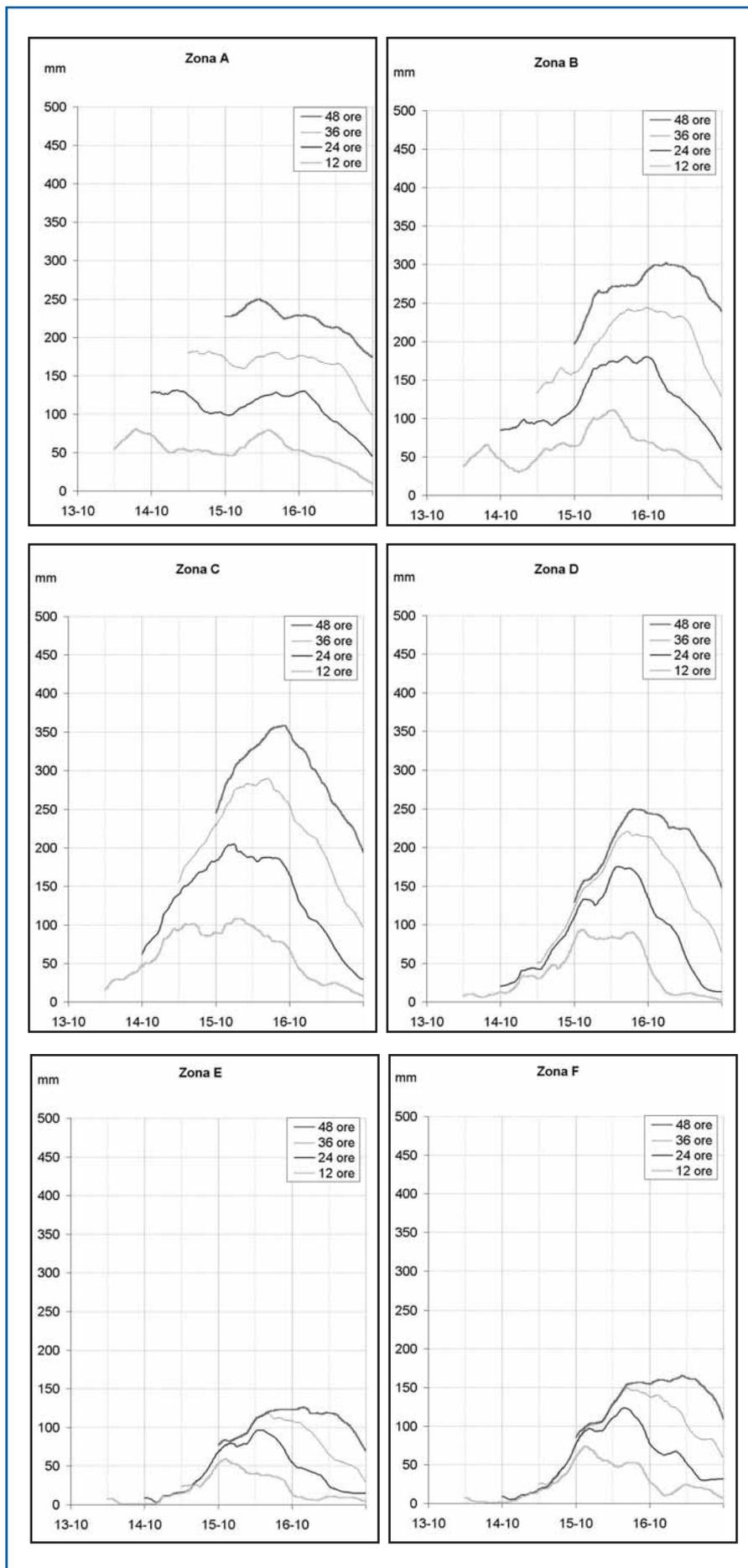
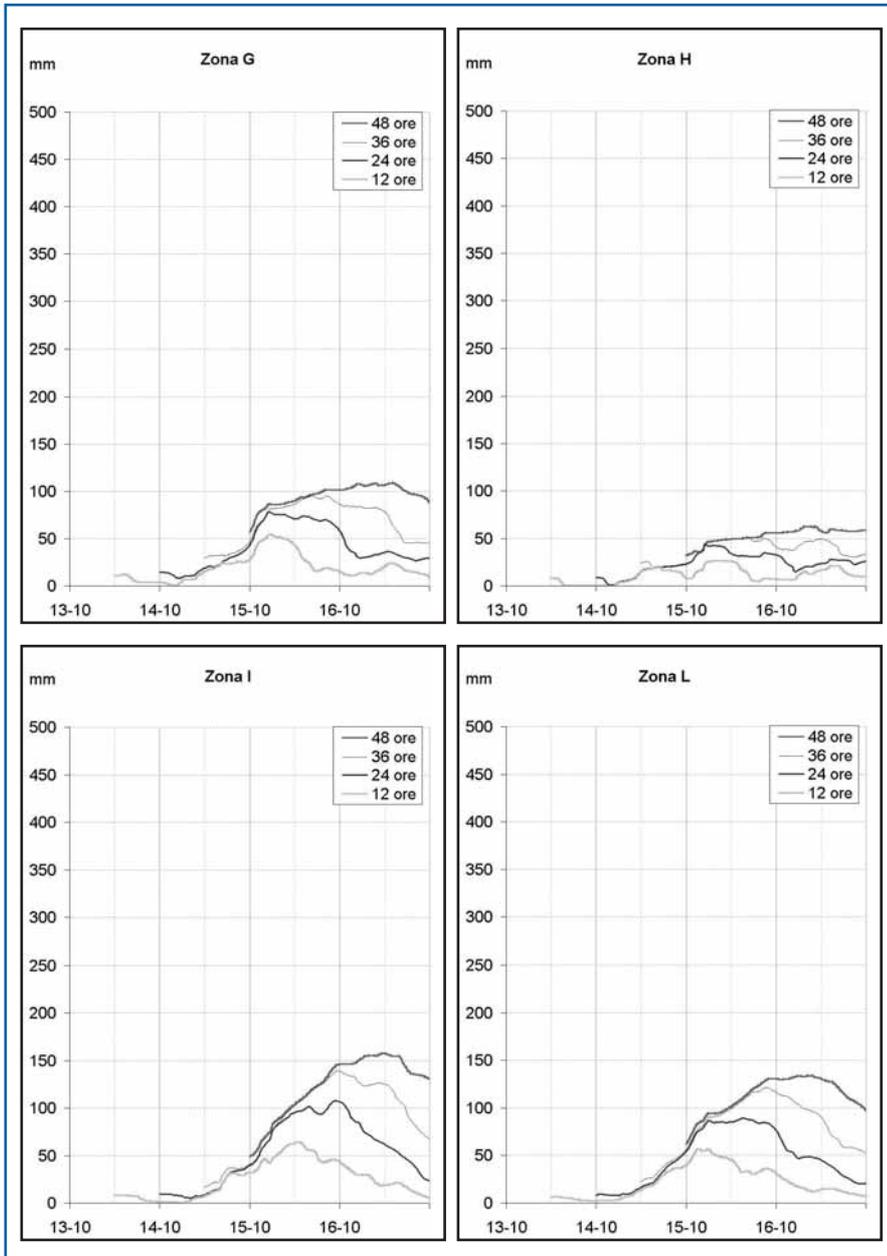


Figura 1.32 ◆
letogramma di pioggia a diverse aggregazioni temporali per alcune stazioni significative.

Figura 1.33 ◆

letogrammi di pioggia ragguagliata a diverse aggregazioni temporali per le zone d'allertamento regionale.





A questo scopo in si sono raccolti i valori massimi dell'altezza di pioggia cumulata ragguagliata relativa alle zone del sistema di allertamento regionale.

NB: Per le aggregazioni di uno e più giorni vengono utilizzati i valori di pioggia cumulata giornaliera, per le aggregazioni di 6 – 12 ore si utilizzano i dati aggregati a 10 minuti

Tabella 1 - Valori massimi dell'altezza di pioggia media areale relativa alle zone del sistema di Allertamento Regionale per diverso intervallo di aggregazione

ZONA	6 ore	12 ore	1 giorno	2 giorni	3 giorni
Toce	47.7	80.8	128.9	229	356.6
Sesia – Bassa Dora Baltea	68.1	111.1	180	293	377.7
Orco – Bassa Dora Riparia – Sangone	64.1	108.3	183.3	348.2	410.9
Alta Dora Riparia – Po	56.4	93.4	135.2	244.6	265
Varaita – Stura di Demonte	35.7	59.1	68.5	123.3	138.4
Alto Tanaro	45.2	73.7	77.7	154.6	186.1
Belbo – Orba	41.8	54.5	58.5	101.5	131
Scivia	22.9	26.8	32.9	58.7	81.6
Pianura settentrionale	40.4	64.3	106.6	146.1	169.9
Pianura meridionale - Colline piemontesi	35.1	56.8	76.6	130.6	151.3

1.3.3 PIOGGE PUNTUALI

Nel presente paragrafo vengono riportati i valori di pioggia puntuali registrati da una selezione di stazioni meteopluviometriche della rete di monitoraggio regionale, ritenute le più significative per caratterizzare l'evento. Il criterio di scelta tiene conto dei totali di pioggia cumulata e della distribuzione geografica dei punti di misura. Per ciascuna di queste stazioni vengono riportati e commentati i totali giornalieri e dell'intero evento, i grafici degli ietogrammi ed una analisi statistica basata sul confronto con le linee segnalatrici di possibilità pluviometrica.

La distribuzione delle precipitazioni nei diversi bacini del territorio regionale ben si accorda da un punto di vista cronologico, con l'evoluzione dell'evento meteorologico. Il confronto delle precipitazioni misurate puntualmente nei diversi ambiti territoriali, consente infatti di osservare il seguente quadro:

Si osserva una maggiore concentrazione dei fenomeni nel giorno 13 ottobre nelle seguenti aree: Verbano Occidentale (Bognanco-Pizzanco, Varzo S.Domenico e Antrona-Alpe Cheggio), Val Sesia (Fobello), Canavese (Ceresole Reale-Villa, Ceresole Reale-Lago Agnel).

La maggior parte delle precipitazioni si sono concentrate nelle ventiquattro ore comprese tra la seconda parte della giornata del 14 e la prima del 15, in questa fase le precipitazioni si sono diffuse in tutta la regione ed in particolare nella zona alpina e prealpina. Si osserva una maggiore concentrazione dei fenomeni tra i giorni 15 e 16 ottobre nelle seguenti aree:

- Valle Pellice-Po (Angrogna-Vaccera, Barge-Valle Infernotto),
- Alta Valle Tanaro (Villanova Mondovi-Rifugio Hawis, Briga Alta-Upega, Briga Alta-Piaggia, Frabosa Sottana-Borello),
- Valli Susa-Sangone (Giaglione-Val Clarea, Coazze-Ruata, Chiomonte-Finiere).

In particolare la fase iniziale dell'evento ha investito lo spartiacque tra Piemonte e Valle d'Aosta e tra Piemonte e Svizzera nell'Alta Valle Ossola e Val Formazza e data la quota elevata dello zero termico, le precipitazioni sono state per la maggior parte di carattere liquido.

Questa circostanza ha certamente amplificato gli effetti delle piogge causando piene ingenti anche nei bacini alle quote maggiori. Solamente nella parte terminale dell'evento l'andamento delle precipitazioni è stato condizionato, nei settori di quota più rilevata, da un rapido calo dello zero termico che ha trasformato le precipitazioni liquide in neve al di sopra dei 1900 metri, come risulta evidente osservando gli ietogrammi di alta quota di Alagna-Bocchetta delle Pisse e Bobbio Pellice-C.Ile Barant.

Nella Tabella 2 per ciascuna delle stazioni selezionate, vengono riportati i totali giornalieri e di evento.

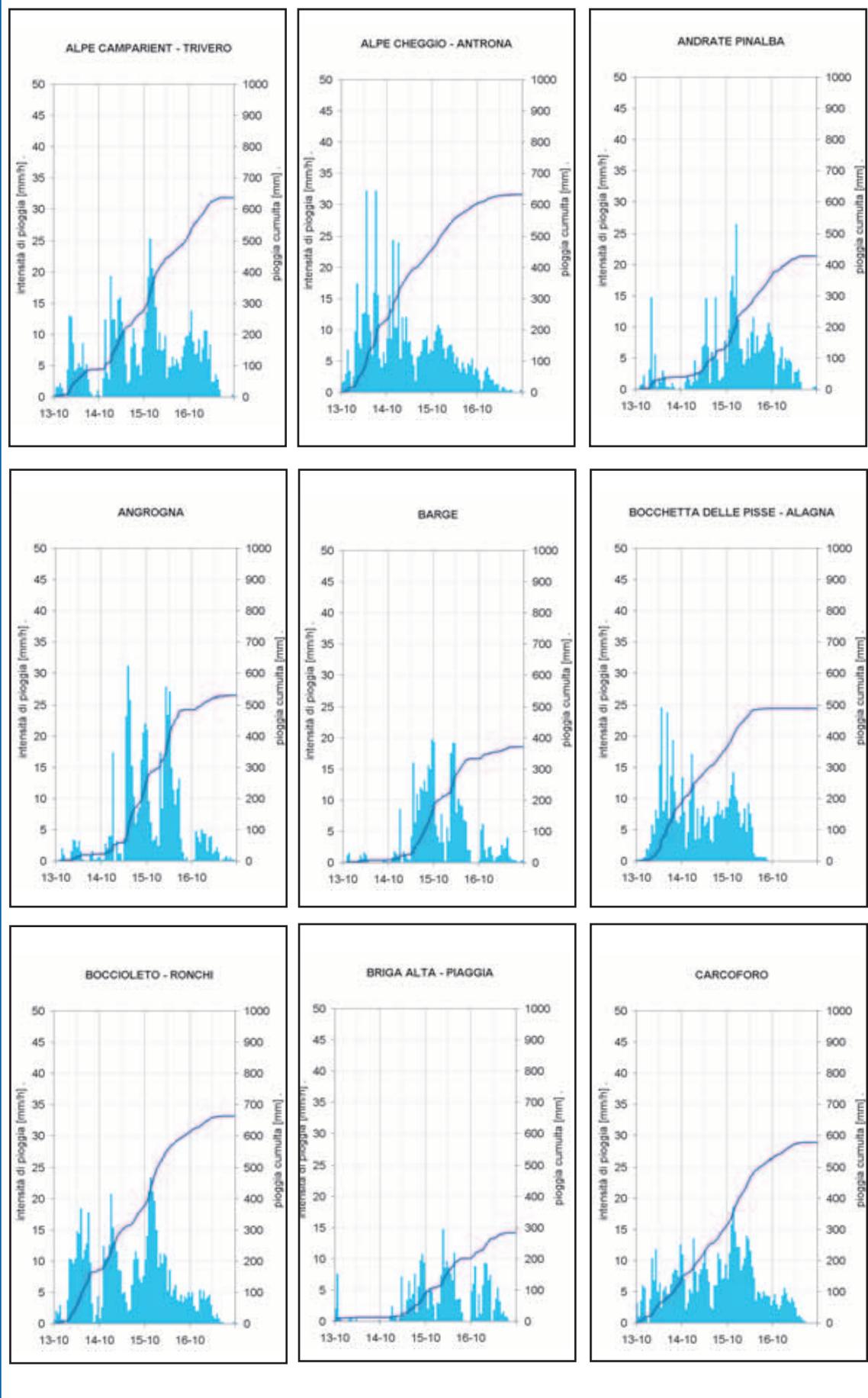
Interessante appare il quadro delle intensità di precipitazione, con valori di pioggia oraria che generalmente hanno superato nel corso dell'intero evento 5-10 mm/ora ed hanno fatto frequentemente registrare picchi superiori a 15-20 mm/ora ed in alcuni casi compresi tra 25 e 45 mm/ora; inoltre solo in rari casi si osservano significative interruzioni delle precipitazioni.

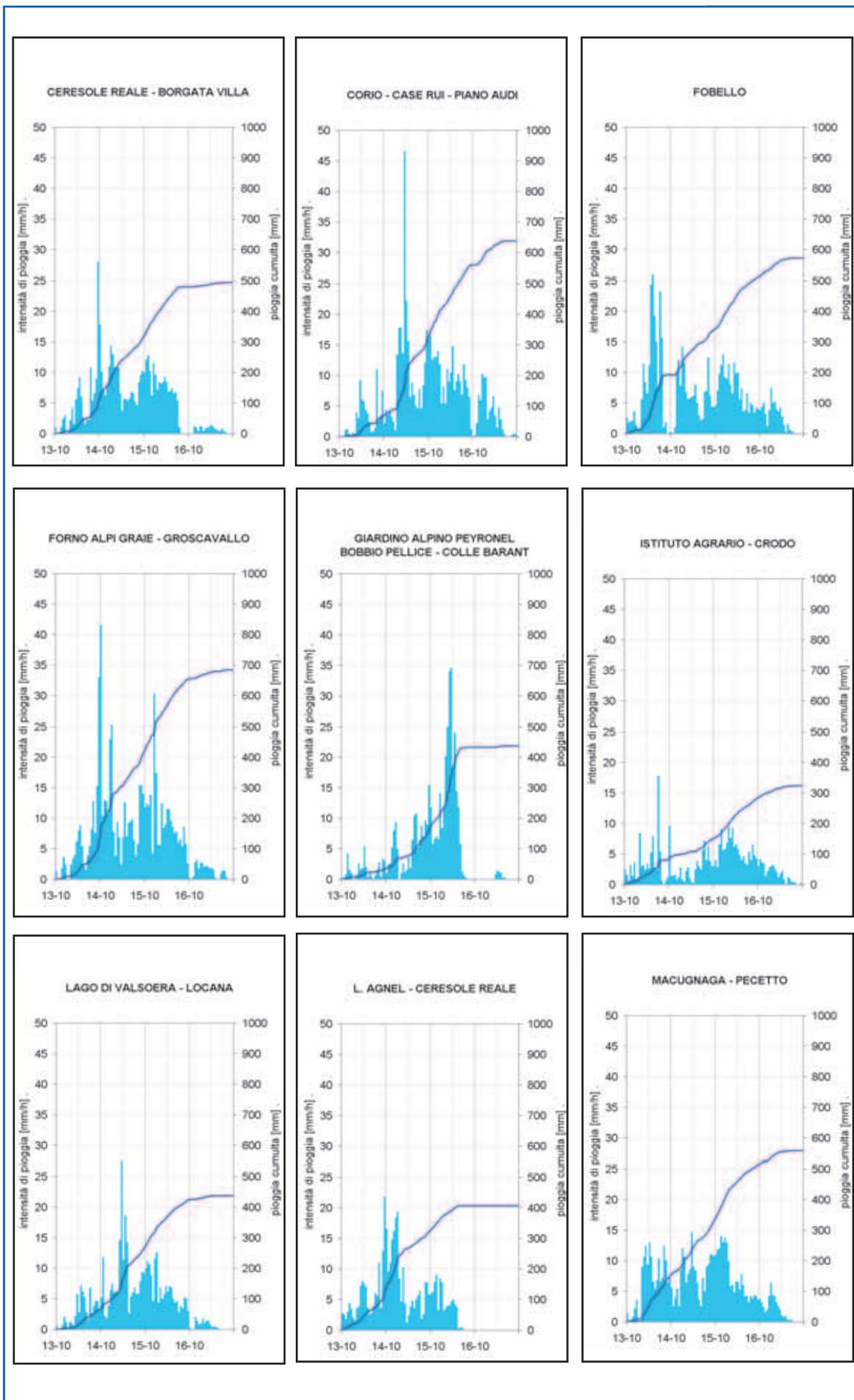
Tabella 2 - Altezza di pioggia giornaliera registrata nei giorni 13 – 16 Ottobre nelle diverse aree interessate.

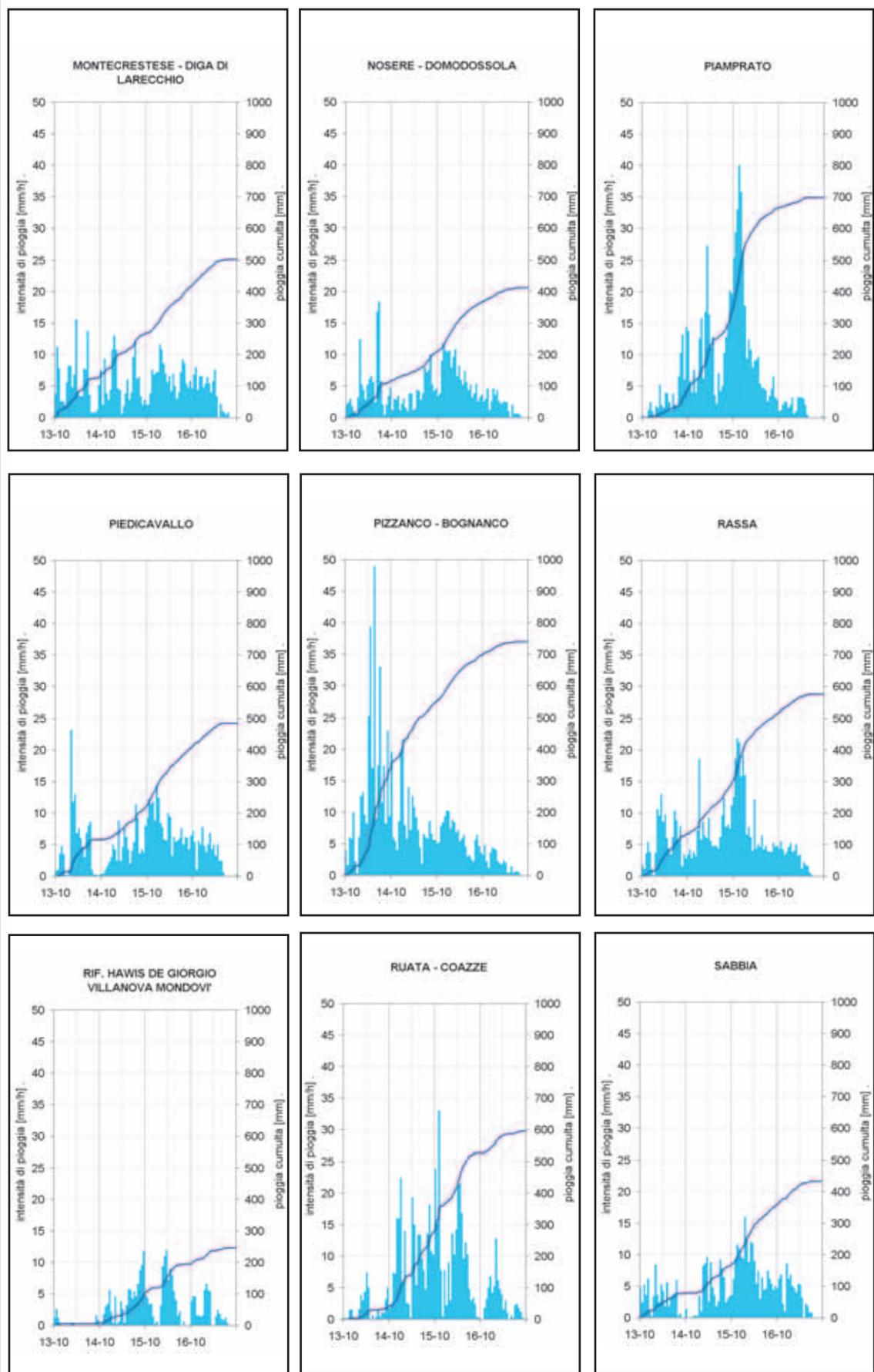
ZONA	STAZIONE	Altezza di pioggia giornaliera [mm]				Totale Evento
		13	14	15	16	
Toce	Bognanco Pizzanco	339.0	210.6	148.2	42.2	740.0
	Antrona Alpe Cheggio	232,0	225,0	145,4	29,8	632,2
	Varzo San Domenico	269.4	173.0	127.6	40.6	610.6
	Macugnaga Pecetto	153,0	182,0	179,2	44,0	558,2
	Valstrona Sambughetto	121.6	99.0	191.6	125.2	537.4
	Montecrestese					
	Lago di Larecchio	131,6	135,2	151,0	85,0	502,8
	Formazza Bruggi	143,0	129,8	130,4	29,6	432,8
	Domodossola Nosere	118.4	91.6	158.4	44.0	412.4
	Crodo Istituto Agrario	81.6	68.0	133.4	40.8	323.8
Sesia Dora Baltea	Boccioletto Ronchi	172,0	204,4	235,0	51,4	662,8
	Trivero Alpe Camparient	88,8	189,2	240,0	118,0	636,0
	Carcoforo	138.4	175.0	213.0	51.4	577.8
	Fobello	192.0	149.0	172.8	58.0	571.8
	Rassa	133.4	167.2	217.6	58.0	576.2
	Alagna					
	Bocchetta Delle Pisse	184.8	179.0	123.6	0.0	487.4
	Piedicavallo	115,8	105,6	189,0	75,6	486,0
	Sabbia Municipio	77.2	89.4	190.6	75.6	432.8
	Andrate Pinalba	40,0	98,0	226,2	65,0	429,2
Orco Stura di Lanzo	Ala Di Stura					
	Vivaio Forestale	112.2	346.2	210.6	42.6	711.6
	Valprato Soana Piamprato	86.6	260.0	318.6	32.8	698.0
	Groscavallo					
	Forno Alpi Graie	137.2	282.6	234.6	29.8	684.2
	Corio Piano Audi	69.6	249.8	240.0	78.2	637.6
	Varisella Filiè	23,8	168,2	242,4	70,2	504,6
	Ceresole Reale Villa	112.0	202.8	163.4	14.2	492.4
	Viù Niquidetto	34,2	192,0	228,0	34,8	489,0
	Locana Lago Di Valsoera	66.6	202.0	155.6	13.2	437.4
Dora Riparia Sangone	Ceresole Reale					
	Lago Agnel	132.6	192.2	82.2	0.0	407.0
	Coazze Ruata	41.6	239.8	246.0	68.2	595.6
	Chiomonte Finiere	22.6	126.6	152.8	10.0	312.0
Pellice Alto Po	Giaglione Val Clarea	25,2	118,6	148,8	14,6	307,2
	Angrogna Vaccera	23.0	226.8	236.2	44.0	530.0
	Bobbio Pellice Colle Barant	35.8	134.4	262.6	5.0	437.8
Alto Tanaro	Barge Valle Infernotto	8,6	162,4	162,8	38,6	372,4
	Briga Alta Piaggia	12,4	77,2	112,0	82,6	284,2
	Frabosa Sottana Borello	11,0	114,0	88,8	36,4	250,2
	Villanova Mondovì					
Rifugio de Giorgio	8,6	94,4	91,8	51,6	246,4	

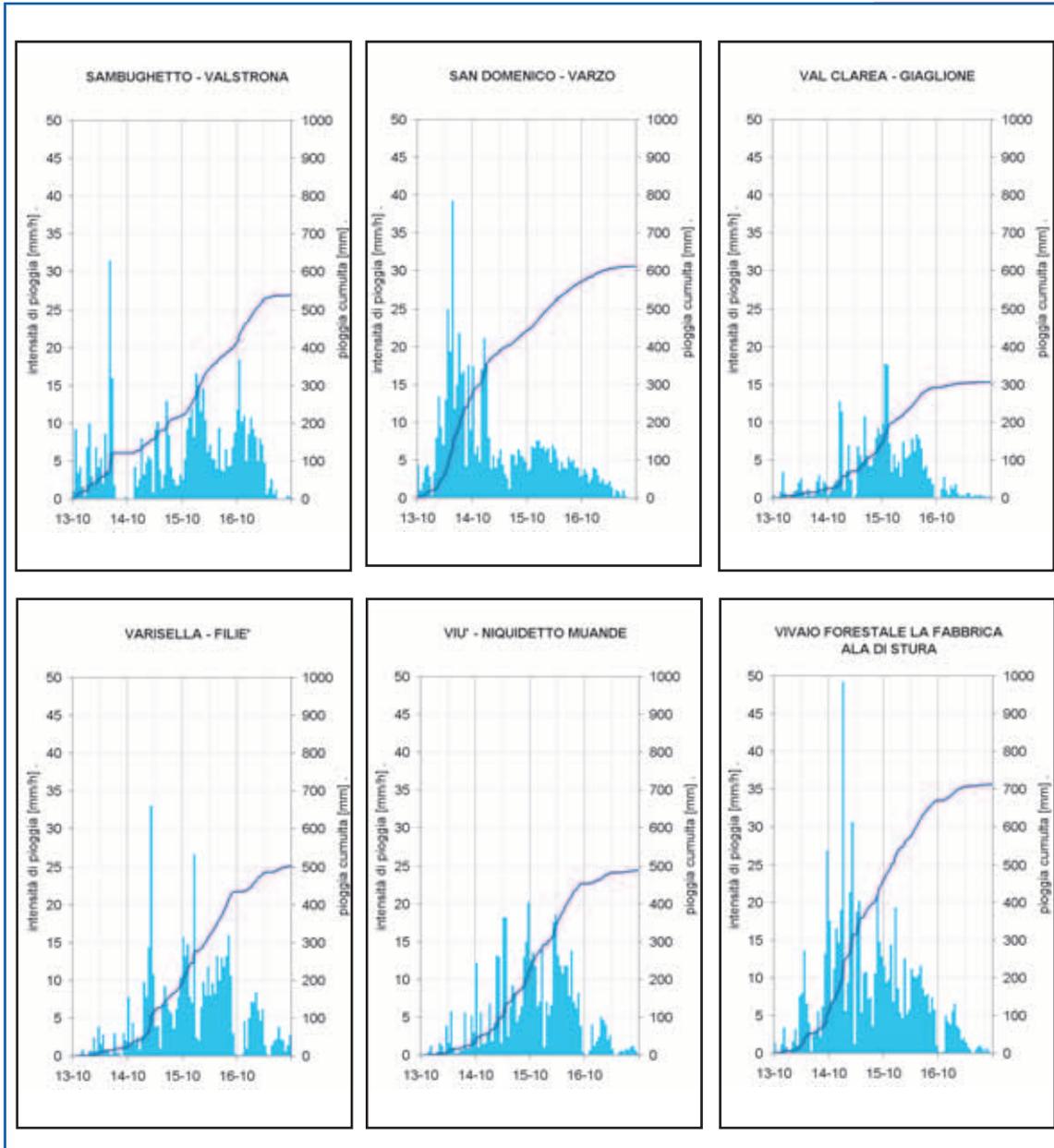
Negli ietogrammi che seguono viene illustrata la distribuzione temporale delle piogge per ciascuna stazione meteopluviometrica selezionata. In tali diagrammi vengono riportati, in funzione del tempo espresso in giorni (asse delle ascisse), l'intensità oraria espressa in millimetri/ora, in forma di istogramma (primo asse delle ordinate) e la pioggia cumulata espressa in millimetri, in forma di linea continua (secondo asse delle ordinate).

Figura 1.34 ♦
*letogramma delle
stazioni
significative.*









I dati fondamentali che consentono una caratterizzazione delle precipitazioni puntualmente registrate sono sintetizzati in Tabella 3. Per ciascuna delle stazioni precedentemente selezionate, accorpate per bacino o per gruppi di bacini contigui, vengono riportate le massime altezze di pioggia espresse in funzione di diverse aggregazioni temporali (1, 3, 6, 12, 24 ore) calcolate sulla base dei dati di pioggia misurati con cadenza di 10 minuti, utilizzando una finestra mobile di ampiezza corrispondente a ciascuna durata. Come si può notare osservando la Tabella 3 le precipitazioni sono state caratterizzate da intensità piuttosto elevate sia sulle brevi durate (1, 3, 6 ore) e soprattutto sulle medie durate (12, 24 ore).

In particolare, per le brevi durate si segnalano i massimi di precipitazione oraria registrati dalle stazioni di Bognanco-Pizzanco, Ceresole Reale-Villa, Corio-Piano Audi, Varisella-Filie', Groscavallo-Forno Alpi Graie, Ala di stura-Vivaio Forestale e Piamprato, superiori a 40 mm/ora; i casi di Varzo-San Domenico, Fobello, Corio-Piano Audi, dove sono state superate punte di 70 mm in 3 ore con massimi assoluti di 108 mm in

3 ore a Bognanco-Pizzanco. Si segnalano inoltre i valori su 6 ore registrati a Bognanco-Pizzanco (167.6 mm/6 ore) e Bobbio Pellice-Colle Barant (160.6 mm in 6 ore). Per la medie durate sono degni di nota i valori registrati dalle stazioni di Varzo-San Domenico, Bognanco-Pizzanco, Groscavallo-Forno Alpi Graie, Ala di stura-Vivaio Forestale, Piamprato, Angrogna-Vaccera, Bobbio Pellice-Colle Barant, dove sono stati superati i 200 mm in 12 ore e quelli registrati dalle stazioni di Bognanco-Pizzanco, Ala di stura-Vivaio Forestale, Piamprato e Angrogna-Vaccera che hanno superato i 350 mm in 24 ore.

Tabella 3 - Massime altezze di precipitazione per differenti durate registrata nei giorni 13– 16 Ottobre.

ZONA	STAZIONE	Massima altezza di pioggia [mm]				
		1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Toce	Bognanco Pizzanco	49	108.8	167.6	261.4	397.4
	Antrona Alpe Cheggio	32.2	66.2	108.6	183.4	316.4
	Varzo San Domenico	39.2	83.6	132.2	215.8	346.6
	Macugnaga Pecetto	16.2	41.2	77.8	141.4	231
	Valstrona Sambughetto	38.8	52.6	79.4	128.4	215.8
	Montecrestese					
	Lago di Larecchio	16.4	36.6	53.2	90.6	163
	Formazza Bruggi	20.4	40.2	68.2	107.4	178.4
	Domodossola Nosere	25.2	42.2	61.2	107.4	178.2
	Crodo Istituto Agrario	17.8	26.2	46.2	83.4	135.2
Sesia - Dora Baltea	Bocciolletto Ronchi	24.4	66.4	117	177.6	266.4
	Trivero Alpe Camparient	26.2	66	114.2	168.6	280.2
	Carcoforo	18.6	49	86.2	152.2	240.6
	Fobello	28.4	72.4	115.6	174.4	235.4
	Rassa	23	63.8	115.6	172.4	251.2
	Alagna					
	Bocchetta Delle Pisse	28.4	48.4	89	154	250.8
	Piedicavallo	24.4	48	71.6	119.6	194.6
	Sabbia Municipio	17	39.4	72.6	127.8	193.2
	Andrate Pinalba	29.4	59.4	96.4	131.2	231.2
Orco - Stura di Lanzo	Ala Di Stura					
	Vivaio Forestale	49.2	84.2	137.8	232.4	362.6
	Valprato Soana Piamprato	41.2	109	190.6	287.2	414
	Groscavallo Forno					
	Alpi Graie	43.2	91	126.8	217	307.8
	Corio Piano Audi	46.6	91.4	135	178.6	326
	Varisella Filiè	42.4	58.4	86.6	134.8	258
	Ceresole Reale Villa	29.2	58.4	79.6	149.8	226
	Viù Niquidetto	25	49.4	86.2	138.6	264
	Locana Lago Di Valsoera	27.4	57.4	93	127.8	233.2
Dora Riparia Sangone	Ceresole Reale Lago Agnel	23.6	55.6	93.6	164.6	233
	Coazze Ruata	34.6	74.6	111.4	174.8	303
	Chiomonte Finiere	27.6	55.2	85.2	122.2	188
Pellice – Alto Po	Giaglione Val Clarea	18.8	47	71.6	108.8	175.2
	Angrogna Vaccera	32.4	82	123.2	209.8	359.4
	Bobbio Pellice Colle Barant	37.2	97	160.6	225	329.4
Alto Tanaro	Barge Valle Infernotto	22.2	56	95.4	161.8	260.2
	Briga Alta Piaggia	15.8	34.4	57.6	89.8	153
	Frabosa Sottana Borello	19.8	40.4	59.6	93.8	152.4
	Villanova Mondovì					
Rifugio de Giorgio	14.2	33	57.8	76.2	141	

1.3.4 ANALISI STATISTICA

La stima dei tempi di ritorno relativi alle precipitazioni registrate è stata effettuata separatamente per le piogge medie areali e per le piogge puntuali.

Piogge medie areali.

Per quantificare la rarità dell'evento in esame si è effettuato il confronto tra i valori calcolati sulla base delle osservazioni disponibili e le linee segnalatrici di possibilità pluviometrica utilizzate per la determinazione delle soglie pluviometriche del sistema di allertamento (Figura 35); queste ultime sono state elaborate sulla base dei dati pluviometrici storici del servizio Idrografico nazionale.

Per quanto riguarda le piogge ad aggregazione superiore ad un giorno si segnala una criticità elevata, nelle zone: "Toce", "Dora Baltea – Sesia", "Orco - Stura di Lanzo", "Dora Riparia – Pellice" e "Pianura Settentrionale". Per la zona "Alto Tanaro" si segnala una media criticità mentre le piogge relative a "Belbo – Orba", "Scrivia" e "Pianura meridionale e Colline piemontesi", non risultano particolarmente critiche. Per quanto riguarda la Bormida è utile ricordare che una parte significativa del bacino appartiene al territorio Ligure per il quale non si dispone di dati misurati.

Per le durate fino a 12 ore invece si evidenziano valori di media criticità solamente nelle zone: "Orco - Stura di Lanzo" e "Dora Riparia – Pellice" e relativamente alle sole durate di 6 e 12 ore.

A questo proposito si deve segnalare il caso particolare della zona "Toce", dove il campo di pioggia è caratterizzato da una elevata variabilità spaziale con valori di precipitazione estremi esclusivamente nella parte occidentale, perciò a fronte di valori bassi per le piogge ragguagliate si sono registrate ingenti piene in alcuni bacini medio piccoli quali ad esempio i torrenti Bogna e Diveria.

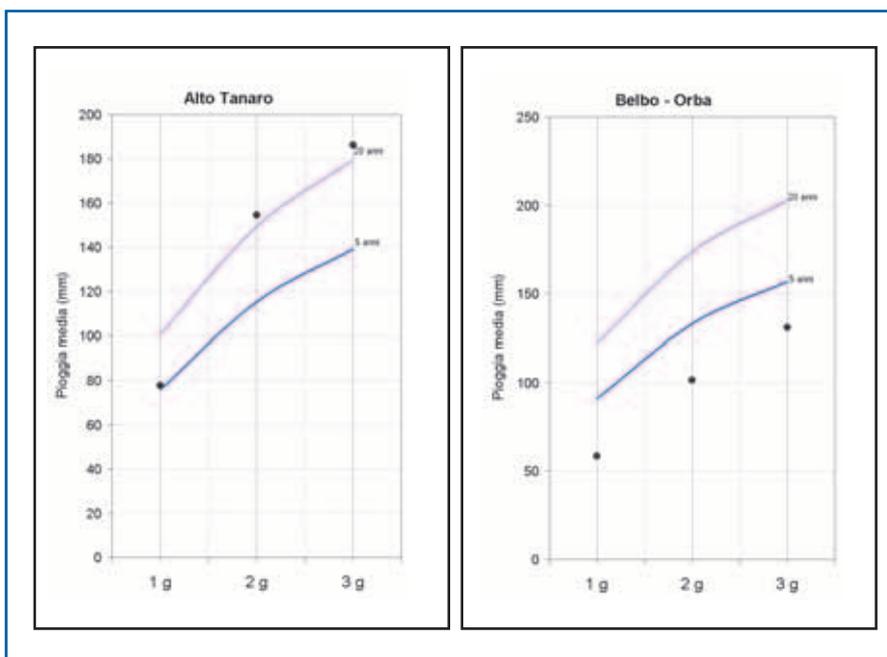
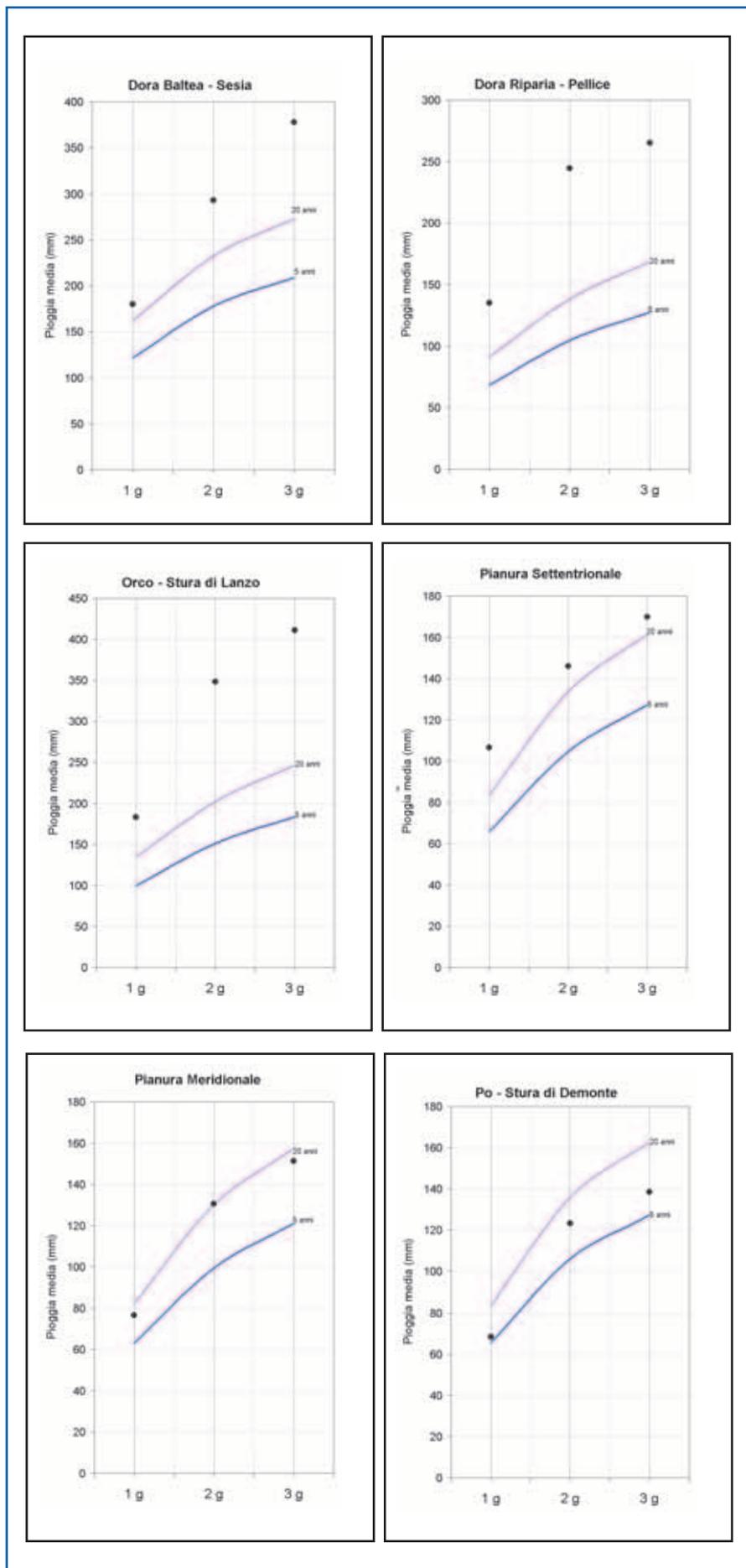
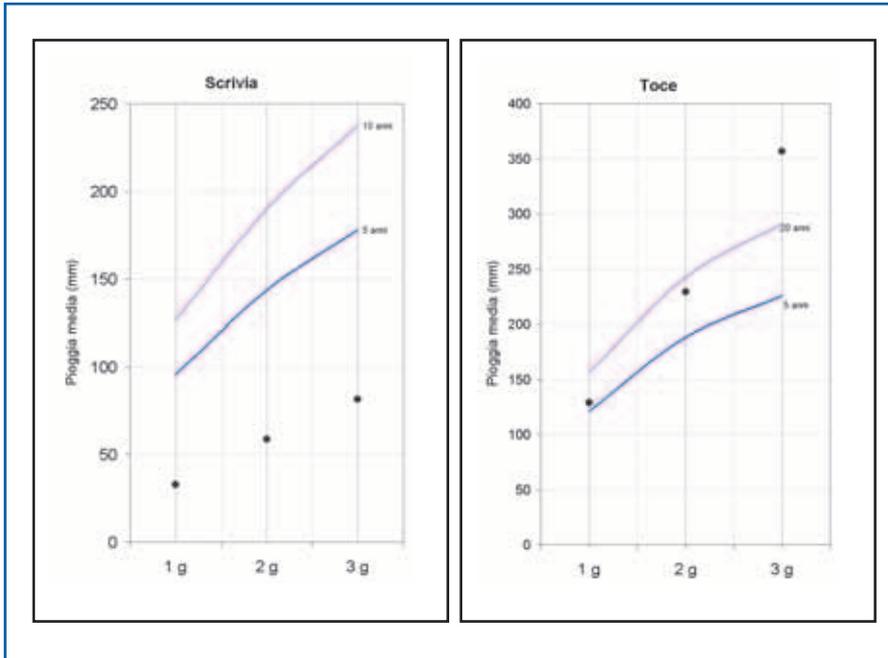


Figura 1.35 ◆
Confronto delle altezze di pioggia media areale dell'evento con le curve di possibilità pluviometrica relative a tempi di ritorno di 5 e 20 anni





Piogge puntuali

Per quanto riguarda le piogge puntuali, la stima dei tempi di ritorno è stata effettuata sulla base delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica elaborate con diversi modelli statistici:

- approccio scala-invariante e distribuzione log-normale con interpolazione spaziale dei dati attraverso kriging (RAP-Raifall Analysis Package-, realizzato dal Dott. Ing. P. Burlando, dal Dott. Ing. G. Oliva e dal Prof. Ing. R. Rosso, in collaborazione con Arpaceas);
- analisi regionale e distribuzione TCEV (atlante delle piogge intense sulle alpi occidentali realizzato nell'ambito del progetto Interreg IIc, in pubblicazione)
- confronto con le stime prodotte dall'autorità di Bacino del Po pubblicate nella direttiva "piena di progetto" del PAI.

I risultati sono riportati in Tabella 4

Tabella 4 - Tempi di ritorno relativi alla precipitazione registrata per differenti durate.

ZONA	Stazione	Tempi di ritorno[anni] per diverse durate				
		1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Toce	Bognanco Pizzanco	>200	>200	>200	>200	>200
	Antrona Alpe Cheggio	20	30	50-100	100-200	>200
	Varzo San Domenico	100	>200	>200	>200	>200
	Macugnaga Pecetto	<2	3-5	10-20	30-50	50-100
	Valstrona Sambughetto	5	2-3	2-3	3-5	5-10
	Montecrestese					
	Lago di Larecchio	<2	2-3	2-3	3-5	5-10
	Formazza Bruggi	2-3	2-3	5-10	5-10	10
	Domodossola Nosere	3-5	2-3	2-3	3-5	5-10
	Crodo Istituto Agrario	<2	<2	<2	2-3	3-5

(Segue pagina successiva)

Tabella 4 - Tempi di ritorno relativi alla precipitazione registrata per differenti durate.

ZONA	Stazione	Tempi di ritorno[anni] per diverse durate				
		1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Sesia - Dora Baltea	Boccioletto Ronchi	2-3	5-10	20-30	30-50	30-50
	Trivero Alpe Camparient	<2	5-10	20	20-30	30-50
	Carcoforo	<2	3-5	5-10	20-30	30-50
	Fobello	3-5	10-20	30-40	40-50	20-30
	Rassa	<2	5-10	20-30	20-30	30-50
	Alagna -Bocchetta Delle Pisse	10-20	10-20	20-30	30-50	50-100
	Piedicavallo	<2	2-3	2-3	3-5	5-10
	Sabbia Municipio	<2	<2	2-3	3-5	3-5
	Andrate Pinalba	2-3	3-5	10-20	20-30	100-200
Orco - Stura di Lanzo	Ala Di Stura Vivaio Forestale	50-100	30-50	50-100	>200	>200
	Valprato Soana Piamprato	20-50	200	>200	>200	>200
	Groscavallo Forno Alpi Graie	100-200	150-200	>200	>200	>200
	Corio Piano Audi	10-20	30-50	50-100	50-100	>200
	Varisella Filiè	20-30	5-10	10-20	20-30	150-200
	Ceresole Reale Villa	20-30	30-50	30-50	150-200	150-200
	Viù Niquidetto	2-3	3-5	10-20	20-40	150-200
	Locana Lago Di Valsoera	3-5	5-10	10-20	10-20	50-100
	Ceresole Reale Lago Agnel	10-20	50-100	150-200	>200	>200
Dora Riparia Sangone	Coazze Ruata	10-20	30-50	50-100	>200	>200
	Chiomonte Finiere	50-100	150-200	>200	>200	>200
	Giaglione Val Clarea	5-10	50-100	150-200	>200	>200
Pellice – Alto Po	Angrogna Vaccera	10-20	80-100	100-150	>200	>200
	Bobbio Pellice Colle Barant	100-150	>200	>200	>200	>200
	Barge Valle Infernotto	2-3	5-10	20-30	50-100	150-200
Alto Tanaro	Briga Alta Piaggia	<2	<2	2-3	2-3	3-5
	Frabosa Sottana Borello	<2	2-3	2-3	5-10	10-20
	Villanova Mondovì Rifugio de Giorgio	<2	<2	2-3	2-3	5-10

Nella **Figura 1.36** ♦ vengono illustrati i risultati per le stazioni più significative, le altezze di pioggia dell'evento (asse delle ordinate), espresse in funzione di diverse durate (1, 3, 6, 12, 24 ore – asse delle ascisse), vengono confrontate con curve di possibilità pluviometrica di assegnato tempo di ritorno (5, 10, 20, 50 anni). Le altezze di pioggia dell'evento vengono rappresentate con simbolo circolare, le curve di possibilità pluviometrica con linea continua.

Osservando tali diagrammi si nota che la distribuzione dei punti confrontata con le linee di possibilità pluviometrica, riflette le caratteristiche di un evento di lunga durata, in cui i tempi di ritorno crescono con le durate.

Tuttavia si è registrata la presenza, in tutti i bacini interessati dall'evento, di scrosci di notevole intensità in molte stazioni (Bognanco, Varzo, Ala Di Stura, Groscavallo, Chiomonte, Bobbio Pellice), questi hanno ulteriormente aggravato la risposta dei bacini.

ni idrografici interessati anche alle scale spaziali minori.
In particolare, analizzando le piogge massime registrate nelle diverse zone, si può notare:

- Le stazioni ossolane nel settore occidentale hanno fatto registrare valori superiori ad un tempo di ritorno di 200 anni mentre quelle orientali si collocano in un intervallo compreso tra meno di 5 anni e 10 anni.

Le durate più critiche sono quelle maggiori tranne nei casi di Bognanco e Varzo dove le precipitazioni sono risultate estremamente critiche anche per le durate di 1 e 3 ore.

- Le precipitazioni del settore Val Sesia-Dora Baltea registrano generalmente tempi di ritorno nell'intervallo compreso tra 5 e 50 anni e mostrano, anche in questo caso un aumento della criticità con la durata.

Le stazioni che registrano le precipitazioni più critiche sono quelle di Andrate, che appartiene al bacino della Dora Baltea, e di Alagna Valsesia che è situata in alta Val Sesia al confine con la Val d'Aosta.

- Nei bacini Orco-Stura di Lanzo le piogge sono caratterizzate da elevata criticità con valori del Tempo di ritorno generalmente superiori a 150-200 anni per le durate di 12 e 24 ore e solo per le stazioni di Ala di Stura, Groscavallo (valli di Lanzo) e Ceresole Reale – L. Agnel (Alto Orco) le precipitazioni sono risultate critiche anche alle durate minori.

- Le piogge della media Val di Susa, e delle Valli Sangone, Chisone Pellice e Po sono caratterizzate da valori dei tempi di ritorno generalmente superiori ai 200 anni per le durate di 12 e 24 ore.

Le piogge di Chiomonte, Bobbio Pellice e Angrogna sono le più critiche alle durate minori.

- Nel piemonte meridionale (Alto Tanaro) le precipitazioni hanno avuto tempi di ritorno compresi tra meno di 5 anni e 20 anni.

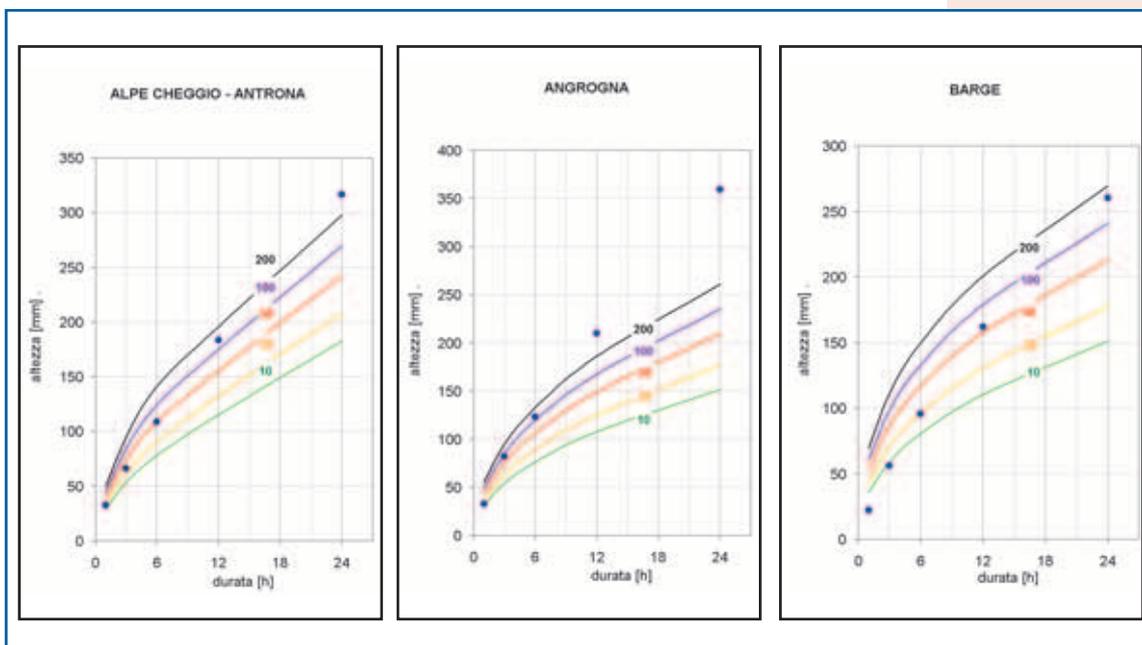
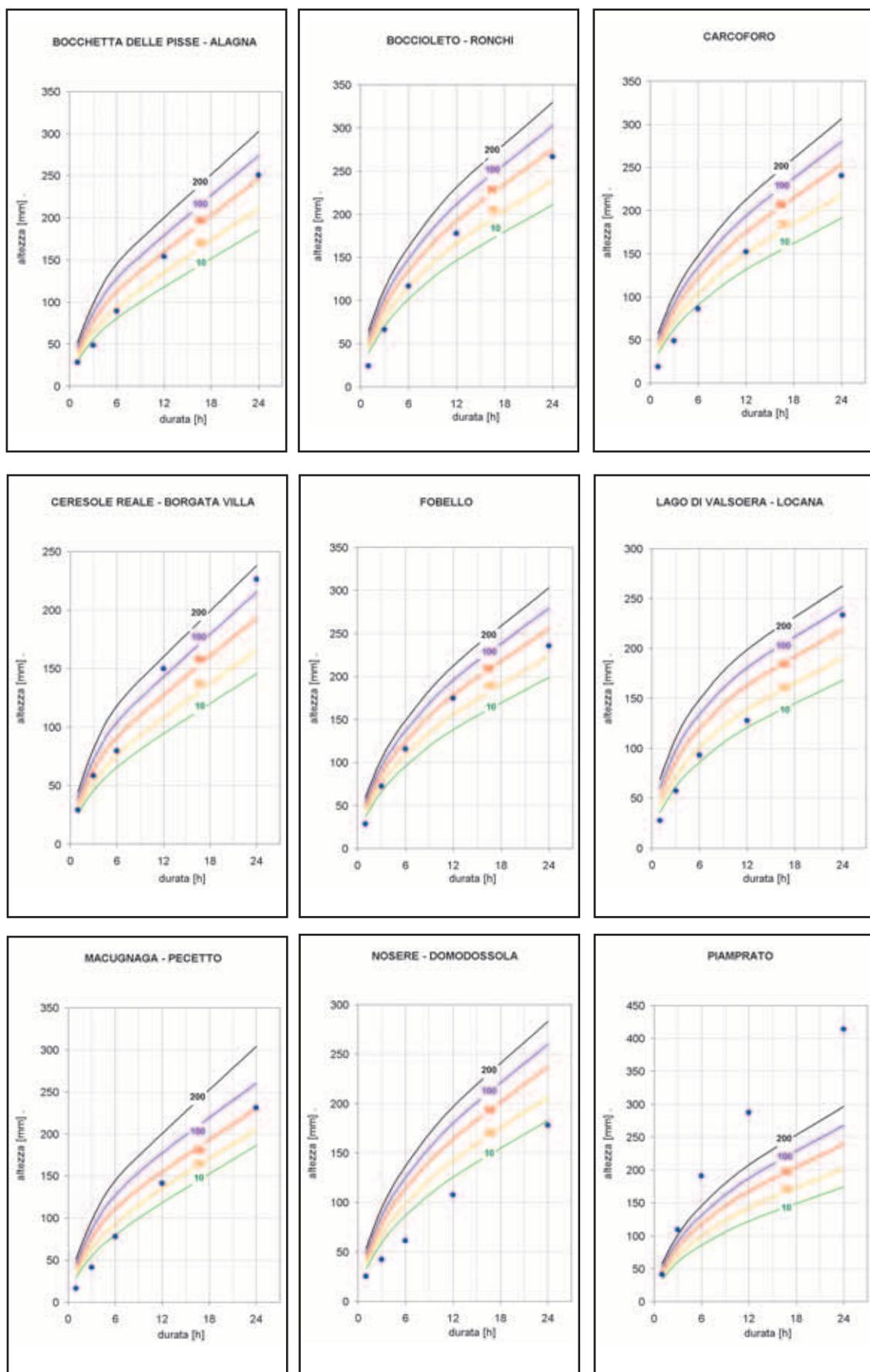
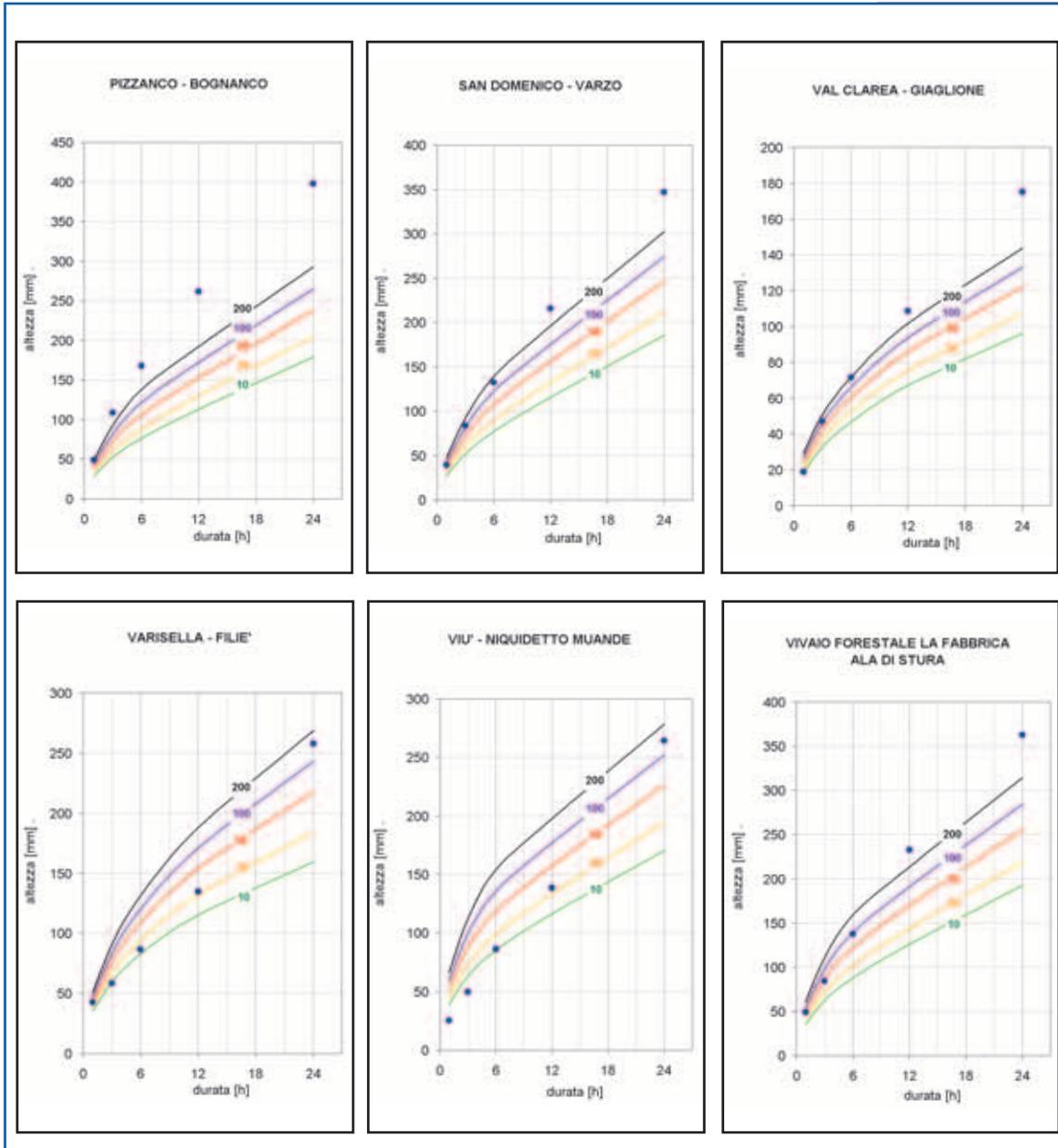


Figura 1.36 ◆
Confronto delle altezze di pioggia dell'evento con le curve di possibilità pluviometrica relative a tempi di ritorno di 10, 20, 50, 100 e 200 anni.





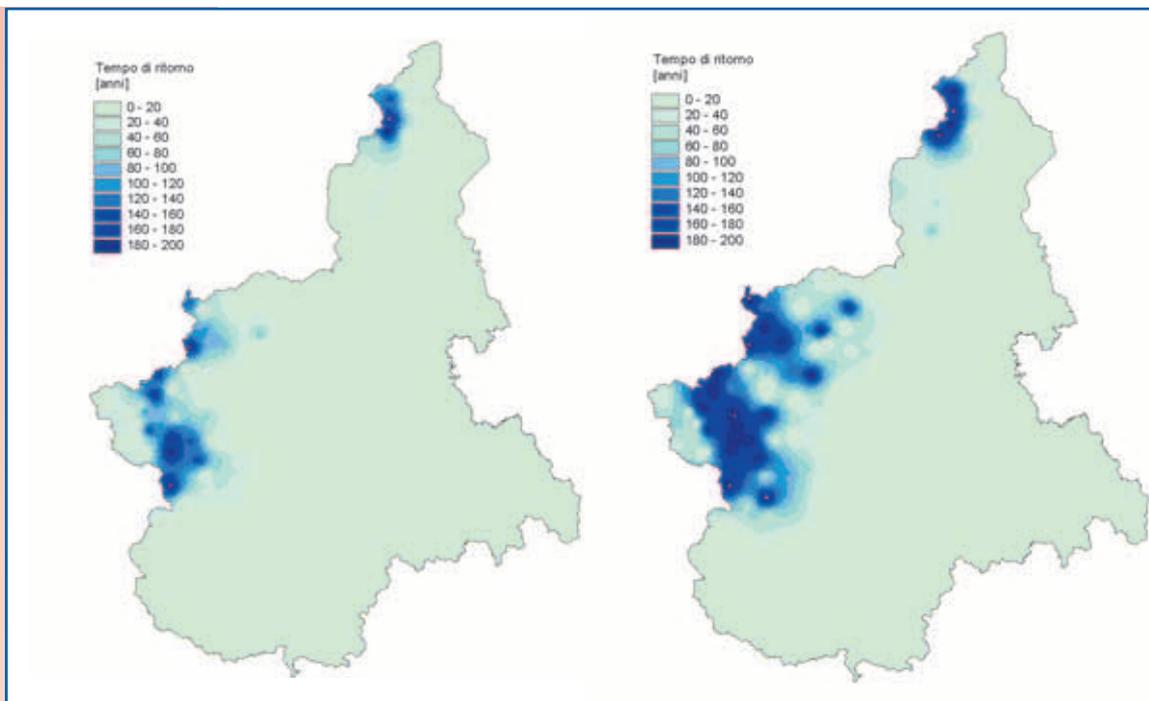
Nella **Figura 1.37** ♦ sono cartografati i tempi di ritorno delle precipitazioni sulla base delle registrazioni ottenute da tutte le stazioni della rete Regionale, le aree maggiormente colpite dall'evento vengono correttamente evidenziate in entrambe le analisi statistiche effettuate.

1.3.5 CONFRONTO DELLE MISURE PLUVIOMETRICHE REGISTRATE IN SITI LIMITROFI IN VALLE ORCO

Nella valle Orco le stazioni di Ceresole Reale – Villa e di Bertodasco, appartenenti alla rete pluviometrica della Regione, sono ubicate in prossimità di strumenti di misura appartenenti all'Ufficio Idrografico gestiti dall'AEM (UI-AEM), rispettivamente a Ceresole Reale – Villa e a Rosone.

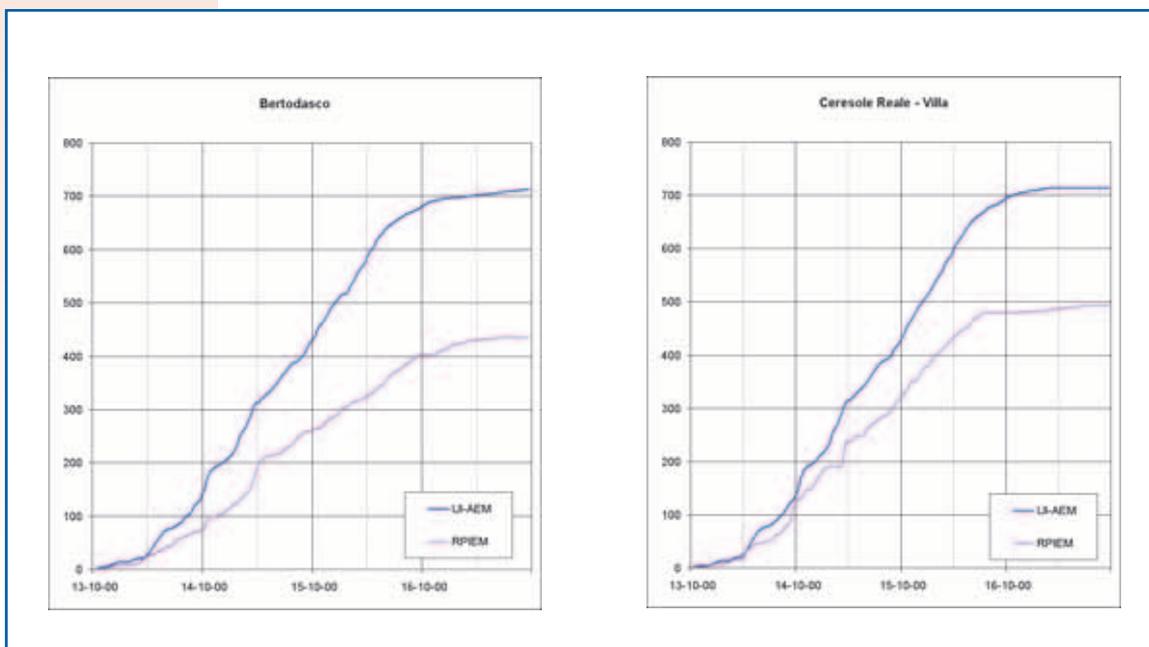
Confrontando l'andamento delle precipitazioni per le due coppie di

Figura 1.37 ◆
Andamento dei
tempi di ritorno
relativi alle
precipitazioni di 6
e 24 ore.



stazioni limitrofe si nota un sostanziale accordo fra le misurazioni, tuttavia sebbene la vicinanza delle stazioni faccia supporre anche un accordo fra i quantitativi registrati, i totali di pioggia cumulata registrati durante l'evento del 13-16 Ottobre risultano essere significativamente differenti. Tale discordanza ha suggerito la necessità di procedere ad un sopralluogo per eseguire prove di taratura in sito dei pluviometri in questione. L'intervento per la verifica della taratura degli strumenti è stato effettuato il 13 febbraio 2001 dal Dott. Alberto Olivero per la Regione Piemonte, dal tecnico Fausto Goldoni per la CAE e dal sig. Remo Bettinsoli per l'AEM. Le verifiche sono state fatte per le seguenti coppie di stazioni:
Ceresole Reale – Villa: la stazione UI-AEM, di produzione SIAP, è sita nei pressi del lago di Ceresole a quota 1583 s.l.m., in prossimità del

Figura 1.38 ◆
Confronto fra le
registrazioni
pluviometriche in
siti limitrofi in valle
Orco.



corpo della diga e in campo aperto. La stazione regionale, di produzione CAE, è sita invece all'estremo di monte del lago di Ceresole, sempre in campo aperto, praticamente alla stessa quota della precedente, da cui dista circa 7 Km.

Stazioni di Bertodasco e Rosone: la stazione UI-AEM, di produzione SIAP, è sita all'interno della centrale idroelettrica di Rosone. La stazione di Bertodasco, di proprietà della Regione Piemonte è sita nell'ambito della stessa centrale ma all'inizio della condotta forzata quindi molto vicina in linea d'aria alla stazione UI-AEM, ma a una quota di circa 500 m più elevata. I risultati di tale confronto sono riportati in **Figura 1.38** ◆.

Tutte le stazioni sono dotate di pluviometro standard con bocca da 1000 cm² e bascula da 0,2 mm di precipitazione equivalenti. Le prove effettuate sono consistite nel versamento di una quantità nota di acqua, in un tempo cronometrato, e nel rilievo del numero di basculate registrate dalla stazione nella trasformazione del volume in quantità totale di "pioggia" misurata. La bascula è stata svuotata all'inizio della prova. I risultati delle prove sono riportati in Tabella 5

I controlli di taratura hanno permesso di accertare la notevole discrepanza fra volume reale e quello effettivamente misurato dai due strumenti UI-AEM. Questi ultimi infatti tendono a sovrastimare nettamente l'entità delle precipitazioni.

I fattori di correzione ottenuti dalle prove di taratura sono stati applicati ai dati misurati durante l'evento dell'ottobre 2000, dal giorno 13 al giorno 16 inclusi. La Tabella 6 riporta il quadro dei risultati: si tenga presente inoltre che i dati riportati per le stazioni pluviografiche UI-AEM derivano dalla lettura dei tracciati cartacei mentre per le stazioni regionali i dati sono in formato digitale.

Tabella 5 - Risultati prove di taratura

Stazione e Proprietario	Volume impresso [cm ³]	Intensità [mm/h]	Basculate		Precipitazione		Errore di misura [%]	Fattore correttivo [-]
			Attese [n°]	Misurate [n°]	Attesa [mm]	Misurata [mm]		
Ceresole R. Villa	200	34	10	12	2	2,425	21%	0,82
Uff. Idrografico	400	37	20	25	4	5	25%	0,80
AEM	1000	39	50	60	10	12,05	21%	0,83
						Media	22%	0,82
Ceresole R. Villa	400	30	20	20	4	4	0%	1,00
Reg. Piemonte	1000	25	50	48	10	9,78	-2%	1,02
						Media	1%	1,01
Rosone	400	40	20	24	4	4,8	20%	0,83
Uff. Idrografico	400	44	20	24	4	4,8	20%	0,83
AEM	1000	44	50	59	10	11,8	18%	0,85
						Media	19%	0,84
Bertodasco	200	30	10	9	2	1,94	-3%	1,03
Reg. Piemonte	400	25	20	18	4	3,78	-6%	1,06
	1000	40	50	47	10	9,58	-4%	1,04
						Media	-4%	1,04

Tabella 6 - Correzione misure pluviometriche per l'evento

Stazione	Proprietario	Precipitazione cumulata tot. misurata	Fattore	Precipitazione cumulata tot. corretta
		mm		mm
Ceresole R. – Villa	Uff. Idrografico AEM	713	0,82	585
Ceresole R. – Villa	Reg. Piemonte	492	1,01	496
ROSONE	Uff. Idrografico AEM	713	0,84	599
BERTODASCO	Reg. Piemonte	434	1,04	460

L'indagine su Bertodasco è stata estesa al sito di Lago di Valsoera dove è presente una analoga stazione Regionale. Il sito è a quota più elevata e la quantità di precipitazione (436.8) misurata durante l'evento ottobre 2000 è in linea con quella dello strumento di Bertodasco.