

## ◆ 1.7 PREVISIONI DI PRECIPITAZIONE SULLE ZONE DEL SISTEMA DI ALLERTAMENTO REGIONALE

A partire dalle previsioni numeriche fornite direttamente dai modelli utilizzati, i meteorologi della SSRN formulano quotidianamente previsioni della quantità di precipitazione attesa. Le previsioni fanno riferimento alle zone del sistema di allertamento in cui viene suddiviso il territorio regionale, individuate in base ai bacini idrografici principali, a caratteristiche idrogeologiche omogenee, con tolleranza e tipologia di risposta simile in caso di eventi intensi. Sulla base dei valori medi areali e massimi locali di precipitazione, previsti su ciascuna area per intervalli consecutivi di sei ore, e sulla base dei valori osservati viene quindi valutata l'entità del rischio idrogeologico conseguente.

Nel corso dell'evento considerato, sulle aree che sono risultate maggiormente colpite (Toce, Dora Baltea, Sesia, Orco-Stura di Lanzo, Dora Riparia-Pellice) è stata fornita una previsione di situazione ad elevato rischio, prolungata sui tre giorni.

In particolare una buona previsione per le precipitazioni intense è stata formulata Venerdì 13 per le scadenze di Sabato 14 e Domenica 15 Ottobre 2000. La criticità della previsione si evidenzia confrontando i valori delle precipitazioni previste in 48 ore con la massima precipitazione stimata per tempi di ritorno di 20 anni o di 5 anni, come riportato nella seguente Tabella 17

La previsione formulata Sabato 14 Ottobre per le scadenze di Domenica 15 e Lunedì 16 conferma le caratteristiche dell'evento in corso e la conseguente situazione di elevato rischio sulle aree indicate, intensifica la precipitazione sulle aree occidentali e prolunga la persistenza di precipitazioni intense fino alla giornata di Lunedì 16 (come si vede nella seguente Tabella 18 dai valori di precipitazioni previste in 24 ore).

**Tabella 17 - Confronto fra valori critici e previsioni della precipitazione cumulata sulle 48 ore (mm)**

Zona	Max precipitazione con tempo di ritorno 20 anni	Max precipitazione con tempo di ritorno 5 anni	Precipitazione prevista sulle 48 h	Intervallo di previsione
Dora Baltea-Sesia	233	178	225	Sabato/Domenica
			241	Domenica/Lunedì
Dorparia-Pellice	138	105	130	Sabato/Domenica
			146	Domenica/Lunedì
Canavese	134	115	100	Domenica/Lunedì

**Tabella 18 - Confronto fra valori critici e previsioni della precipitazione cumulata sulle 24 ore (mm)**

Zona	Max precipitazione con tempo di ritorno 20 anni	Max precipitazione con tempo di ritorno 5 anni	Precipitazione prevista sulle 48 h	Intervallo di previsione
Orco-Stura di Lanzo	135	99	155	Domenica
Dora Riparia-Pellice	91	68	100	Lunedì

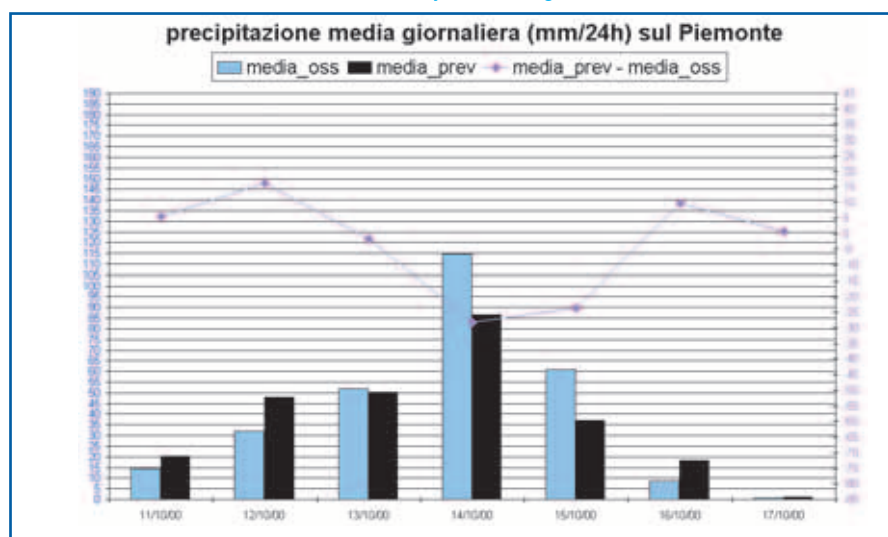
**Figura 1.59** ◆

*Precipitazione media giornaliera (cumulata in 24 ore, dalle h00 alle h24) osservata e prevista; la previsione è ogni volta quella emessa il giorno precedente con il Bollettino di allertamento: figura A - andamento giornaliero (mm/24h) della media regionale su tutto il Piemonte (è anche riportata la differenza tra valore previsto e valore osservato); figura B - totale cumulato sull'intero evento (dal 12 al 16 Ottobre 2000) sulle singole aree di allertamento*

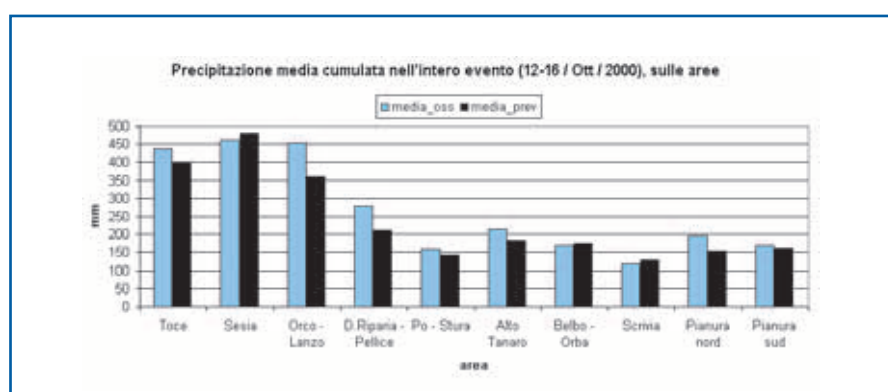
Pur presentando alcune imprecisioni nella distribuzione spaziale dei valori massimi, le previsioni delle precipitazioni attese sulle differenti zone, attraverso il confronto con le quantità critiche, hanno consentito un preventivo allertamento delle aree colpite.

A livello regionale la quantità di precipitazione prevista e osservata risulta confrontabile, come mostrato dalla **Figura 1.59A** ◆ anche se risulta evidente una sottostima per le giornate del 14 e 15 Ottobre. Lo stesso si può dire osservando la **Figura 1.59B** ◆ le quantità di precipitazione prevista e osservata sulle varie aree risultano piuttosto simili, anche se prevale una generale sottostima sulla maggior parte dei bacini.

**A - andamento previsione giornaliera**

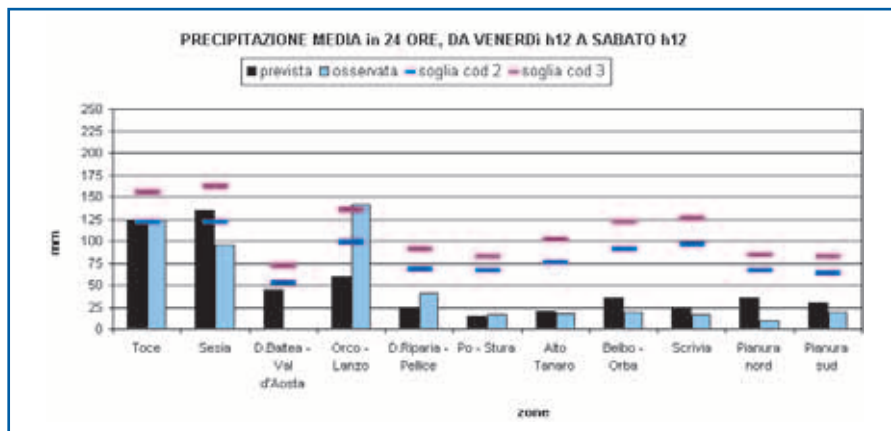


**B - totale cumulato sull'intero evento**



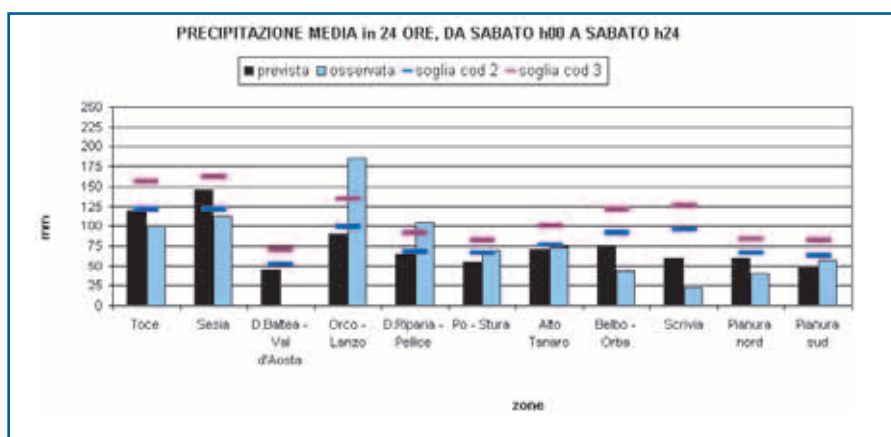
Per guardare in dettaglio l'andamento sulle singole aree di allertamento della previsione emessa Venerdì 13 e Sabato 14 Ottobre, si riportano nei grafici seguenti (da **Figura 1.60** ◆ a **Figura 1.65** ◆ ) i valori medi areali di precipitazione prevista e osservata sulle 24 ore, ad intervalli successivi di 12 ore.

Anche quando i valori medi areali risultano confrontabili, si deve considerare che la variabilità dei dati osservati all'interno delle singole aree, data l'entità dei valori medi ed il ruolo giocato dal sollevamento orografico, può essere elevata. Una dimostrazione di quanto detto si ritrova nella zona del Toce dove, nella Figura 60, i valori medi areali previsto e osservato raggiungono al limite la soglia critica di atten-



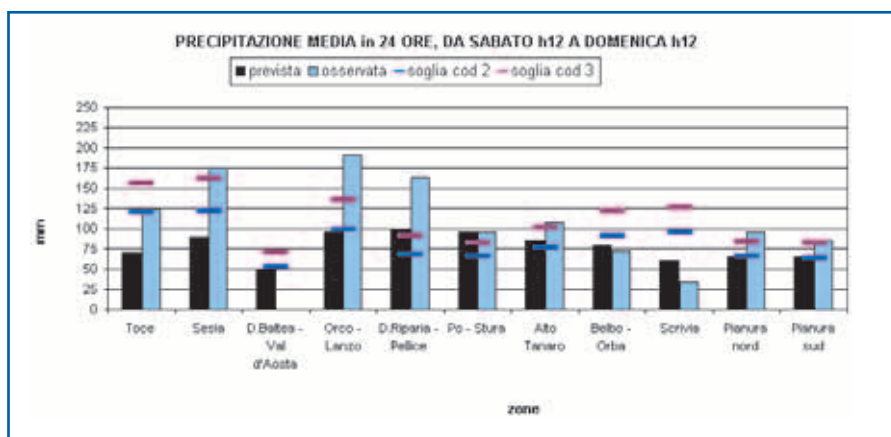
**Figura 1.60** ◆

Confronto tra valori medi areali, di precipitazione cumulata sulle 24 ore, previsti e osservati per aree di allertamento, relativi al periodo da Venerdì 13 Ottobre h 12 UTC a Sabato 14 Ottobre h 12 UTC; la previsione è emessa Venerdì 13; sono anche riportate le rispettive soglie da codice



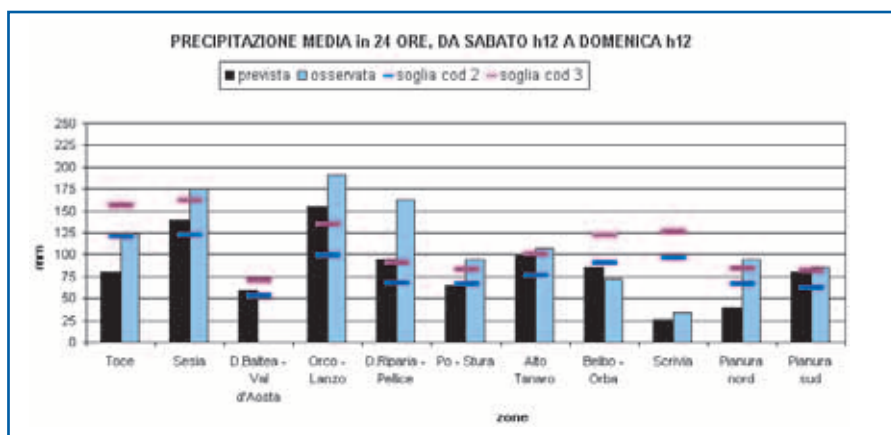
**Figura 1.61** ◆

Confronto tra valori medi areali, di precipitazione cumulata sulle 24 ore, previsti e osservati per aree di allertamento, relativi al periodo da Sabato 14 Ottobre h 00 UTC a Sabato 14 Ottobre h 24 UTC; la previsione è emessa Venerdì 13; sono anche riportate le rispettive soglie da codice



**Figura 1.62** ◆

Confronto tra valori medi areali, di precipitazione cumulata sulle 24 ore, previsti e osservati per aree di allertamento, relativi al periodo da Sabato 14 Ottobre h 12 UTC a Domenica 15 Ottobre h 12 UTC; la previsione è emessa Sabato 14; sono anche riportate le rispettive soglie da codice

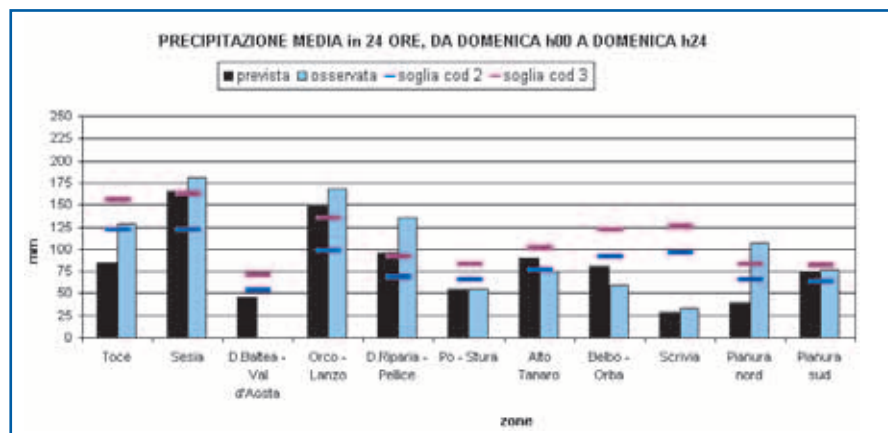


**Figura 1.63** ◆

Confronto tra valori medi areali, di precipitazione cumulata sulle 24 ore, previsti e osservati per aree di allertamento, relativi al periodo da Sabato 14 Ottobre h 12 UTC a Domenica 15 Ottobre h 12 UTC; la previsione è emessa Sabato 14; sono anche riportate le rispettive soglie da codice

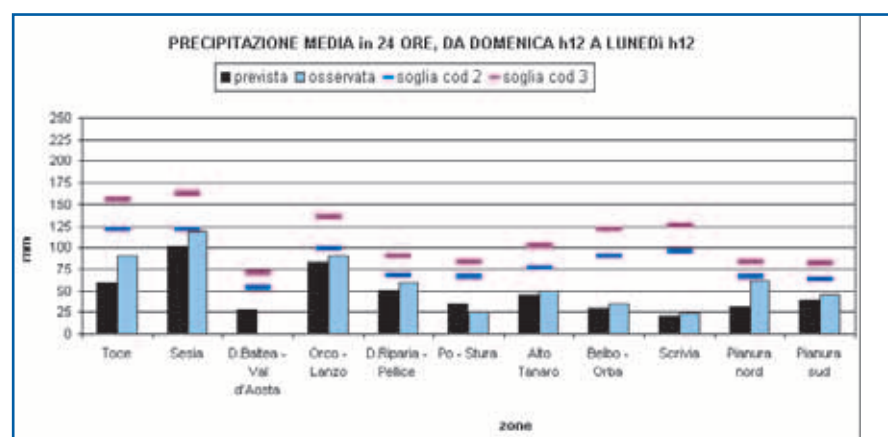
**Figura 1.64** ◆

Confronto tra valori medi areali, di precipitazione cumulata sulle 24 ore, previsti e osservati per aree di allertamento, relativi al periodo da Domenica 15 Ottobre h 00 UTC a Domenica 15 Ottobre h 24 UTC; la previsione è emessa Sabato 14; sono anche riportate le rispettive soglie da codice



**Figura 1.65** ◆

Confronto tra valori medi areali, di precipitazione cumulata sulle 24 ore, previsti e osservati per aree di allertamento, relativi al periodo da Domenica 15 Ottobre h 12 UTC a Lunedì 16 Ottobre h 12 UTC; la previsione è emessa Sabato 14; sono anche riportate le rispettive soglie da codice

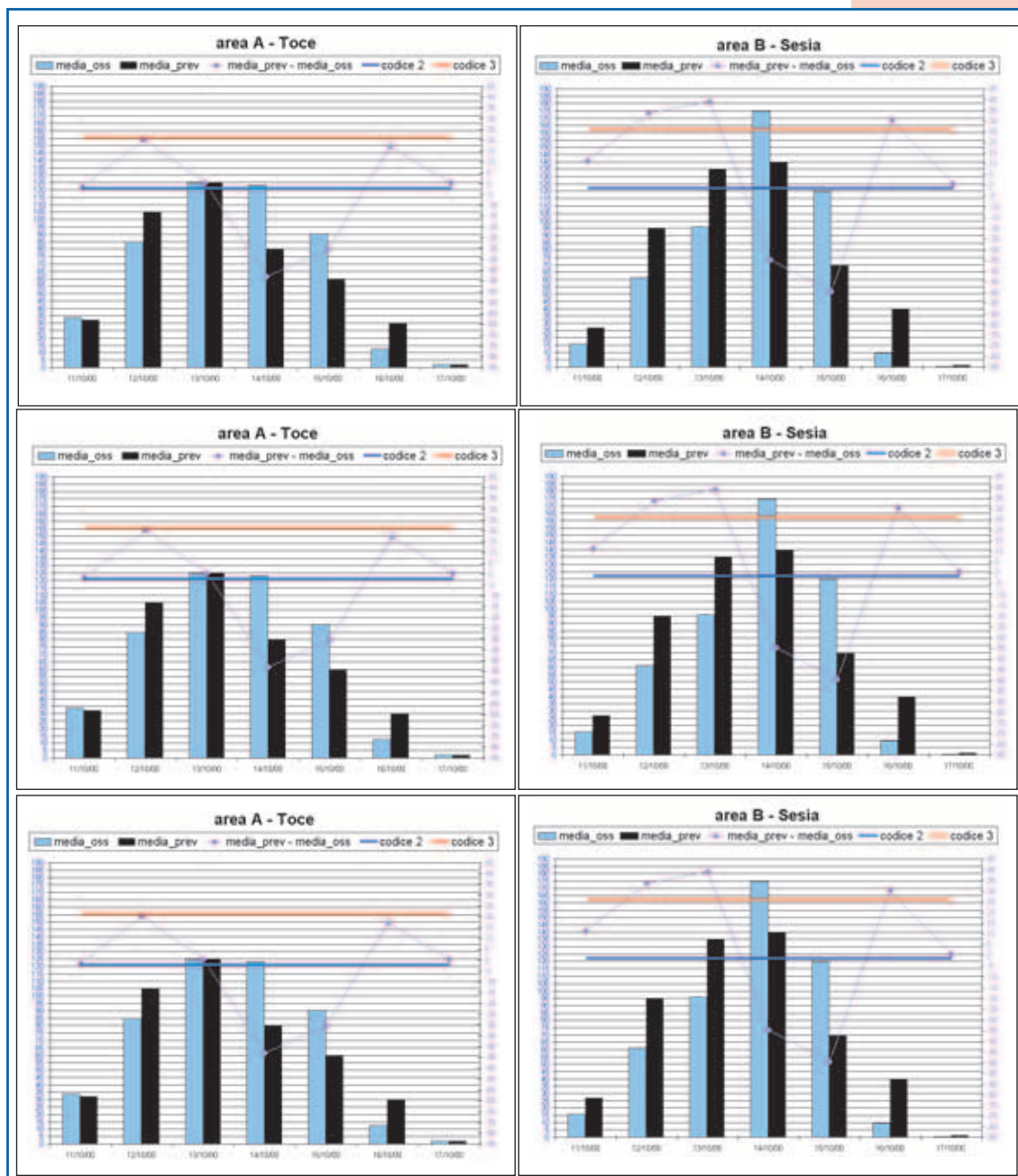


zione, mentre le precipitazioni misurate puntualmente da alcune stazioni (ad esempio Lago Paione Superiore a Bognanco e San Domenico a Varzo) raggiungono livelli tali da causare gravi dissesti. Nella **Figura 1.61** ◆ invece, sempre sulla zone del Toce, il valore medio areale previsto raggiunge la soglia di attenzione sovrastimando il valore medio areale osservato ma con valori puntuali misurati nettamente superiori (ad esempio Bognanco Pizzanco e Antrona Alpe Cheggio). Al contrario, nei giorni successivi, con valori medi areali osservati confrontabili o leggermente superiori, i valori puntuali registrati nelle stazioni non sono stati altrettanto elevati. Nella previsione emessa Venerdì 13 Ottobre per le scadenze più ravvicinate (**Figura 1.60** ◆ e **Figura 1.61** ◆) si osserva una sovrastima delle precipitazioni previste sulle zone del Toce e Sesia, mentre si ha una sottostima per la zona Orco-Stura di Lanzo, a causa di una distribuzione spaziale prevista traslata rispetto a quella osservata, determinata da un'imprecisa localizzazione del minimo depressionario al suolo e di conseguenza della direzione del flusso umido negli strati bassi. Dati i valori elevati di precipitazione avutisi durante l'evento, è utile ricordare che piccoli scostamenti nella componente dinamica si amplificano notevolmente negli effetti.

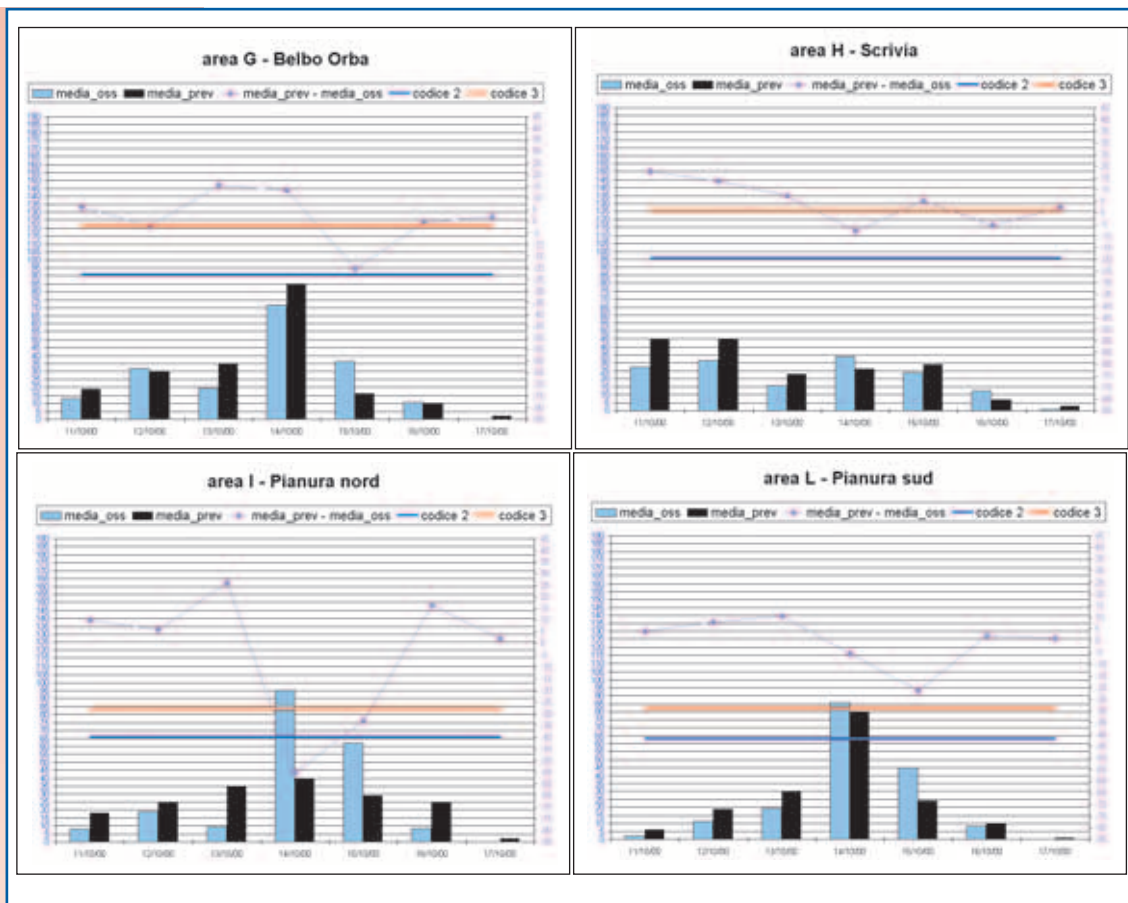
In riferimento alla medesima previsione emessa Venerdì 13, relativamente alla notte tra Sabato 14 e Domenica 15 Ottobre (**Figura 1.62** ◆), ci si attende, non correttamente, un'attenuazione dei fenomeni; attenuazione che non viene confermata nella previsione successiva emessa Sabato 14 relativamente alla medesima scadenza (**Figura 1.63** ◆).

Troviamo in questo una dimostrazione evidente di come sia importante, una volta individuato un evento intenso, aggiornare le previsioni ogni volta che si dispone di nuove informazioni.

Le previsioni emesse Sabato 14 Ottobre relativamente alle giornate di Domenica 15 e Lunedì 16 (Figura 1.64 ♦ e Figura 1.65 ♦) risultano infine essere più precise, e riescono anche a migliorare notevolmente la previsione dei valori medi areali di precipitazione attesa, in particolare sulle zone Dora Baltea-Sesia e Orco-Stura di Lanzo. È questo il momento in cui si modifica il carattere dell'evento e l'afflusso di aria fredda in quota, che ha destabilizzato l'atmosfera, assume un aspetto preponderante innescando precipitazioni a carattere temporalesco. Passando da una scala piccola dei fenomeni in gioco, in cui gli effetti orografici delle singole valli sono determinanti, ad una scala più grande, in cui determinante diventa soprattutto la forzante sinottica, l'andamento dell'evento risulta predicibile con maggior precisione.



**Figura 1.66 ♦**  
Precipitazione areale media giornaliera (cumulata in 24 ore, dalle h00 alle h24) osservata e prevista; la previsione è ogni volta quella emessa il giorno precedente con il Bollettino di Allertamento sulle singole aree (previsione quindi emessa alle h 12 UTC, a +12/36 ore); sono anche riportate le rispettive soglie da codice e la differenza tra valore previsto e valore osservato



Guardando nel dettaglio l'andamento della previsione giornaliera sulle singole aree di allertamento (**Figura 1.66** ♦), si rileva una generale precoce attenuazione dei fenomeni su tutte le aree, come già precedentemente osservato.

Si nota una previsione non corretta per la zona Orco-Stura di Lanzo, dove si ha un mancato allarme il giorno 13 Ottobre, ma questo errore è stato poi corretto il successivo giorno 14 quando, pur perdurando la sottostima della previsione rispetto alle precipitazioni osservate, il valore previsto è sufficiente a superare la soglia da codice 3 raggiungendo quindi correttamente il suo fine.

È confortante notare come anche nelle altre zone del Piemonte (dall'area E all'area L) dove è complessivamente piovuto meno del settore alpino nordoccidentale (dall'area A alla D), il picco di precipitazione associato al carattere temporalesco del 14 Ottobre è previsto generalmente in maniera corretta.

Purtroppo rimane una sottostima delle precipitazioni sulle pianure settentrionali (area I) che è inevitabilmente legata anche alla distribuzione delle precipitazioni prevista dai modelli meteorologici disponibili, i quali (come si vede nelle mappe successive, dalla **Figura 1.67** ♦ alla **Figura 1.72** ♦) prediligevano le zone montuose alle pianure per i massimi di precipitazione più elevati.

L'area in cui sono sempre stati previsti valori di precipitazione inferiori a quelli osservati, durante l'intero corso dell'evento, risulta la zona Dora Riparia-Pellice, dove, anche climatologicamente, sono attesi bassi valori di precipitazione, tipicamente dovuti ad afflussi convettivi locali e scarsamente legati a specifici patterns a scala sinotti-

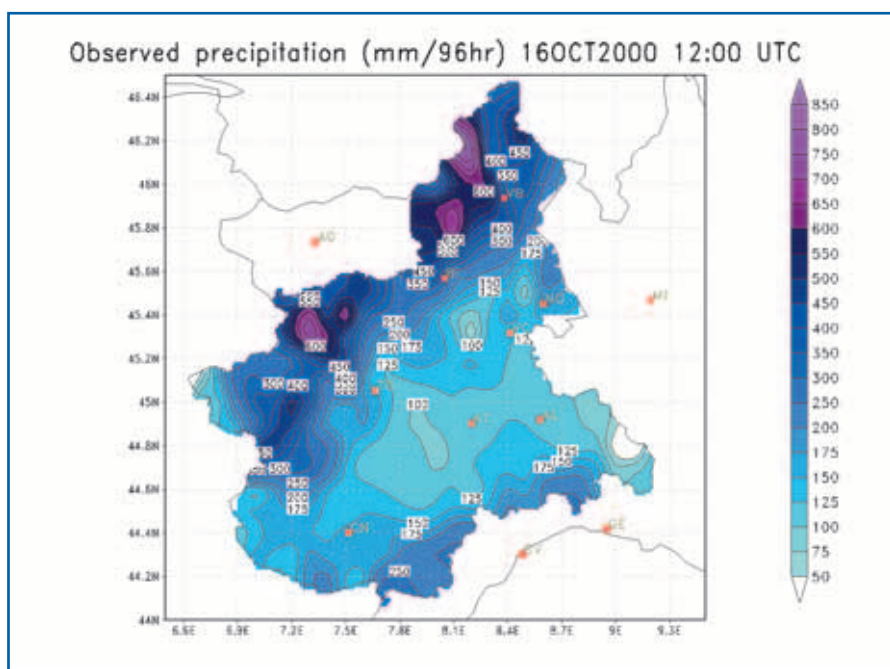
ca o mesoscala. Tuttavia il valore più intenso previsto il giorno 14 Ottobre raggiunge comunque la soglia da codice 3.

### Confronto con i modelli meteorologici

Si riportano infine le mappe di precipitazione, cumulata sull'intero evento, prevista da alcuni modelli meteorologici.

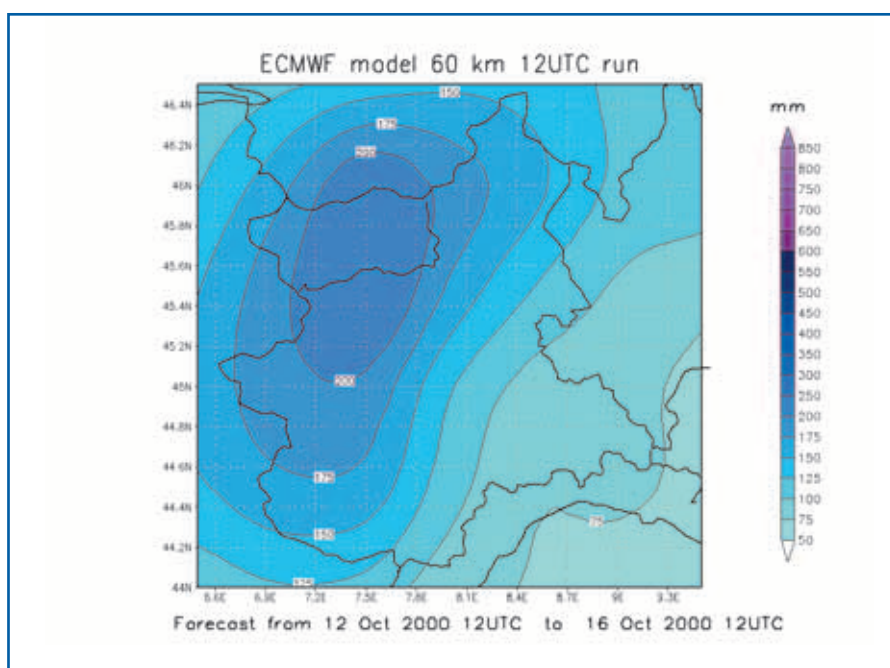
Questo sia per valutare la capacità intrinseca dei modelli di “vedere” la precipitazione osservata sia per evidenziare le difficoltà incontrate dai previsori nel fornire una stima di quantità di precipitazione univoca sulle aree di allertamento a partire dalle previsioni numeriche dei modelli.

Sostanzialmente tutti i modelli (anche se con differenti errori di sotto- o sovra-stima) identificano le zone dove si sono registrate le precipi-



**Figura 1.67** ◆

Precipitazione osservata: totale cumulato sull'intero evento (96 ore da Giovedì 12 Ottobre h12 UTC a Lunedì 16 Ottobre 2000 h12 UTC)

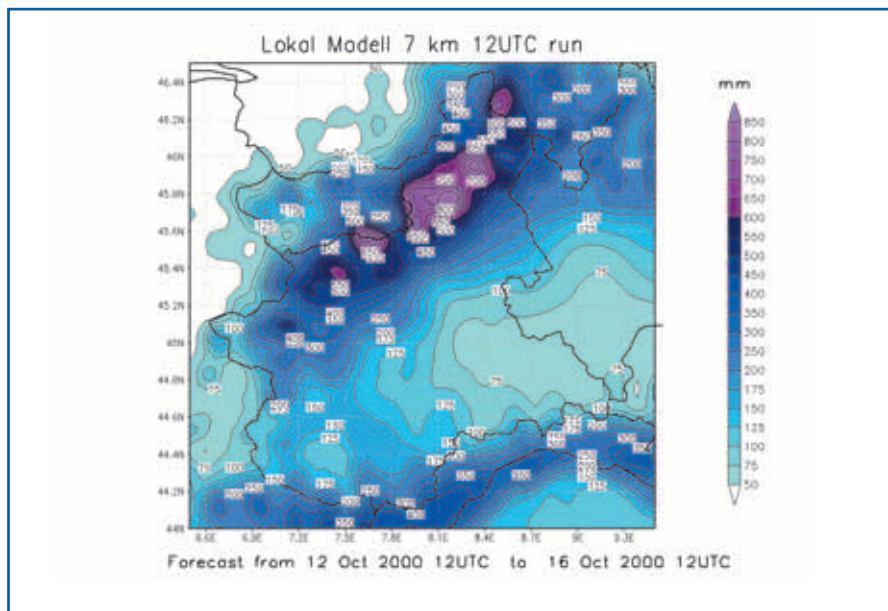


**Figura 1.68** ◆

Previsione delle precipitazioni in 24 ore (mm/24h) emessa dal modello ECMWF, nelle 4 corse consecutive delle h12 UTC dal 12 al 15 Ottobre 2000 alle scadenze +24/48 ore, relative alle giornate dal 13 Ottobre h12 UTC al 16 Ottobre 2000 h12 UTC: totale cumulato sull'intero evento (96 ore da Giovedì 12 Ottobre h12 UTC a Lunedì 16 Ottobre 2000 h12 UTC)

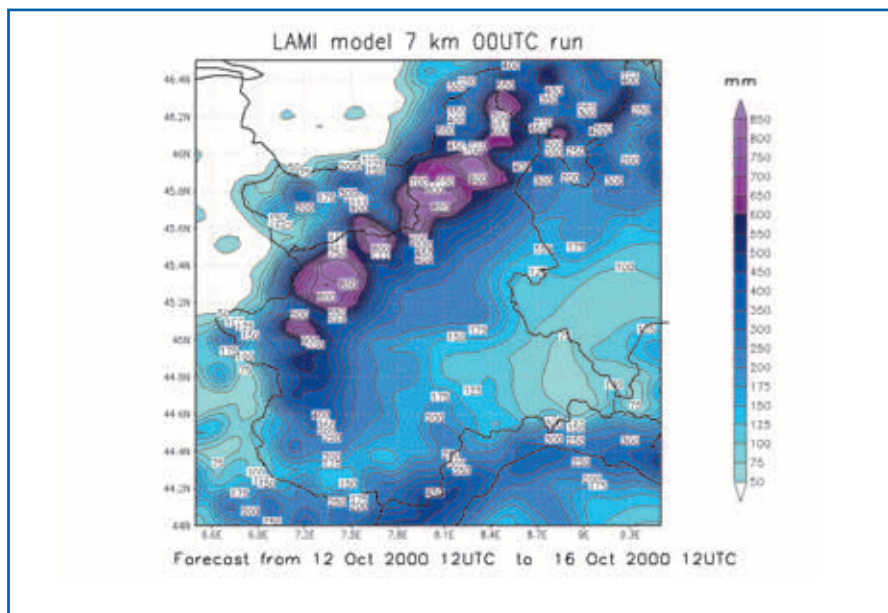
**Figura 1.69** ◆

Previsione delle precipitazioni in 24 ore (mm/24h) emessa dal modello Lokal Modell (DWD), nelle 4 corse consecutive delle h12 UTC dal 12 al 15 Ottobre 2000 alle scadenze +24/48 ore, relative alle giornate dal 13 Ottobre h12 UTC al 16 Ottobre 2000 h12 UTC: totale cumulato sull'intero evento (96 ore da Giovedì 12 Ottobre h12 UTC a Lunedì 16 Ottobre 2000 h12 UTC)



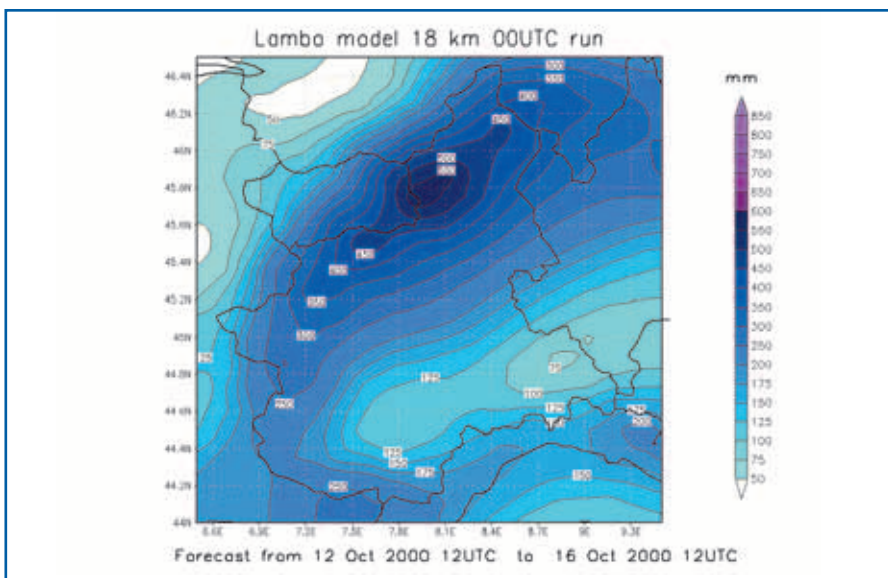
**Figura 1.70** ◆

Previsione delle precipitazioni in 24 ore (mm/24h) emessa dal modello LAMI, nelle 4 corse consecutive delle h00 UTC dal 12 al 15 Ottobre 2000 alle scadenze +12/36 ore, relative alle giornate dal 13 Ottobre h12 UTC al 16 Ottobre 2000 h12 UTC: totale cumulato sull'intero evento (96 ore da Giovedì 12 Ottobre h12 UTC a Lunedì 16 Ottobre 2000 h12 UTC)

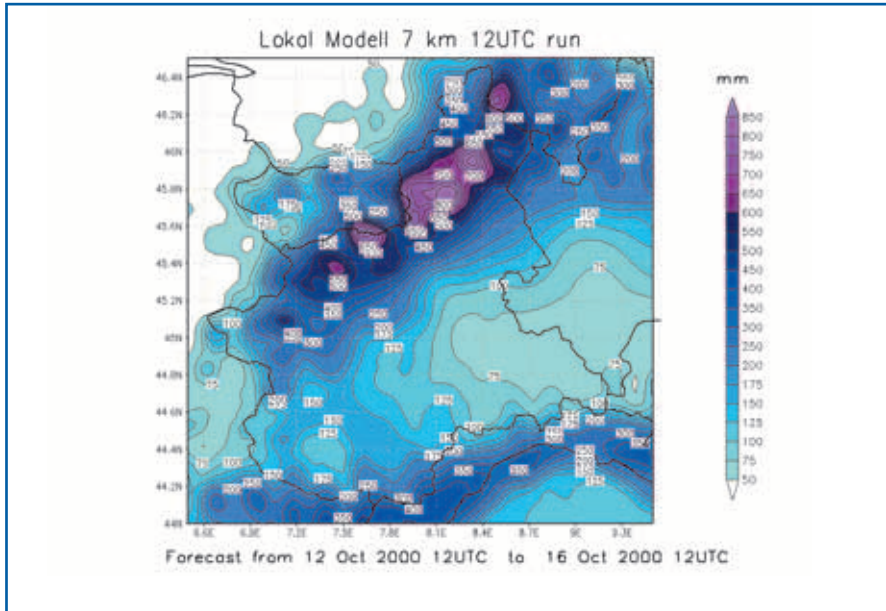


**Figura 1.71** ◆

Previsione delle precipitazioni in 24 ore (mm/24h) emessa dal modello LAMBO, nelle 4 corse consecutive delle h00 UTC dal 12 al 15 Ottobre 2000 alle scadenze +12/36 ore, relative alle giornate dal 13 Ottobre h12 UTC al 16 Ottobre 2000 h12 UTC: totale cumulato sull'intero evento (96 ore da Giovedì 12 Ottobre h12 UTC a Lunedì 16 Ottobre 2000 h12 UTC)







**Figura 1.72** ◆

Previsione delle precipitazioni in 24 ore (mm/24h) emessa dal modello BOLAM (risoluzione 21 km), nelle 4 corse consecutive delle h00 UTC dal 12 al 15 Ottobre 2000 alle scadenze +12/36 ore, relative alle giornate dal 13 Ottobre h12 UTC al 16 Ottobre 2000 h12 UTC: totale cumulato sull'intero evento (96 ore da Giovedì 12 Ottobre h12 UTC a Lunedì 16 Ottobre 2000 h12 UTC)

tazioni più intense, corrispondenti alle Alpi nordoccidentali di Piemonte e Val d'Aosta. Il modello a circolazione globale del ECMWF non individua il secondo massimo di precipitazione localizzato sull'Appennino Ligure-Piemontese, massimo che è invece riconosciuto dai modelli a scala locale (LAM).

La maggior risoluzione dei modelli LAM permette anche di individuare con miglior dettaglio i massimi locali di precipitazione localizzati in corrispondenza delle zone montuose e delle valli pedemontane.

In particolare i modelli LAM non idrostatici (Lokal Modell e LAMI) prevedono bene la distribuzione della precipitazione osservata, con una buona localizzazione dei picchi di pioggia in corrispondenza dei rilievi montuosi ed una netta distinzione tra valori di precipitazione previsti per le montagne e per le pianure. Tale differenza si è addirittura rivelata un'eccessiva sottostima per i valori di precipitazione occorsi nelle zone pianeggianti, specie sulle pianure settentrionali del Piemonte (come già osservato con la **Figura 1.66** ◆ – area I).

L'approssimazione non idrostatica infatti permette di risolvere più correttamente l'interazione del flusso dei bassi strati con l'orografia, fattore che ha giocato un ruolo preponderante nella distribuzione delle piogge intense durante l'evento. Questi modelli (in particolare il modello LAMI) sono gli unici che mostrano anche delle sovrastime dei valori di precipitazione arealmente osservati.

Le differenze tra Lokal Modell e LAMI lasciano supporre che il differente dominio d'integrazione del modello è in grado d'influenzare profondamente i valori di precipitazione prevista. Infatti i codici dei due modelli possiedono la stessa dinamica ed equazioni della fisica, ma il modello LAMI ha un dominio spostato più a sud, che copre anche parte del Mar Mediterraneo il quale ha avuto un ruolo notevole in questo evento. La stazionarietà dei minimi di pressione al suolo sul Mediterraneo occidentale, con un persistente flusso sudoccidentale, ha contribuito in modo determinante all'umidificazione dell'aria, portando grandi quantitativi di vapore acqueo dalla superficie del mare agli strati più alti dell'atmosfera.

I modelli ECMWF e Lokal Modell fornivano due corse previsionali, una

alle ore 12 UTC e un'altra alle 00 UTC, che qui non viene riportata. Anche senza mostrarne le figure, si segnala come la performance delle corse delle 00 UTC sia stata generalmente peggiore di quella delle 12 UTC.

I modelli meteorologici hanno senz'altro costituito un efficace mezzo di supporto come punto di partenza per formulare le previsioni quantitative di precipitazione da parte del Sistema di Allertamento regionale, se non altro per fornire una primaria indicazione dei superamenti di soglie critiche di precipitazione.

Tuttavia, nonostante le previsioni dei modelli numerici segnalassero il verificarsi di una situazione estrema per la nostra regione, la previsione quantitativa e dettagliata della precipitazione è risultata spesso problematica, per l'incertezza dell'evoluzione delle strutture meteorologiche a piccola scala e per gli effetti di interazione del flusso con l'orografia, che intensifica e modifica la distribuzione delle precipitazioni.

Indubbiamente in questo evento la conoscenza del territorio e della sua dettagliata configurazione orografica è stata fondamentale, per riportare la "meteorologia" prevista dai modelli alla scala regionale e per formulare conseguentemente previsioni di rischio di dissesto idrologico sulle differenti aree di allertamento.

## PRINCIPALI TERMINOLOGIE

Altezza di geopotenziale: altezza dello strato atmosferico compreso tra il livello del mare ed una determinata superficie isobarica.

Avvezione: si riferisce allo spostamento in senso orizzontale di una grandezza meteorologica: umidità (avvezione umida o secca), temperatura (avvezione calda o fredda), ecc...

Barocline e baroclinicità: indica una depressione in cui i minimi ai vari livelli isobarici non sono coassiali e danno alla depressione la tipica configurazione verticale inclinata.

Depressione o area ciclonica o circolazione chiusa depressionaria: area di bassa pressione costituita da isobare chiuse, nella quale i valori della pressione decrescono verso il centro e la circolazione avviene in senso antiorario nel nostro emisfero.

Cutoff: sinonimo di circolazione chiusa depressionaria.

Fronte: zona di transizione tra differenti masse d'aria in cui variano orizzontalmente gli elementi meteorologici (temperatura, vento, umidità).

Destabilizzazione: condizione per cui l'atmosfera diventa instabile, ossia i moti verticali delle masse d'aria vengono amplificati per cui un eventuale stato di equilibrio iniziale non può essere mantenuto.

Ensemble Forecast: è una tecnica elaborata dal Centro Europeo di Reading (GB) per predire la probabilità di una situazione meteorologica prevista. Vengono realizzate 50 previsioni aventi condizioni iniziali leggermente diverse ed una minore risoluzione rispetto al modello operativo e si guarda come sono distribuite rispetto alla previsione operativa. Se sono molto simili questo indica una buona affidabilità nella situazione meteorologica prevista a grande scala.

Forzante dinamica: si riferisce ad un fattore dinamico che determina un cambiamento della situazione meteorologica.

hPa: ettoPascal, unità di misura della pressione comunemente usata in meteorologia, equi-

valente al millibar (unità usata ma non conforme al Sistema Internazionale).

Instabilità convettiva: si riferisce ad una situazione in cui una massa d'aria inizialmente stabile può diventare instabile se sollevata fino al livello di saturazione ed il profilo termico possiede determinate caratteristiche.

Intensità oraria o pioggia oraria: valore di precipitazione misurato in un intervallo temporale di un'ora.

Linee Segnalatrici di Probabilità Pluviometrica: curva che unisce i punti rappresentativi di valori di pioggia con medesimo tempo di ritorno. Viene rappresentata con linea continua in diagrammi nei quali si riportano in ascissa le durate di precipitazione ed in ordinata i valori di pioggia.

Mesoscala: riguarda i fenomeni meteorologici che si sviluppano con una scala orizzontale compresa tra 10 e 100 km circa.

Pluviogramma: diagramma nel quale si riporta l'andamento della precipitazione. Vi si riconosce un'asse delle ascisse che rappresenta il tempo, un primo asse delle ordinate per le piogge orarie, un secondo asse delle ordinate per le piogge cumulate. Le piogge orarie vengono rappresentate con istogrammi, le piogge cumulate con una linea continua.

Precipitazione cumulata: totale di precipitazione (solitamente segnalato in millimetri) registrato da uno strumento di misura.

Prefrontale: si riferisce alla configurazione delle masse d'aria presenti immediatamente davanti (ossia normalmente ad est) ad un fronte.

radiosondaggio: consiste nella misura di grandezze aerologiche (pressione, temperatura, umidità e vento) che caratterizzano lo stato dell'atmosfera in un dato luogo ed istante lungo un profilo verticale, attraverso il lancio di una radiosonda.

Saccatura: area di bassa pressione costituita da isobare aperte, nella quale i valori della pressione decrescono verso il centro e la circolazione avviene in senso antiorario nel nostro emisfero.

Situazione (o scala) sinottica: riguarda i fenomeni meteorologici la cui scala caratteristica è dell'ordine delle centinaia o migliaia di km.

Shear: variazione del vento con la quota.

Sollevamento orografico: si riferisce al sollevamento che subiscono le masse d'aria quando fluiscono verso un rilievo, in direzione perpendicolare all'orografia.

Sovrasaturazione: si riferisce alla situazione in cui una massa d'aria ha un contenuto di vapore acqueo superiore al valore massimo possibile ad una determinata temperatura (il cosiddetto punto di saturazione). In condizioni di sovrasaturazione il vapore acqueo in eccesso viene eliminato mediante condensazione (passaggio dallo stato aeriforme a quello liquido) o sublimazione (passaggio diretto dallo stato aeriforme a quello solido).

Tempo di Ritorno: rappresenta la probabilità di accadimento di un fenomeno: viene espresso in anni e si calcola come inverso della probabilità. Un tempo di ritorno di N anni indica che in un periodo di N anni il fenomeno considerato si può presentare almeno una volta. Il valore non dà alcuna informazione sulla eventuale ciclicità del fenomeno.

Tropopausa: rappresenta lo strato di transizione tra la troposfera e la stratosfera, in cui si verifica un cambiamento della variazione di temperatura con l'altezza. La troposfera è la parte dell'atmosfera compresa tra la superficie terrestre e la quota di 11 km circa, in cui la caratteristica principale è la diminuzione di temperatura con l'altezza (trascurando le inversioni termiche dei bassi strati tipiche dei mesi invernali) mentre nella stratosfera (estesa tra 11 e 50 km) l'andamento della temperatura con la quota è isoterma, in particolare nella bassa stratosfera.

UTC: acronimo di Universal Time Coordinates, sono le coordinate temporali del fuso orario centrato sul meridiano di Greenwich. Coincidono con l'ora GMT (Greenwich Mean Time).

Vorticità ciclonica: indica la rotazionalità (o vorticità) antioraria di una struttura ciclonica (nel nostro emisfero).