



Qualità delle previsioni numeriche di convezione atmosferica profonda (Modello WRF operativo in ARPA FVG)

I casi di precipitazione intensa del 09-10 settembre 2013
con particolare attenzione al cividalese

Palmanova, 27 settembre 2013

ARPA FVG – CRMA
Centro Regionale di Modellistica Ambientale
crma@arpa.fvg.it



Previsioni di convezione profonda con modello WRF



- Perché è stato scelto questo evento meteorologico
- Il sistema di previsione meteorologica numerica di ARPA FVG
- Le corse modellistiche usate per il confronto con le misure pluviometriche
- L'evoluzione spazio temporale dei fenomeni convettivi
- Le previsioni di pioggia cumulata su specifiche aree
- Conclusioni

La scelta dell'evento meteo (a)

Quali sono stati i motivi che hanno indotto il CRMA a scegliere questo evento per verificare la qualità delle previsioni numeriche di precipitazione della catena modellistica WRF operativa all'ARPA FVG?

● Coincidenze

- Incontro con i colleghi dell'OSMER e discussione sulle performance del modello.
- Programmato nell'agenda autunnale del CRMA un incontro sulla messa a disposizione delle simulazioni a OSMER e PCIV regionale.

● Fattori emotivi

- L'evento del cividalese è stato vissuto in prima persona da alcuni colleghi del CRMA

● Fisica dell'evento

- L'evento meteorologico ha avuto una forte connotazione convettiva, le cui scale spaziali e temporali sono un banco di prova per le prestazioni della configurazione del modello WRF che viene utilizzata nella catena operativa di ARPA FVG
- L'evoluzione meteorologica dei giorni 08, 09 e 10 settembre 2013 ha presentato diversi episodi di eccezionalità, **specialmente nell'efficienza di trasformazione dell'acqua precipitabile in pioggia caduta al suolo.**

La scelta dell'evento meteo (eccezionalità meteorologica)

Precipitazioni espresse in mm per ciascun intervallo di giorni

#	08	09	10	08-09	08-10	NS	LAT	LON	ALT	NAME
	11.0	30.0	31.6	41.0	72.6	1	46.077	12.770	142	Vivaro
	0.1	0.0	35.6	0.1	35.7	2	45.920	12.817	26	San Vito al Tagliamento
	0.0	0.0	3.3	0.0	3.3	3	45.919	12.546	22	Brugnera
	25.4	96.2	31.9	121.6	153.5	4	46.136	13.353	158	Faedis
	26.9	72.9	14.4	99.8	114.2	5	46.102	13.084	147	Fagagna
	3.3	73.3	47.6	76.6	124.2	6	46.036	13.228	91	Udine S. O.
	0.1	0.5	61.3	0.6	61.9	7	45.883	13.157	16	Talmassons
	0.0	0.7	89.3	0.7	90.0	8	45.807	13.054	5	Palazzolo D. S.
	0.0	36.9	24.0	36.9	60.9	9	45.959	13.513	85	Capriva D. F.
	0.0	23.2	54.0	23.2	77.2	10	45.891	13.483	29	Gradisca d'Isonzo
	0.0	237.1	74.3	237.1	311.4	20	46.081	13.421	127	Cividale del Friuli
	0.2	14.6	44.6	14.8	59.4	12	45.850	13.338	8	Cervignano del Friuli
	1.2	69.6	34.0	70.8	104.8	64	46.041	13.300	91	Pradamano
	0.0	18.4	49.4	18.4	67.8	66	45.983	13.271	60	Lauzacco
	0.0	7.8	37.8	7.8	45.6	67	45.922	13.240	33	Bicinicco
	54.0	70.2	58.8	124.2	183.0	90	46.314	13.273	620	Musi
	1.4	15.0	49.8	16.4	66.2	91	46.255	12.734	350	Chievolis
	84.0	35.4	28.0	119.4	147.4	92	46.332	13.081	230	Bordano
	4.8	5.6	32.8	10.4	43.2	93	46.110	12.522	1275	Piancavallo
	2.6	18.4	21.8	21.0	42.8	95	46.190	12.570	468	Barcis
	31.0	79.0	44.6	110.0	154.6	98	46.349	13.396	650	Coritis

Valori monitorati dalla Sala operativa:

La rete idrometeorologica in tempo reale della Protezione civile regionale ha rilevato alle ore 18.30 del 9 settembre i seguenti valori cumulati di piovosità:

Stazione meteo	mm rilevati ultima ora	Stazione meteo	mm rilevati ultime 3 ore	Stazione meteo	mm rilevati ultime 6 ore
Cividale T	76.6	Cividale	133.6	Cividale	133.6
Orzano	47.6	Montemaggiore	82.2	Montemaggiore	101.4
Cerneglons	47.2	Azzida	77.4	M.ghe Mersino-Matajur	87.6
Azzida	41.6	M.ghe Mersino-Matajur	72.6	Azzida	77.4
Prepotto	41.2	Orzano	59.8	Tribil Inferiore	64.4

Precipitazioni rilevate al suolo dalla rete OSMER e PCIV



La scelta dell'evento meteo (emergenza e danni)

Coordinamento da parte della Sala Operativa Regionale degli interventi dei Gruppi comunali di Protezione civile a seguito degli eventi meteorologici del 9 settembre 2013

Friuli Venezia Giulia, 9 settembre 2013

Nel corso del pomeriggio di lunedì 9 settembre 2013 una serie di temporali caratterizzati da grandine e scrosci di pioggia molto intensi ha colpito l'alta pianura udinese e le valli del Natisone.

La situazione più critica si registra nel comune di Cividale del Friuli dove le violente piogge hanno provocato diffusi allagamenti di abitazioni ed edifici pubblici, nonché della viabilità. Nel cividalese in poco più di due ore sono piovuti quasi 150 mm di pioggia mista a grandine.

Sono stati segnalati allagamenti anche nei comuni di Remanzacco e Premariacco.

Da tali comuni sono pervenute alla Sala Operativa Regionale numerose richieste di aiuto per lo svuotamento di scantinati e abitazioni.

Altre segnalazioni per allagamenti di strade e sono pervenute dai comuni di Pulfero e S. Pietro al Natisone.

Complessivamente hanno operato oltre 100 volontari di 20 squadre comunali dei comuni colpiti e di altri comuni inviati in supporto.

Nelle prime ore della giornata un temporale con violente raffiche di vento ha abbattuto alberi e rami nei comuni di Fontanafredda, Pordenone, Zoppola, Fiume Veneto, Valvasone e Porcia. Oltre 50 volontari delle locali squadre comunali sono intervenute per taglio alberi e per la rimozione delle piante e ramaglie cadute.

Mercoledì 18 settembre 2013 presso la sala formazione del Centro Operativo di Palmanova della Protezione Civile del Friuli Venezia Giulia, l'Assessore regionale alla Protezione civile, avv. Paolo Panontin, e il direttore centrale, dott. Guglielmo Berlasso, hanno tenuto un incontro con i sindaci dei **44 Comuni colpiti** dall'avversità atmosferiche che hanno investito il territorio regionale nei giorni **8, 9 e 10 settembre 2013**.

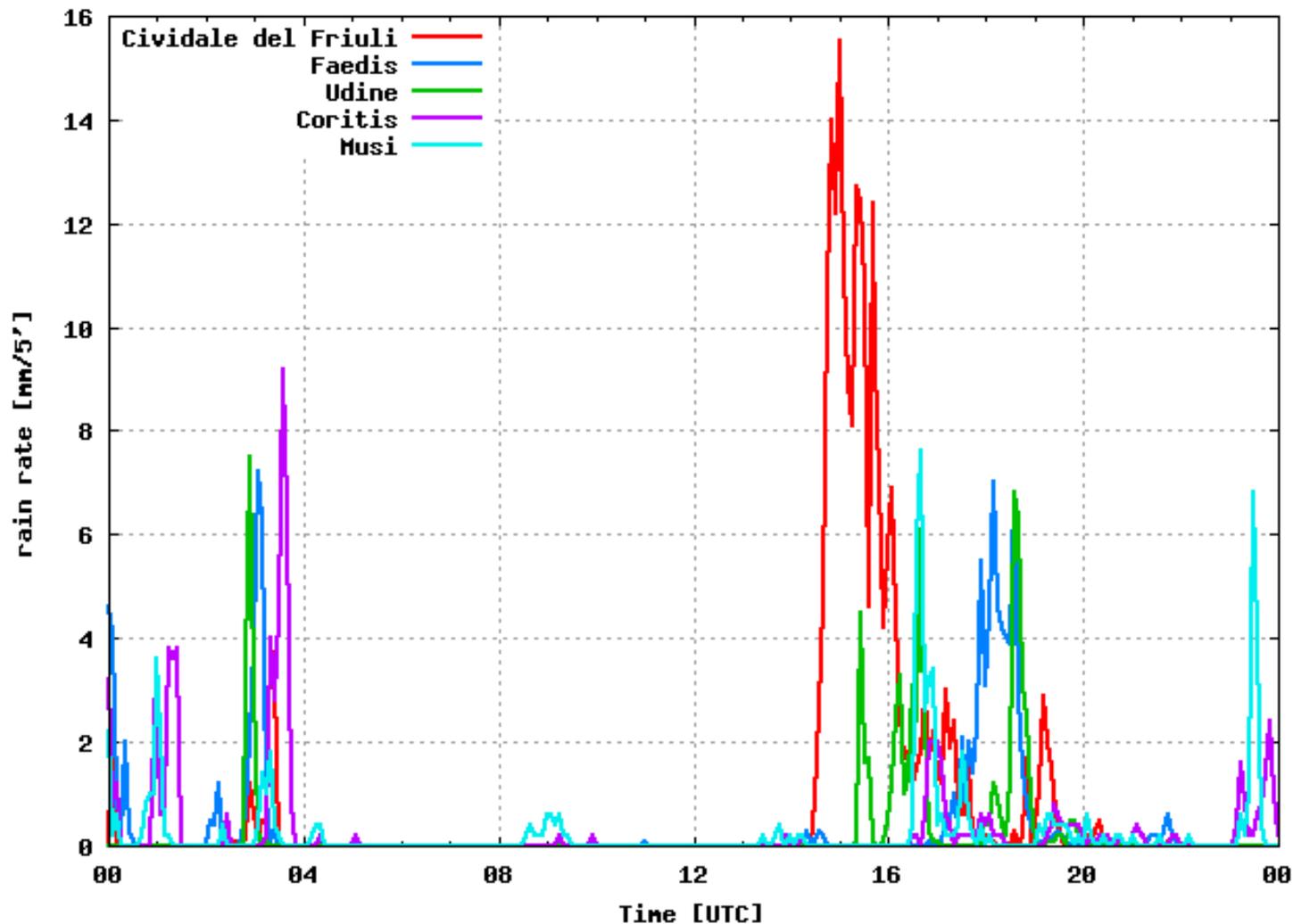
Fonte <http://www.protezionecivile.fvg.it/>

La scelta dell'evento meteo (efficienza termodinamica)

Fisica dell'evento

- L'evento meteorologico ha avuto una **forte connotazione convettiva**.
- L'evoluzione meteorologica dei giorni 08, 09 e 10 settembre 2013 ha presentato diversi episodi di eccezionalità, **specialmente nell'efficienza di trasformazione dell'acqua precipitabile in pioggia caduta al suolo**.

Rain rate measurements on 2013 09 09 by means of OSMER weather stations



La scelta dell'evento meteo (efficienza termodinamica)

Fisica dell'evento

L'evento meteorologico ha avuto:

- forte connotazione convettiva = elevate velocità verticali.
- alta efficienza nella trasformazione dell'acqua precipitabile in pioggia.

$$P = - \frac{\delta z \cdot w}{l_w} \left[\frac{dp_d}{dz} - \frac{c_{p_d} + r \cdot c_{p_w}}{R_d \cdot T} \cdot p_d \cdot \frac{dT}{dz} \right]$$

P = precipitation rate [mm/(s m²)]

δz = thickness of the considered layer [m]

w = vertical velocity [m/s]

l_w = water latent heat of condensation [J/kg]

p_d = dry air pressure [Pa]

Z = altitude [m]

c_{p_d} = specific heat of dry air at constant pressure [J/(°K kg)]

c_{p_w} = specific heat of water vapor at constant pressure [J/(°K kg)]

R_d = specific gas constant for dry air [J/(°K kg)]

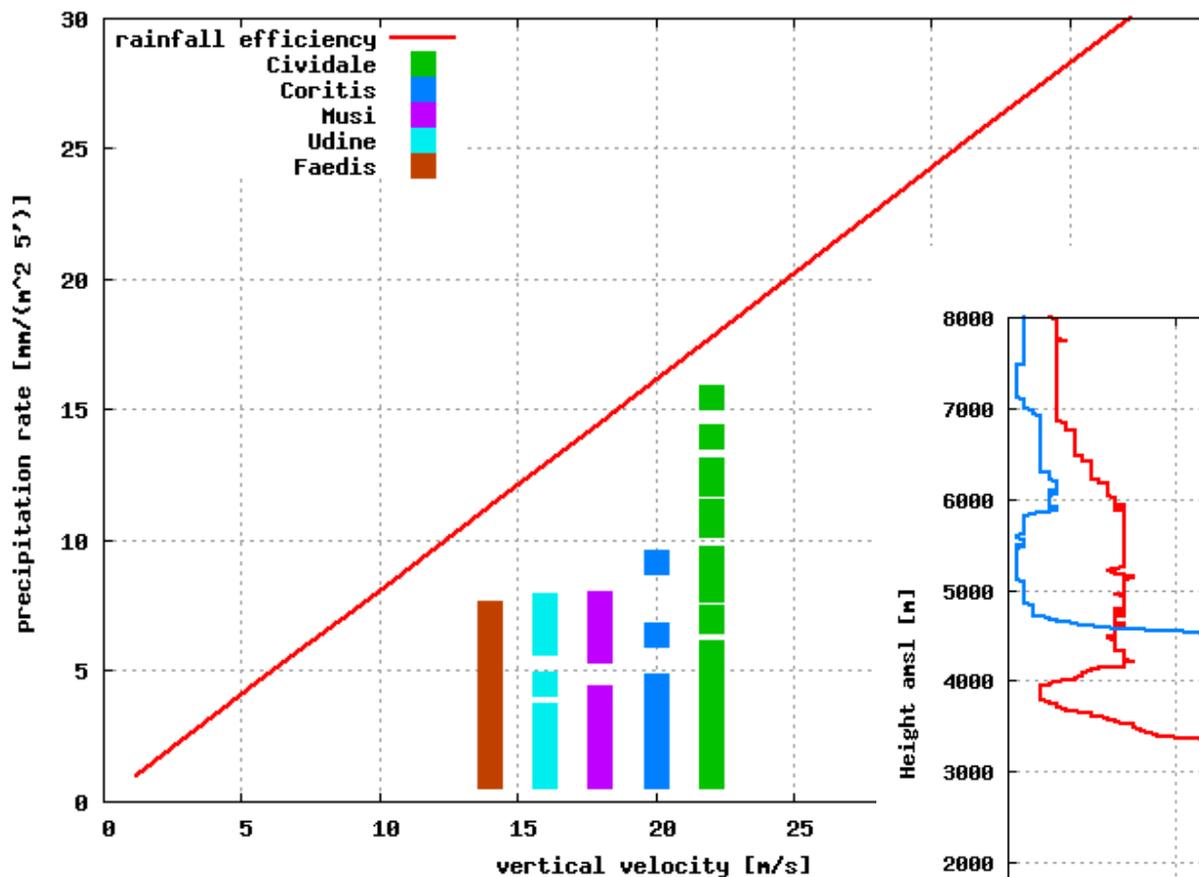
T = air temperature [°K]

r = mixing ratio [kg/kg]

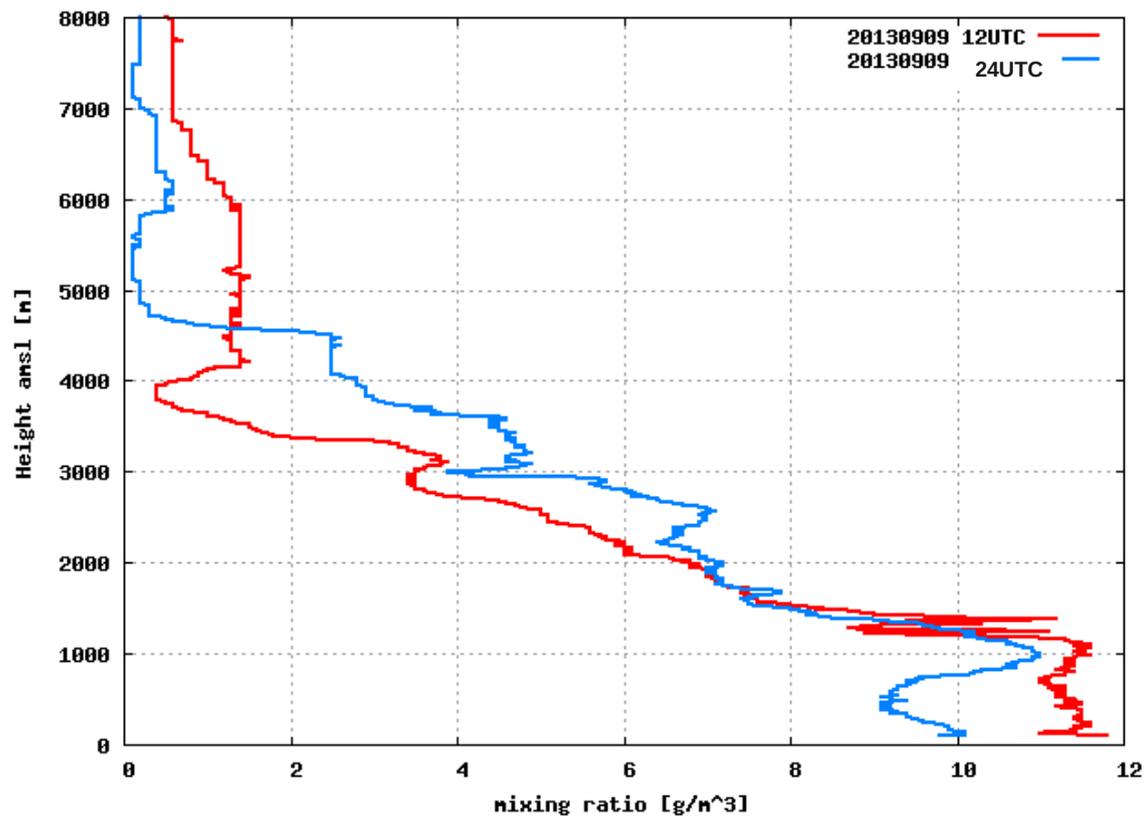
La scelta dell'evento meteo (efficienza termodinamica)

$$P = -\frac{\delta z \cdot w}{l_w} \left[\frac{dp_d}{dz} - \frac{c_{p_d} + r \cdot c_{p_w}}{R_d \cdot T} \cdot p_d \cdot \frac{dT}{dz} \right]$$

Udine vertical profile 09 Sep 2013 - Rain rate efficiency from 0 m up to 5000 m ansl



Udine vertical profile 09 Sep 2013



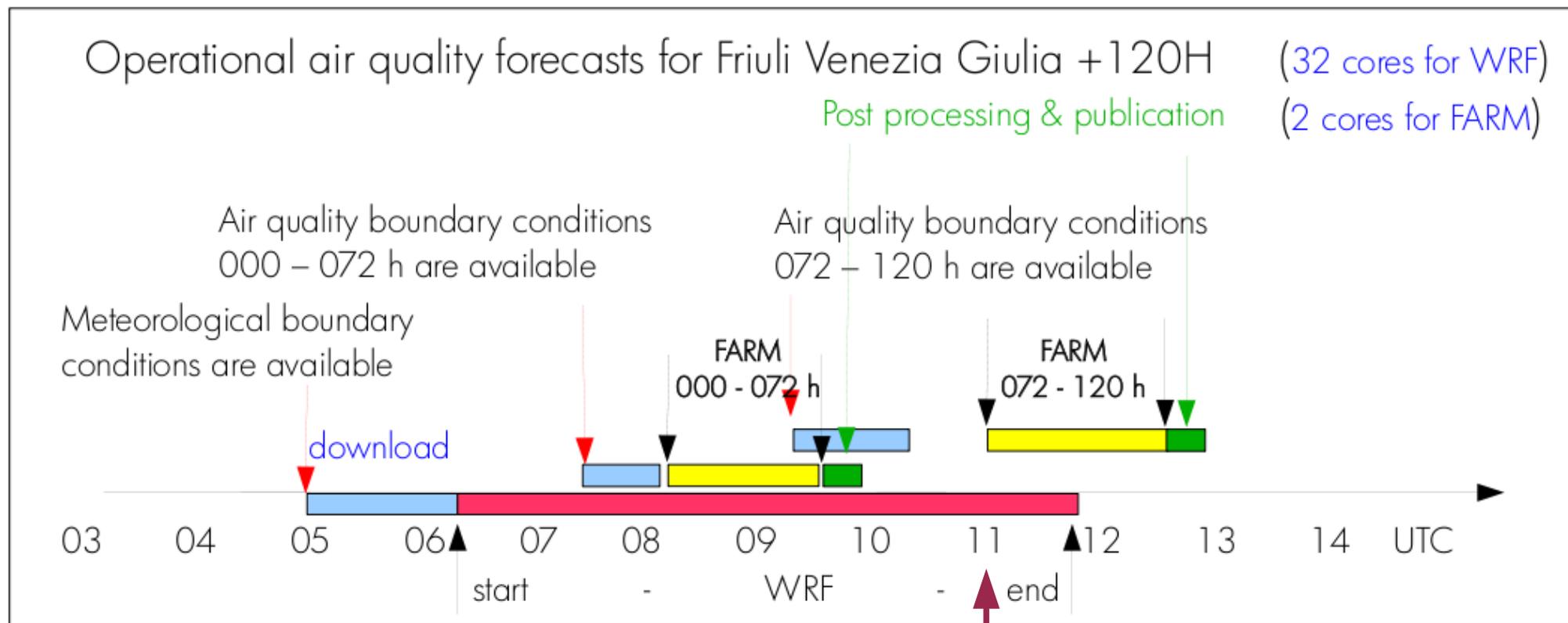
Il sistema di previsione meteorologica numerica di ARPA FVG a)

- **Boundary conditions and initial conditions**

	Grid
Domain 1 (continental)	50 km
Domain 2 (national)	10 km
Domain 3 (regional)	2 km



Modello numerico WRF (www.wrf-model.org)
 Modello non idrostatico di ultima generazione
 Tecnica di esecuzione parallela distributed memory + shared memory
 Esecuzione tramite domini annidati
 Condizioni al contorno ed iniziali GFS (corsa delle 00UTC)

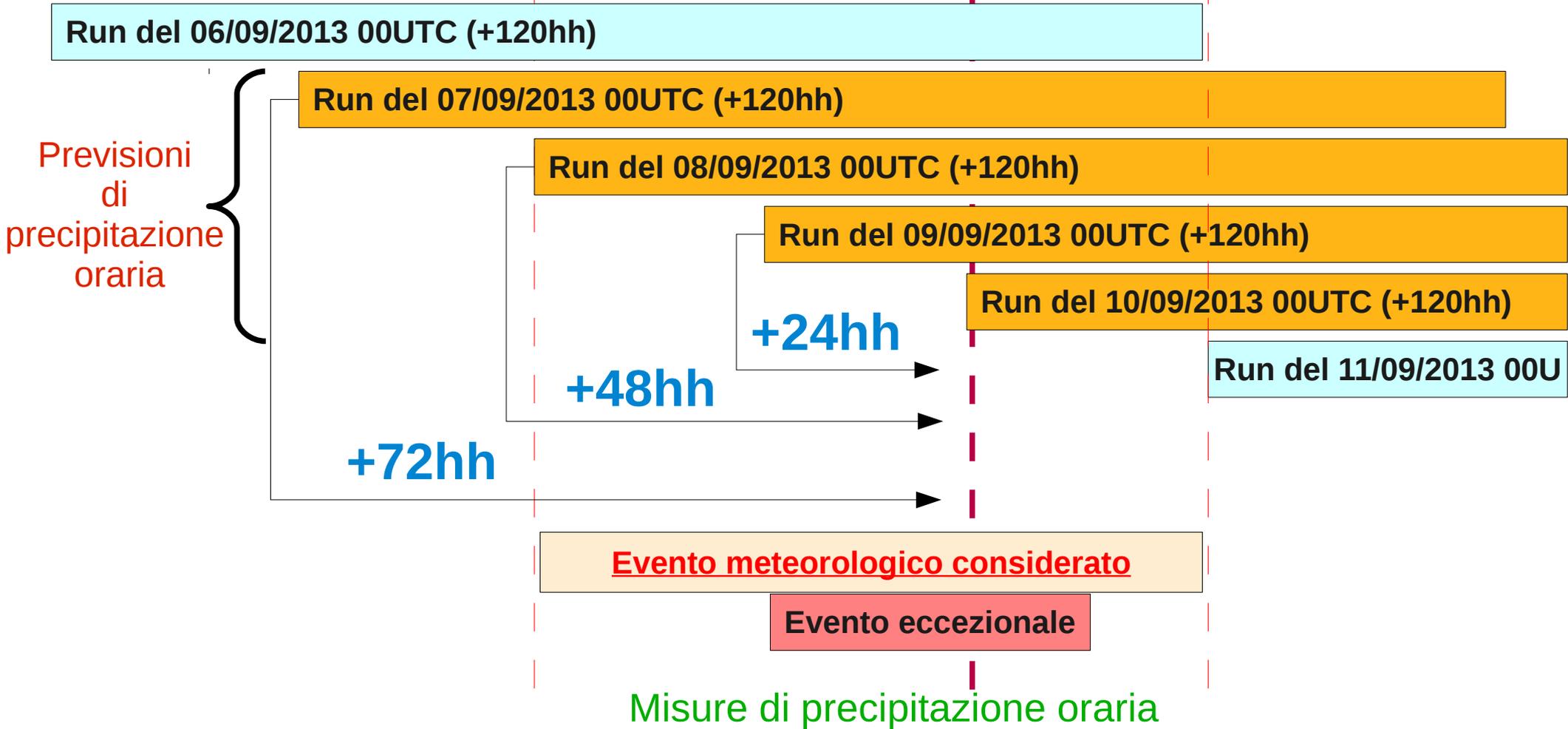


Dalla primavera 2013 a seguito degli ultimi miglioramenti

Attualmente gli output della **corsa 00UTC** sono disponibili in formato GRIB su area di scambio dedicata per OSMER e PCIV (prossimamente per CRITA) con i seguenti tempi:

- +072 h entro le ore 07:30 UTC
- +096 h entro le ore 10:00 UTC
- +120 h entro le ore 11:00 UTC

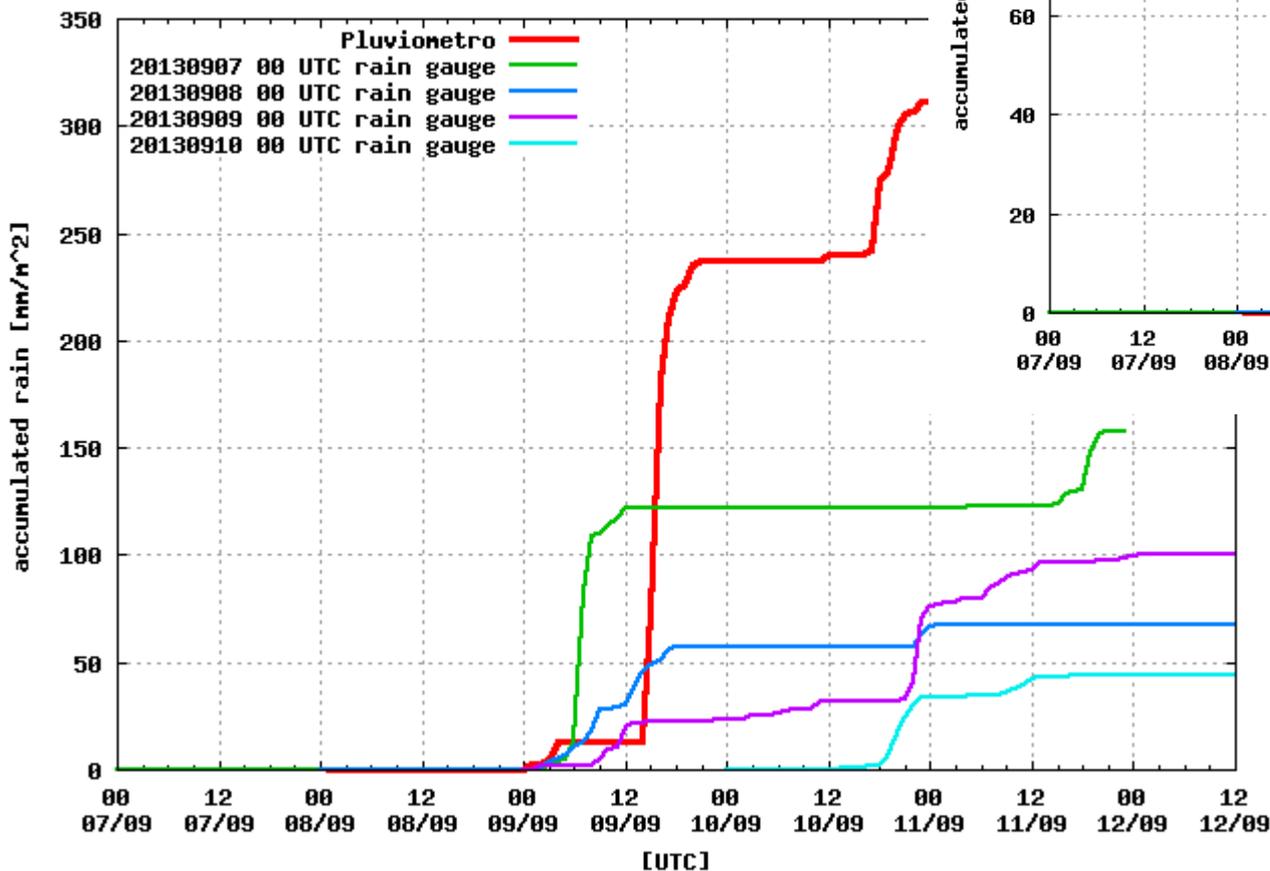
06/09 07/09 08/09 09/09 10/09 11/09 12/09



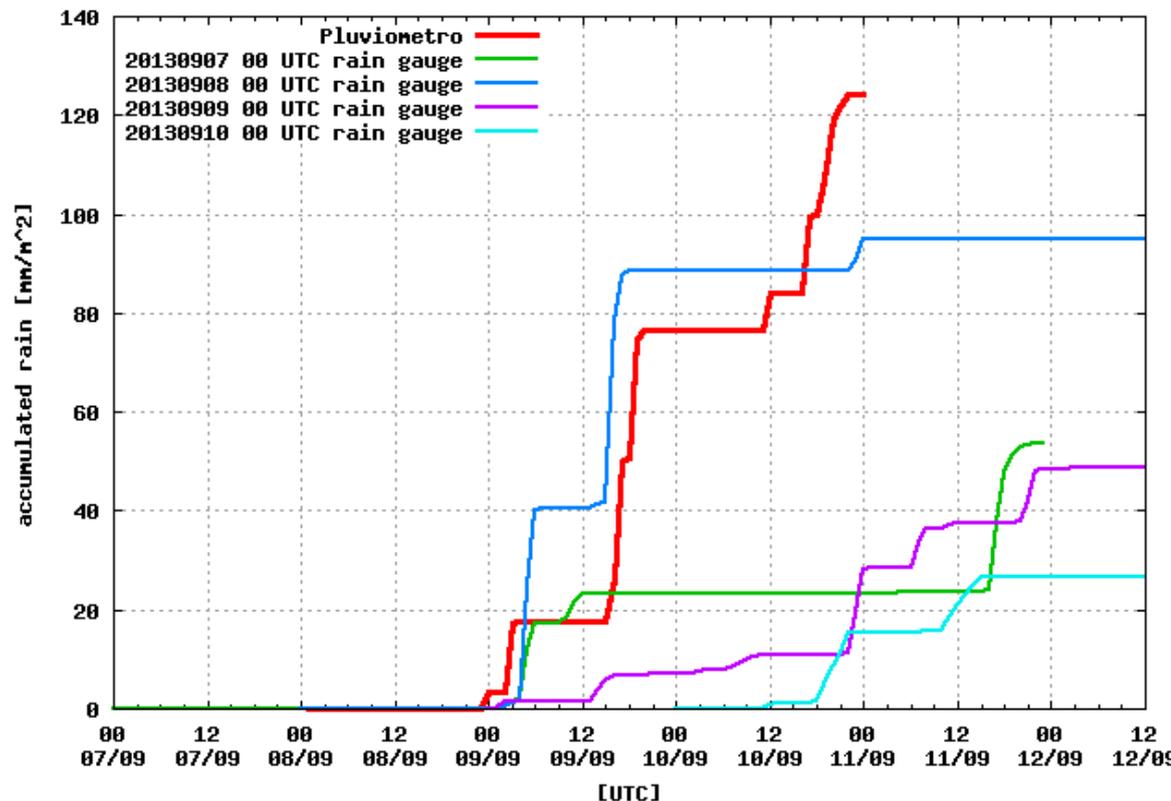
L'evoluzione delle precipitazioni durante l'evento

Precipitazioni cumulate dall'inizio dell'evento

MRF forecasts vs measurements
Rain gauge: cividale - MRF grid point: Val.



MRF forecasts vs measurements
Rain gauge: Udine - MRF grid point: Udine

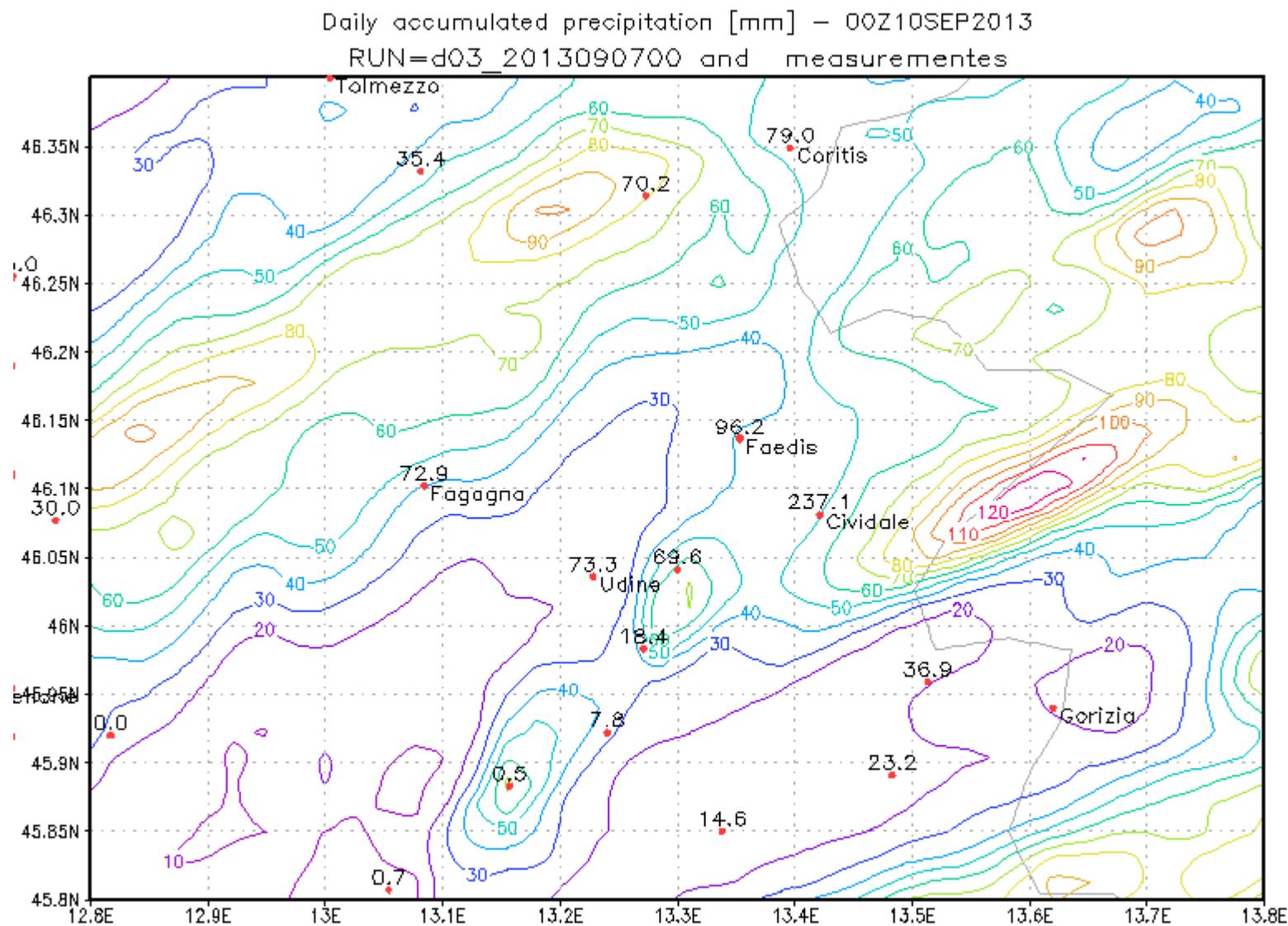


Piogge convettive

- al mattino del 09/09
- eccezionali la sera del 09/09
- anche il pomeriggio del 10/09

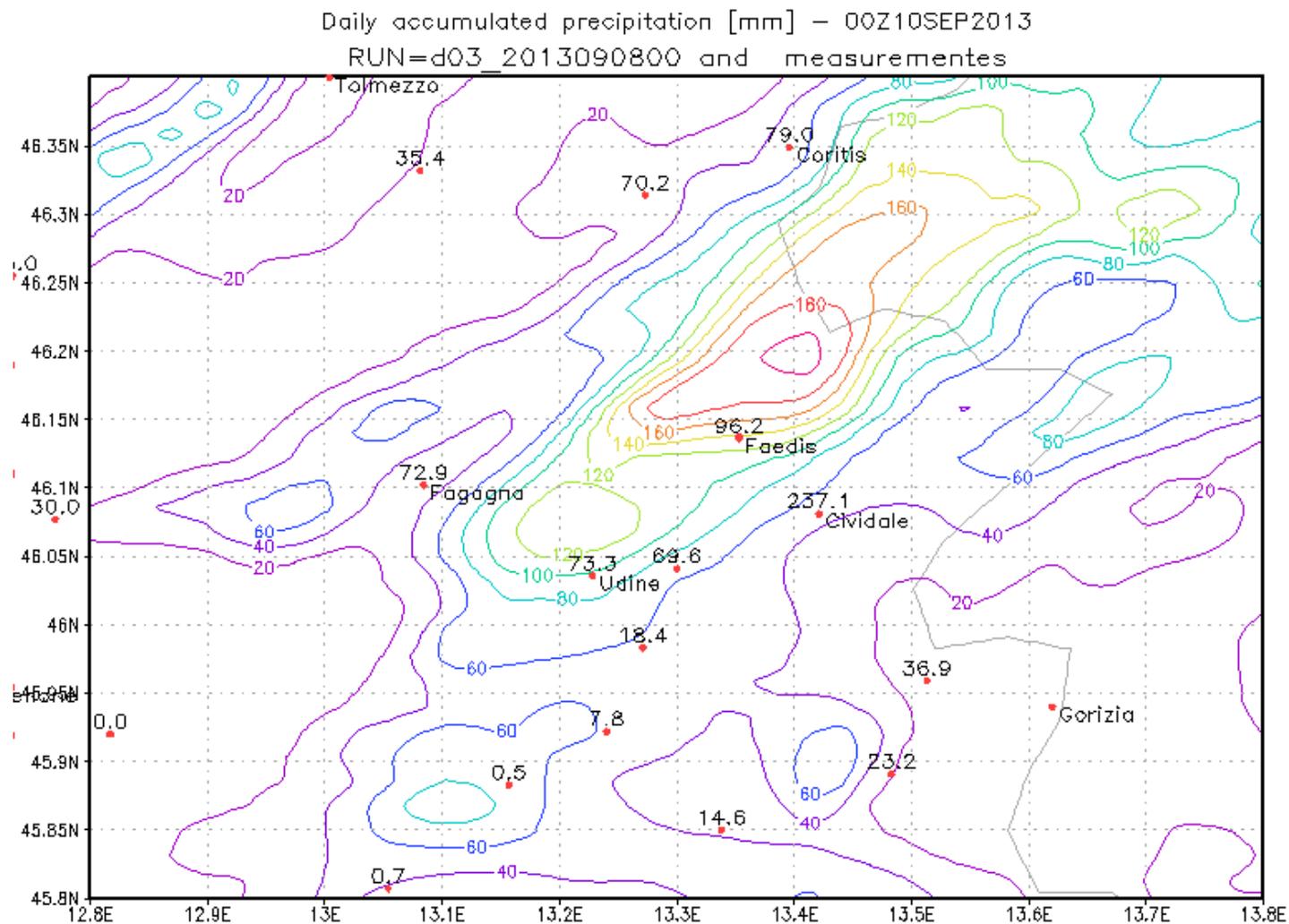
Caratteristica della corsa del 20130907 00UTC

Il run delle 20130907 00UTC, prevede precipitazioni intense sul Cividalese nella prima parte della giornata del 09/09 mentre l'evento e' occorso la sera, quindi con circa 12 ore di sfasatura. Va ricordato che in mattinata del 09/09 tra Udine e Cividale ci sono stati temporali anche intensi, ma non flash floods.



Caratteristica della corsa del 20130908 00UTC

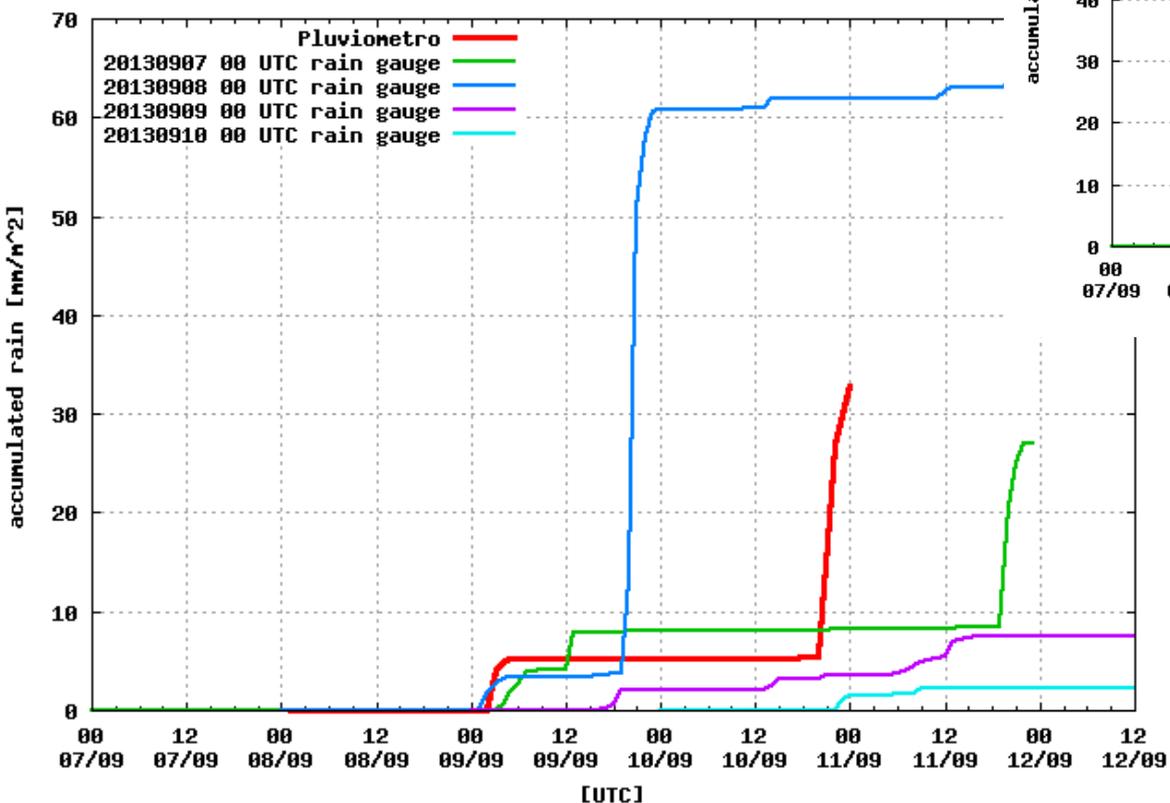
Il run delle 20130908 00UTC, prevede precipitazioni intense sul Cividalese nella prima parte della giornata del 09/09. Inoltre il modello prevede piogge intense anche nel pomeriggio a partire dalle ore 14UTC fino alle 18UTC come avvenuto in realtà 36 ore dopo (questa e' la previsione migliore, sia come tempistica dell'evento che come distribuzione delle piogge sul territorio regionale, vedi evento del mattino, mentre le piogge di Sgonico e Trieste del mattino sono solo "intuite", ma con quantitativi non verosimili)



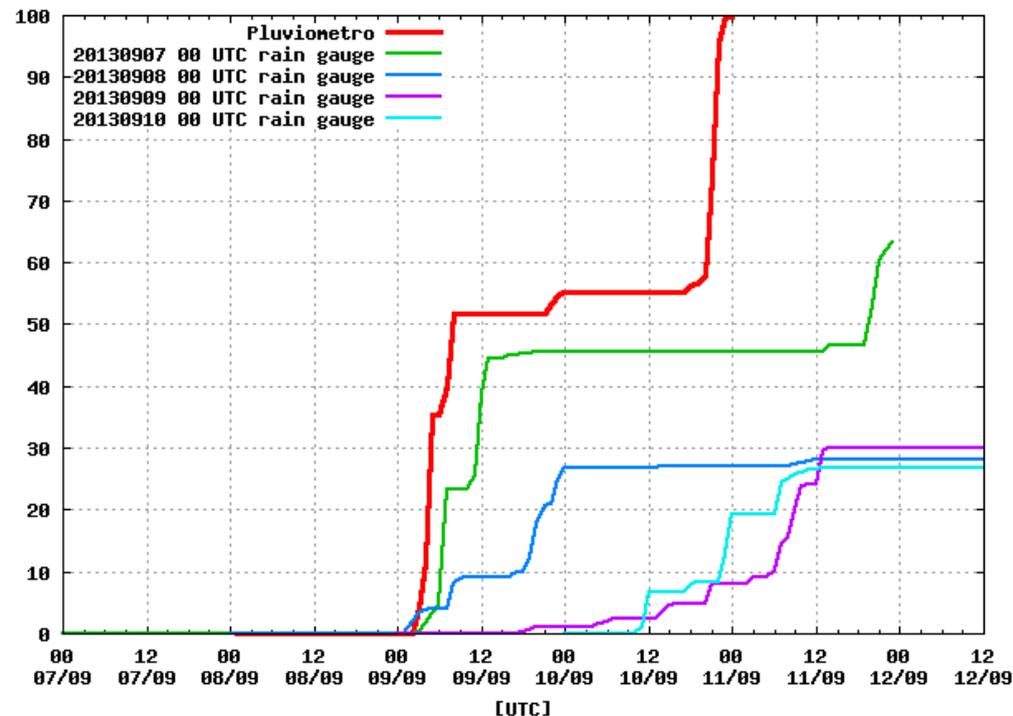
Caratteristica della corsa del 20130908 00UTC

Il run delle 20130908 00UTC, prevede precipitazioni su Sgonico e Trieste nel mattino del 09/09, ma con quantitativi non verosimili

MRF forecasts vs measurements
Rain gauge: Trieste - MRF grid point: Trieste

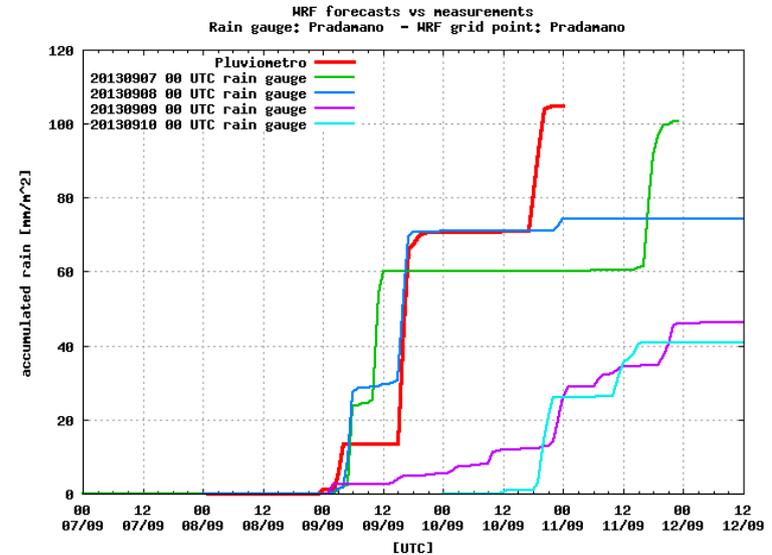
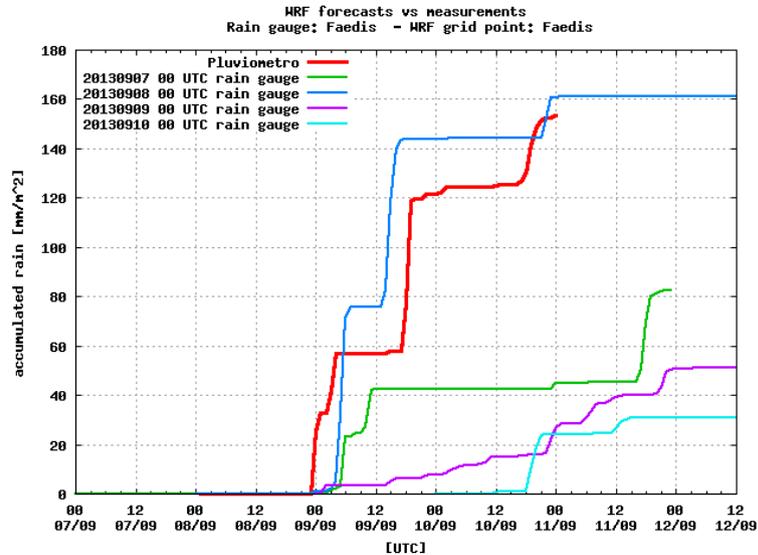
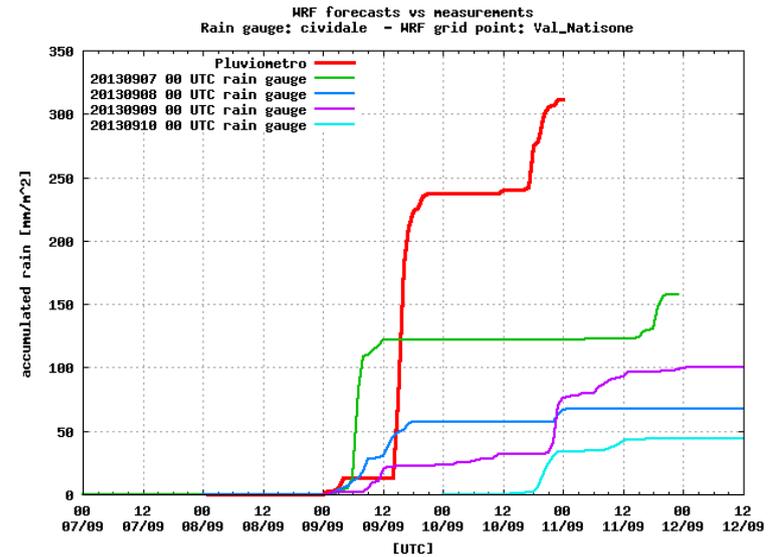
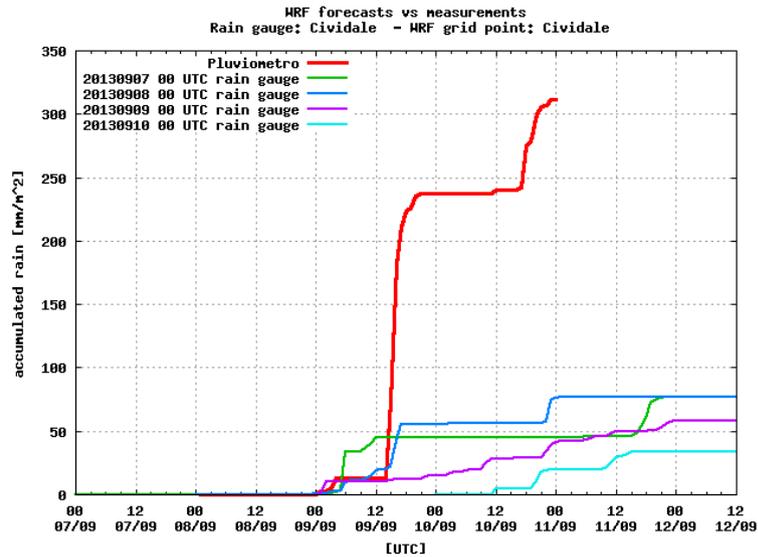


MRF forecasts vs measurements
Rain gauge: Sgonico - MRF grid point: Sgonico



Considerazioni sulla tempistica della convezione

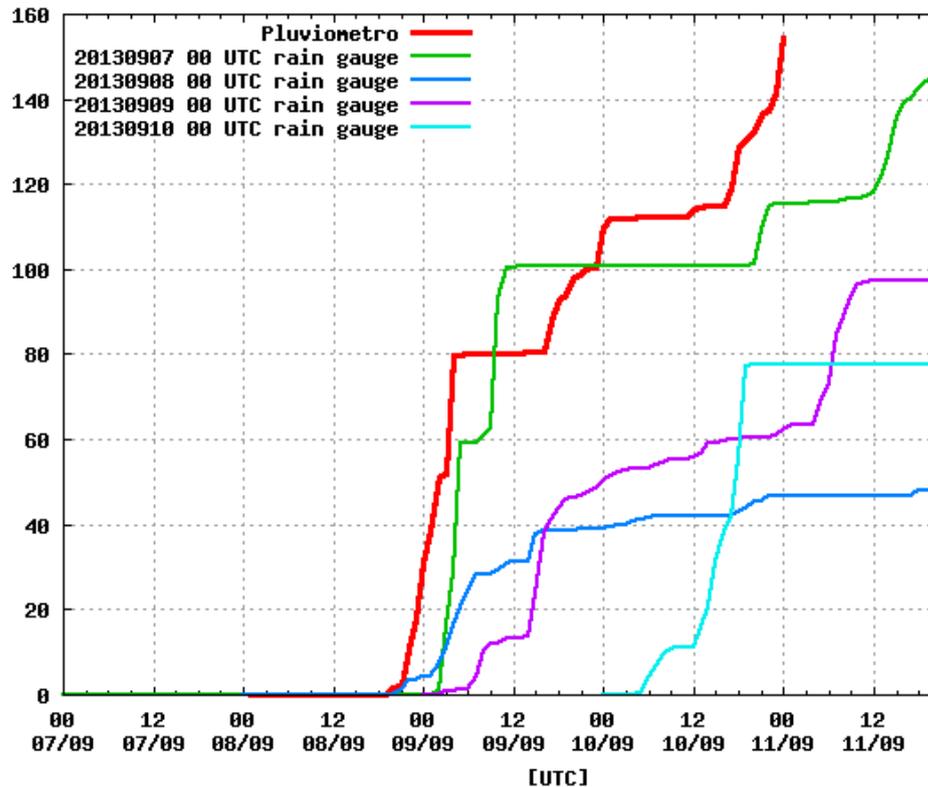
Tutti e tre i run considerati prevedono lo sviluppo di convezione profonda con le scale spaziali e temporali confrontabili con quelle osservate, ma esistono sfasature spaziali e temporali non trascurabili se ci si affida al dettaglio nominale del modello.



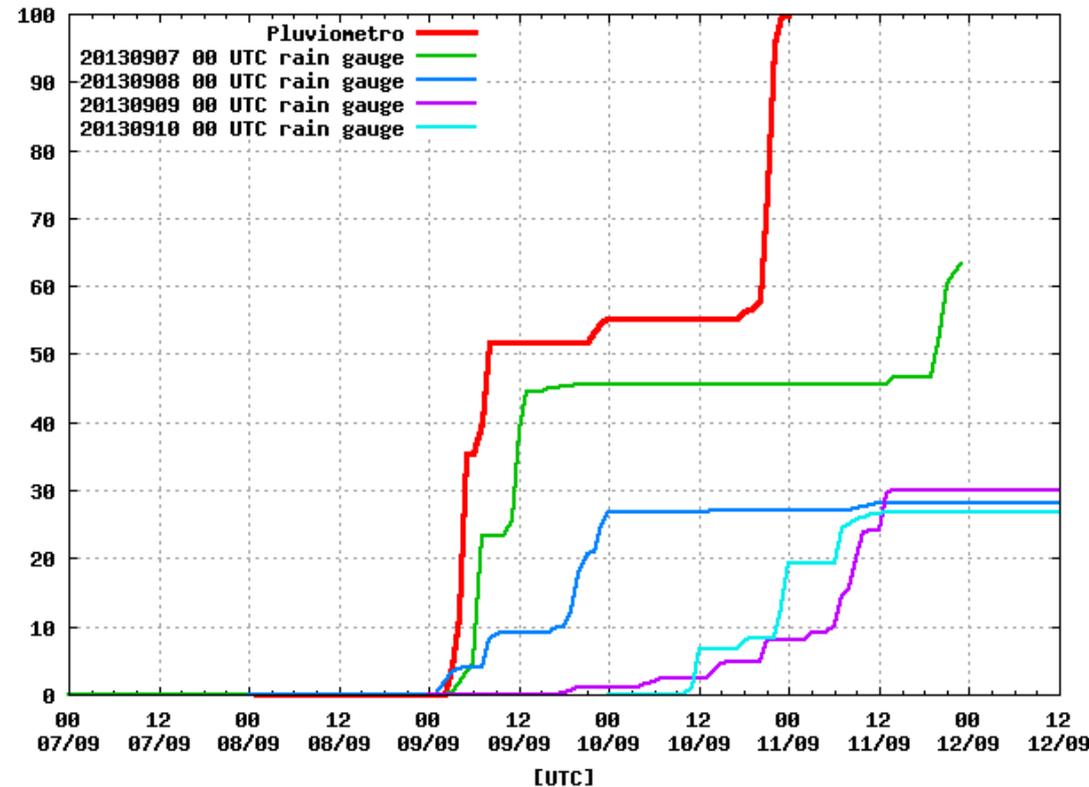
Problemi di spin up del modello nelle prime 24 ore

Il modello necessita di al più 24 ore per ricevere le informazioni delle condizioni al contorno e propagarle adeguatamente nei domini interni. L'aggiunta di una corsa alle 12 UTC minimizzerebbe il problema. Attualmente i run a +24h non possono essere utilizzati per un nowcasting verosimili (con riferimento alla convezione profonda)

HRF forecasts vs measurements
Rain gauge: coritis - MRF grid point: Val_Resia



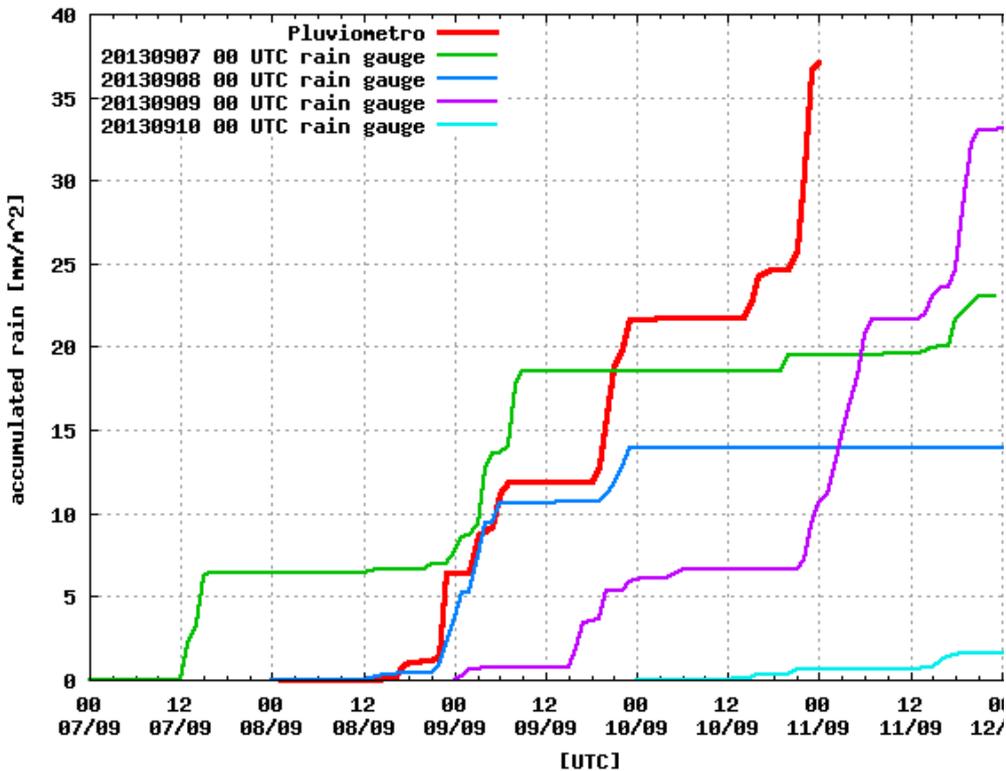
HRF forecasts vs measurements
Rain gauge: Sgonico - MRF grid point: Sgonico



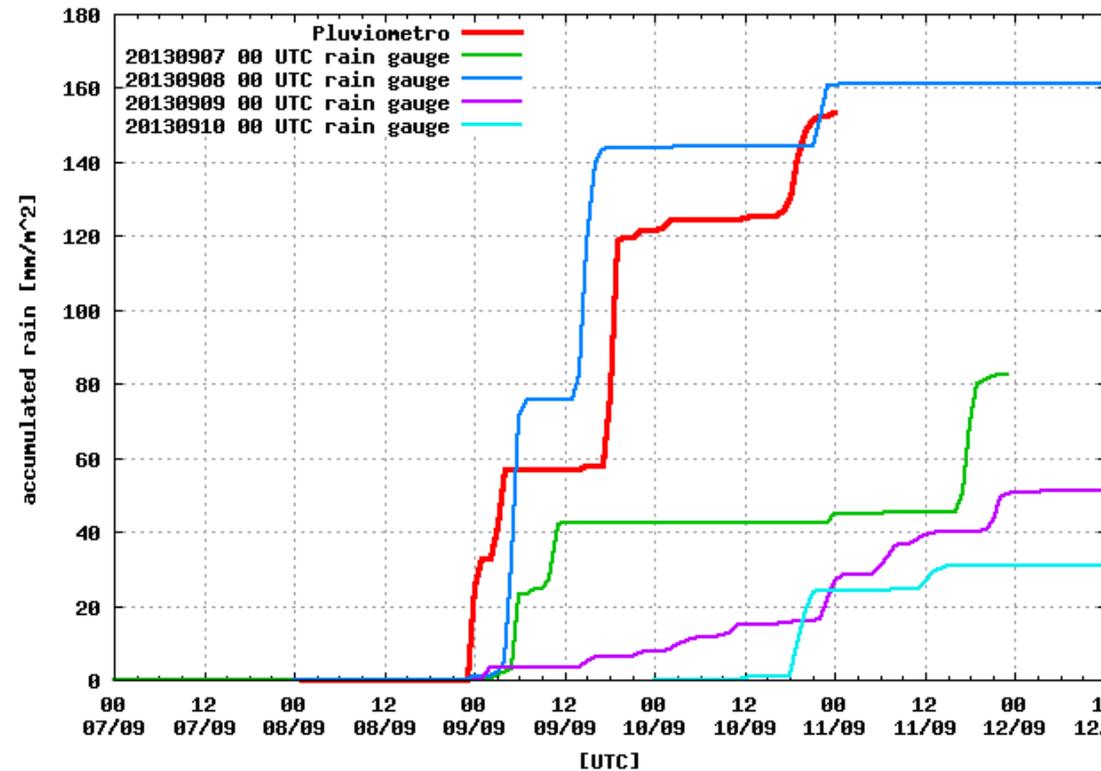
Problemi di spin up del modello nelle prime 24 ore

Per la convezione profonda lo spin up non crea problemi omogenei.
 Ci sono anche casi di successo

HRF forecasts vs measurements
 Rain gauge: Forni - HRF grid point: Forni_di_Sopra



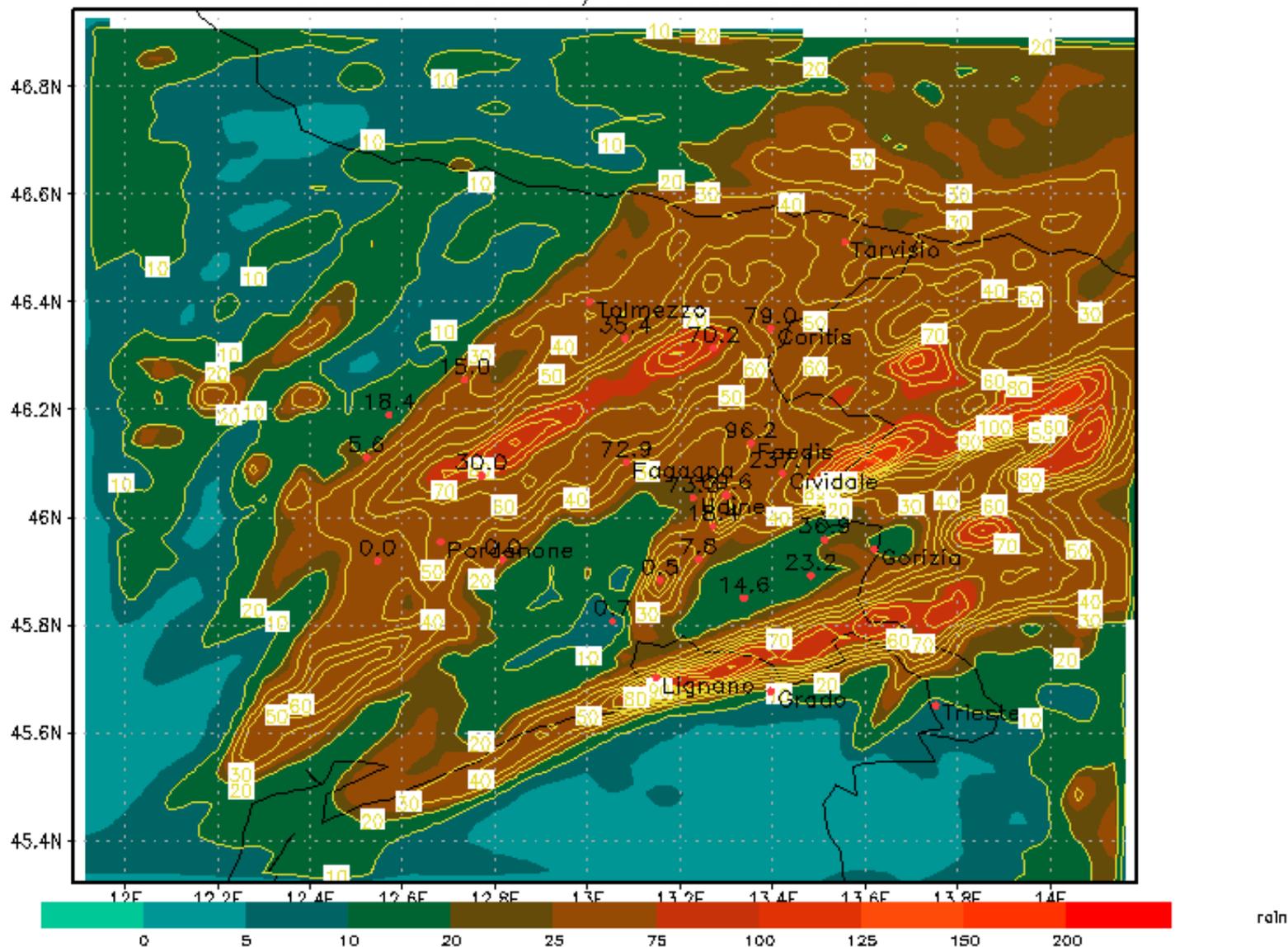
HRF forecasts vs measurements
 Rain gauge: Faedis - HRF grid point: Faedis



Previsioni di precipitazione accumulata per il 09/09/2013

Dominio regionale: piogge previste in colore ed isolinee misure in cifre
Run del **20130907 00UTC**

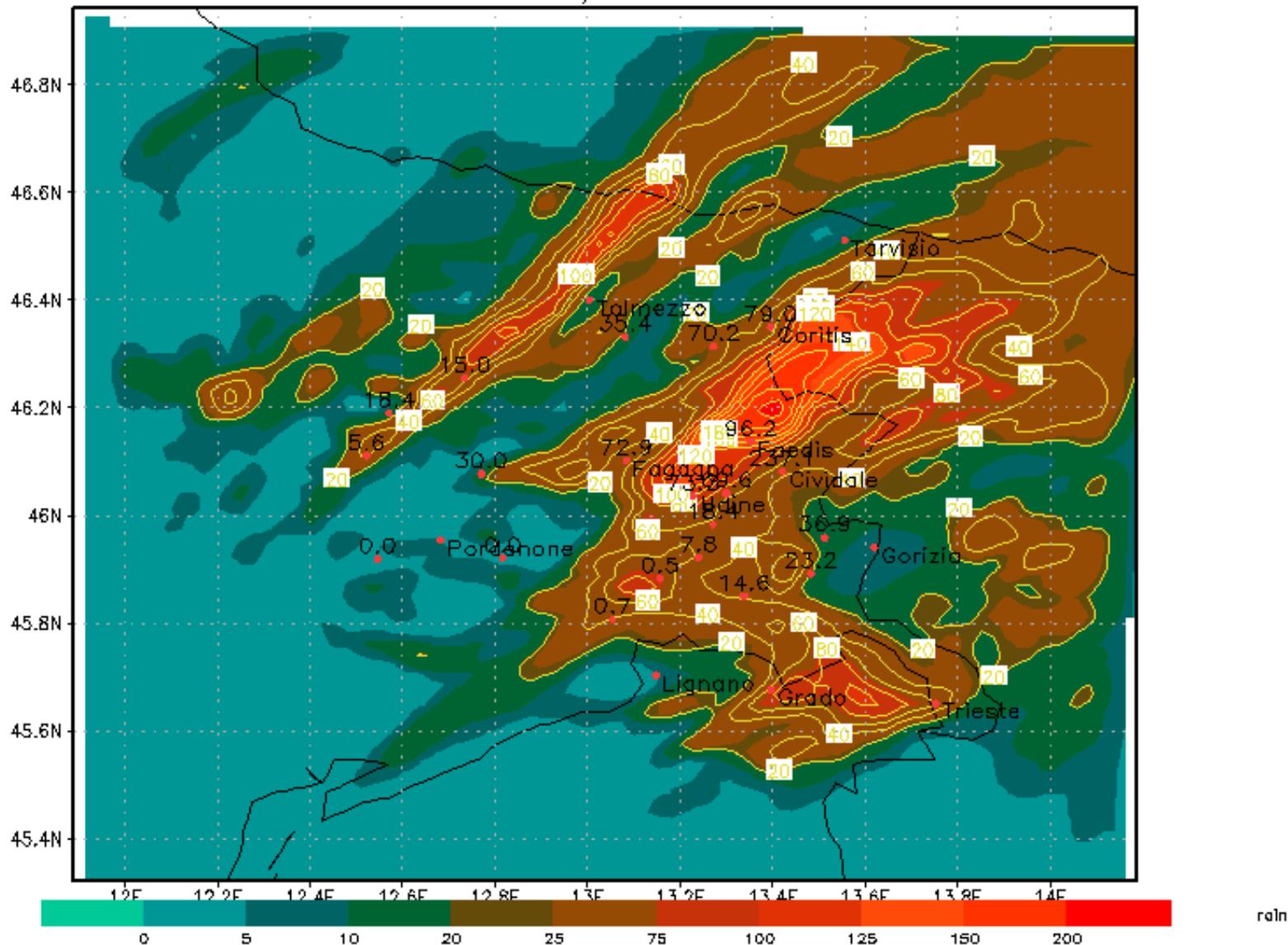
Total accumulated precipitation [mm] – d03_2013090700
WRF RUNs and 09/09 measurements



Previsioni di precipitazione accumulata per il 09/09/2013

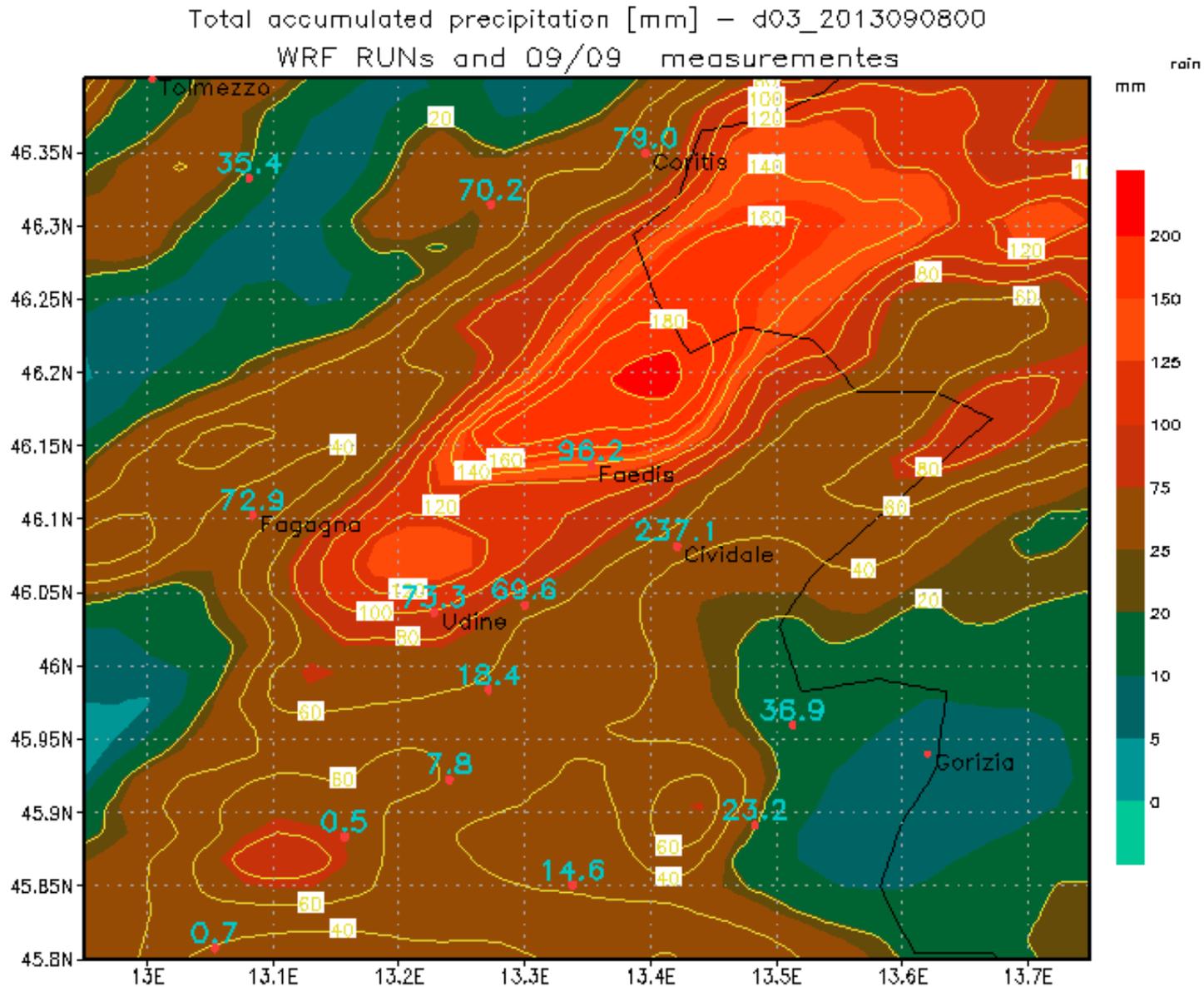
Dominio regionale: piogge previste in colore ed isolinee misure in cifre
 Run del **20130908 00UTC**

Total accumulated precipitation [mm] – d03_2013090800
 WRF RUNs and 09/09 measurements



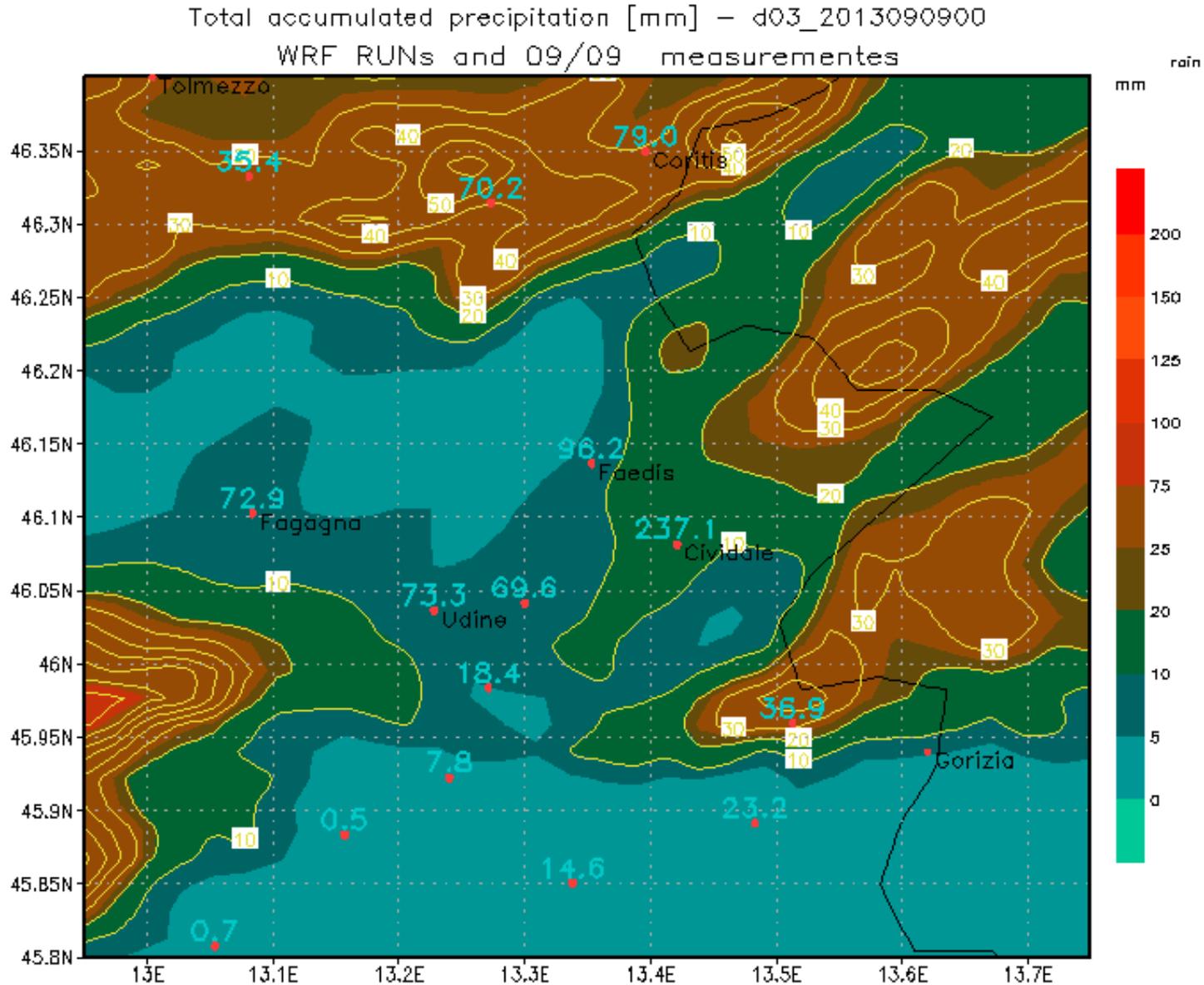
Previsioni di precipitazione accumulata per il 09/09/2013

Dominio NE: piogge previste in colore ed isolinee misure in cifre
Run del **20130908 00UTC**



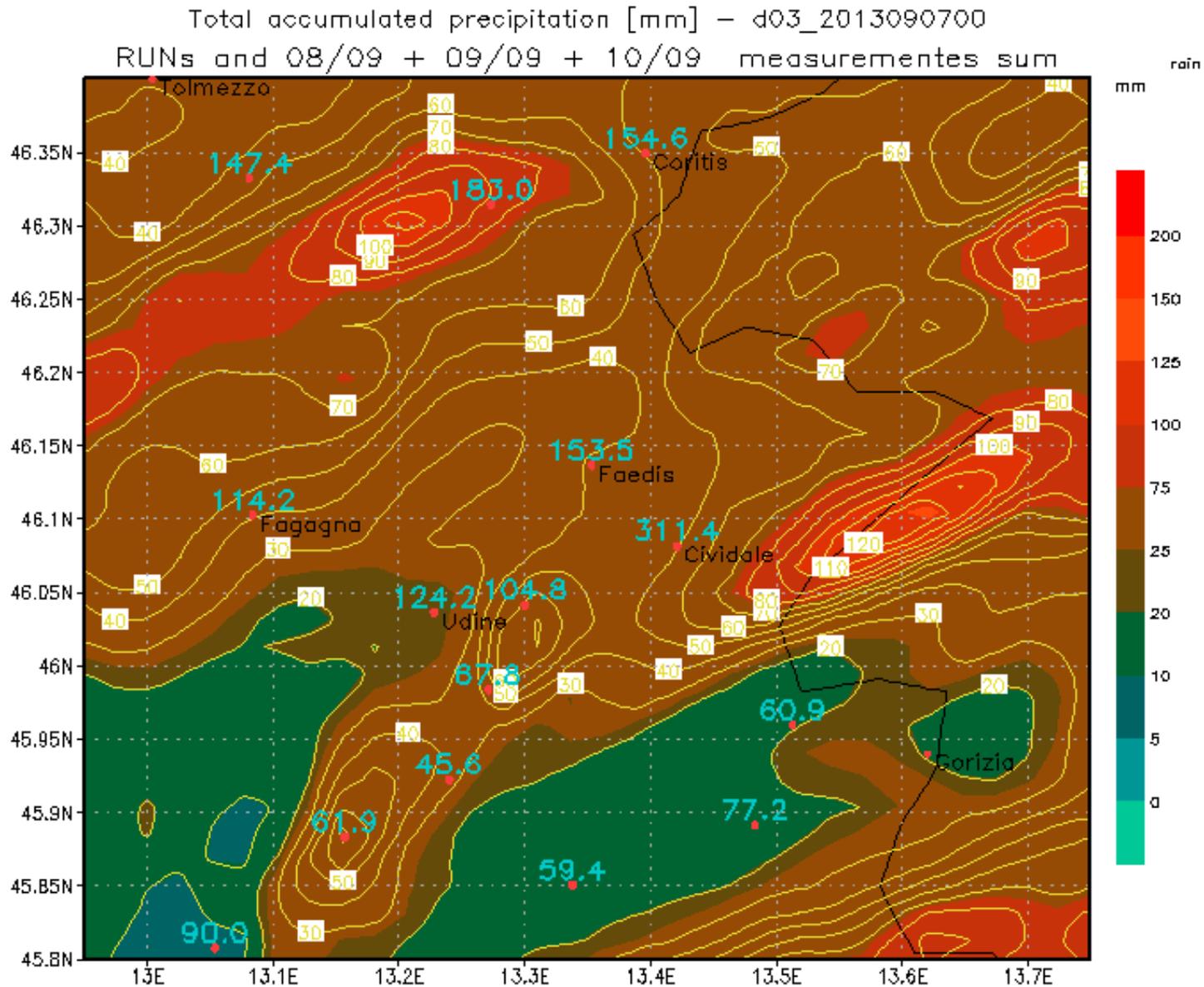
Previsioni di precipitazione accumulata per il 09/09/2013

Dominio NE: piogge previste in colore ed isolinee misure in cifre
 Run del **20130909 00UTC**



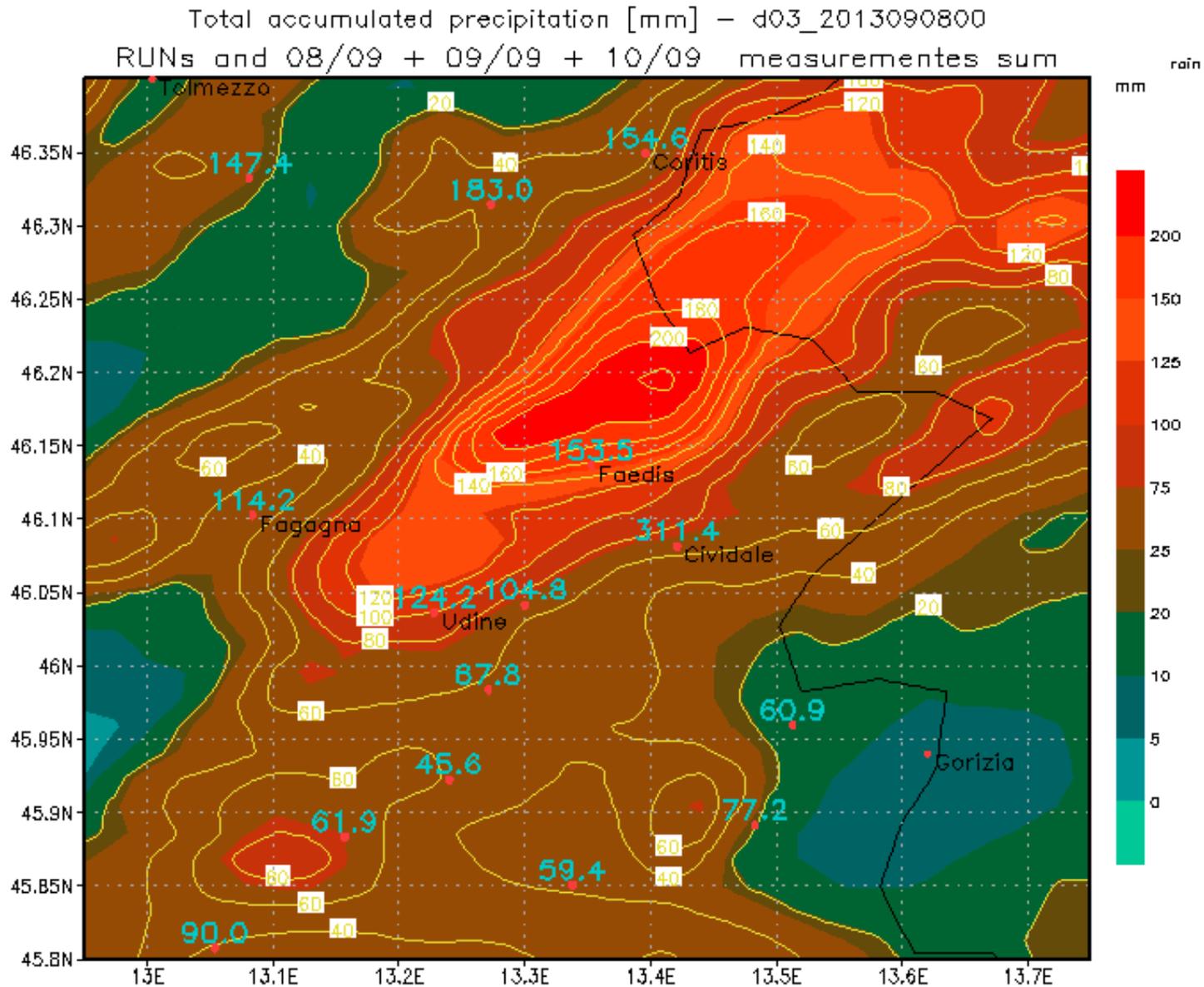
Previsioni di precipitazione accumulata per 08-10/09/2013

Dominio NE: piogge previste in colore ed isolinee misure in cifre (**accumulate per tutto l'evento**)
 Run del **20130907 00UTC**



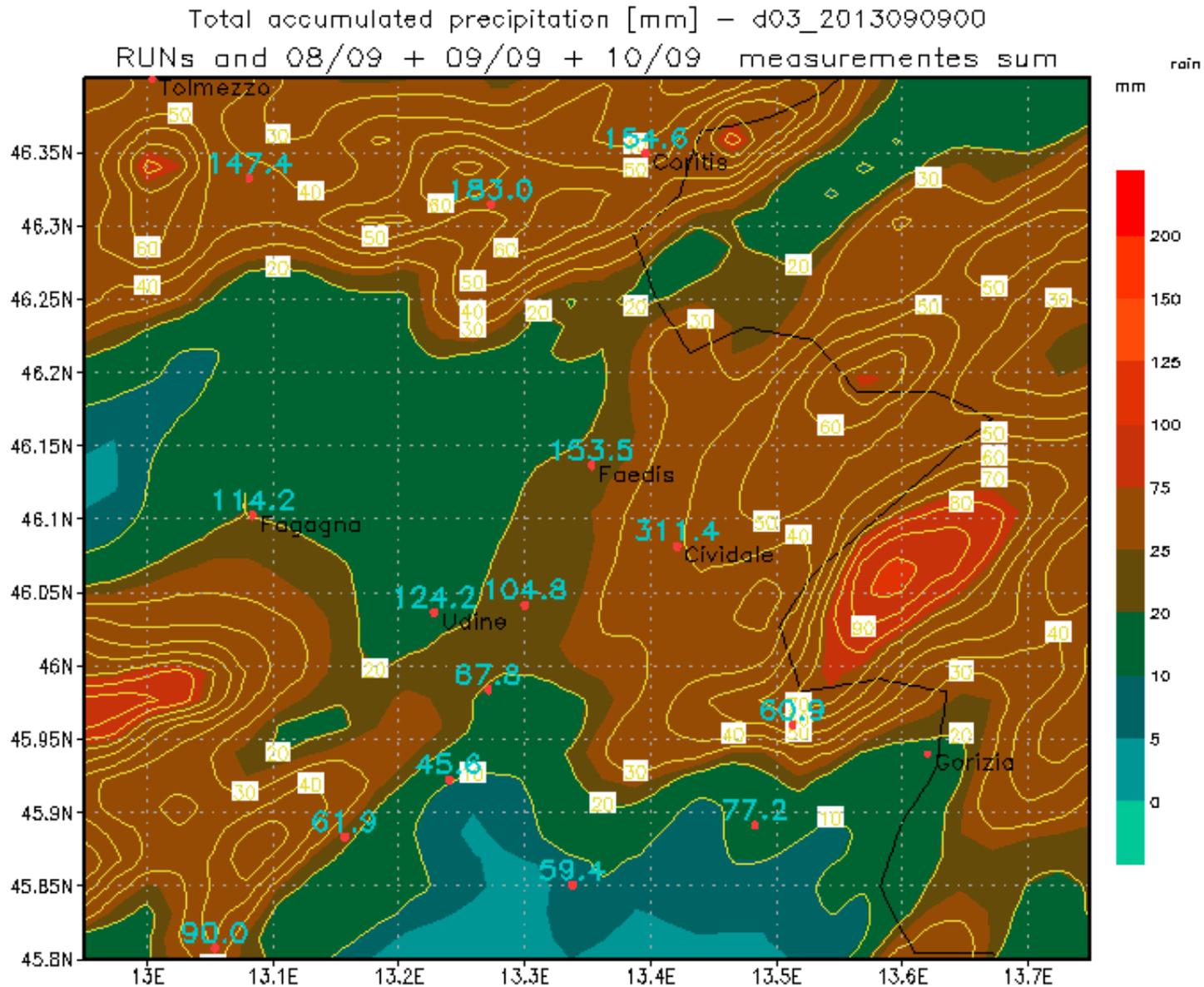
Previsioni di precipitazione accumulata per 08-10/09/2013

Dominio NE: piogge previste in colore ed isolinee misure in cifre (**accumulate per tutto l'evento**)
 Run del **20130908 00UTC**



Previsioni di precipitazione accumulata per 08-10/09/2013

Dominio NE: piogge previste in colore ed isolinee misure in cifre (**accumulate per tutto l'evento**)
 Run del **20130909 00UTC**



- Il modello simula le celle convettive anche isolate e di piccole dimensioni come nel run 20130908 00UTC +35h e +36h e run 20130909 00UTC +09h e +13h e +24h
- Esistono delle sfasature delle piogge precipitate al suolo nello spazio e nel tempo in situazioni di profonda e severa convezione atmosferica
- Ci sono problemi di spin up nelle prime 24 ore di simulazione.
- Il modello prevede quantitativi importanti su bacini idrografici limitati, come accade in caso di convezione profonda e severa.
- I pattern e i quantitativi di piogge previste con la risoluzione oraria e con i cumulati giornalieri sono verosimili.



Previsioni di convezione profonda con modello WRF



Testo Arial 20