
Regione Toscana – Servizio Idrologico Regionale

CENTRO FUNZIONALE DELLA REGIONE TOSCANA

DL 11/07/1998, n. 180; Legge 3/08/1998, n. 267; DPCM del 15/12/1998
Delibera G.R. n. 1003 del 10/09/2001; Delibera G.R. n. 368 del 15/02/2002



**REPORT DELL'EVENTO METEO-IDROLOGICO DEI
GIORNI 4 E 5 OTTOBRE 2010**

5 Ottobre 2010

Indice

1 ANALISI ED EVOLUZIONE METEOROLOGICA.....	3
2 DATI REGISTRATI: ANALISI ED ELABORAZIONI PLUVIOMETRICHE.....	6
2.1 <i>Descrizione generale dell'evento pluviometrico</i>	6
2.2 <i>Correlazione tra la pioggia cumulata e la sua durata</i>	9
2.3 <i>Analisi dei fenomeni più intensi dell'evento</i>	10
2.4 <i>Analisi dei casi più significativi di breve durata (15 minuti)</i>	15
3.0 ANALISI DELLA SITUAZIONE IDROMETRICA.....	17
4.0 CONCLUSIONI.....	20

Allegati

<i>Allegato 1 – Bollettino di Vigilanza Meteorologica</i>	21
<i>Allegato 2 – Avviso di Criticità Regionale</i>	22

1 ANALISI ED EVOLUZIONE METEOROLOGICA

Il giorno 4 Ottobre 2010 il transito sull'Italia settentrionale di una perturbazione nord atlantica, inserita in una profonda circolazione di bassa pressione con minimo posizionato a Nord Ovest della Scozia (955 ettoPascal o millibar “hPa”), ha interessato anche l'area centro-occidentale mediterranea (Fig.1), apportando precipitazioni diffuse inizialmente persistenti e molto abbondanti sul Ponente ligure (oltre 250 mm in 5 ore a Il Pero, ad esempio, in provincia di Savona), in trasferimento dalla sera del 4 alla Riviera di Levante, e successivamente, alle nostre province di Massa-Carrara e Lucca.

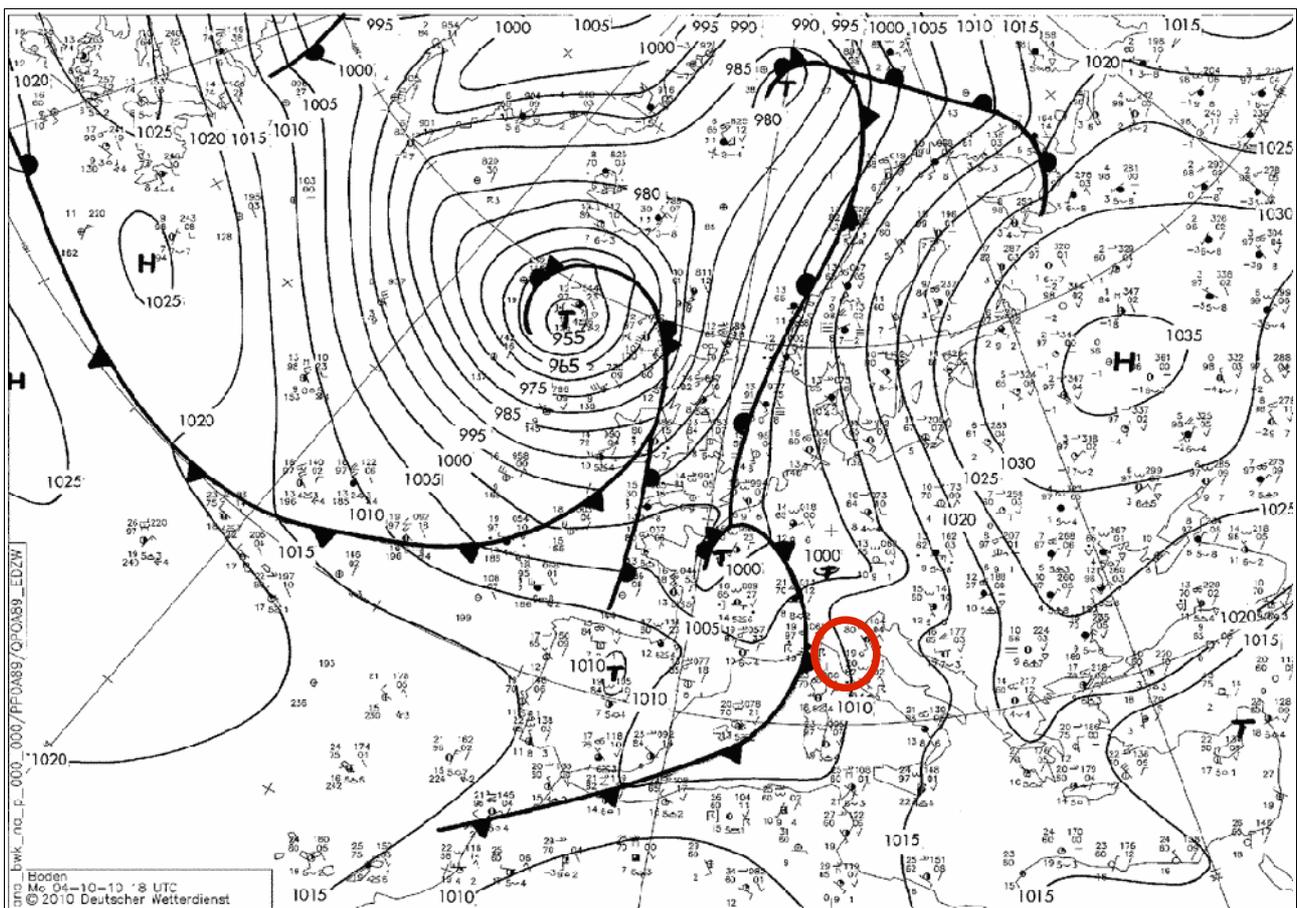


Fig. 1 – Situazione di analisi della pressione al suolo alle ore 18 UTC (Universal Time Coordinated) del giorno 04/10/2010 e schematizzazione dei fronti perturbati associati alle aree di bassa pressione indicate con la lettera “T” (Tief). Si osservi il fronte freddo raffigurato in azione sulla Liguria di Ponente e in graduale avvicinamento all'Alta Toscana, che si estende con la sua coda fino al Mare di Alboran e allo Stretto di Gibilterra, inglobato nella più vasta circolazione depressionaria nord atlantica (Elaborazione Servizio Meteorologico Tedesco).

In meteorologia i fenomeni di pioggia risultano generalmente tanto più intensi quanto più elevata è la differenza tra le temperature che caratterizzano due masse d'aria diverse in avvicinamento e quanto più è elevato il contenuto di vapor d'acqua all'interno delle stesse.

Per avere un'idea di quale siano le masse d'aria in avvicinamento e in transito sulle zone di interesse, il meteorologo ha a sua disposizione modelli matematici in grado di elaborare mappe come quella sotto indicata (Fig.2).

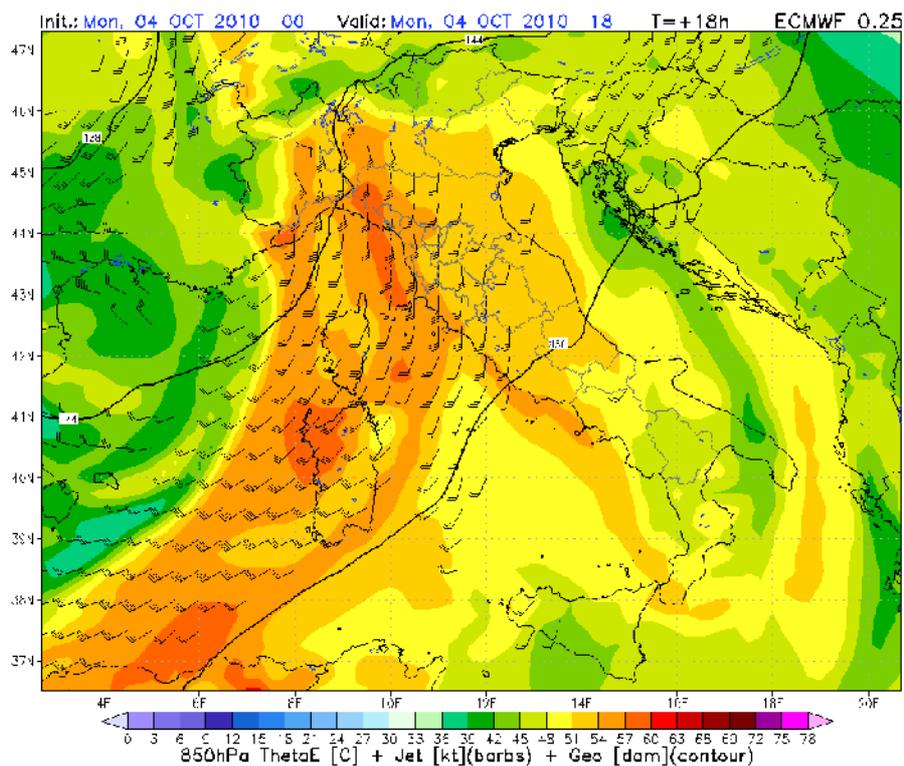


Fig. 2 - Modellizzazione delle caratteristiche termiche delle masse d'aria in avvicinamento e in transito, denominate tecnicamente mappe della "temperatura potenziale equivalente". Mappa prevista per le ore 18 UTC del giorno 04 Ottobre 2010 dal prestigioso modello del Centro Europeo inglese "ECMWF" (fonte:LaMMA).

Tale mappa mostra la posizione del fronte freddo, indicato dall'arrivo di aria più fredda e meno umida presente alle 18 UTC sul Golfo del Leone (Francia meridionale) e prossima a raggiungere la Liguria di Ponente (colori in verde).

I colori arancioni che si estendono da Sud verso Nord attraverso il Mediterraneo e fino all'Italia settentrionale, indicano la massa d'aria più calda richiamata dal Nord Africa come conseguenza diretta dell'avvicinamento del fronte freddo all'Italia.

La parte più attiva dove le due differenti masse d'aria si fronteggiano si può localizzare nella parte avanzata dell'avvezione fredda, quindi come ben visibile dall'immagine satellitare di figura 3, tra l'area occidentale della Corsica, il Mar Ligure e fino a coinvolgere il Piemonte.

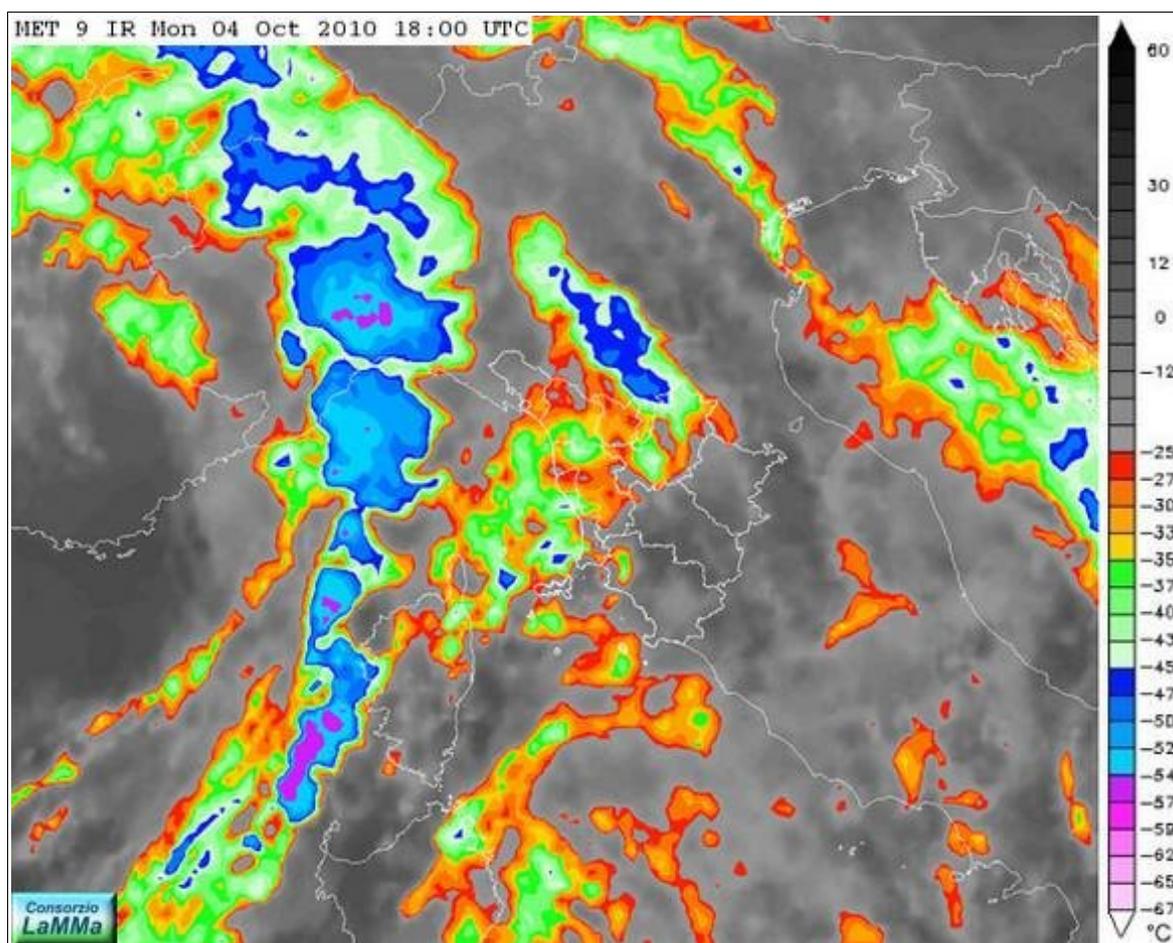


Fig. 3 - Immagine ripresa dal satellite nel canale dell'infrarosso termico sulle zone dell'Italia centro-settentrionale alle ore 18.00 UTC del giorno 04/10/2010.

Su tali aree s'individua il fronte freddo (raffigurato nella precedente figura 1 con una curva e dei triangoli neri) in piena azione sulla Liguria, con la sua parte frontale fredda in avvicinamento alla Toscana.

La ripresa satellitare nell'infrarosso termico consente di stimare le temperature alla sommità delle nubi. Laddove le temperature risultano più basse e la forma della nube appare quasi sferica si può pensare con un certo grado di precisione ad un maggiore sviluppo verticale della nuvolosità, quindi conseguentemente a fenomeni meteorici generalmente più consistenti. Pertanto, laddove sono presenti nuclei viola o celesti (fronte freddo), talvolta anche arancioni se la cella temporalesca è nella sua fase di sviluppo embrionale, si può supporre la presenza di temporali.

La figura successiva (Fig.4) mostra l'ulteriore avvicinamento del fronte freddo verso le coste della Toscana alle ore 21 UTC del giorno 4 Ottobre.

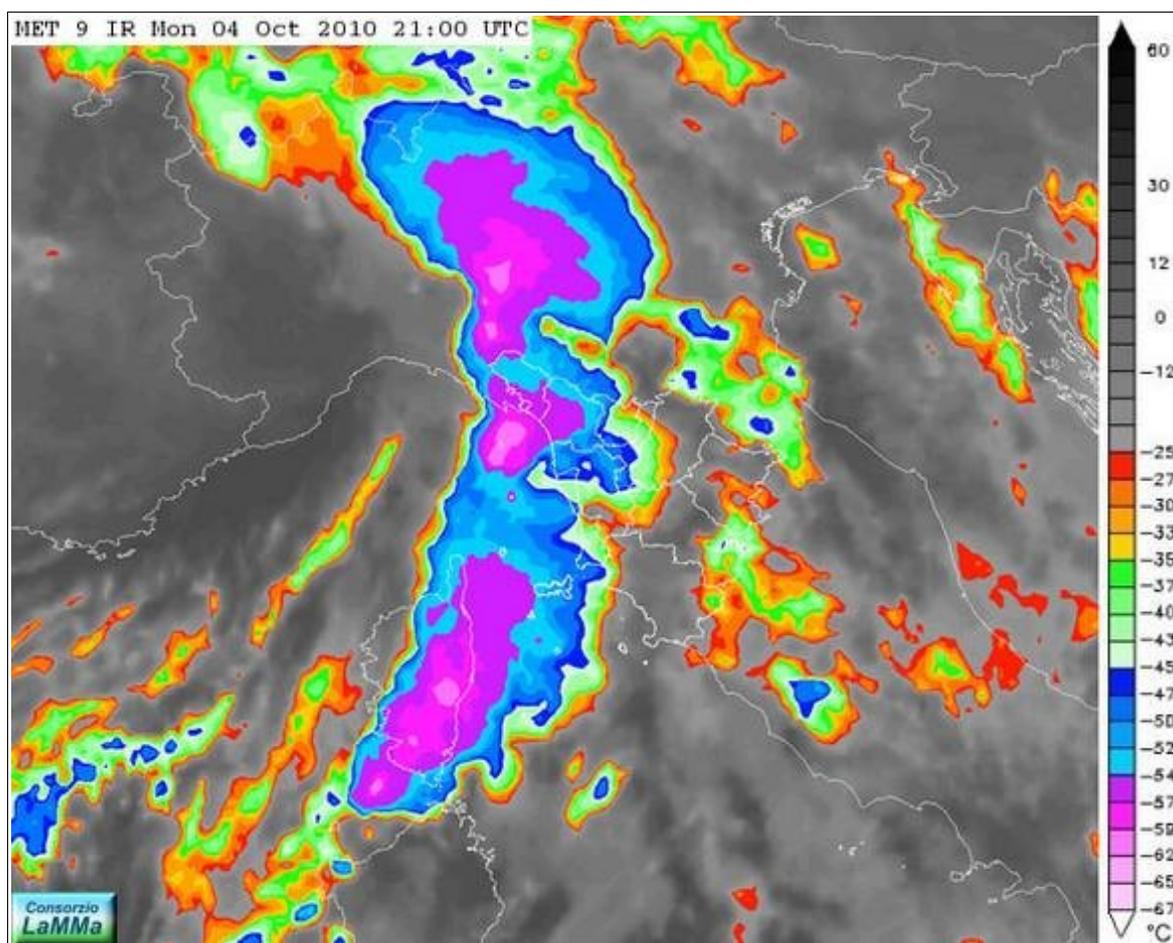


Fig. 4 – ulteriore avvicinamento del fronte freddo alle coste della Toscana, fotografato alle ore 21 UTC del 4 Ottobre da MSG (satellite di seconda generazione)

In letteratura meteorologica viene indicato che proprio in corrispondenza del fronte freddo e poco prima del suo transito si verificano, generalmente, i fenomeni più significativi.

2 DATI REGISTRATI: ANALISI ED ELABORAZIONI PLUVIOMETRICHE

2.1 DESCRIZIONE GENERALE DELL'EVENTO PLUVIOMETRICO

La mappa (Fig.5) rappresentativa dello stato di monitoraggio pluviometrico sulla Toscana delle 22.15 ore solare (23.15 ore locale), in raccordo alla Fig.4, mostra proprio in queste ore l'ingresso delle prime piogge sulle province di Massa-Carrara e Lucca (stazioni rappresentate con i triangoli).

I pluviometri installati su queste province hanno iniziato a registrare, a cavallo tra il 4 e il 5, le prime piogge diffuse e significative, sia come intensità, sia come quantità. Fortunatamente le piogge, seppur intense, non hanno avuto comunque né la stessa intensità oraria, né la medesima persistenza che in Liguria.

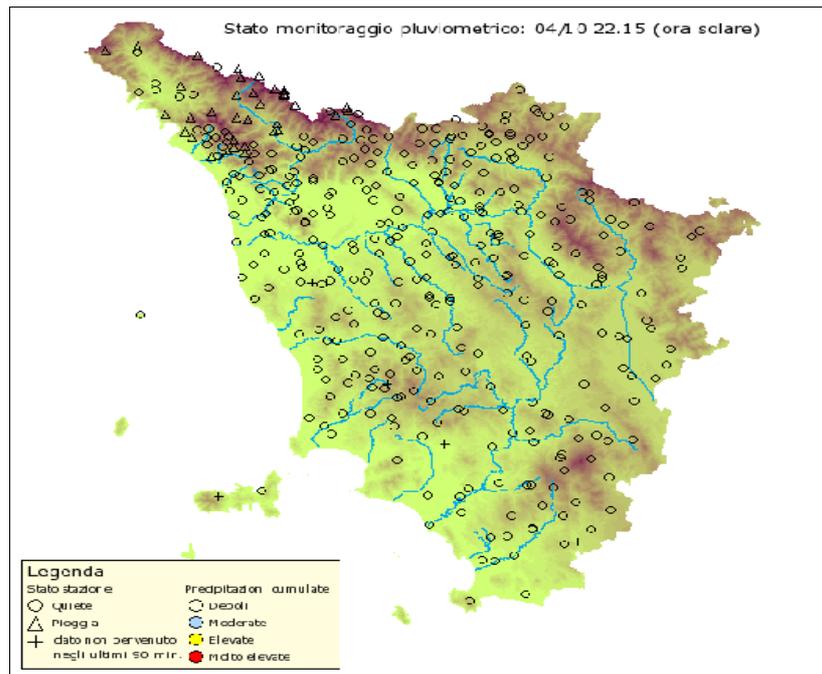


Fig. 5 – Stato di monitoraggio pluviometrico delle 22.15 (ora solare) rilevato in Toscana il giorno 04 Ottobre 2010. Si osservino le prime piogge sulle province di Massa-Carrara e Lucca, indicate come suggerito dalla legenda con dei triangoli.

In poco tempo (Fig.6) le precipitazioni si sono trasferite verso Sud e verso le restanti province settentrionali, con fenomeni localmente intensi e significativi, prevalentemente verificatisi nelle prime ore della notte del 5, senza manifestare come già accennato carattere di persistenza, non superando generalmente la durata di 3 ore.

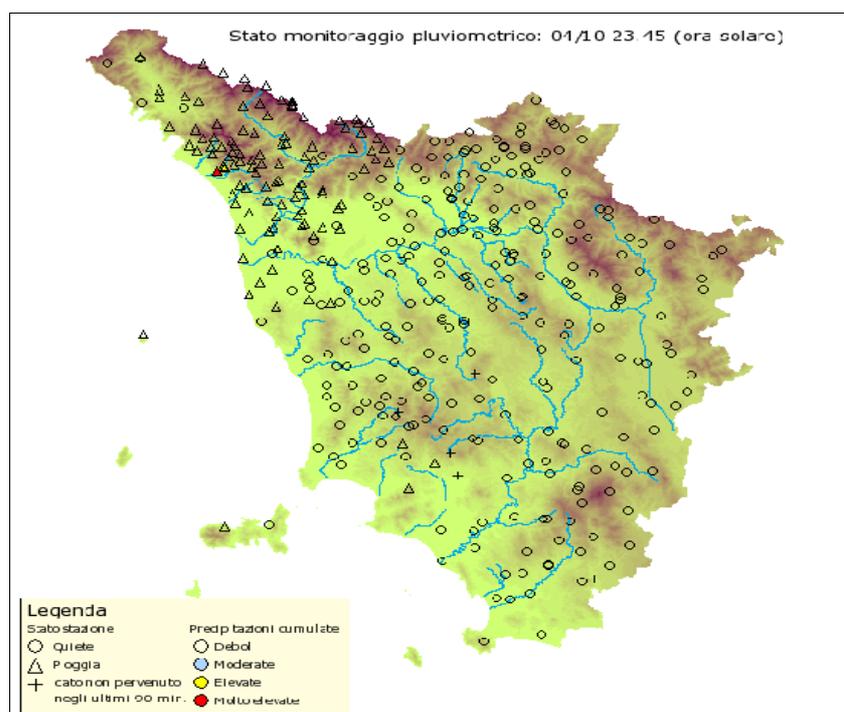


Fig. 6 – h.23.45: intensificazione ed estensione delle piogge verso sud

Prima di elaborare i dati pluviometrici sull'intero territorio regionale, si è proceduto al controllo e alla verifica degli stessi mediante processi di prevalidazione. Le elaborazioni effettuate successivamente hanno permesso la costruzione della mappa rappresentata in figura 7.

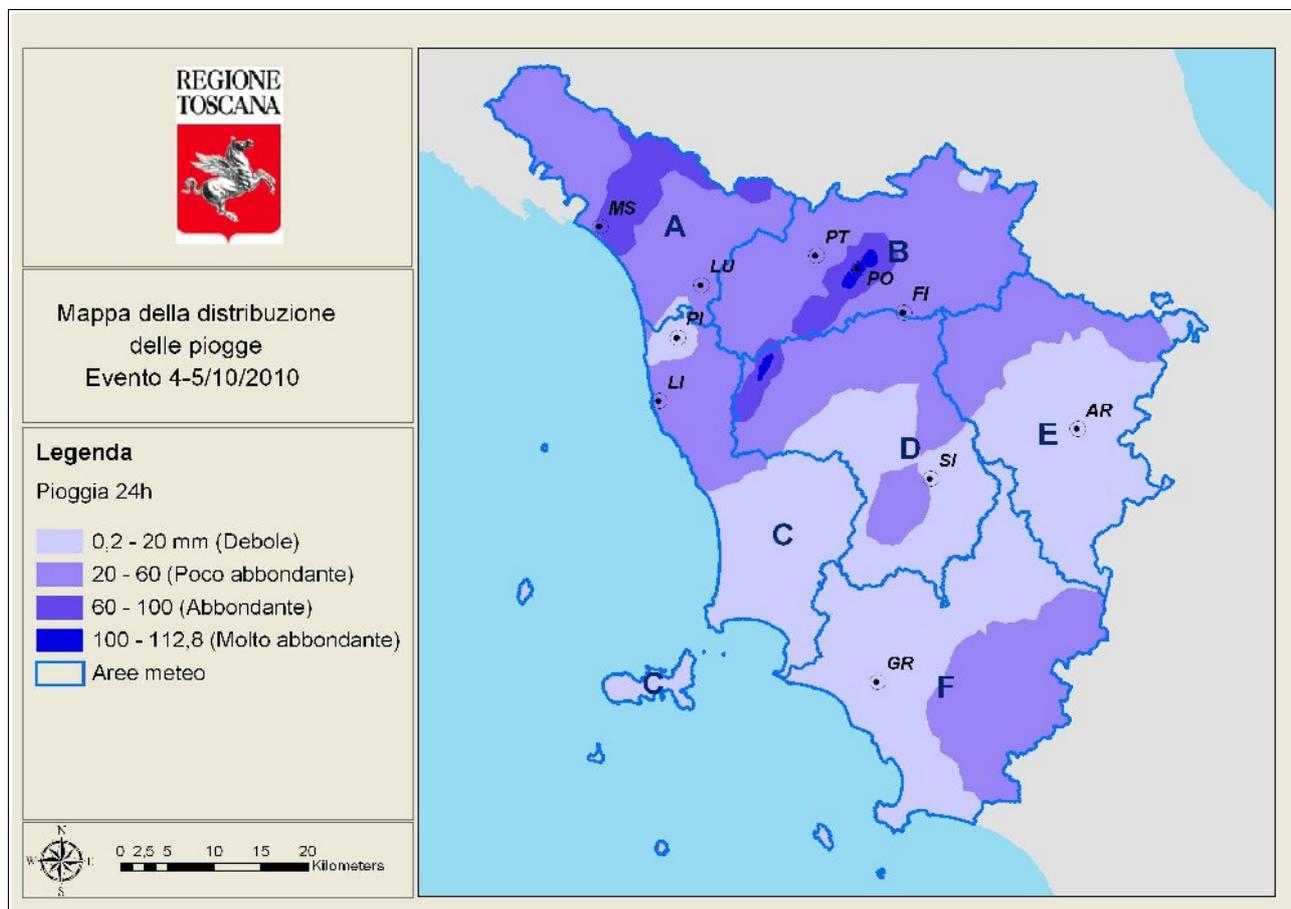


Fig.7 – Mappa della distribuzione della pioggia cumulata sulle 24 ore registrata tra le ore 12 del giorno 4 Ottobre 2010 e le ore 12 del 5 Ottobre 2010 (suddivisione in classi di pioggia cumulata come da DGRT 611/2006)..

Si fa presente che la stessa è stata costruita tenendo in considerazione le altezze di pioggia misurate in millimetri (mm), registrate dai pluviometri in telemisura distribuiti omogeneamente sul territorio della Regione Toscana nell'intervallo temporale delle 24 ore, compreso tra le ore 12 del giorno 4 e le ore 12 del giorno 5.

Essa permette di individuare sia l'estensione delle aree della regione maggiormente interessate dal fenomeno sia la localizzazione delle zone dove le piogge sono risultate più abbondanti.

L'osservazione della mappa mostra che i cumulati massimi registrati nelle 24 ore dell'evento superano i 60 mm soltanto in poche aree e i 100 mm in isolate località, risultando pertanto molto inferiori a quelli registrati in Liguria, dove in alcune località si sono superati seppur di poco i 300 mm.

Le aree di vigilanza maggiormente interessate dai fenomeni risultano essere l'area "A" (in particolare il settore apuo-versiliese e parte dell'Appennino Tosco-Emiliano), la parte centrale dell'area "B", ed una stretta fascia confinante tra l'area "C", "D" e "B".

Le zone interessate marginalmente dalla perturbazione sono quelle ubicate nella parte meridionale della provincia di Livorno (compreso l'Arcipelago), in gran parte della provincia di Grosseto, di Siena e di Arezzo, dove i cumulati raggiunti si sono generalmente attestati sotto i 20 mm. La figura 7 evidenzia, inoltre, che anche in queste aree si sono verificate localmente delle piogge più intense, anche se nelle 24 ore, non hanno comunque superato i 60 mm. In seguito vedremo come in alcune di tali aree si siano verificate isolate precipitazioni di breve durata ma forte intensità.

2.2 CORRELAZIONE TRA LA PIOGGIA CUMULATA E LA SUA DURATA

Per mettere in relazione la pioggia cumulata con la sua intensità si è ritenuto opportuno costruire le mappe dei tempi di ritorno delle piogge con durata di 24 ore, 6 ore, 3 ore e 1 ora, raffigurate rispettivamente nelle figure 8, 9, 10 e 11.

Si fa presente che i tempi di ritorno sono calcolati utilizzando i parametri a, m, n contenuti nelle "Linee Segnalatrici di Probabilità Pluviometrica", i cui risultati sono stati pubblicati nell'anno 1997 e successivamente aggiornati con i dati fino all'anno 2002.

Nella costruzione della mappa dei tempi di ritorno, elaborata per piogge di durata uguale a 24 ore (figura 8), non vengono evidenziate zone con situazioni di particolare eccezionalità salvo il caso specifico relativo alla stazione di Montopoli situata in prossimità del confine tra le aree di vigilanza "B" e "D". In tale località la pioggia totale cumulata ha raggiunto i 112 mm, corrispondendo dunque ad un tempo di ritorno stimato di 28,7 anni (v. Tab.1).

Un'altra zona dove nelle 24 ore si sono raggiunte piogge di notevole intensità è la zona del pratese e del pistoiese con piogge che localmente hanno sfiorato i 100 mm, con tempi di ritorno associati inferiori (indicativamente tra i 5 e 15 anni).

Dalla mappa di figura 8 si nota, in generale, una situazione di non criticità (salvo i casi sopra accennati), con piogge che nella durata complessiva dell'evento assumono tempi di ritorno generalmente compresi tra 0 e 2 anni.

Si vuole inoltre evidenziare come nell'area di vigilanza "A", a parità di cumulati con le zone più critiche (si veda fig.7), i tempi di ritorno associati siano in generale sempre più bassi.

In tali aree, infatti, cumulati di questa entità nelle 24 ore risultano più frequenti, riproponendosi più volte anche nel corso di uno stesso anno.

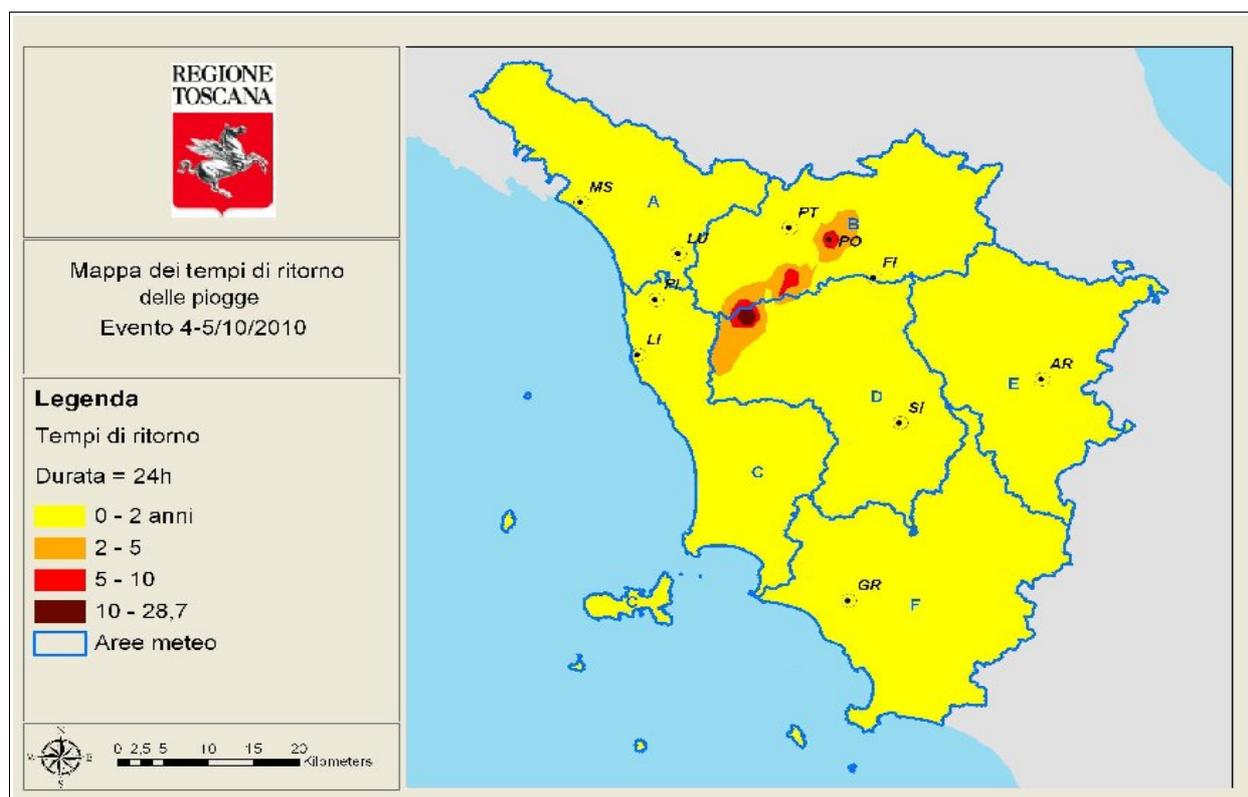


Fig.8 – Mappa della distribuzione dei tempi di ritorno calcolati sull'intervallo di 24 ore per le piogge registrate i giorni 4 e 5 Ottobre 2010.

2.3 ANALISI DEI FENOMENI PIÙ INTENSI DELL'EVENTO

Dopo aver esposto la situazione dell'evento nella sua completa durata di 24 ore ed aver ritenuto i cumulati registrati generalmente non eccezionali, consapevoli tuttavia delle situazioni di criticità localmente elevate che si sono venute a determinare in alcune aree della regione (in particolare Prato, Pistoia e Pisa), si ritiene opportuno focalizzare l'analisi in queste zone, nel tentativo di porre in relazione l'intensità della pioggia con la durata.

In tabella 1, ad esempio, si sono considerate le stazioni pluviometriche che hanno fatto registrare piogge con tempi di ritorno superiori a 2 anni, almeno in uno degli step temporali considerati (Tr_1h, Tr_3h, ecc...).

Risulta evidente come sulla zona di Prato e Pisa si siano registrate le piogge più importanti, come indicato nella colonna “max_1h”, max_3h, max_6h, ecc..., con cumulati più significativi nella stazione di Montopoli (PI) e Galceti (PO).

Stazione	Prov	Comune	Zona	max_1h	D_max_1h	max_3h	D_max_3h	max_6h	D_max_6h	max_12h	D_max_12h	max_24h	D_max_24h	Tr_1h	Tr_3h	Tr_6h	Tr_12h	Tr_24h
Montopoli	PI	Montopoli in Val d'Arno	D2	62.6	05/10/2010 0.30	110.8	04/10/2010 23.30	111.6	04/10/2010 23.30	111.8	04/10/2010 23.30	112.0	04/10/2010 12.15	50.0	50.0	50.0	50.0	28.7
Galceti	PO	Montemurlo	B3	61.2	05/10/2010 0.45	97	05/10/2010 0.15	99	05/10/2010 0.00	99	05/10/2010 0.00	104.4	04/10/2010 12.15	50.0	50.0	50.0	28.6	12.0
Cutigliano Melo	PT	Cutigliano	A3	18.4	04/10/2010 23.15	44.2	04/10/2010 21.45	74	04/10/2010 19.15	83	04/10/2010 13.15	96	04/10/2010 12.15	0.0	0.0	3.4	0.0	0.0
Vaiano acquedotto	PO	Vaiano	B3	59.2	05/10/2010 0.45	87	05/10/2010 0.15	88.6	05/10/2010 0.15	88.6	04/10/2010 22.00	94	04/10/2010 12.15	50.0	50.0	42.9	14.0	6.3
Vinci	FI	Vinci	B4	53	05/10/2010 1.00	90.8	05/10/2010 0.00	92.2	05/10/2010 0.00	92.2	05/10/2010 0.00	93.8	04/10/2010 12.15	39.6	50.0	50.0	25.8	11.7
Casciana Terme	PI	Casciana Terme	D2	68.8	05/10/2010 0.45	85.4	04/10/2010 23.30	88.2	04/10/2010 23.15	88.2	04/10/2010 23.15	89.4	04/10/2010 12.15	50.0	50.0	32.6	12.7	5.3
Cerreto Guidi	FI	Cerreto Guidi	B4	55.4	05/10/2010 0.30	86.8	04/10/2010 23.45	88	04/10/2010 23.45	88	04/10/2010 23.45	88.8	04/10/2010 12.15	50.0	50.0	50.0	26.7	10.4
Vaiano Gamberame	PO	Prato	B3	46.4	05/10/2010 0.45	78.6	05/10/2010 0.15	81.6	05/10/2010 0.15	81.6	05/10/2010 0.00	86.6	04/10/2010 12.15	37.4	50.0	40.8	13.1	5.8
Capannoli	PI	Peccioli	D2	59.8	05/10/2010 0.45	83.8	04/10/2010 23.30	85	04/10/2010 23.15	85.2	04/10/2010 20.00	86.2	04/10/2010 12.15	50.0	50.0	40.7	16.8	7.3
Campagrina	LU	Stazzema	A3	44.4	04/10/2010 22.45	70.6	04/10/2010 22.00	82	04/10/2010 19.45	82	04/10/2010 19.45	84	04/10/2010 12.15	4.9	5.5	2.8	0.0	0.0
Prato Citta'	PO	Prato	B3	38.4	05/10/2010 1.15	76	05/10/2010 0.15	79.4	05/10/2010 0.15	79.4	05/10/2010 0.00	83.8	04/10/2010 12.15	11.3	50.0	36.0	12.3	5.7
Strettoia	LU	Pietrasanta	A2	58.4	04/10/2010 22.30	70	04/10/2010 22.00	77	04/10/2010 19.45	77.4	04/10/2010 14.30	77.4	04/10/2010 12.15	22.3	6.7	2.9	0.0	0.0
Prato Universita'	PO	Prato	B3	35.8	05/10/2010 0.45	69.6	05/10/2010 0.15	73	05/10/2010 0.00	73	05/10/2010 0.00	77	04/10/2010 12.15	7.2	48.4	22.5	8.1	3.9
Terricciola	PI	Terricciola	D2	53.8	05/10/2010 0.45	65.2	04/10/2010 23.15	74.6	04/10/2010 23.15	74.8	04/10/2010 20.00	76	04/10/2010 12.15	37.8	23.7	18.9	7.8	3.4
Azzano	LU	Seravezza	A2	45.8	04/10/2010 22.45	63.4	04/10/2010 22.00	71.6	04/10/2010 19.45	71.8	04/10/2010 18.45	72.8	04/10/2010 12.15	6.0	3.5	0.0	0.0	0.0
Cerreta S.Nicola	LU	Seravezza	A2	43.6	04/10/2010 22.30	60.4	04/10/2010 22.00	68.4	04/10/2010 19.45	68.6	04/10/2010 18.30	69.4	04/10/2010 12.15	4.8	3.2	0.0	0.0	0.0
La Ferruccia	PT	Agliana	B3	38	05/10/2010 0.15	64	05/10/2010 0.00	64.2	05/10/2010 0.00	64.2	05/10/2010 0.00	67.4	04/10/2010 12.15	10.2	25.6	8.3	2.7	0.0
Le Croci Calenzano	FI	Calenzano	B2	34.6	05/10/2010 1.30	54	05/10/2010 0.30	58.6	05/10/2010 0.30	59	05/10/2010 0.00	65.4	04/10/2010 12.15	9.6	15.6	6.5	0.0	0.0
Monte di Fo'	FI	Barberino di Mugello	B1	30.4	05/10/2010 1.00	57.8	05/10/2010 0.30	59.6	05/10/2010 0.30	60	04/10/2010 21.30	63.8	04/10/2010 12.15	6.3	21.9	6.0	0.0	0.0
Ponte Tavole	LU	Seravezza	A2	44.2	04/10/2010 22.30	54	04/10/2010 22.00	62.4	04/10/2010 19.30	62.4	04/10/2010 19.30	62.6	04/10/2010 12.15	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Cerreto Cortiano	FI	Cerreto Guidi	B4	24.6	05/10/2010 0.00	60.4	04/10/2010 23.45	61.4	04/10/2010 23.30	61.6	04/10/2010 23.30	62	04/10/2010 12.15	0.0	24.8	10.0	3.8	0.0
Cantagallo	PO	Cantagallo	B3	28.4	05/10/2010 0.15	46.4	05/10/2010 0.00	46.6	05/10/2010 0.00	48.2	04/10/2010 16.45	57.6	04/10/2010 12.15	2.6	2.5	0.0	0.0	0.0
Marti	PI	Montopoli in Val d'Arno	D2	33	05/10/2010 0.45	55	04/10/2010 23.30	56.6	04/10/2010 23.30	56.6	04/10/2010 23.30	57.2	04/10/2010 12.15	3.9	13.6	6.7	2.8	0.0
S.Baronto	PT	Quarrata	B3	24.6	05/10/2010 0.00	52	04/10/2010 23.45	52.4	04/10/2010 23.45	52.6	04/10/2010 23.45	56.4	04/10/2010 12.15	0.0	10.7	3.9	0.0	0.0
Le Croci (Barberino)	FI	Barberino di Mugello	B1	29.6	05/10/2010 1.45	50.2	05/10/2010 0.30	52.4	05/10/2010 0.30	52.8	04/10/2010 20.45	56.2	04/10/2010 12.15	0.0	5.0	2.2	0.0	0.0
San Miniato Poggio al Pino	PI	San Miniato	D1	33.2	05/10/2010 1.15	46.6	05/10/2010 0.00	56.2	05/10/2010 0.00	56.2	05/10/2010 0.00	56.2	04/10/2010 12.15	6.2	7.8	7.9	3.1	0.0
Cercina	FI	Sesto Fiorentino	B2	29	05/10/2010 2.45	55	05/10/2010 2.45	55.2	05/10/2010 2.45	55.6	05/10/2010 0.00	55.6	04/10/2010 12.15	3.6	19.2	6.8	2.5	0.0
Baggio	PT	Pistoia	B3	24.2	05/10/2010 1.15	46.6	04/10/2010 23.45	47	04/10/2010 23.15	48	04/10/2010 16.30	55.4	04/10/2010 12.15	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0
Artimino	PO	Carnignano	D4	27	05/10/2010 1.30	43.2	05/10/2010 0.15	55.2	05/10/2010 0.00	55.2	05/10/2010 0.00	55.2	04/10/2010 12.15	2.4	5.9	8.0	3.0	0.0
Fattoria Iavello	PO	Montemurlo	B3	27.6	05/10/2010 0.30	47.2	05/10/2010 0.00	47.6	05/10/2010 0.00	48	04/10/2010 16.30	54.6	04/10/2010 12.15	2.2	4.6	0.0	0.0	0.0
Pontelungo	PT	Pistoia	B3	24.4	04/10/2010 23.45	46.6	04/10/2010 23.45	46.8	04/10/2010 23.45	47.2	04/10/2010 16.30	54.2	04/10/2010 12.15	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0
Santeramo	PI	Casciana Terme	C1	34.2	05/10/2010 0.30	52.2	04/10/2010 23.15	53	04/10/2010 23.15	53	04/10/2010 22.00	54.2	04/10/2010 12.15	3.4	6.6	2.9	0.0	0.0
Ponte a Olmo	FI	Scarperia	B1	27.6	05/10/2010 1.45	47.6	05/10/2010 0.30	50.2	05/10/2010 0.30	50.4	04/10/2010 21.00	53.8	04/10/2010 12.15	4.5	9.0	2.7	0.0	0.0
Albano	PT	Monsummano Terme	B4	23.2	05/10/2010 0.00	47.4	04/10/2010 23.30	47.8	04/10/2010 22.15	48	04/10/2010 16.30	53.6	04/10/2010 12.15	0.0	4.8	0.0	0.0	0.0
Fornacino	PI	San Miniato	D2	31	05/10/2010 1.15	42.8	05/10/2010 0.30	53.2	05/10/2010 0.00	53.2	05/10/2010 0.00	53.6	04/10/2010 12.15	4.2	4.9	5.9	2.3	0.0
Marcoiano	FI	Scarperia	B1	26.8	05/10/2010 1.45	47	05/10/2010 0.30	49.4	05/10/2010 0.30	49.6	04/10/2010 21.00	53.6	04/10/2010 12.15	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0
Piancastagnaio	SI	Piancastagnaio	F4	32.6	05/10/2010 2.15	38.2	05/10/2010 1.00	46	05/10/2010 1.00	46.2	04/10/2010 22.30	53.2	04/10/2010 12.15	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Calenzano	FI	Calenzano	B2	26	05/10/2010 1.45	44.2	05/10/2010 0.30	51.8	05/10/2010 0.15	51.8	05/10/2010 0.00	53	04/10/2010 12.15	0.0	5.5	4.4	0.0	0.0
Ghizzano di Peccioli	PI	Peccioli	D2	25.2	05/10/2010 1.15	40.6	05/10/2010 1.30	50.2	05/10/2010 0.00	50.4	05/10/2010 0.00	52	04/10/2010 12.15	2.2	5.0	5.4	2.0	0.0
Pentolina	SI	Chiusdino	D3	45.4	04/10/2010 23.45	47.4	04/10/2010 23.30	49.8	04/10/2010 22.15	50.6	04/10/2010 23.30	51.6	04/10/2010 12.15	33.2	7.2	3.1	0.0	0.0
Turbone	FI	Montelupo Fiorentino	D4	29.6	05/10/2010 1.45	44.2	05/10/2010 0.30	51.6	05/10/2010 0.30	51.6	05/10/2010 0.00	51.6	04/10/2010 12.15	4.3	7.6	6.5	2.5	0.0
Monsummano	PT	Monsummano Terme	B4	31.8	04/10/2010 23.45	47.8	04/10/2010 23.30	47.8	04/10/2010 23.30	48	04/10/2010 14.15	51	04/10/2010 12.15	3.7	5.2	0.0	0.0	0.0
S.Giusto	FI	Scandicci	D4	36	05/10/2010 2.30	49.8	05/10/2010 1.45	50.4	05/10/2010 1.30	50.6	05/10/2010 0.00	51	04/10/2010 12.15	11.1	11.8	4.7	0.0	0.0
Casa Sartori	FI	Montespertoli	D4	34.4	05/10/2010 2.15	47	05/10/2010 2.15	50.2	05/10/2010 0.45	50.4	05/10/2010 0.00	50.8	04/10/2010 12.15	9.8	10.9	6.0	2.4	0.0
Cavallina	FI	Barberino di Mugello	B1	26.2	05/10/2010 1.30	47	05/10/2010 0.30	48.6	05/10/2010 0.30	48.6	05/10/2010 0.00	50.8	04/10/2010 12.15	2.1	6.2	0.0	0.0	0.0
Pontedera	PI	Pontedera	C1	35.2	04/10/2010 23.45	49.8	04/10/2010 23.15	50	04/10/2010 23.15	50.2	04/10/2010 16.45	50.4	04/10/2010 12.15	4.1	5.2	2.1	0.0	0.0
Empoli	FI	Empoli	B4	28.8	05/10/2010 1.30	43.2	05/10/2010 0.15	49.6	05/10/2010 0.15	49.8	05/10/2010 0.00	49.8	04/10/2010 12.15	3.1	5.4	4.3	0.0	0.0
Tomicelle	GR	Scansano	F3	40	05/10/2010 1.30	42.8	05/10/2010 1.30	45.4	05/10/2010 1.15	45.4	05/10/2010 0.00	49	04/10/2010 12.15	6.9	2.1	0.0	0.0	0.0
Firenze Universita'	FI	Firenze	B2	34.6	05/10/2010 2.30	47	05/10/2010 2.00	47.8	05/10/2010 1.30	47.8	05/10/2010 0.00	48.2	04/10/2010 12.15	9.4	9.4	3.8	0.0	0.0
Monteboro	FI	Empoli	B2	25.6	05/10/2010 1.30	37.2	05/10/2010 0.15	48.2	05/10/2010 0.15	48.2	05/10/2010 0.00	48.2	04/10/2010 12.15	0.0	2.6	3.8	0.0	0.0
Castelfiorentino	FI	Castelfiorentino	D1	29.2	05/10/2010 2.00	42	05/10/2010 2.00	47.2	05/10/2010 0.15	47.2	05/10/2010 0.00	47.6	04/10/2010 12.15	4.1	6.0	4.3	0.0	0.0
Dicomano	FI	Dicomano	B1	24.8	05/10/2010 3.00	43.8	05/10/2010 2.00	45.8	05/10/2010 1.00	46.2	05/10/2010 0.00	47	04/10/2010 12.15	2.8	8.5	3.1	0.0	0.0
Castelmartini	PT	Larciano	B4	22	05/10/2010 0.00	43.4	04/10/2010 23.45	43.4	04/10/2010 23.45	43.8	04/10/2010 16.15	46.8	04/10/2010 12.15	0.0	3.4	0.0	0.0	0.0
Renacci (Fattoria)	AR	San Giovanni Valdarno	E3	31.4	05/10/2010 5.00	39.6	05/10/2010 4.30	44.6	05/10/2010 0.45	46.4	05/10/2010 0.00	46.4	04/10/2010 12.15	5.3	3.4	2.2	0.0	0.0
Firenze Genio Civile	FI	Firenze	B2	33.4	05/10/2010 2.30	44.6	05/10/2010 2.00	45	05/10/2010 2.00	45.2	05/10/2010 0.00	45.4	04/10/2010 12					

Costruendo la mappa dei tempi di ritorno delle piogge con durata di 6 ore (Fig.9), si può osservare immediatamente a colpo d'occhio come venga a delinearsi una fascia colorata rossa scura tra l'area di Vigilanza C, D e B, dove i tempi di ritorno stimati risultano compresi tra i 10 ed i 50 anni.

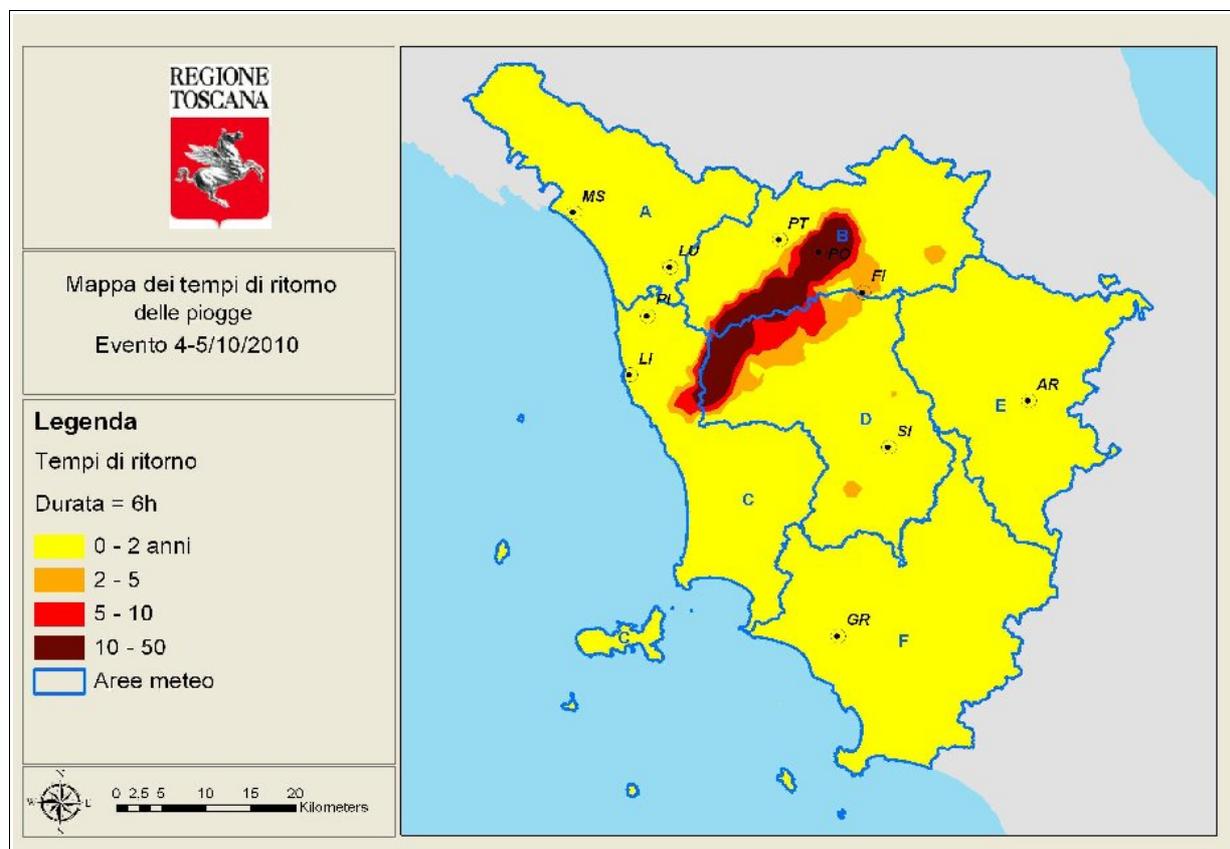


Fig. 9 – Mappa della distribuzione dei tempi di ritorno calcolati sull'intervallo di 6 ore per le piogge registrate i giorni 4 e 5 Ottobre 2010.

In questa mappa, inoltre, compaiono anche altri 2 o 3 piccoli nuclei arancioni (non visibili nella mappa di durata 24 ore), 2 nel senese e uno nel fiorentino che mostrano le aree che sono state soggette a cumuli di pioggia con tempo di ritorno compreso tra i 2 ed i 5 anni.

Scendendo ancor più nel dettaglio e quindi considerando piogge con durata di 3 ore (Fig.10), si osserva come i nuclei con tempi di ritorno maggiore si estendano ad altre piccole aree della regione, confermando pertanto una stretta correlazione tra la durata della pioggia e la sua intensità, ovvero si confermando l'ipotesi di un fenomeno concentrato nel tempo, anziché prolungato nel tempo.

La situazione è ancor più evidente e confermata osservando la mappa dei tempi di ritorno delle piogge a 1h (Fig.11). In questo intervallo di un'ora compaiono delle piogge significative anche nella zona della Versilia con conseguente stima del tempo di ritorno di 5-10 anni.

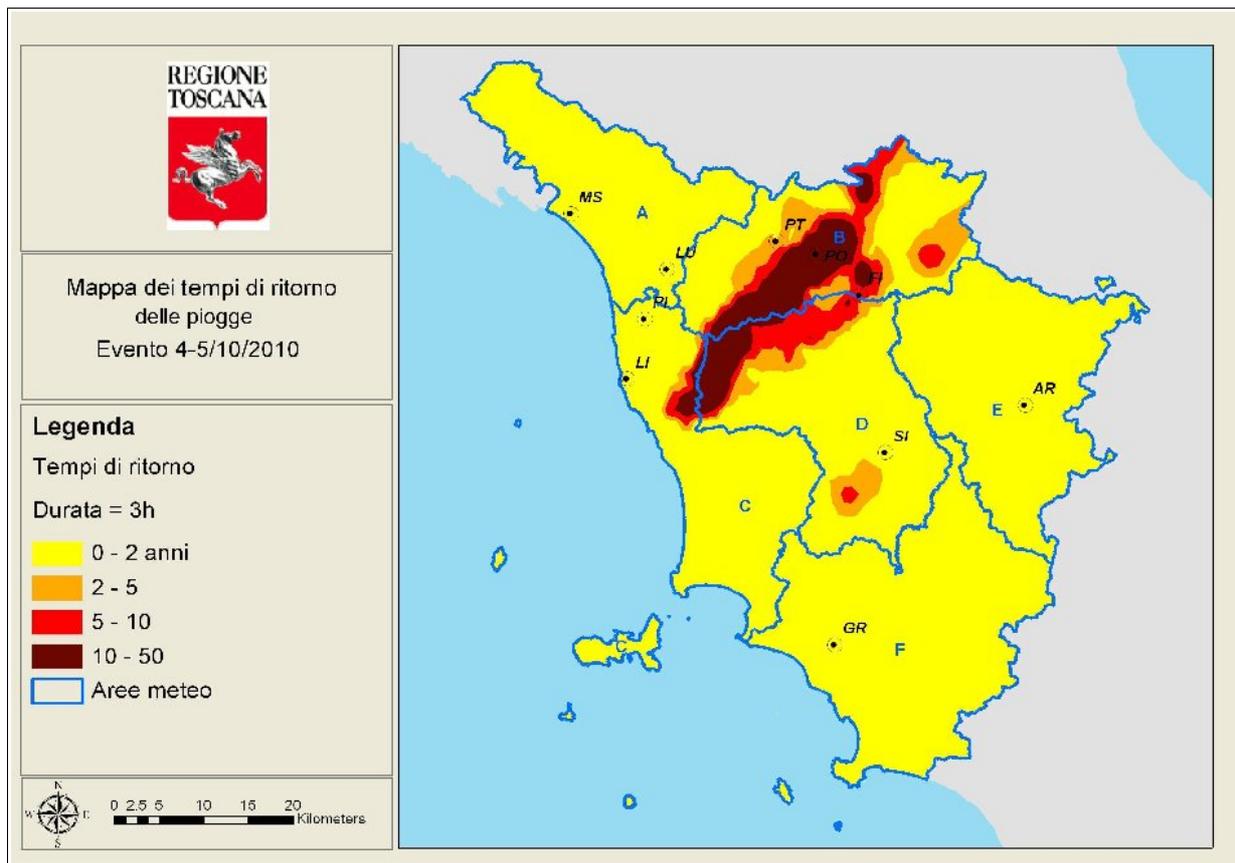


Fig. 10 – Mappa della distribuzione dei tempi di ritorno calcolati sull'intervallo di 3 ore per le piogge registrate i giorni 4 e 5 Ottobre 2010

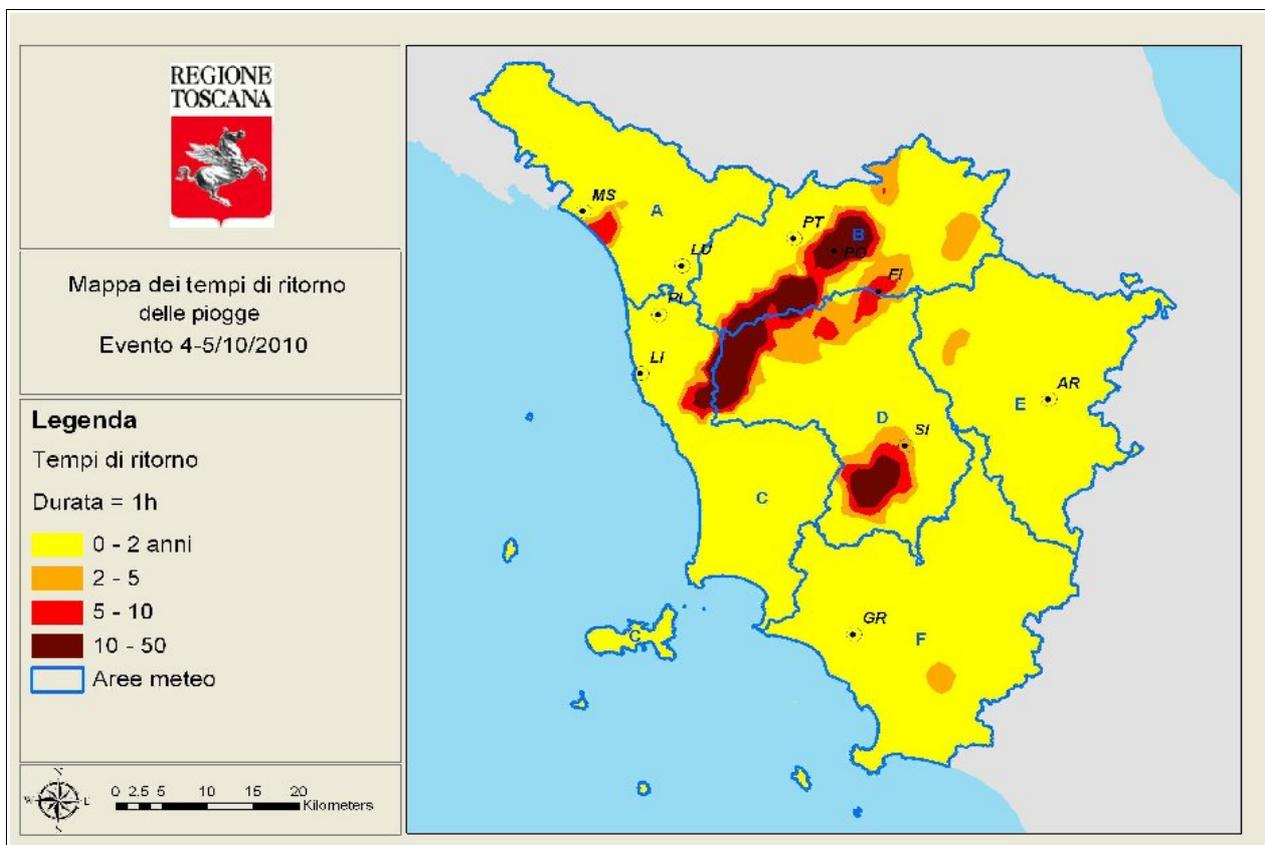


Fig. 11 – Mappa della distribuzione dei tempi di ritorno calcolati sull'intervallo di 1 ora per le piogge registrate i giorni 4 e 5 Ottobre 2010.

L'elaborazione e l'osservazione di queste mappe porta a concludere come l'intensità della pioggia aumenti passando da durate maggiori (24h) a durate inferiori (1h, 3h, 6h) e quindi tenda a concentrare tutta la sua energia sempre più su brevi periodi di tempo.

Di seguito si riporta il grafico (Fig.12) che mostra l'andamento degli afflussi meteorici medi caduti nell'arco delle 24 ore dell'evento nelle zone di allerta B3, B4 e D2 dove si sono registrate le maggiori criticità, sia in forma di cumulata media (linea) sia come apporti medi orari (istogramma).

Tale grafico mette in evidenza che i maggiori afflussi si sono registrati in un arco di tempo molto concentrato, compreso tra le ore 00:00 del giorno 5 Ottobre e le ore 3:00 dello stesso giorno, dove da valori cumulati medi inferiori a 10 mm si passa a valori superiori a 60 mm nella zona di allerta B3 e valori compresi tra 40 e 50 mm nelle zone di allerta B4 e D2.

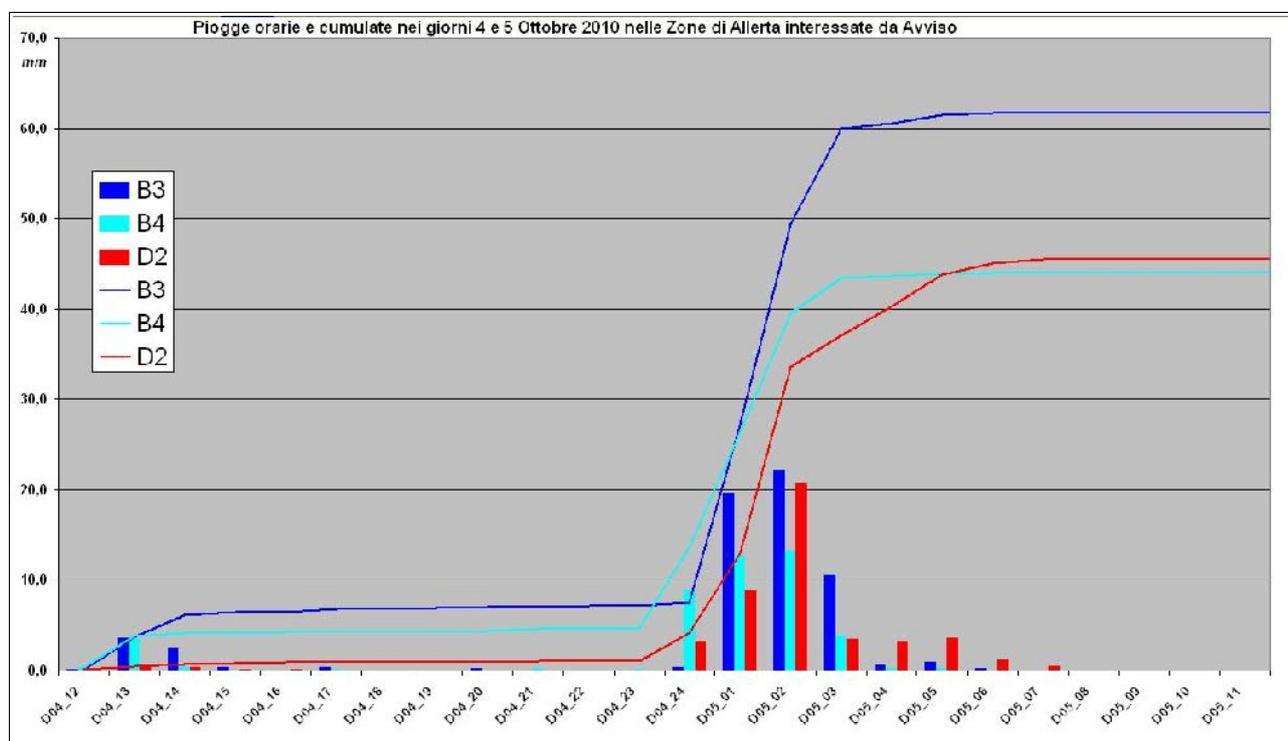


Fig. 12 – Precipitazioni cumulate medie calcolate nelle stazioni ricadenti nelle aree di allerta indicate in figura, con i relativi istogrammi di pioggia media oraria, verificatesi nei giorni 4 e 5 Ottobre 2010.

2.4 ANALISI DEI CASI PIÙ SIGNIFICATIVI DI BREVE DURATA (15 MINUTI)

Abbiamo già accennato, senza tuttavia scendere nel dettaglio, della complessità del fenomeno in funzione della durata, indicando in generale una sua intensificazione col diminuire delle ore.

Il grafico riportato sotto (Fig.13) e rappresentativo della stazione pluviometrica di “Prato Università” mostra come la pioggia sia concentrata nel breve periodo compreso tra le ore 00:00 e le ore 02:00 del giorno 5 ottobre 2010 raggiungendo comunque cumulati intorno agli 80 mm. Il dettaglio indicato dagli istogrammi evidenzia piogge importanti, ma non eccezionali, anche su step di 15', con valori fino a 12 mm/15'.

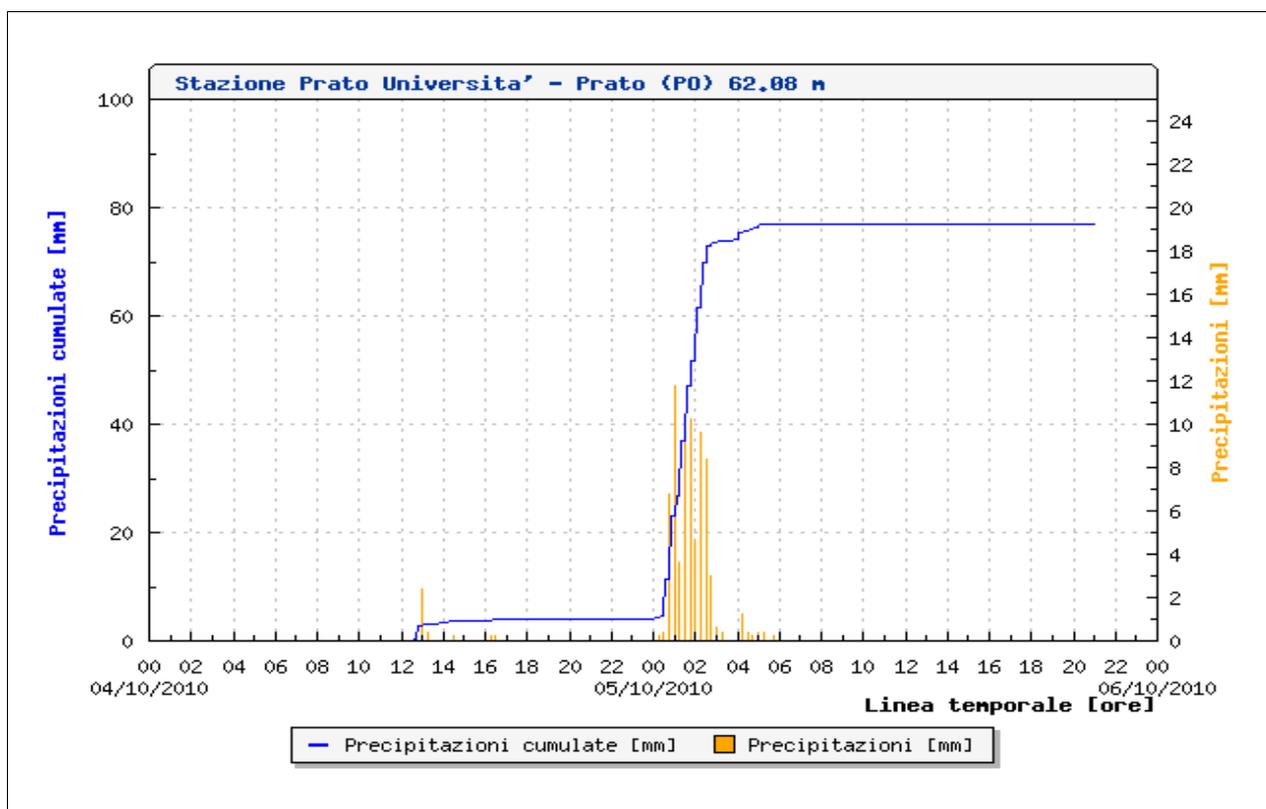


Fig. 13 – Grafico dell'andamento pluviometrico registrato nella stazione di Prato Università i giorni 4 e 5 Ottobre 2010 (le barre in arancio rappresentano l'intensità di pioggia a 15').

Nelle immediate vicinanze di Prato, in particolare a Galceti, la situazione a 15' è risultata molto più critica (Fig. 14). Si può osservare, infatti, come le intensità raggiunte (istogrammi arancioni) siano risultate pari a 24 mm, il doppio di quelle riscontrate a Prato Università. Inoltre il cumulato totale della stazione di Galceti ha superato i 100 mm (104,4 mm).

Il valore registrato nei 15' a Galceti è stato il più alto verificatosi durante l'evento, insieme a quello di Pentolina (SI) (ubicata nell'area di allerta “D3”), dove nonostante il cumulato totale risulti poco significativo (51,6 mm), si è registrata la massima intensità di pioggia con intervallo di 15', pari anche in questo caso a 24 mm/15' (Fig.15).

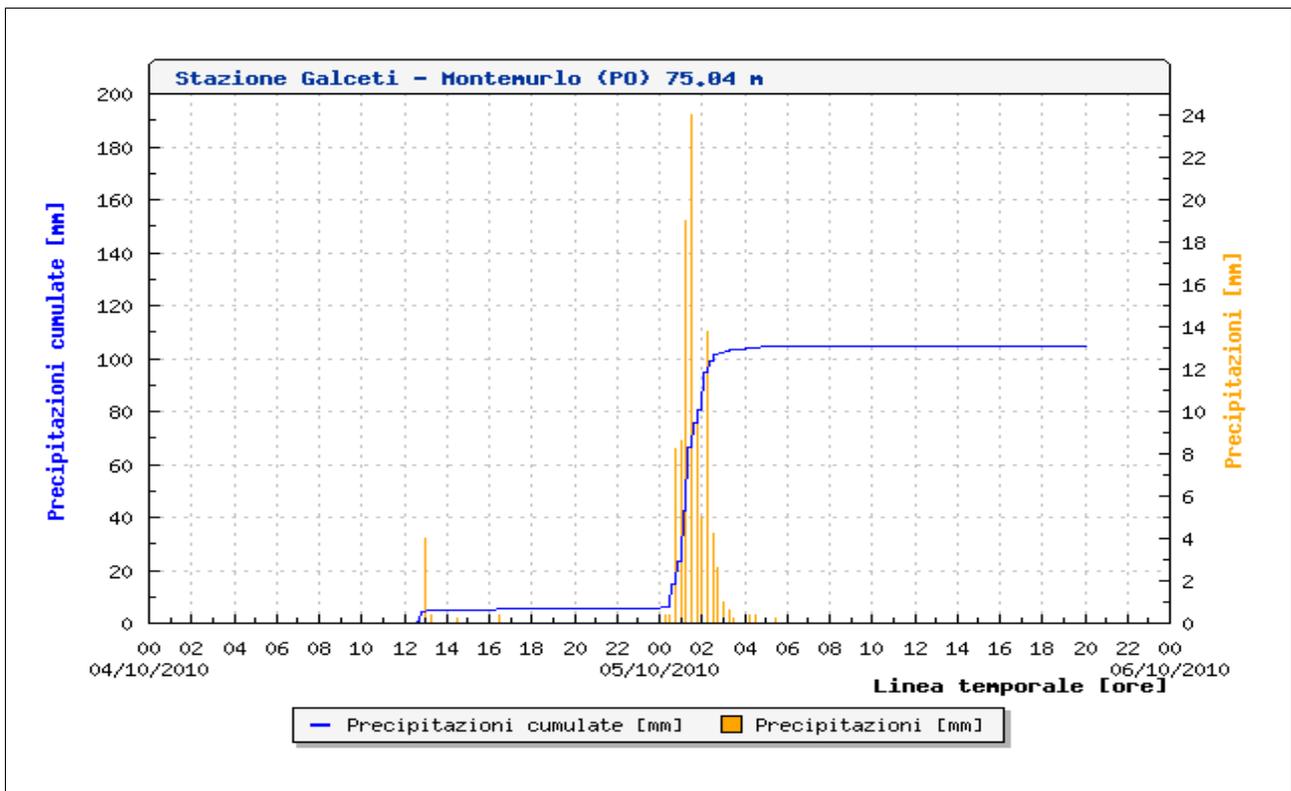


Fig. 14 – Grafico dell'andamento pluviometrico registrato nella stazione di Galceti i giorni 4 e 5 Ottobre 2010 (le barre in arancio rappresentano l'intensità di pioggia a 15').

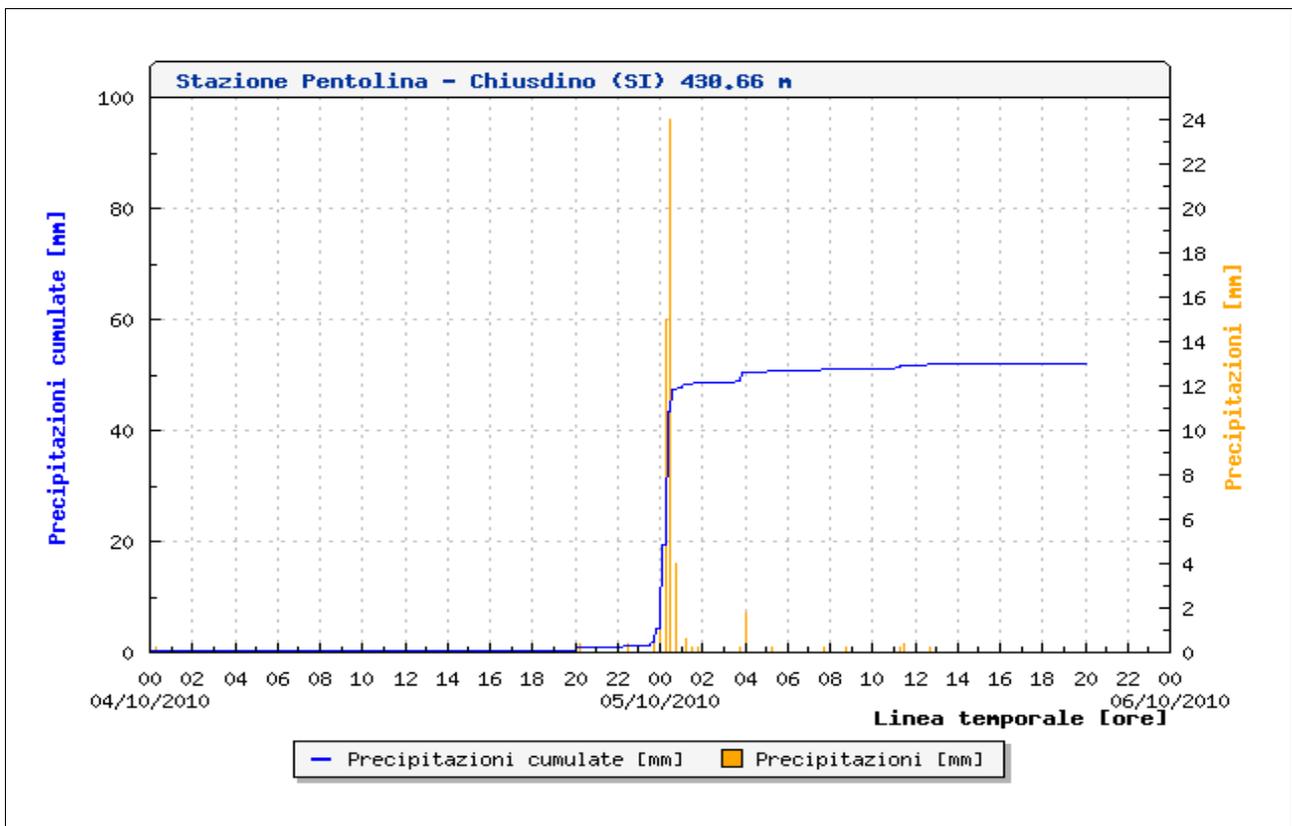


Fig. 15 – Grafico dell'andamento pluviometrico registrato nella stazione di Pentolina (SI) i giorni 4 e 5 Ottobre 2010 (le barre in arancio rappresentano l'intensità di pioggia a 15').

È opportuno precisare che negli ultimi anni le precipitazioni temporalesche di breve durata assumono e superano sempre più frequentemente tali valori sulle brevissime e brevi durate (da 15' a 1 h), come è successo in molte località della Regione negli eventi del 14 agosto, del 29 luglio e del 17 giugno dell'anno in corso. Andando a ritroso nel tempo, fino all'anno 2002 (anno di riferimento per il calcolo delle mappe dei tempi di ritorno), gli eventi che hanno assunto tali notevoli intensità, con piogge aventi cumulati (registrati in 15') fino a 30-35 mm, sono molto più frequenti rispetto ai decenni passati.

3.0 ANALISI DELLA SITUAZIONE IDROMETRICA

I livelli idrometrici registrati dagli strumenti in telemisura nelle giornate del 4 e 5 ottobre 2010 nel territorio regionale, mostrano un generale innalzamento su gran parte dei corsi idrici monitorati delle zone settentrionali, in particolare nei bacini Bisenzio, Ombrone Pistoiese ed Era.

Sugli altri bacini, i corsi d'acqua, salvo casi specifici, non hanno subito significativi innalzamenti; ciò è maggiormente evidente sui settori centro-meridionali della regione, dove si sono registrati valori di pioggia inferiori.

Focalizzando l'attenzione sui bacini maggiormente interessati dai fenomeni meteorologici, gli strumenti in telemisura installati sui principali corsi idrici hanno registrato importanti incrementi di livello idrometrico, con conseguente superamento del I° livello di criticità (moderata) nelle sezioni di Vaiano Gamberame sul fiume Bisenzio (livello massimo raggiunto 1.46 m szi alle ore 03:00 del 05.10.2010), di Poggio a Caiano sull'Ombrone Pt (livello massimo raggiunto 4.14 m szi alle ore 06:00 del 05.10.2010) e di Capannoli sul fiume Era (livello massimo raggiunto 5.23 m szi alle ore 15.45 dello stesso giorno). Tali sezioni sono evidenziate in giallo sulla Mappa dei livelli di Criticità (Fig. 16).

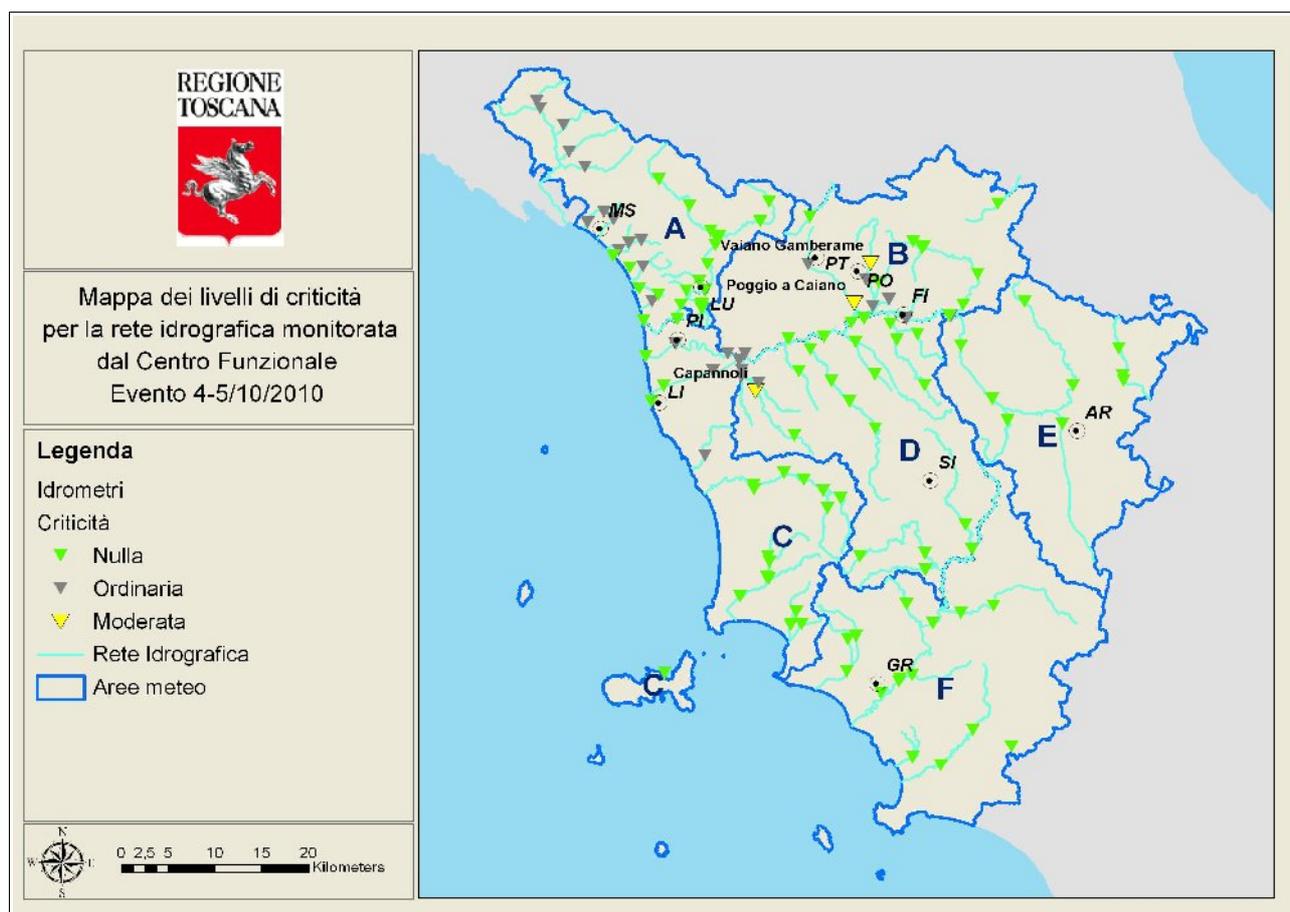


Fig. 16 – Mapa dei livelli di criticità per la rete idrografica monitorata nell'evento del 4-5 Ottobre 2010.

Da sottolineare, inoltre, il livello idrometrico registrato nelle sezioni di S. Piero a Ponti, (Bisenzio), Pontelungo (Ombrone Pt) e Ponsacco (Cascina), dove sono stati registrati livelli idrometrici prossimi al raggiungimento del I° livello di Criticità o comunque riconducibili a tale soglia.

Nella tabella 2 (massimi livelli registrati), sono elencate tutte le stazioni idrometriche installate presso sezioni monitorate del territorio regionale nelle quali il livello idrometrico massimo registrato è associato ad una criticità almeno ordinaria. In giallo sono rappresentati quelle stazioni idrometriche dove l'innalzamento del livello idrometrico è associato ad una criticità moderata.

Fiume	Stazione	Prov.	Comune	Area	H max (m szi)	Data ora	Crit.icità associata
Bisenzio	Vaiano Gamberame	PO	Vaiano	B3	1,46	05/10/2010 3.00	moderata
Ombrone PT	Poggio a Caiano	PO	Poggio a Caiano	B3	4,14	05/10/2010 6.00	moderata
Era	Capannoli	PI	Peccioli	D2	5,23	05/10/2010 15.45	moderata
Magra	S. Giustina	MS	Pontremoli	A1	2,20	05/10/2010 0.00	ordinaria
Magra	Piccatello	MS	Pontremoli	A1	1,78	04/10/2010 23.45	ordinaria
Aulella	Soliera	MS	Massa	A1	2,15	05/10/2010 2.00	ordinaria
Carrione	Carrara	MS	Carrara	A2	0,51	05/10/2010 0.15	ordinaria
Carrione	Avenza	MS	Carrara	A2	1,54	04/10/2010 23.30	ordinaria
Frigido	Canevara	MS	Massa	A2	1,58	05/10/2010 0.30	ordinaria
Bisenzio	S.Piero a Ponti	FI	Signa	B2	3,35	05/10/2010 5.15	ordinaria
Fosso Reale	Sesto Fiorentino	FI	Sesto Fiorentino	B2	2,03	05/10/2010 3.15	ordinaria
Bisenzio	Prato	PO	Prato	B3	0,45	05/10/2010 3.30	ordinaria
Ombrone PT	Pontelungo	PT	Pistoia	B3	1,08	05/10/2010 3.00	ordinaria
Usciana	Cateratte monte	PI	Calcinaia	B4	10,17	05/10/2010 12.30	ordinaria
Roglio	Forcoli	PI	Palaia	C1	2,58	05/10/2010 20.30	ordinaria
Cascina	Ponsacco	PI	Ponsacco	C1	4,57	05/10/2010 3.45	ordinaria
Era	Belvedere	PI	Ponsacco	D2	6,17	05/10/2010 5.00	ordinaria

Tabella 2 – Massimi livelli idrometrici (H max) raggiunti nelle stazioni di monitoraggio idrometriche della Regione Toscana, in cui è stata associata almeno una criticità ordinaria durante l'evento del 4 e 5 Ottobre 2010.

4.0 CONCLUSIONI

Dall'analisi effettuate sui dati registrati e dalle successive elaborazioni (mappe dei tempi di ritorno) si può affermare che l'evento nella sua complessiva durata delle 24 ore (dalle ore 12.00 del giorno 04 Ottobre alle ore 12 del giorno 5 Ottobre 2010) non ha mostrato su gran parte del territorio della Regione Toscana criticità significative (Fig.8). Soltanto in alcune località della Provincia di Prato, Pistoia e Pisa, le piogge sono risultate essere abbondanti con valori poco superiori a 100 mm nelle 24 ore senza che le stesse abbiano determinato situazioni di criticità sul reticolo idrografico (raggiungimento del livello di criticità moderata solo per l'Ombrone Pistoiese e il Bisenzio).

I fenomeni più significativi si sono sviluppati tra la tarda sera del 4 e le prime ore della notte del 5, in particolare dalle 00:00 alle 03:00 del 5 con piogge più intense sulle durate di 1h e 3h. Le aree pratesi, pistoiesi e pisane, sono quelle più coinvolte in virtù sia dei cumulati complessivi registrati sia della concentrazione di fenomeni precipitativi intensi su brevissime durate.

In allegato si riportano per completezza i relativi Bollettini di “Vigilanza Meteorologica” (Allegato 1) e quello di “Avviso di Criticità Regionale” (Allegato 2) emessi Domenica 3 Ottobre 2010.


Servizio Idrologico Regionale



CENTRO FUNZIONALE
DI MONITORAGGIO METEO-IDROLOGICO

Bollettino di Vigilanza Meteorologica Regionale



Emissione di **Domenica, 03 Ottobre 2010**, ore **10.58**

I fenomeni indicati in tabella sono oggetto di valutazione relativamente ai possibili effetti al suolo

FENOMENI SIGNIFICATIVI - Valido fino alle ore 24 di Lunedì, 04 Ottobre 2010						
	A	B	C	D	E	F
Cumulato pioggia	Molto abbond.	Molto abbond.	Abbond.	Poco abbond.	Poco abbond.	Abbond.
Tipo pioggia	Diffuse	Diffuse	Sparse temporal.	Sparse	Sparse	Sparse temporal.
Vento			Forte			
Mare			Molto mosso			Molto mosso
Neve						
Ghiaccio						
<p>Descrizione: Dalle prime ore di domani, Lunedì, precipitazioni diffuse sulle aree AB in generale di moderata intensità ma persistenti in particolar modo sui rilievi con cumulati molto abbondanti. In serata intensificazione delle precipitazioni a prevalente carattere di forte temporale in estensione anche alle zone CF dove i cumulati potranno risultare puntualmente molto abbondanti. Altrove (DE) precipitazioni di moderata intensità con cumulati in generale poco abbondanti. Vento di Scirocco forte su C, mare molto mosso su CF</p>						

Martedì, 05 Ottobre 2010

Descrizione: Per tutta la mattina ancora tempo perturbato con piogge e temporali, tendenza all'attenuazione nel corso del pomeriggio

Possibilità di fenomeni significativi NO SI, per i seguenti fenomeni: pioggia, temporali, vento, mare

Tendenza

Descrizione: nulla da segnalare

Allegato 1 – Bollettino di Vigilanza Meteorologica.



Servizio Idrologico Regionale

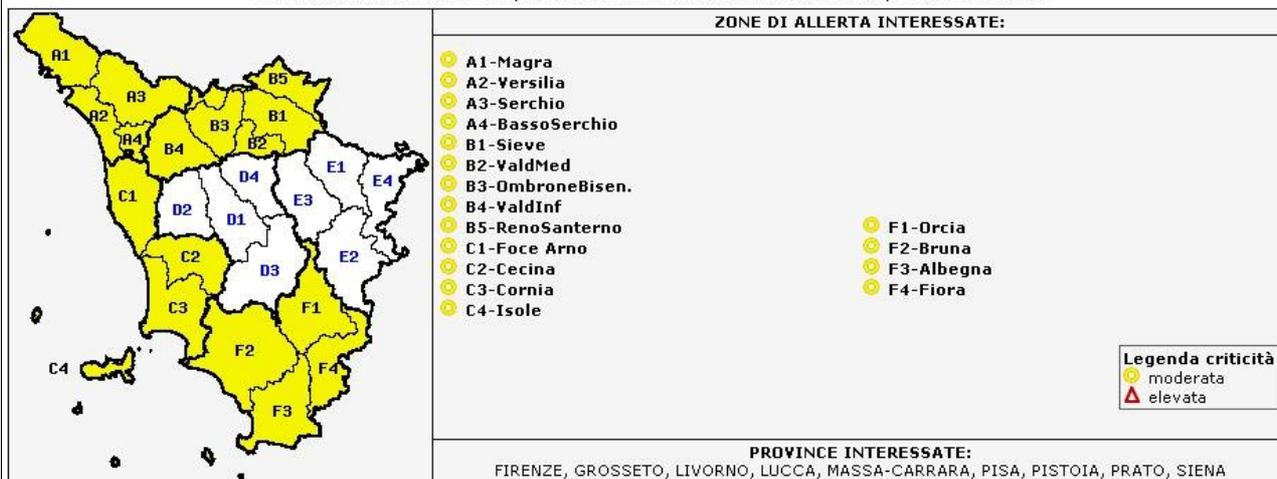


CENTRO FUNZIONALE
DI MONITORAGGIO METEO-IDROLOGICO

AVVISO DI CRITICITÀ REGIONALE

Emesso **Domenica, 03 Ottobre 2010, ore 11.16**

Valido dalle ore **12.00** di **Lunedì, 04 Ottobre 2010** alle ore **12.00** di **Martedì, 05 Ottobre 2010**



FENOMENI METEOROLOGICI PREVISTI:

PIOGGIA e TEMPORALI FORTI dalle ore 12.00 di Lunedì, 04 Ottobre 2010 alle ore 12.00 di Martedì, 05 Ottobre 2010: Dalle prime ore di domani, Lunedì, precipitazioni diffuse sulle aree AB in generale di moderata intensità ma persistenti in particolar modo sui rilievi con cumulati molto abbondanti. In serata intensificazione delle precipitazioni a prevalente carattere di forte temporale in estensione anche alle zone CF dove i cumulati potranno risultare puntualmente molto abbondanti. Tendenza all'attenuazione nel corso di Martedì

DESCRIZIONE DELLE CRITICITÀ PREVISTE:

Sulla base delle previsioni meteorologiche odierne e delle valutazioni dei possibili effetti al suolo effettuate, si prefigurano i seguenti scenari di criticità:

ZONE DI ALLERTA	RISCHIO	TEMPI	CRITICITÀ
A1 - A2 - A3 - A4 - B1 - B2 - B3 - B4 - B5	idrogeologico-idraulico	dalle ore 12.00 di Lunedì, 04 Ottobre 2010 alle ore 12.00 di Martedì, 05 Ottobre 2010	moderata
C1 - C2 - C3 - C4 - F1 - F2 - F3 - F4	idrogeologico-idraulico	dalle ore 22.00 di Lunedì, 04 Ottobre 2010 alle ore 12.00 di Martedì, 05 Ottobre 2010	moderata

Descrizione degli scenari di evento previsti

IDROGEOLOGICO-IDRAULICO

Criticità Moderata: Possibili allagamenti diffusi nelle aree depresse dovuti a ristagno delle acque, a tracimazioni dei canali del reticolo idrografico minore e all'incapacità di drenaggio da parte della rete fognaria dei centri urbani. Possibile scorrimento superficiale delle acque meteoriche nelle sedi stradali urbane ed extraurbane. Possibilità di innalzamento dei livelli idrici nei corsi d'acqua con conseguenti possibili inondazioni localizzate nelle aree contigue all'alveo. Possibilità di innesco di frane e smottamenti localizzati dei versanti in zone ad elevata pericolosità idrogeologica.

Allegato 2 – Avviso di Criticità Regionale