

---

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 EVENTO METEO-IDROLOGICO DEL  
GIORNO 25 OTTOBRE 2011**

***FOCUS SUL BACINO TOSCANO  
DEL FIUME MAGRA***

04 novembre 2011

---

## Indice

1. DATI REGISTRATI: ANALISI ED ELABORAZIONI PLUVIOMETRICHE.....	3
1.1 Descrizione generale dell'evento pluviometrico.....	3
1.2 Correlazione tra la pioggia cumulata e la sua durata.....	5
1.2.1 elaborazione dei tempi di ritorno per piogge di durata T=24 ore.....	7
1.2.2 elaborazione dei tempi di ritorno per piogge di durata T=12 ore.....	9
2. ANALISI DETTAGLIATA DELL'EVENTO SUL BACINO DEL MAGRA.....	12
3. ANALISI DELLA SITUAZIONE IDROMETRICA.....	16
3.1 analisi dell'evento nel bacino del magra.....	19
4. CONSIDERAZIONI DI SINTESI.....	20
5. ANALISI ED EVOLUZIONE METEOROLOGICA (A CURA DEL CONSORZIO LAMMA).....	21

### *Allegati*

<i>Allegati 1 – Bollettino di Vigilanza Meteorologica.....</i>	<i>33</i>
<i>Allegati 2 – Avviso di Criticità Regionale.....</i>	<i>34</i>

# 1. DATI REGISTRATI: ANALISI ED ELABORAZIONI PLUVIOMETRICHE

## 1.1 DESCRIZIONE GENERALE DELL'EVENTO PLUVIOMETRICO

L'evento meteorologico che ha interessato la Toscana nei giorni 25-26 Ottobre 2011 è stato, come evidenziato nella mappa elaborata di figura 1, particolarmente significativo per il settore nord occidentale della regione.

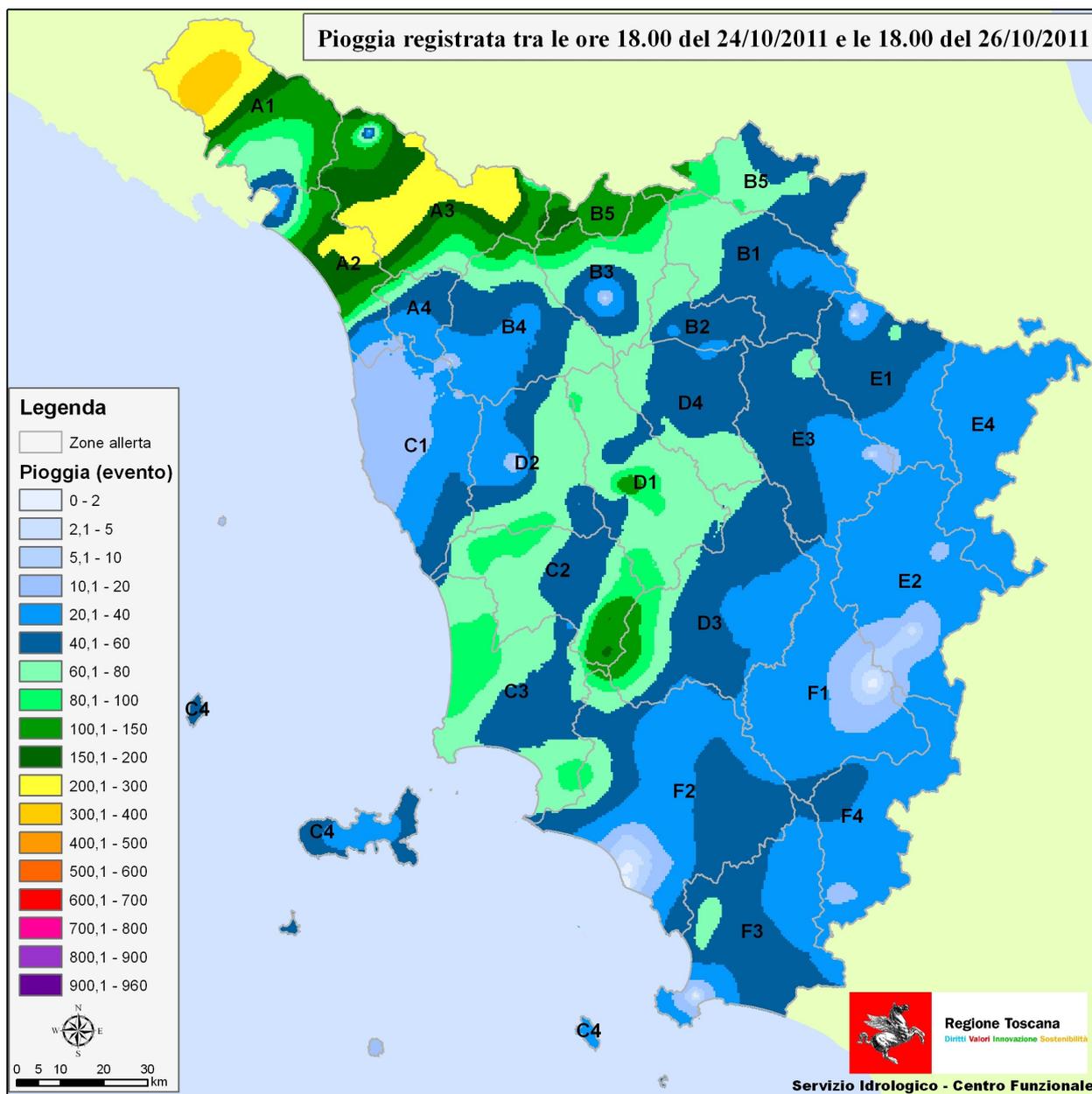


Fig. 1 – Mappa della distribuzione della pioggia cumulata sulle 48 ore dell'evento e registrata tra le ore 18 del giorno 24 Ottobre 2011 e le ore 18 del 26 Ottobre 2011.

Si fa presente che la figura 1 è stata costruita tenendo in considerazione le altezze di pioggia misurate in millimetri e registrate dai pluviometri in telemisura durante tutto il periodo di validità dell'Avviso di Criticità Regionale emesso la mattina di lunedì 24 Ottobre 2011.

L'Avviso di Criticità era valido dalle ore 18 di lunedì 24 Ottobre 2011 fino alle ore 18 di mercoledì 26 Ottobre 2011, per una durata complessiva di 48 ore.

L'osservazione della mappa mostra che i cumulati massimi registrati nelle 48 ore dell'evento superano abbondantemente i 100 mm su gran parte delle Province di Massa-Carrara e Lucca (ricomprese nell'area di vigilanza meteorologica denominata "A"), raggiungendo sulla Provincia di Massa-Carrara il massimo valore giornaliero di 374 mm registrato nel pontremolese il giorno 25, alla stazione meteorologica di S. Giustina.

Sono stati superati i 100 mm localmente anche in provincia di Lucca, in particolare sull'Appennino Pistoiese e Tosco-Emiliano, sulla Versilia e sui rilievi Apuani, nonché in isolate porzioni delle Colline Metallifere (tra i bacini del Cecina, del Cornia e del Bruna)

Le piogge più intense seguite da repentini aumenti idrometrici di rilevanza eccezionale sull'asta principale si sono verificate sin Lunigiana nel bacino del Fiume Magra; piogge comunque intense si sono verificate anche sul bacino del Carrione, del Frigido e del Versilia e in generale sul bacino del F. Serchio, dove gli innalzamenti idrometrici sulle rispettive aste fluviali sono risultati più contenuti, seppur localmente significativi.

In tabella 1 si riportano le altezze di pioggia in millimetri registrate il giorno 25 Ottobre 2011 in alcune stazioni di misura ubicate nella Provincia di Massa-Carrara, Lucca e Pistoia, laddove i fenomeni sono risultati più intensi.

NOME	Z allerta	Provincia	Bacino	25/10/11
TOS09001083 - Santa Giustina	A1	MS	Magra	374,4
TOS11000101 - Pontremoli	A1	MS	Magra	365,8
TOS09001088 - Rocca Sigillina	A1	MS	Magra	315,4
TOS09001110 - Parana	A1	MS	Magra	315,2
TOS09001080 - Pontremoli depuratore	A1	MS	Magra	311,4
TOS09001061 - Patigno	A1	MS	Magra	273,8
TOS02000275 - Monte Romecchio	A3	LU	Serchio	265,0
TOS02000351 - Boscolungo	A3	PT	Serchio	237,2
TOS11000102 - Strettoia	A2	LU	Versilia	219,4
TOS11000048 - Barga	A3	LU	Serchio	216,6
TOS02000281 - Fomovolasco	A3	LU	Serchio	211,4
TOS02000241 - Campagrina	A3	LU	Serchio	209,6
TOS02000077 - Cardoso	A2	LU	Versilia	208,8
TOS02000329 - Palagnana	A3	LU	Serchio	207,8
TOS09001053 - Passo della Cisa	A1	MS	Magra	207,0
TOS02000381 - Pian di Novello	A3	PT	Serchio	206,0
TOS02000299 - Gallicano	A3	LU	Serchio	204,0
TOS02000359 - Melo	A3	PT	Serchio	199,6
TOS09001120 - Villafranca	A1	MS	Magra	199,0

Tab.1: piogge giornaliere più significative registrate il 25 Ottobre 2011 in alcune delle stazioni della provincia di Massa Carrara, Lucca e Pistoia.

**1.2 CORRELAZIONE TRA LA PIOGGIA CUMULATA E LA SUA DURATA**

Per mettere in relazione la pioggia cumulata con la sua intensità sono state elaborate le mappe dei tempi di ritorno delle piogge.

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

In tabella 2 sono riportati i cumulati massimi registrati (mm di pioggia) sui vari intervalli temporali (1-3-6-12-24 ore) e relative stime dei tempi di ritorno associati espressi in anni.

Codice	Stazione	Pr.	Comune	Bacino	Zona allerta	max 1h	max 3h	max 6h	max 12h	max 24h	Tr 1h	Tr 3h	Tr 6h	Tr 12h	Tr 24h
TOS09001083	S. Giustina	MS	Pontremoli	Magra	A1	72,8	177,2	260,8	323	376,2	66,7	>500	>500	>500	>500
TOS09001088	Rocca Sigillina - GPRS	MS	Massa	Magra	A1	68,8	163,2	239,6	279,2	318,4	43,9	498,2	>500	>500	238,5
TOS11000101	Pontremoli	MS	Pontremoli	Magra	A1	67	164,8	251,4	319,8	366	51,4	438,5	>500	>500	293,2
TOS09001110	Parana - GPRS	MS	Mulazzo	Magra	A1	88	164,8	230,4	265,6	315,2	142,8	>500	>500	447,1	288
TOS09001080	Pontremoli depuratore - GPRS	MS	Pontremoli	Magra	A1	49,6	122,2	209,2	276,4	313,2	8,1	111,6	494,2	>500	230,4
TOS09001061	Patigno - GPRS	MS	Zeri	Magra	A1	40	93,2	184,8	240,2	273,8	3	31,4	325,7	315,2	145,9
TOS09001120	Villafranca - GPRS	MS	Villafranca L.	Magra	A1	53,8	110,6	161,6	177,6	203	8,9	50,8	100,8	42	21,7
TOS09000015	Bagnone a Bagnone - GPRS	MS	Bagnone	Magra	A1	50,6	102,2	144,4	161,8	190,2	7,1	34,3	54,6	24,5	14,3
TOS09001053	Passo della Cisa - GPRS	MS	Pontremoli	Magra	A1	28,2	64	116,4	173,2	209,8	0	3,6	20,7	39,1	23,6
TOS09001130	Iera - GPRS	MS	Bagnone	Magra	A1	44,8	73	106,4	122	148,4	4	5,7	10,3	5,1	3,5
TOS09001160	Passo del cerreto - GPRS	MS	Fivizzano	Magra	A1	23,2	44,2	75,4	122,8	145,4	0	0	3	9,2	5,2
TOS11000100	Villafranca	MS	Villafranca L.	Magra	A1	31,8	48,2	82,6	94	113,2	0	0	2,9	0	0
TOS11000099	Novegigola	MS	Tresana	Magra	A1	40,2	58,4	78,8	96,6	121,2	0	0	2,4	2	0
TOS02000281	Fornovolasco	LU	Vergemoli	Serchio	A3	66,8	122,8	180,8	241,8	258,2	60	135,4	229,5	231,1	68,7
TOS02000275	Monte Romecchio	LU	Barga	Serchio	A3	39,8	93,2	160,8	227,6	295,4	9,2	62,8	222	263,4	193,6
TOS02004059	Camaiore	LU	Camaiore	Camaiore	A2	57,6	132	153	167	171,4	24,7	260,8	158	69,6	22,2
TOS11000048	Barga	LU	Barga	Serchio	A3	42	108,8	158,4	191,2	232,4	7,6	101,1	153,8	84,7	48,5
TOS02000064	Terrinca	LU	Stazzema	Versilia	A2	57,6	115	169,8	222	231,4	21,9	84,1	152,8	143,5	39,5
TOS02000241	Campagrina	LU	Stazzema	Serchio	A3	60,8	100	172	234,6	255,8	26,4	35,3	146,4	172,6	60,4
TOS02000078	Gallena	LU	Stazzema	Versilia	A2	55,4	114,2	161,2	204,6	211,4	17,8	91,8	142,1	124,5	36,2
TOS02004045	Ponte Tavole	LU	Seravezza	Versilia	A2	63,8	100	153	183,8	190,4	35,1	47	119,6	84,6	27,3
TOS02000083	Azzano	LU	Seravezza	Versilia	A2	61,6	98,6	155,8	199,2	208,8	29,1	38	106,4	95,6	29,5
TOS02000329	Palagnana	LU	Stazzema	Serchio	A3	65	143	184,8	216	230	102,2	211,4	94,1	24,7	4
TOS01002071	Gerfalco	GR	Montieri	Cecina	C2	40,2	76,4	101,2	134	146,4	13	64,1	92,4	133	70,8
TOS01002085	Anqua	SI	Radicondoli	Cecina	C2	30,2	70,8	96	129,2	139,4	3,5	49,7	79,9	123,5	61
TOS11000095	Cutigliano Melo	PT	Cutigliano	Serchio	A3	36,4	70,8	114	155,2	210,4	6,8	15,9	37,2	34,2	30,7
TOS02004231	Ponte di Lucchio	LU	Bagni di Lucca	Serchio	A3	22,4	55,6	105,2	142	185	0	5,5	36,7	37,9	32,1

<b>Codice</b>	<b>Stazione</b>	<b>Pr.</b>	<b>Comune</b>	<b>Bacino</b>	<b>Zona allerta</b>	<b>max 1h</b>	<b>max 3h</b>	<b>max 6h</b>	<b>max 12h</b>	<b>max 24h</b>	<b>Tr 1h</b>	<b>Tr 3h</b>	<b>Tr 6h</b>	<b>Tr 12h</b>	<b>Tr 24h</b>
TOS02000351	Boscolungo	PT	Abetone	Serchio	A3	34	75	134,2	190,4	244,8	3,6	9,3	25,7	22	11,4
TOS02000381	Pian di Novello	PT	Cutigliano	Serchio	A3	29	72,4	113	162,6	217	0	11	19,2	22,4	18
TOS02000421	Monte Oppio	PT	S.Marcello P.se	Reno	B5	18,8	48	89	135,6	174	0	2,3	10,8	18,9	14

Tab. 2 – Tabella dei tempi di ritorno (in anni) della pioggia massima registrata (in mm) per alcune delle stazioni più significative dell'intera regione su vari intervalli temporali (1-3-6-12-24 ore).

### 1.2.1 ELABORAZIONE DEI TEMPI DI RITORNO PER PIOGGE DI DURATA T=24 ORE

La mappa rappresentata in figura 2 visualizza le precipitazioni registrate tra le ore 00.00 e le ore 24.00 del 25 ottobre. Si osservano precipitazioni molto abbondanti in Lunigiana e tra l'area ricompresa tra le Apuane meridionali, la Garfagnana e l'Appennino Tosco-Emiliano, con valori massimi compresi tra 200 e 300 mm, fino a raggiungere in Lunigiana anche i 300-400 mm.

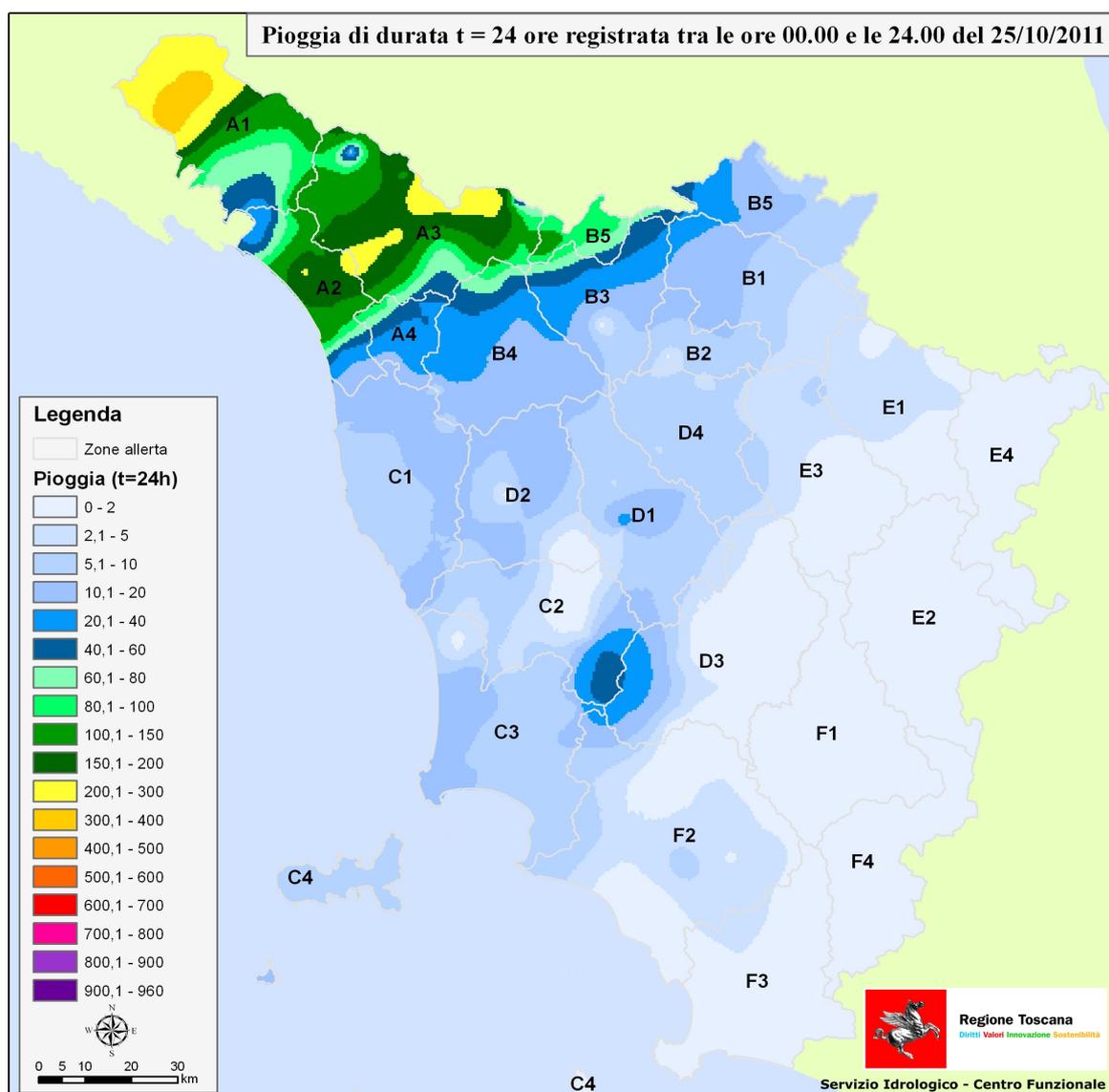


Fig. 2 – Mappa della distribuzione della pioggia cumulata sulle 24 ore del giorno 25 Ottobre 2011.

La mappa dei tempi di ritorno, elaborata per piogge di durata uguale a 24 ore (figura 3), registrate il 25 Ottobre 2011, evidenzia zone con situazioni di elevata criticità soprattutto sull'area dell'Alta Toscana (Lunigiana) e, in misura minore, su porzioni di territorio delle province di Lucca e Pistoia.

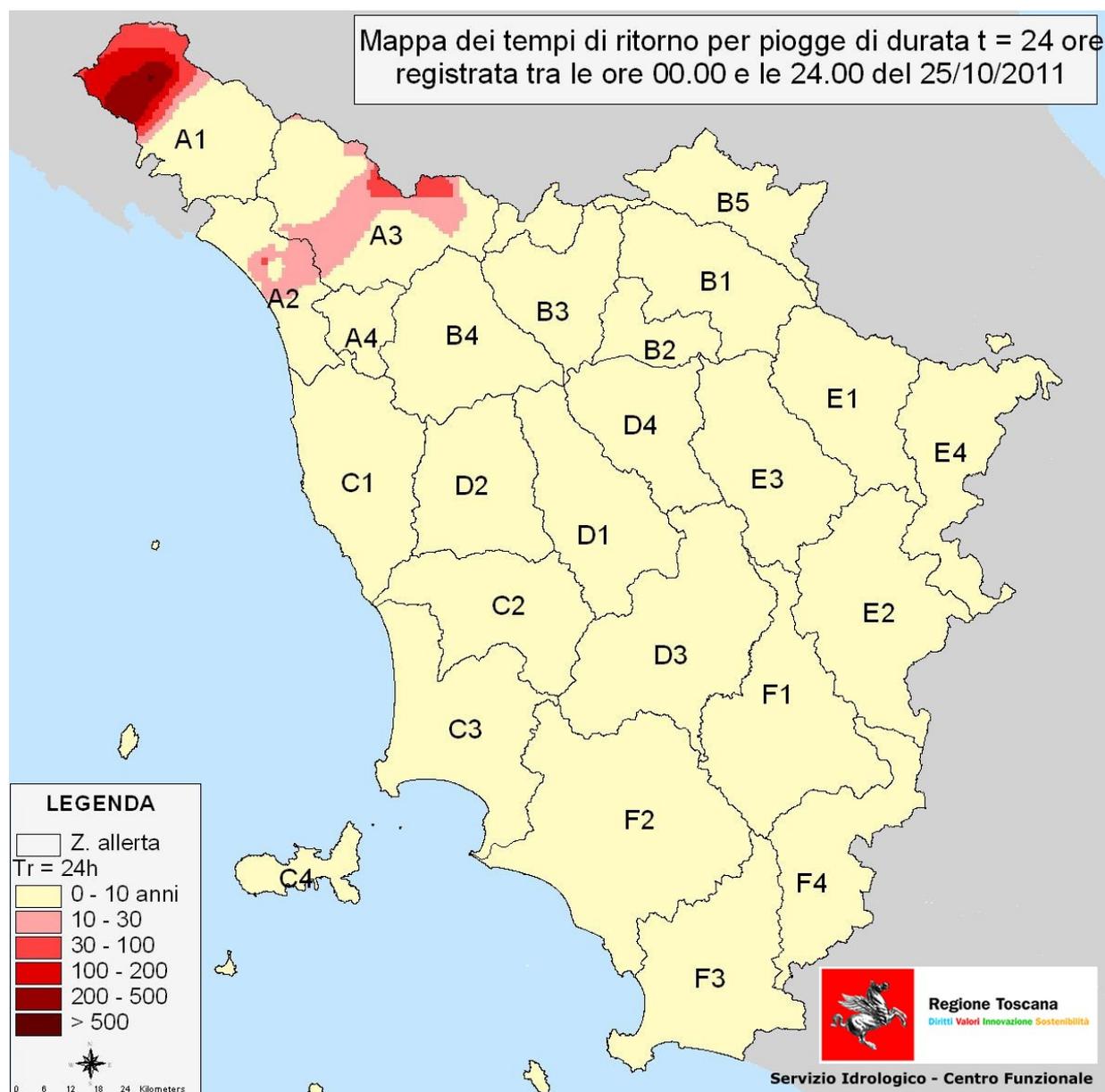


Fig. 3 – Mappa della distribuzione dei tempi di ritorno calcolati sulla durata di 24 ore per le piogge registrate il 25 Ottobre 2011.

Mentre nel pontremolese ed Alta Toscana i tempi di ritorno sono praticamente ovunque superiori ai 100 anni, nella provincia di Lucca le altezze di pioggia rilevate non hanno determinato il superamento della soglia dei 30 anni, se non in isolate porzioni di territorio.

Dalla mappa si può osservare come le precipitazioni più intense ed abbondanti abbiano interessato il territorio del pontremolese, dove le altezze di pioggia hanno determinato localmente anche il superamento della soglia di ritorno dei 500 anni.

Dalla stessa mappa si può osservare, infine, una situazione generale di non criticità sul resto della Regione, con cumulati di piogge che nella loro durata complessiva dell'evento assumono tempi di ritorno inferiori ai 10 anni.

Tale assunzione non è comunque sufficiente per concludere che sul resto della regione non siano occorse situazioni di locali criticità.

Per chiarire meglio il concetto si ricorda che tra la sera del 25 Ottobre 2011 e le prime ore della notte del 26 (ore di pioggia non conteggiate nella mappa in oggetto) precipitazioni a carattere temporalesco e di forte intensità e breve durata, con significativi tempi di ritorno associati, hanno interessato anche ristrette zone delle Colline Metallifere (vedi tabella 2).

### **1.2.2 ELABORAZIONE DEI TEMPI DI RITORNO PER PIOGGE DI DURATA T=12 ORE**

La mappa rappresentata in figura 4 visualizza le precipitazioni registrate tra le ore 12 e le ore 24 del 25 Ottobre 2011.

L'osservazione dei risultati elaborati sulla mappa di figura 4, indica che i cumulati di pioggia registrati in questo intervallo temporale (12 ore) non sono molto diversi dai cumulati giornalieri (cfr fig.2).

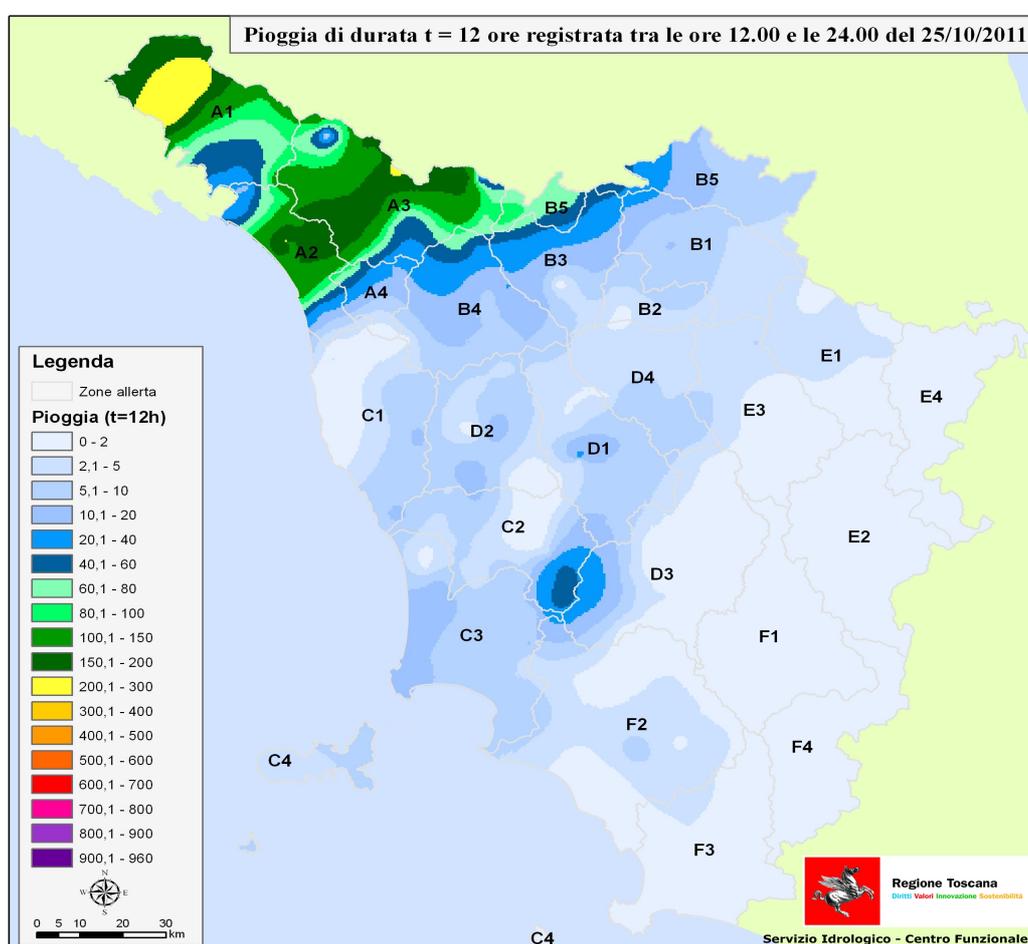


Fig. 4 – Mappa della distribuzione delle piogge cumulate registrate il giorno 25 Ottobre 2011 sulla Toscana tra le ore 12 e le ore 24.

La mappa dei tempi di ritorno elaborata per piogge di durata uguale a 12 ore (figura 5), registrate il 25 Ottobre 2011, tra le ore 12 e le ore 24, evidenzia sempre la zona ad elevata criticità sull'area dell'Alta Toscana confinante con la Liguria (Lunigiana) e, in misura minore, ma tuttavia

rilevante, porzioni di territorio ad elevata criticità su Versilia, Apuane e Appennino Tosco-Emiliano, in particolare tra la provincia di Lucca e l'alto pistoiese.

Come per la mappa dei tempi di ritorno per piogge di durata pari a 24 ore (figura 2), anche su tempi inferiori, pari a 12 ore, si osservano sempre sul pontremolese ed Alta Toscana tempi di ritorno del fenomeno praticamente ovunque superiori a 100 anni, fino a raggiungere e superare localmente la soglia dei 500 anni.

Nella provincia di Lucca le altezze di pioggia rilevate hanno in tal caso determinato il superamento della soglia dei 30 anni, isolatamente anche dei 100 anni, indicando che il fenomeno è risultato anche su queste aree più significativo sulle brevi durate piuttosto che sulle 24 ore.

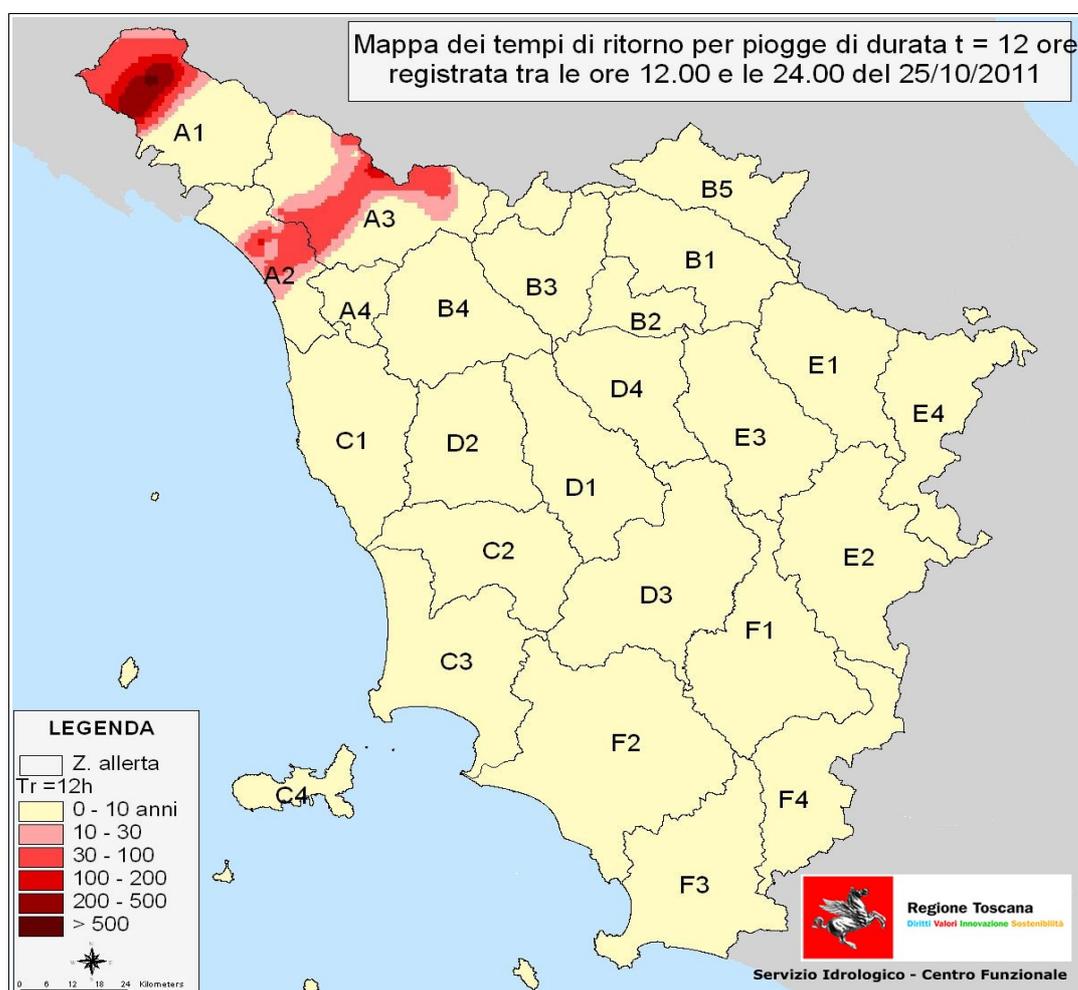
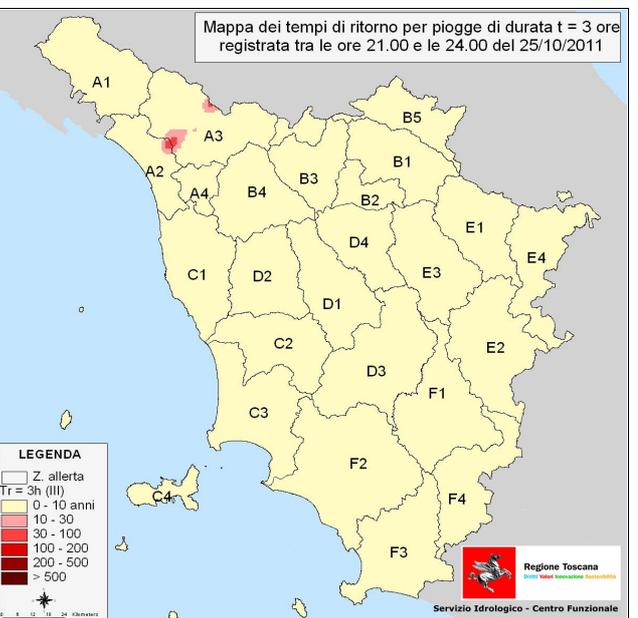
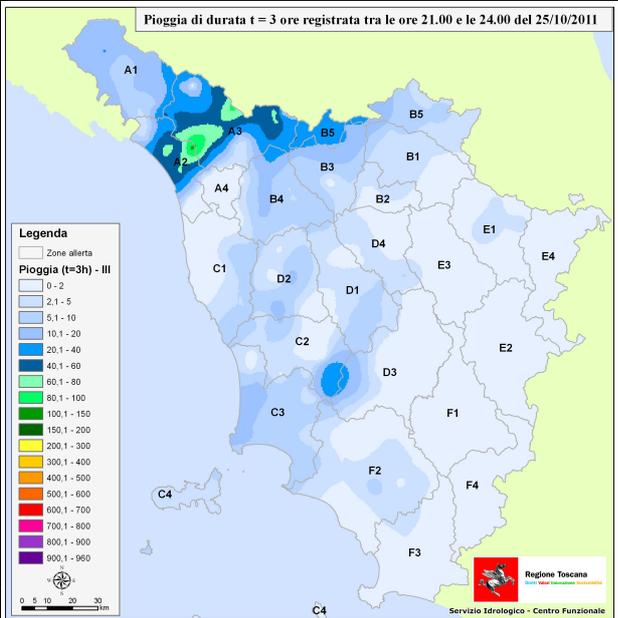
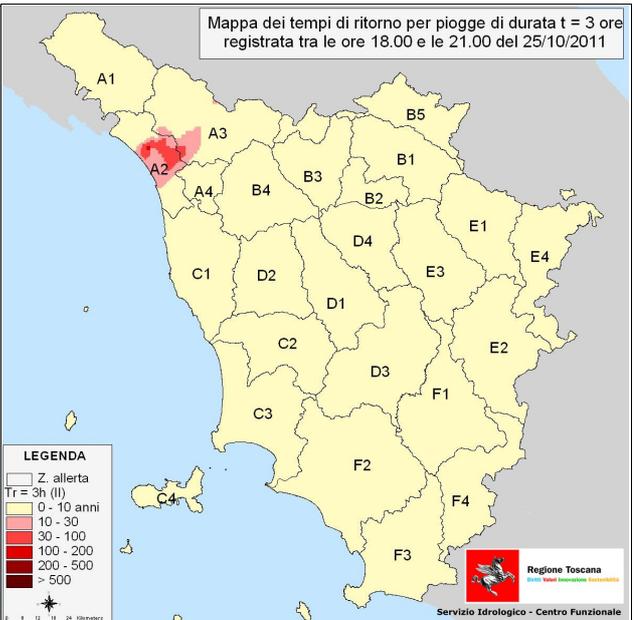
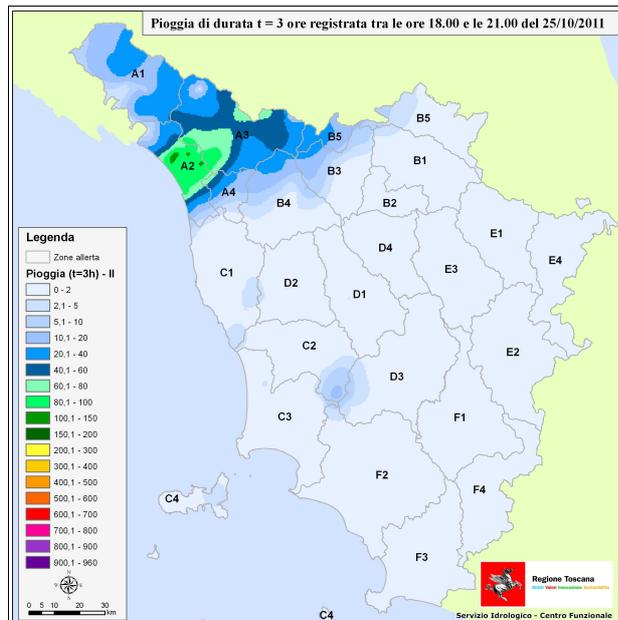
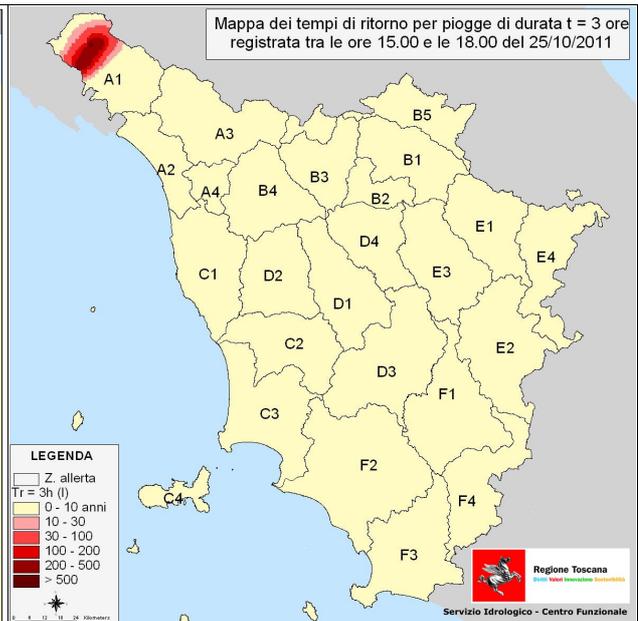
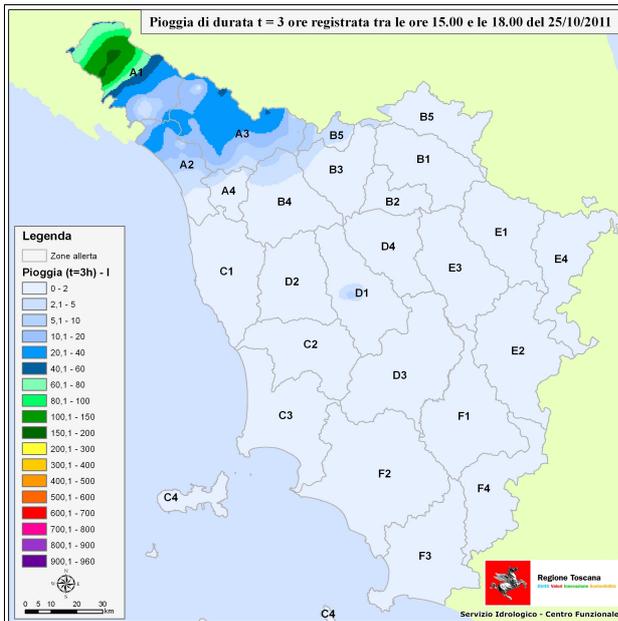


Fig. 5 – Mappa della distribuzione dei tempi di ritorno calcolati sulla durata di 12 ore per le piogge registrate il 25 Ottobre 2011 tra le ore 12 e le ore 24.

Ne deriva che gran parte del cumulo di pioggia registrato durante l'intero evento si è verificato nella seconda parte del giorno 25 Ottobre, in un intervallo di tempo pari a circa 12 ore.

Ciò è reso ancor più evidente nella sequenza di figure sotto riportate, costruite principalmente con il fine di mostrare lo spostamento nel tempo e nello spazio del fenomeno

meteorologico intenso che, dalle zone dell'Alta Toscana si è trasferito nelle prime ore della sera sulla Versilia e, in tarda serata, tra le Apuane meridionali ed il Serchio.



## 2. ANALISI DETTAGLIATA DELL'EVENTO SUL BACINO DEL MAGRA

Lo studio dell'evento è stato riferito alle stazioni idro-pluviometriche automatiche in telecontrollo indicate in Figura 6.



Fig.6 : distribuzione delle stazioni idropluviometriche nel Bacino del Fiume Magra. In rosso sono visualizzati i pluviometri per la misura della pioggia, in blu gli idrometri per la misura del livello idrometrico del fiume.

L'analisi della figura 2 mette in risalto come le precipitazioni nella porzione nord-occidentale della regione si siano verificate prevalentemente nel corso della giornata di martedì 25 Ottobre 2011, con cumulati massimi nelle 24 ore oltre i 300 mm (il valore massimo giornaliero è stato registrato il giorno 25 Ottobre a S. Giustina con 374 mm).

Cumulati molto abbondanti (>100 mm) si sono verificati localmente anche tra la Versilia, le Apuane e l'Appennino Tosco-Emiliano con valori massimi giornalieri fin oltre i 250 mm.

Molto interessante dal punto di vista meteorologico è il nucleo, con cumulato di pioggia associato poco significativo, localizzato tra Fossdinovo e la città di Carrara, la cui area è stata

fortunatamente saltata dal transito della perturbazione, che invece ha ripreso forza tra la provincia di Massa-Carrara e Lucca. Tale situazione fa riflettere su quanto possa risultare difficile la precisa puntualizzazione del fenomeno meteorologico in fase previsionale.

Per avere un dettaglio maggiore della distribuzione delle piogge nel tempo e della loro intensità, si è ritenuto utile elaborare il grafico di figura 7, che mostra l'andamento medio degli afflussi meteorici registrati nelle 48 ore nel bacino del F. Magra (linea rossa), mettendo in risalto i cumulati di fine evento risultati poco inferiori ai 200 mm. Dall'andamento della curva (linea rossa) si osserva che sul Bacino del Magra si sono verificate piogge quasi continue a partire dalle prime ore del 25 e fino alla tarda sera dello stesso giorno. In particolare si evidenzia il picco di pioggia più significativo tra la mattina del giorno 25 ed il tardo pomeriggio-sera con il rapido incremento di pendenza della curva pluviografica.

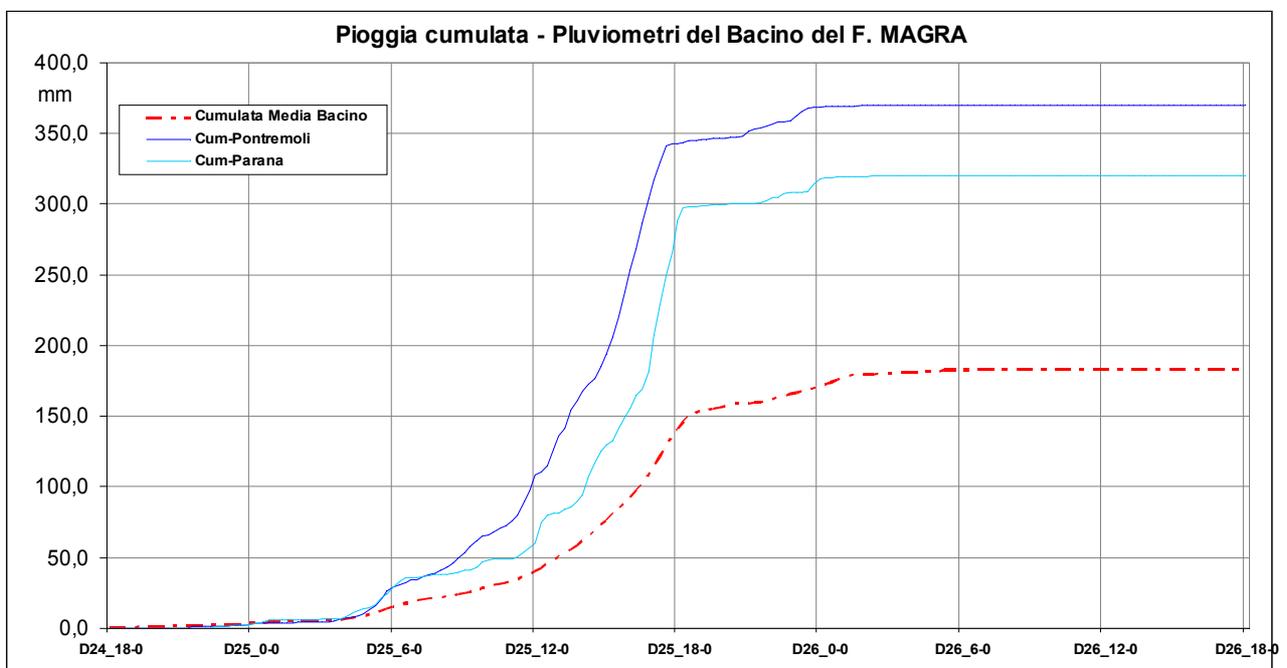


Fig.7: curva rappresentativa delle piogge cumulate durante l'evento del 25-26 Ottobre 2011 nel Bacino del F. Magra.

Le linee blu e celeste, relative rispettivamente ai dati registrati alle stazioni pluviometriche di Pontremoli e Parana, sono rappresentative dell'intensità del fenomeno che ha raggiunto un valore cumulato di circa 365 mm nel primo caso e di 315 mm nel secondo, valori registrati tra le prime ore della mattina del giorno 25 e la fine del giorno. La pendenza delle due curve evidenziano l'intensità eccezionale del fenomeno meteorologico: in circa 13 ore si sono cumulati 330 mm da cui si ricava un'intensità media oraria di oltre 25 mm/ora, valore in linea con quelli riportati nell'istogramma costruito in figura 10.

L'istogramma delle piogge orarie (Fig.8) rappresentativo delle piogge medie registrate sul bacino del Magra, indica piogge orarie con valori medi massimi fino a 27 mm/ora, concentrati principalmente intorno alle ore 18 del giorno 25.

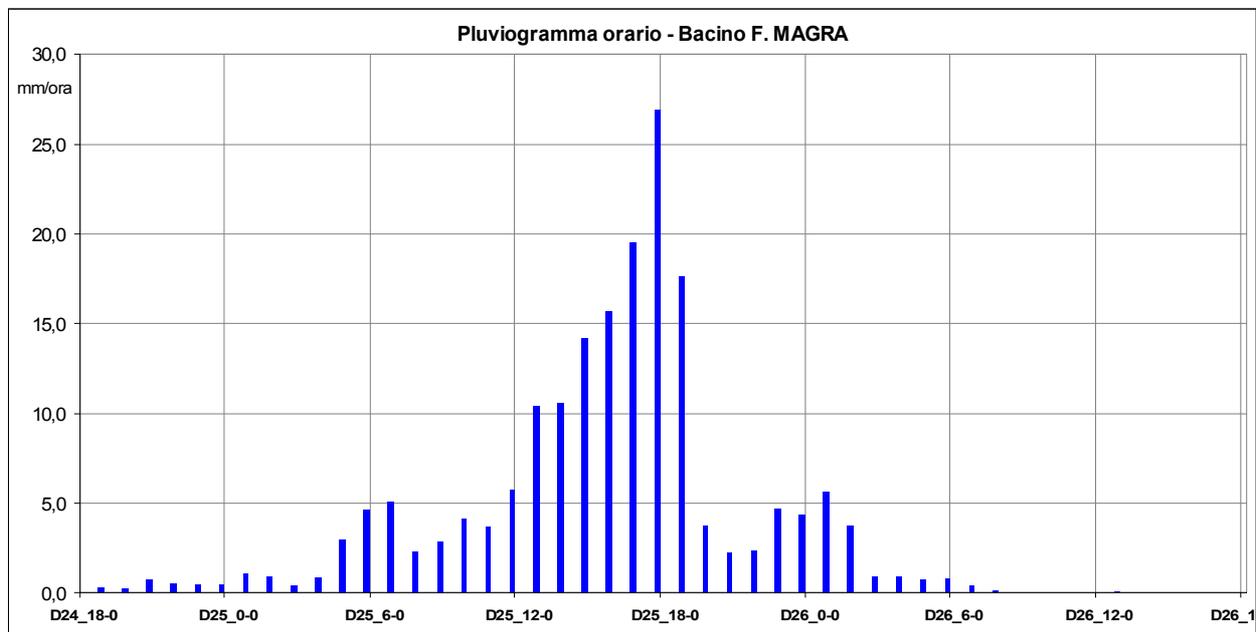


Fig.8: Istogramma delle piogge medie orarie registrate nelle stazioni pluviometriche ricadenti all'interno del Bacino del F. Magra tra le ore 18 del giorno 24 Ottobre 2011 e le ore 18 del 26 Ottobre 2011.

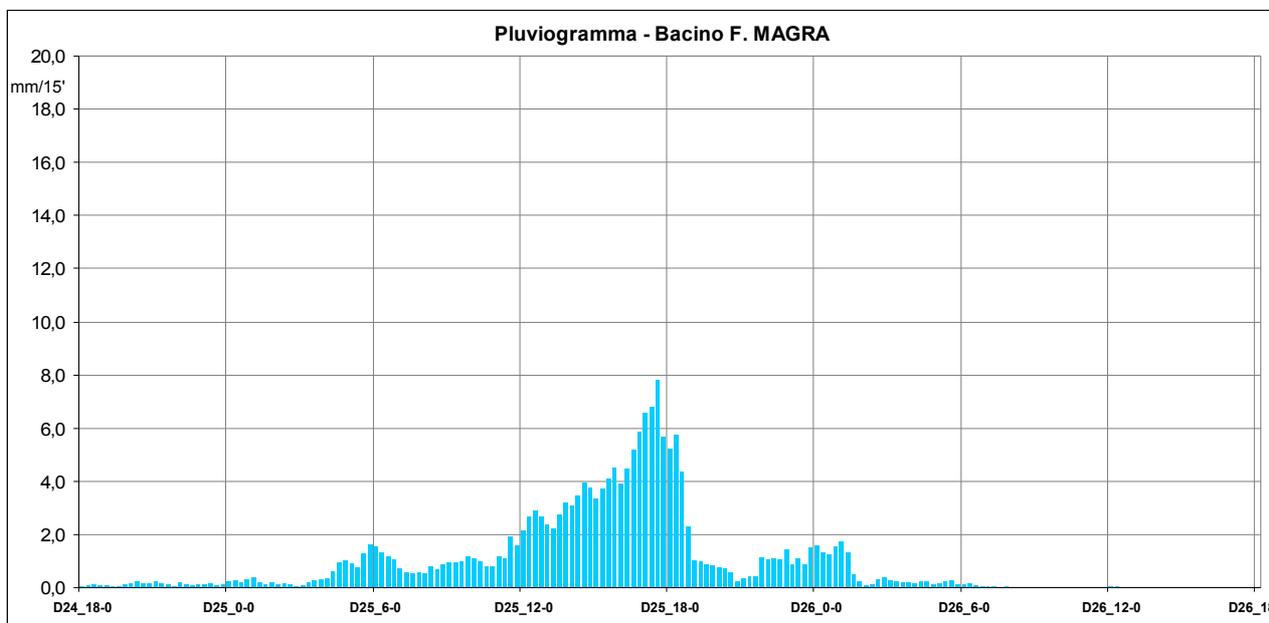


Fig.9 Istogramma delle piogge medie registrate ogni 15' nelle stazioni pluviometriche ricadenti all'interno del Bacino del F. Magra tra le ore 18 del giorno 24 Ottobre 2011 e le ore 18 del 26 Ottobre 2011.

Per avere un maggiore dettaglio si è ritenuto utile la costruzione del grafico sopra riportato (Fig.9) che visualizza all'interno del bacino del F. Magra l'andamento nel tempo dell'intensità media di pioggia registrata ogni 15'. Dallo stesso grafico si osservano precipitazioni piuttosto continuative dalle prime ore della notte del 25 Ottobre fino alla sera dello stesso giorno.

All'interno di suddetta fascia temporale si può notare il rilevante picco di pioggia concentrato soprattutto tra la tarda mattinata del 25 e la sera del medesimo giorno. Si può inoltre osservare che le massime intensità di pioggia rilevate al quarto d'ora si sono verificate sul bacino intorno alle 18, con picchi medi fino a circa 8 mm/15'.

L'istogramma delle piogge al quarto d'ora riportato in figura 10 evidenzia, per la singola stazione di Pontremoli, rilevanti e persistenti piogge superiori a 14 mm/15 minuti (con valori fino a 18 mm/15 minuti) concentrati in particolar modo tra le ore 15.00 e le 18.00 (ora solare) del 25 ottobre.

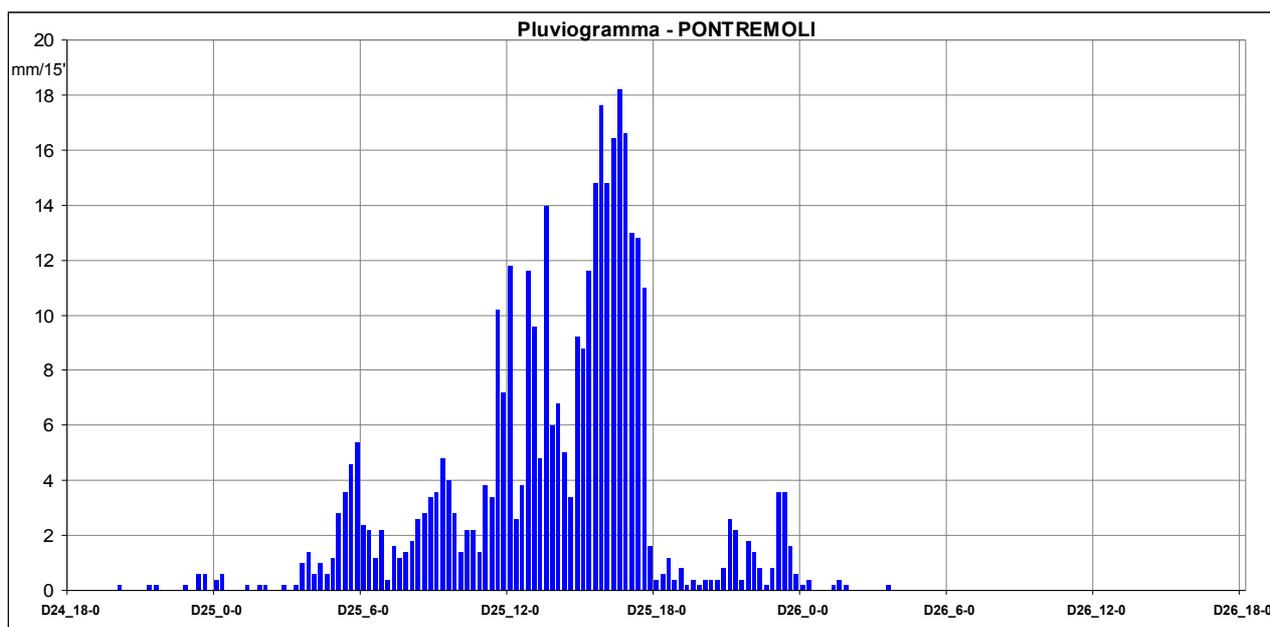


Fig.10: Istogramma delle piogge al quarto d'ora registrate nella stazione pluviometrica di Pontremoli (Bacino del Fiume Magra) tra le ore 18 del giorno 24 Ottobre 2011 e le ore 18 del 26 Ottobre 2011.

### **3 ANALISI DELLA SITUAZIONE IDROMETRICA**

I livelli idrometrici registrati dagli strumenti in telemisura il 25 ottobre 2011 mostrano un generale innalzamento su tutti i corsi idrici monitorati dei bacini centro-settentrionali del territorio regionale, particolarmente nel bacino del fiume Magra, dove, sull'asta principale, è stata registrata una piena straordinaria.

L'andamento delle piogge all'interno del suddetto bacino ha provocato un innalzamento repentino ed eccezionale del livello idrometrico, che ha raggiunto, rispettivamente nelle sezioni di Piccatello e di Santa Giustina, l'altezza massima di 4.01 m szi e 5.39 m szi alle 17:15 del 25 ottobre 2011.

La piena è stata registrata parzialmente all'idrometro di Calamazza (comune di Aulla, a valle della confluenza del torrente Aulella), in quanto tutta la strumentazione a supporto del sensore, posta all'interno di un locale, è stata completamente sommersa dall'acqua, risultando gravemente danneggiata. L'ultimo dato registrato alle ore 18:00, ovvero 8.12 m szi, evidenzia un livello idrometrico ancora in aumento, con incrementi orari massimi prossimi ai 2 metri registrati nelle ore precedenti all'allagamento della strumentazione. La massima altezza idrometrica, desunta e in corso di verifica, viene stimata a circa 9.40 m szi che, al pari delle altezze massime registrate nelle sezioni di Piccatello e S. Giustina, risultano essere il massimo storico mai registrato dall'installazione degli strumenti.

Importanti incrementi del livello idrometrico sono stati registrati sul Bacino del Serchio, in particolare fino allo sbarramento di Borgo a Mozzano, e sui corso d'acqua monitorati Frigido, Camaiore, Versilia e Vezza.

Di seguito vengono riportate la mappa dei livelli di criticità per la rete idrografica monitorata e la tabella con i massimi livelli registrati da tutte le stazioni idrometriche del territorio regionale nelle quali il livello idrometrico massimo registrato è associato ad una criticità almeno ordinaria.

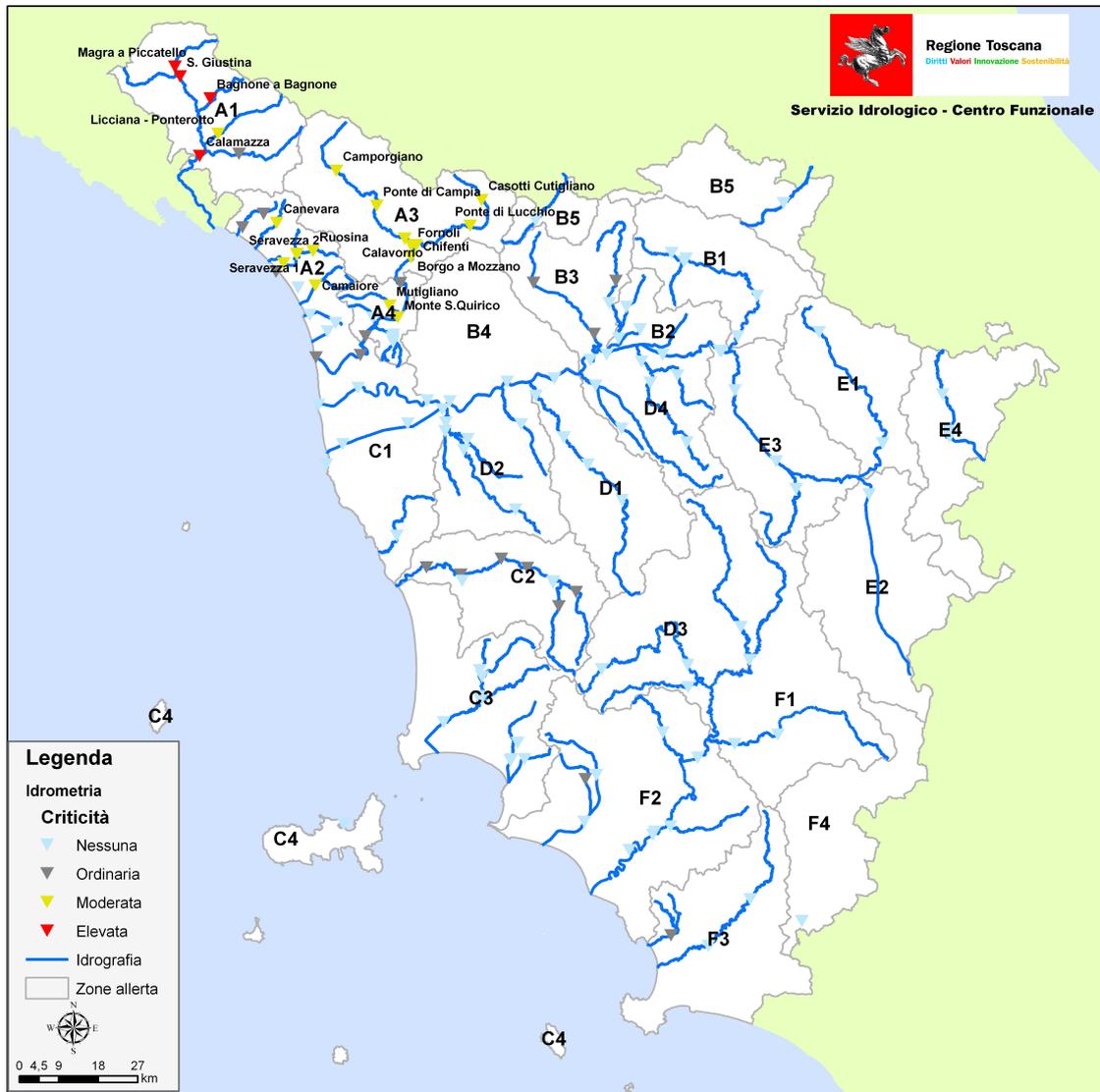


Fig. 11 – Mappa dei livelli di criticità per la rete idrografica monitorata dell'evento del 25 Ottobre 2011.

Tabella 3 - Massimi livelli registrati dalle stazioni idrometriche del territorio regionale nelle quali il livello idrometrico massimo registrato è associato ad una criticità almeno ordinaria.

Fiume	Stazione	Prov	Comune	Area	H max	Data ora	Criticità
Aulella	Soliera	MS	Massa	A1	2.16	26/10/2011 2.45	ordinaria
Baccatoio	Baccatoio	LU	Pietrasanta	A1	2.34	25/10/2011 23.00	moderata
Bisenzio	Vaiano Gamberame	PO	Vaiano	B3	0.91	26/10/2011 12.30	ordinaria
Camaiore	Camaiore	LU	Camaiore	A2	1.91	25/10/2011 22.15	moderata
Canale Burlamacca	Viareggio 2	LU	Viareggio	A2	0.69	25/10/2011 20.30	ordinaria
Carrione	Avenza	MS	Carrara	A2	1.56	25/10/2011 19.00	ordinaria
Carrione	Carrara	MS	Carrara	A2	0.5	25/10/2011 18.45	ordinaria
Cecina	Masso degli Specchi	PI	Cast. di Val di Cecina	C2	1.07	26/10/2011 11.00	ordinaria
Cecina	Montegemoli	PI	Montecatini VC	C2	1.22	26/10/2011 14.45	ordinaria
Cecina	Ponte di Monterufoli	PI	Guardistallo	C2	0.18	26/10/2011 17.50	ordinaria
Cecina	Ponte_SR439	PI	Pomarance	C2	1.73	26/10/2011 13.00	ordinaria
Cecina	Puretta	PI	Pomarance	C2	1.58	26/10/2011 5.45	ordinaria
Cecina	Steccaia	PI	Riparbella	C2	1.55	26/10/2011 21.25	ordinaria
Freddana	Mutigliano	LU	Lucca	A4	1.07	25/10/2011 22.15	moderata
Frigido	Canevara	MS	Massa	A2	2.5	26/10/2011 0.30	moderata
Lima	Casotti Cutigliano	PT	Cutigliano	A3	3.03	25/10/2011 23.15	moderata
Lima	Chifenti	LU	Borgo a Mozzano	A3	2.66	26/10/2011 0.45	moderata
Lima	Ponte di Lucchio	LU	Bagni di Lucca	A3	4.45	25/10/2011 23.45	moderata
Bagnone	Bagnone	MS	Bagnone	A1	2.15	25/10/2011 16.15	elevata
Magra	Calamazza	MS	Aulla	A1	8.12*	25/10/2011 18.00	elevata
Magra	Magra a Piccatello	MS	Pontremoli	A1	4.01	25/10/2011 17.15	elevata
Magra	S. Giustina	MS	Pontremoli	A1	5.39	25/10/2011 17.15	elevata
Mare	Forte dei Marmi	LU	Forte Dei Marmi	A2	0.32	25/10/2011 19.15	ordinaria
Ombrone PT	Poggio a Caiano	PO	Poggio a Caiano	B3	2.94	26/10/2011 8.00	ordinaria
Ombrone PT	Pontelungo	PT	Pistoia	B3	1.05	26/10/2011 3.30	ordinaria
Osa	Podere Peretti Siap	GR	Orbetello	F3	2.78	26/10/2011 7.45	ordinaria
Pavone	San Dalmazio	PI	Castelnuovo VC	C2	1.9	26/10/2011 4.00	ordinaria
Serchio	Bocca di Serchio	PI	San Giuliano Terme	C1	1.15	26/10/2011 4.45	ordinaria
Serchio	Borgo a Mozzano	LU	Borgo a Mozzano	A3	3.54	26/10/2011 2.45	moderata
Serchio	Calavorno	LU	Coreglia Antelminelli	A3	4.79	26/10/2011 0.00	moderata
Serchio	Camporgiano	LU	Camporgiano	A3	1.78	26/10/2011 2.00	moderata
Serchio	Fornoli	LU	Borgo a Mozzano	A3	4.88	26/10/2011 0.15	moderata
Serchio	Monte S. Quirico	LU	Lucca	A4	1.95	26/10/2011 3.15	moderata
Serchio	Piaggione	LU	Lucca	A4	3.48	26/10/2011 1.00	ordinaria
Serchio	Ponte di Campia	LU	Barga	A3	2.21	26/10/2011 2.15	moderata
Serchio	Ripafratta	PI	San Giuliano Terme	A4	3.69	26/10/2011 6.00	ordinaria
Serchio	Vecchiano	PI	Vecchiano	C1	6.64	26/10/2011 6.45	ordinaria
Sovata	Sovata Siap	GR	Cast. della Pescaia	F2	1.59	26/10/2011 9.15	ordinaria
Torrente Taverone	Licciana Nardi	MS	Licciana	A1	1.9	25/10/2011 20.00	moderata
Versilia	Ponte Tavole	LU	Seravezza	A2	3.32	26/10/2011 1.00	moderata
Versilia	Seravezza 1	LU	Seravezza	A2	3.16	25/10/2011 22.15	moderata
Versilia	Seravezza 2	LU	Seravezza	A2	4.91	26/10/2011 0.45	moderata
Veza	Ruosina	LU	Stazzema	A2	1.9	25/10/2011 22.15	moderata

\* ultimo dato registrato dallo strumento prima che la piena lo danneggiasse. L'altezza massima, desunta e in corso di verifica, è stimata a **9.35-9.40** m szi.

### 3.1 ANALISI DELL'EVENTO NEL BACINO DEL MAGRA

L'evento è stato caratterizzato da precipitazioni intense, in particolare dalle ore 02:30 del 25 ottobre 2011 fino alle prime ore del 26, risultando eccezionali nella parte alta del bacino, di minore intensità negli interbacini del Taverone e dell'Aulella.

Di seguito viene riportato l'idrogramma di piena delle stazioni di monitoraggio toscane del bacino del Magra, in cui sono evidenti i forti e repentini innalzamenti del livello idrometrico nelle stazioni monitorate afferenti all'asta principale del Magra, mentre sui corsi d'acqua Taverone e Aulella, affluenti di sinistra del Magra, gli incrementi del livello idrometrico sono stati più contenuti in quanto non interessati dalle precipitazioni più estreme e posticipati nel tempo.

Gli incrementi sono stati particolarmente elevati alla stazione di Calamazza la cui linea tratteggiata sulla mappa è stata tracciata indicativamente grazie alla ricostruzione del livello massimo raggiunto successivamente ad un sopralluogo effettuato sul sito.

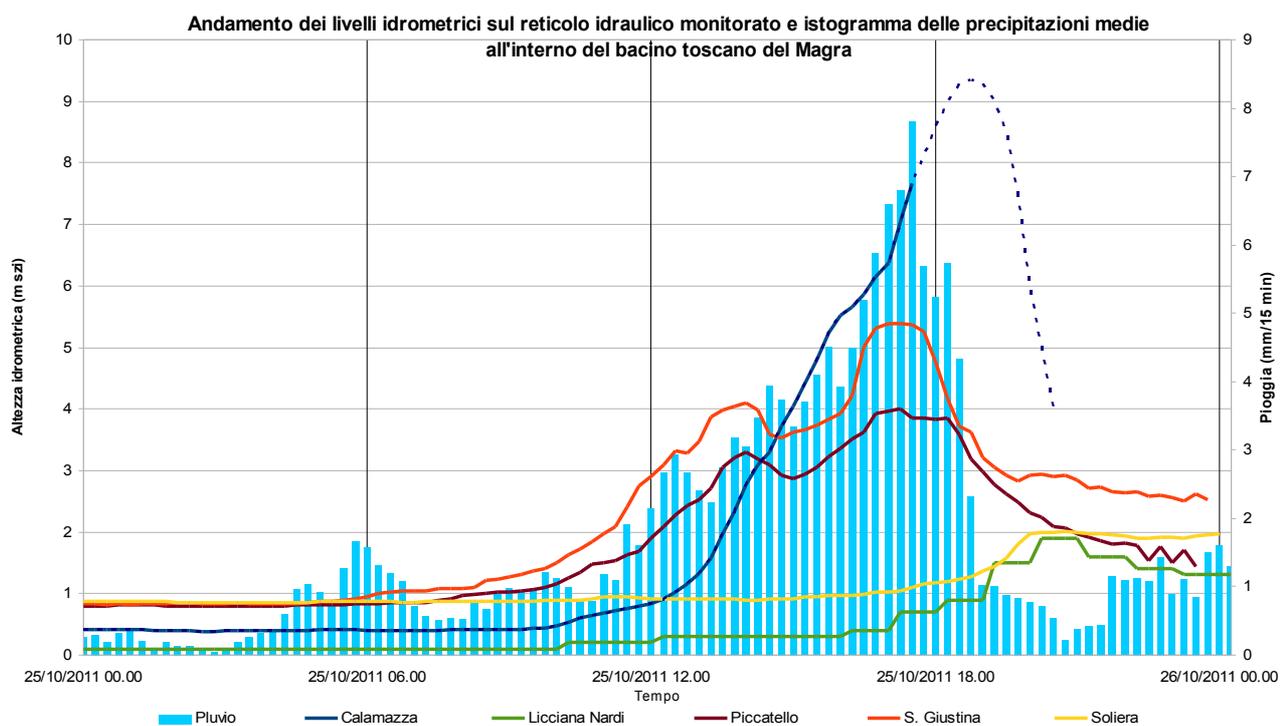


Fig. 12 – Grafico delle altezze idrometriche e degli istogrammi di pioggia nel bacino toscano del Magra.

#### **4 CONSIDERAZIONI DI SINTESI**

Dalle analisi effettuate sui dati pluviometrici registrati si può notare che i fenomeni più significativi si sono sviluppati nelle ore pomeridiane e serali del 25 Ottobre, in particolare tra le ore 12:00 e le ore 24:00 con piogge comunque persistenti durante l'intera giornata.

Nella giornata del 25 ottobre i cumulati massimi sulle 24 ore, sono stati registrati in Lunigiana, dove le stazioni pluviometriche di Pontremoli, Rocca Sigillina, Santa Giustina e Parana, hanno rilevato valori superiori ai 300 mm; valori di pioggia comunque rilevanti sono stati registrati anche in corrispondenza delle altre stazioni ricadenti nel bacino del Fiume Magra e nei bacini limitrofi della Toscana settentrionale (Serchio e Versilia in particolare) con precipitazioni cumulate tra i 150-250 mm in 24 ore (cfr. tabella 1).

Gli istogrammi riportati nelle figure 8 e 9 mettono in evidenza l'eccezionale intensità del fenomeno meteorologico verificatosi nella porzione toscana del bacino del Fiume Magra (si veda, rispettivamente, piogge medie orarie sul bacino di fig. 8 e piogge medie a 15 minuti sul bacino di fig. 9); l'analisi dell'istogramma di figura 10 evidenzia, inoltre, che nelle località interessate dalle maggiori precipitazioni (Pontremoli), in circa 13 ore sono caduti 330 mm di pioggia, da cui si ricava una intensità media oraria di oltre 25 mm/ora.

Il carattere di eccezionalità degli apporti meteorici si evince, peraltro, dalla mappa dei tempi di ritorno; in particolare dai valori riportati in tabella 2 e dalle mappe elaborate con piogge di durata pari a 6 e a 12 ore, si determinano tempi di ritorno anche superiori ai 500 anni in alcune località della Lunigiana.

Mentre per i Fiumi Serchio, Lima, Versilia e Camaiore si sono registrati importanti incrementi dei livelli idrometrici corrispondenti a criticità moderate, sull'asta principale del fiume Magra e sul reticolo posto in destra idraulica a monte di Aulla, le piogge sopra descritte, hanno causato situazioni di criticità idrauliche molto elevate a carattere diffuso con forti erosioni e dissesti.

In particolare nelle sezioni idrometriche monitorate del Fiume Magra è stato raggiunto il massimo livello storico mai registrato a Piccatello, S. Giustina e Calamazza con esondazione che ha interessato l'abitato di Aulla. Si evidenzia, inoltre, come gli affluenti di sinistra come il Taverone e l'Aulella non siano stati oggetto di piene straordinarie in quanto non direttamente interessate dalle precipitazioni più estreme. Il rapido incremento dei livelli idrometrici (fino a 2 metri in un'ora nella stazione idrometrica di Calamazza, posta a valle dell'abitato di Aulla) connesso con il regime torrentizio (caratterizzato da elevate velocità dell'acqua ed elevato trasporto solido) dell'intero reticolo idraulico interessato dalle forti piogge hanno aggravato le conseguenze degli effetti dovuti all'evento di piena.

## 5 ANALISI ED EVOLUZIONE METEOROLOGICA (A CURA DEL CONSORZIO LAMMA)

SITUAZIONE SINOTTICA: nella giornata del 24 Ottobre un vasto fronte freddo collegato ad un minimo a nord-est della Scozia (977 hPa) favorisce l'approfondimento di una vasta e profonda saccatura tra Isole Britanniche e Penisola Iberica. Nell'area di maggior diffluenza in quota (Golfo del Leone) si assiste alla genesi di un minimo secondario di 998 hPa (18-00 UTC, figura 1) che richiama verso il medio-alto Tirreno un intenso flusso di correnti sciroccali nei bassi strati (figura 2).

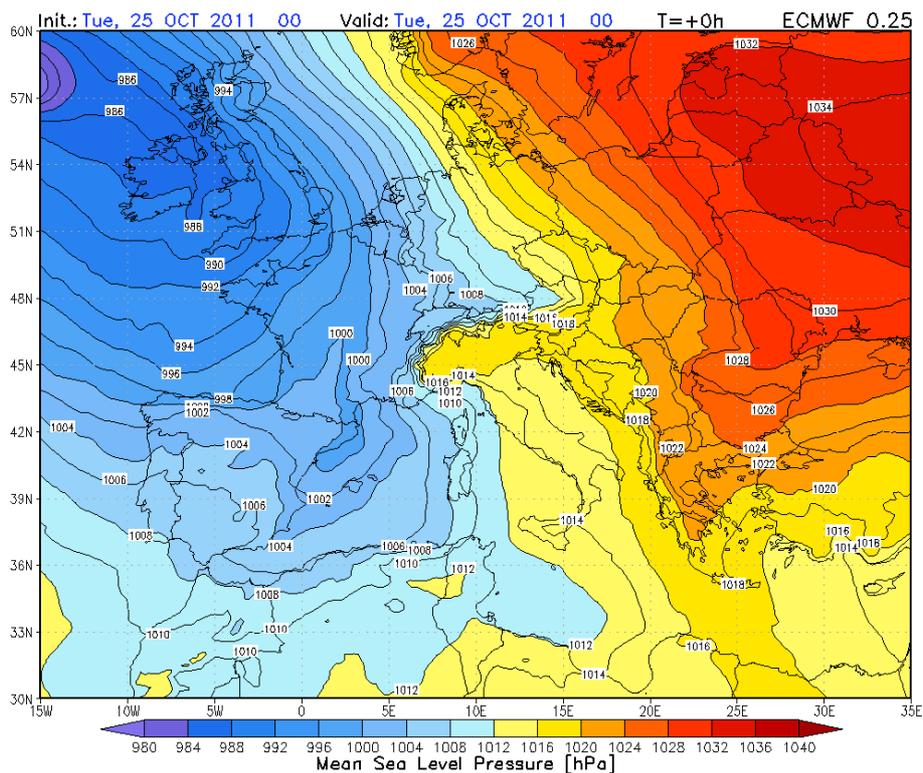
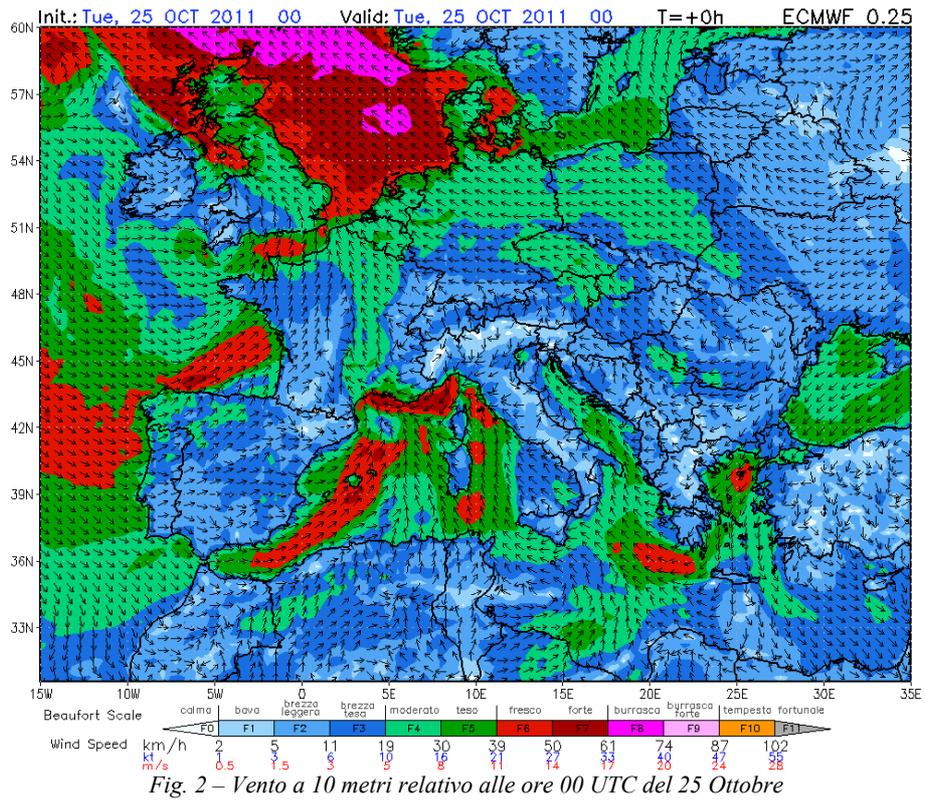
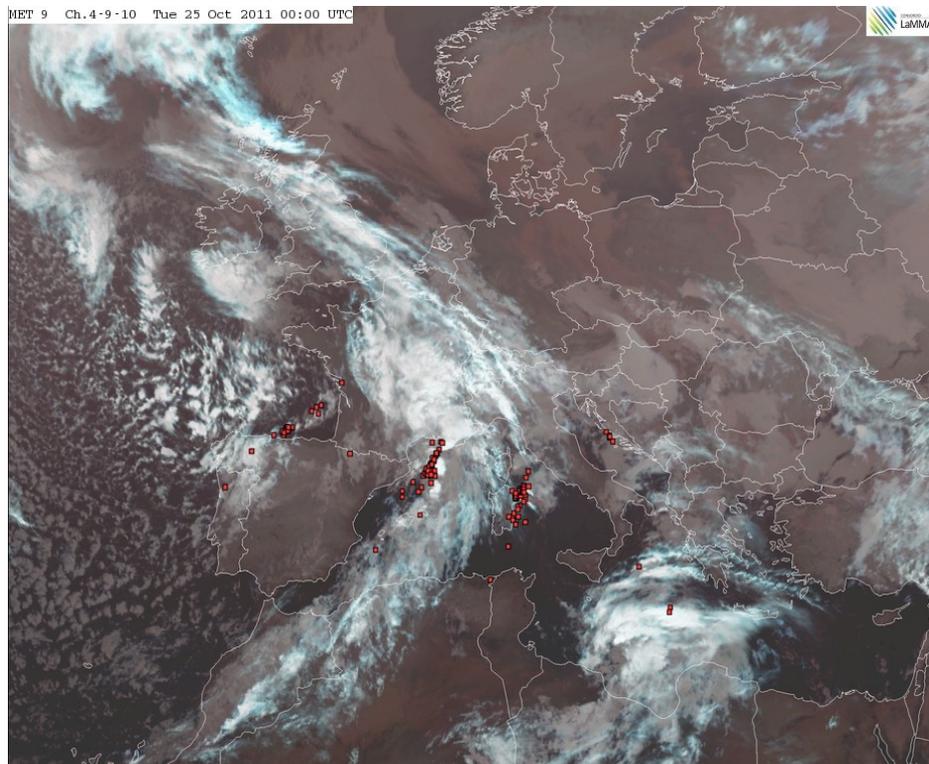


Fig. 1 - Pressione al livello del mare relativa alle ore 00 UTC del 25 Ottobre



Sul Mediterraneo centro-occidentale cominciano a formarsi i primi sistemi temporaleschi associati a varie linee di instabilità (figura 3).



Nella prima parte del 25 Ottobre (00-12 UTC) il ramo ascendente del getto raggiunge l'Italia nord-occidentale (figura 4) spostando l'area di massima divergenza in quota sull'Italia centro-settentrionale e sulla Toscana.

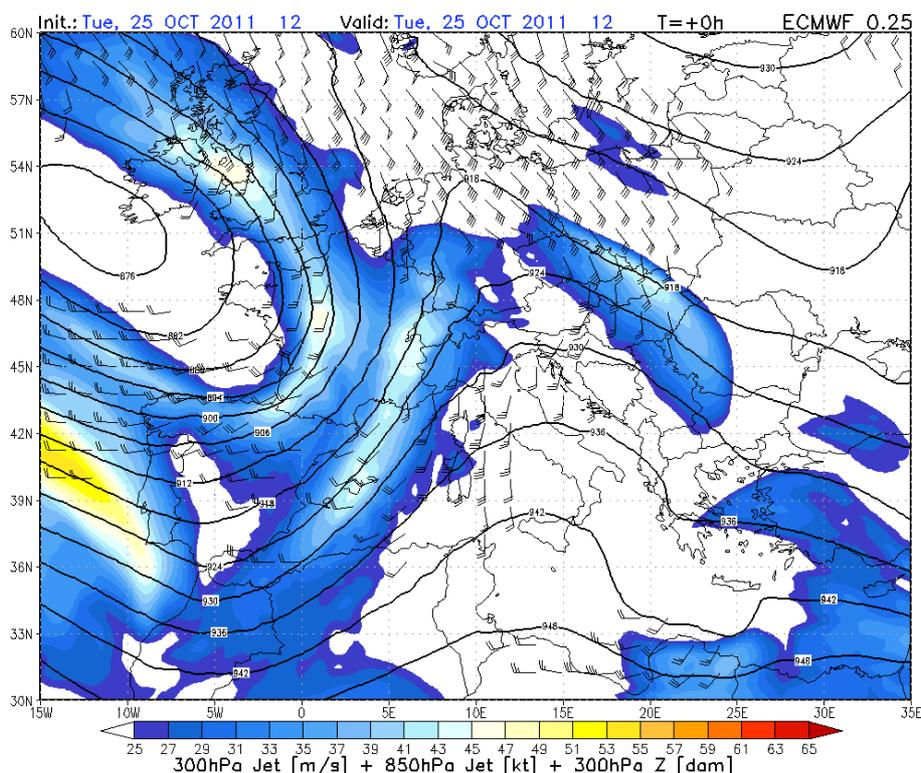


Fig. 4 – Getti (300 hPa e 850 hPa) relativi alle ore 12 UTC del 25 Ottobre

Intorno a metà giornata del 25 Ottobre sul bacino del Mediterraneo sono presenti un fronte freddo che dal Golfo del Leone si spinge fino all’Africa settentrionale e un fronte caldo a nord della Corsica (figura 5), sul Mar Ligure. Il settore caldo è alimentato da intense correnti sciroccali calde e umide (elevati valori di temperatura potenziale equivalente, Theta-E, a 850 hPa, figura 6). Un ulteriore apporto di calore latente è fornito dal Mediterraneo, le cui temperature risultano ancora piuttosto elevate, al di sopra delle medie stagionali.

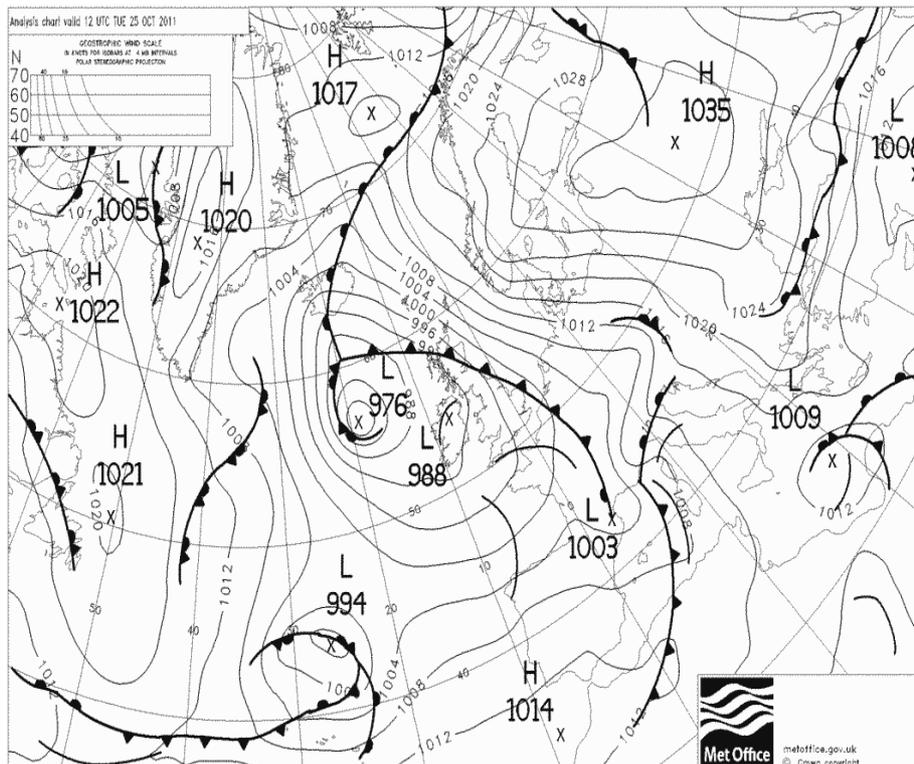


Fig. 5 – Analisi al suolo e fronti relativi alle ore 12 UTC del 25 Ottobre

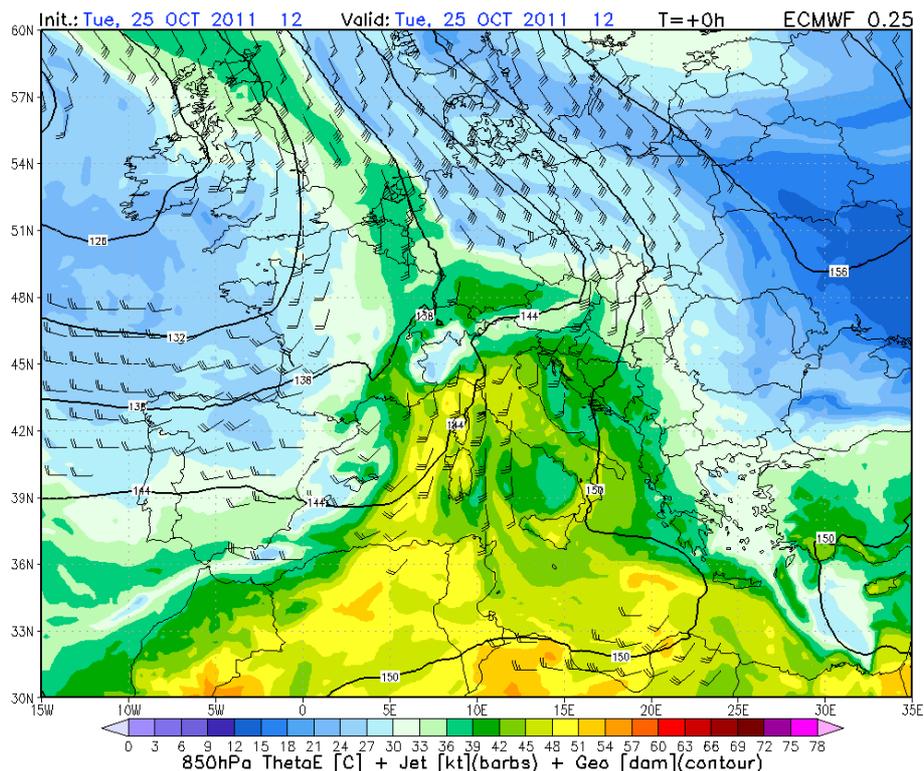
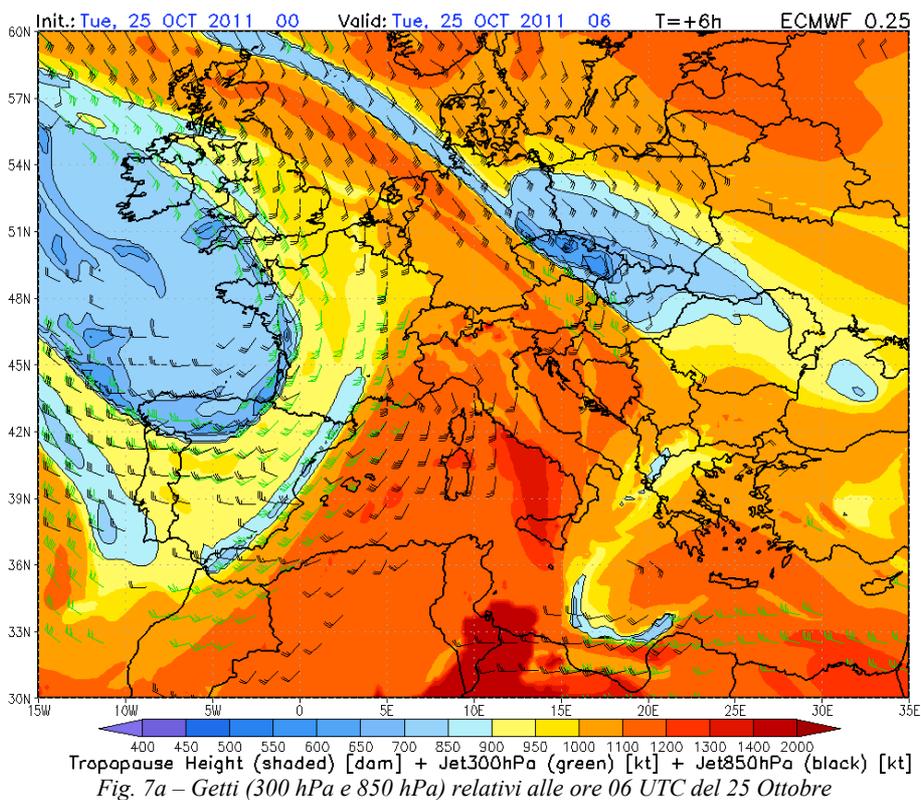


Fig. 6 – Theta-E a 850hPa relativa alle ore 12 UTC del 25 Ottobre

Intanto Italia centro-meridionale e Balcani si assiste alla formazione di un promontorio anticiclonico in quota dovuto al rinforzo della convergenza tra i livelli 500hPa e 300 hPa. Questa situazione, unitamente a elevati valori di pressione al suolo sull'Europa nord-orientale (1025-1035 hPa, figura 5), crea di fatto una situazione di blocco. La presenza dell'area anticiclonica frena

l'avanzamento del fronte freddo, favorendo la persistenza per 24 ore del settore caldo sull'alto Tirreno. Gli effetti della persistenza vengono esaltati dall'allineamento tra le correnti a 300 hPa e quelle a 850 hPa (figura 7) che creano uno shear unidirezionale all'interno del quale si sviluppa una linea temporalesca (squall-line) autorigenerante (figura 8,9) che insiste più o meno sulla stessa area geografica (Levante ligure e alta Toscana).



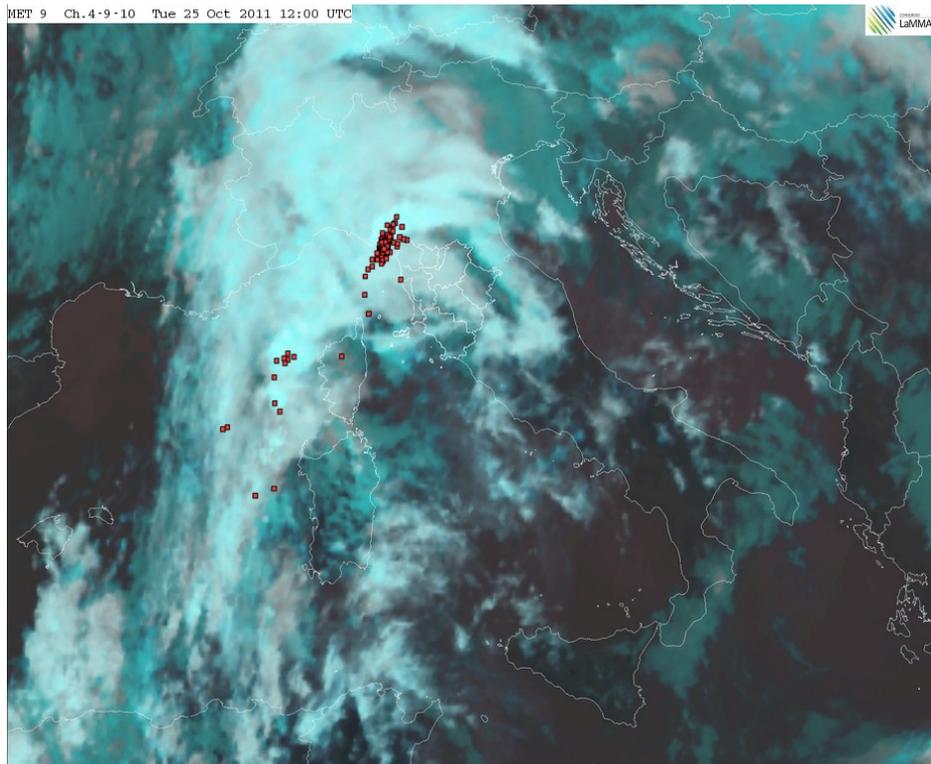
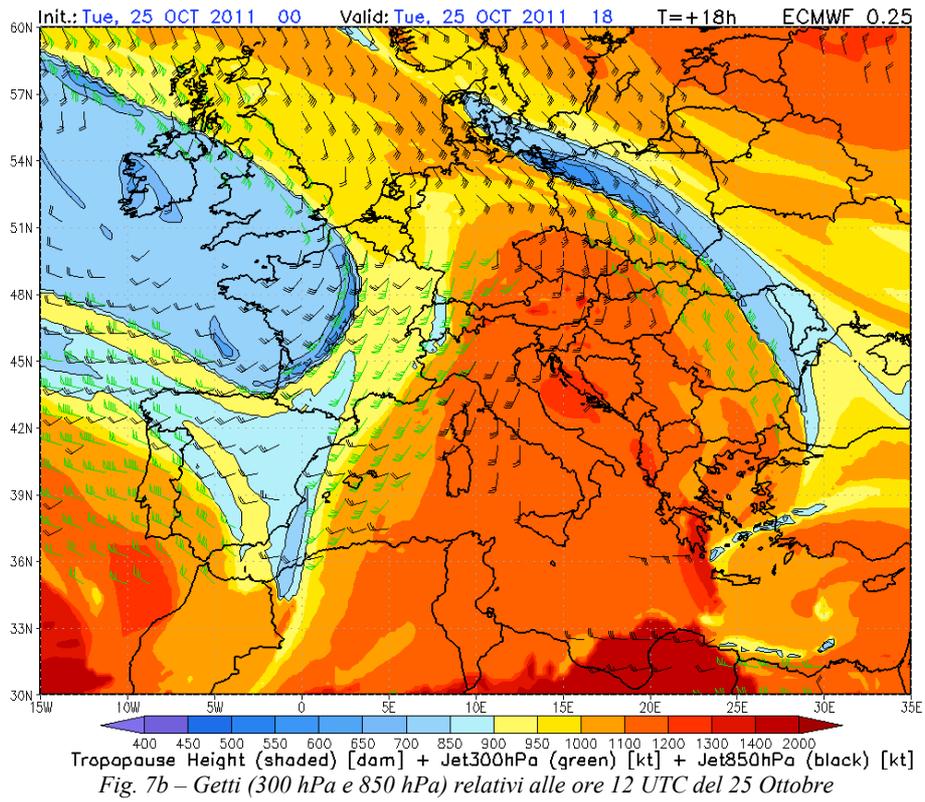


Fig. 8 – Immagine IR relativa alle ore 12 UTC del 25 Ottobre. I quadrati rossi indicano le fulminazioni in atto

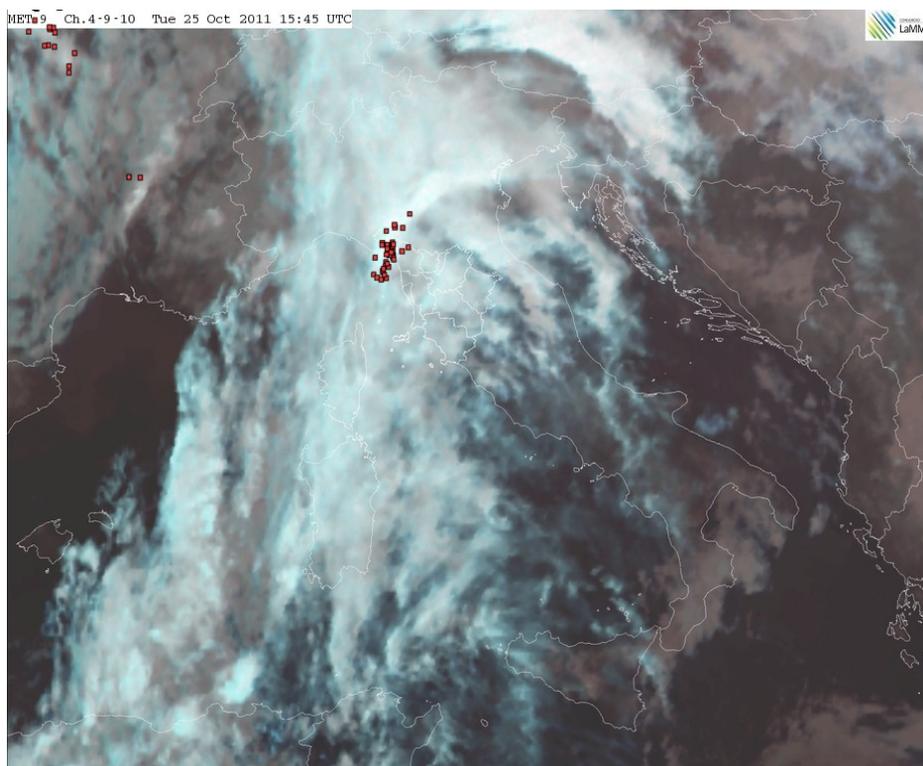


Fig. 9 – Immagine IR relativa alle ore 15:45 UTC del 25 Ottobre. I quadrati rossi indicano le fulminazioni in atto

Nelle ore successive il blocco anticiclonico tende a cedere favorendo un lento spostamento verso est dei fenomeni più intensi che tendono a concentrarsi su Versilia, Apuane, Garfagnana e Appennino lucchese-pistoiese (figure 10,11).

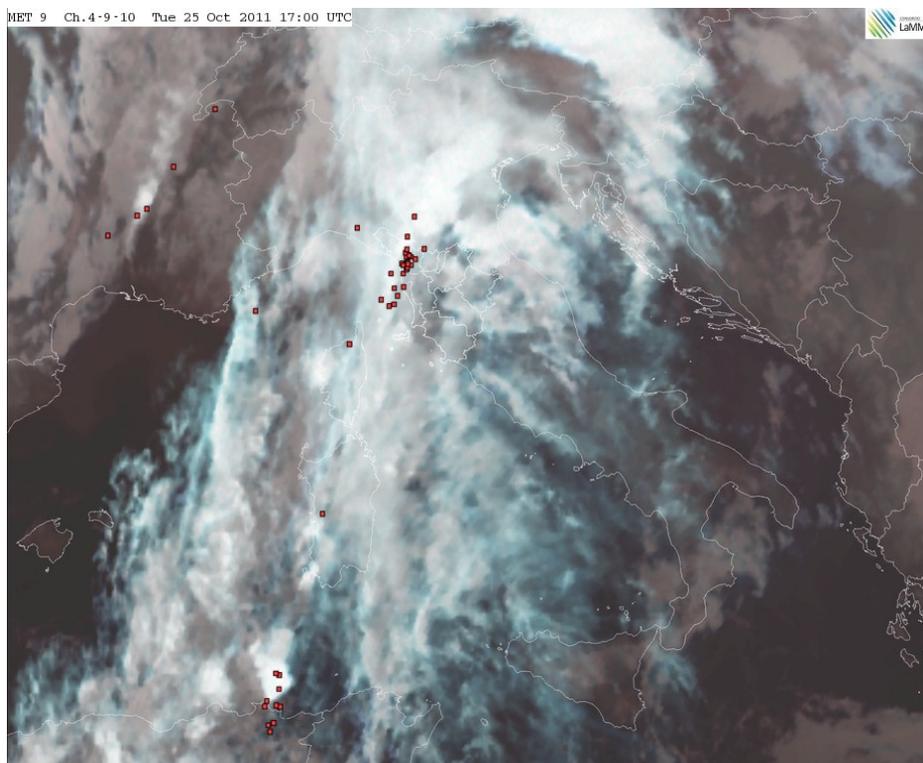


Fig. 10 – Immagine IR relativa alle ore 17:00 UTC del 25 Ottobre. I quadrati rossi indicano le fulminazioni in atto

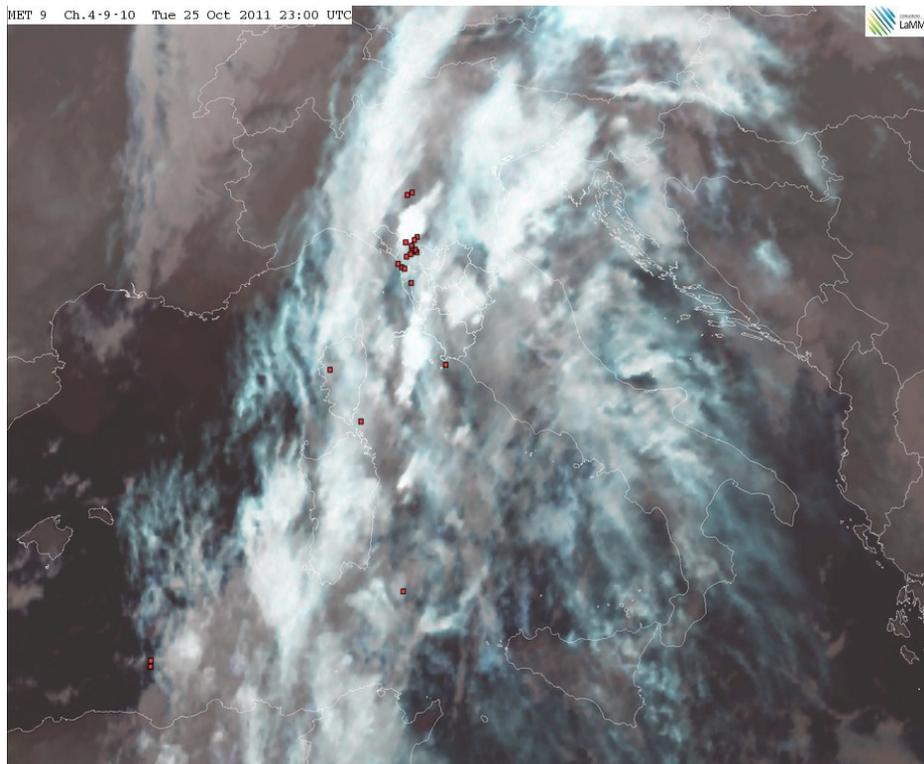


Fig. 11 – Immagine IR relativa alle ore 23:00 UTC del 25 Ottobre. I quadrati rossi indicano le fulminazioni in atto

Nella notte tra 25 e 26 Ottobre (00-06 UTC) il fronte si occlude in corrispondenza dell'alto Tirreno (1010 hPa) sfruttando il cedimento dell'alta pressione (figura 12,13), con conseguente avanzamento del sistema frontale e della linea temporalesca sul resto della Toscana (figura 14,15,16). Il transito del fronte segna la fase risolutiva del peggioramento sulla Toscana nord-occidentale.

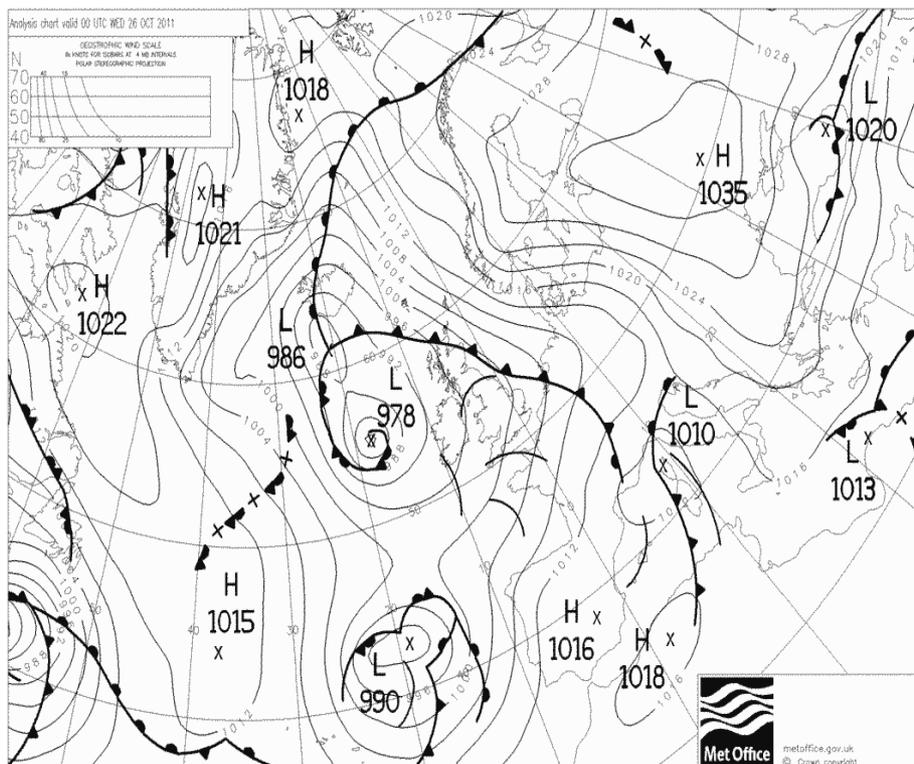


Fig. 12 – Analisi al suolo e fronti relativi alle ore 00 UTC del 26 Ottobre

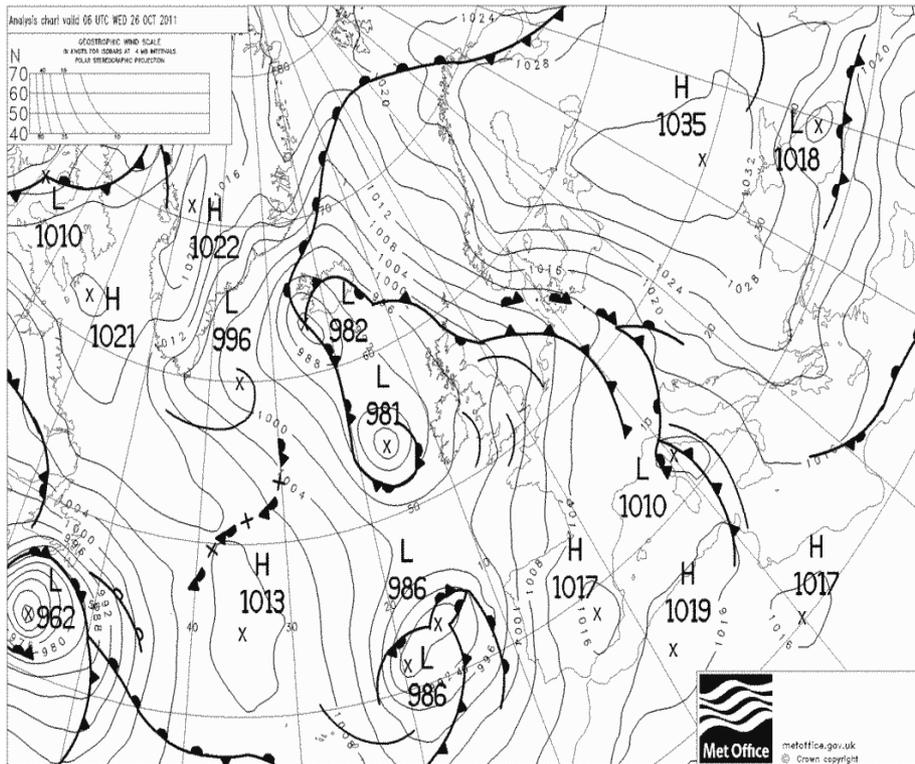


Fig. 13 – Analisi al suolo e fronti relativi alle ore 06 UTC del 26 Ottobre. Il cerchietto rosso indica l'occlusione del sistema frontale

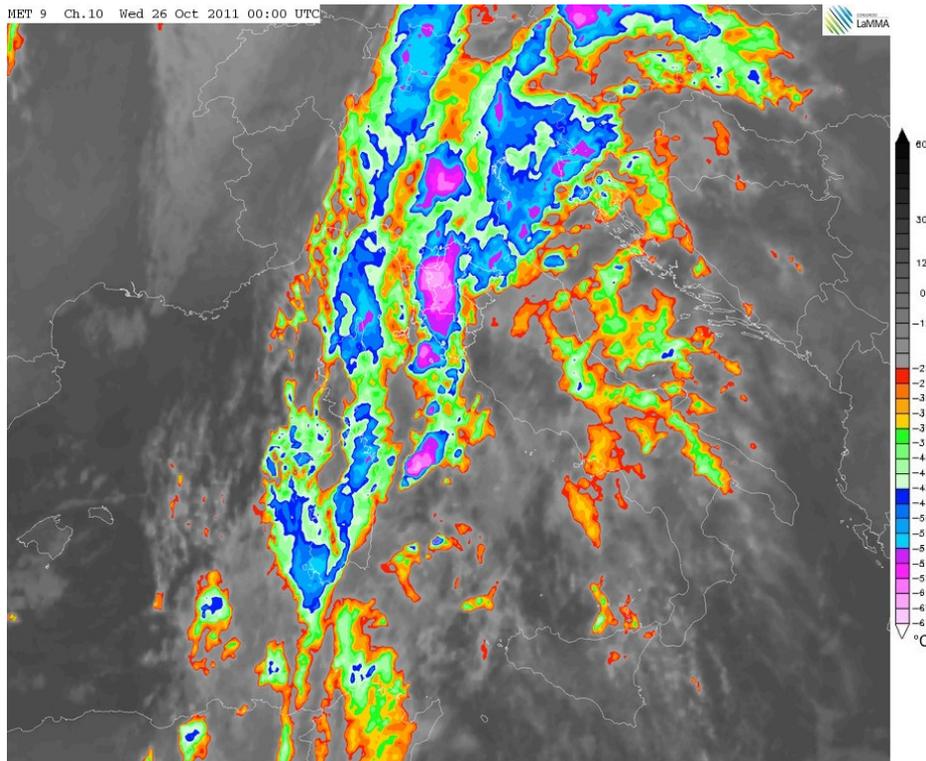


Fig. 14 – Immagine IRT relativa alle ore 00:00 UTC del 26 Ottobre

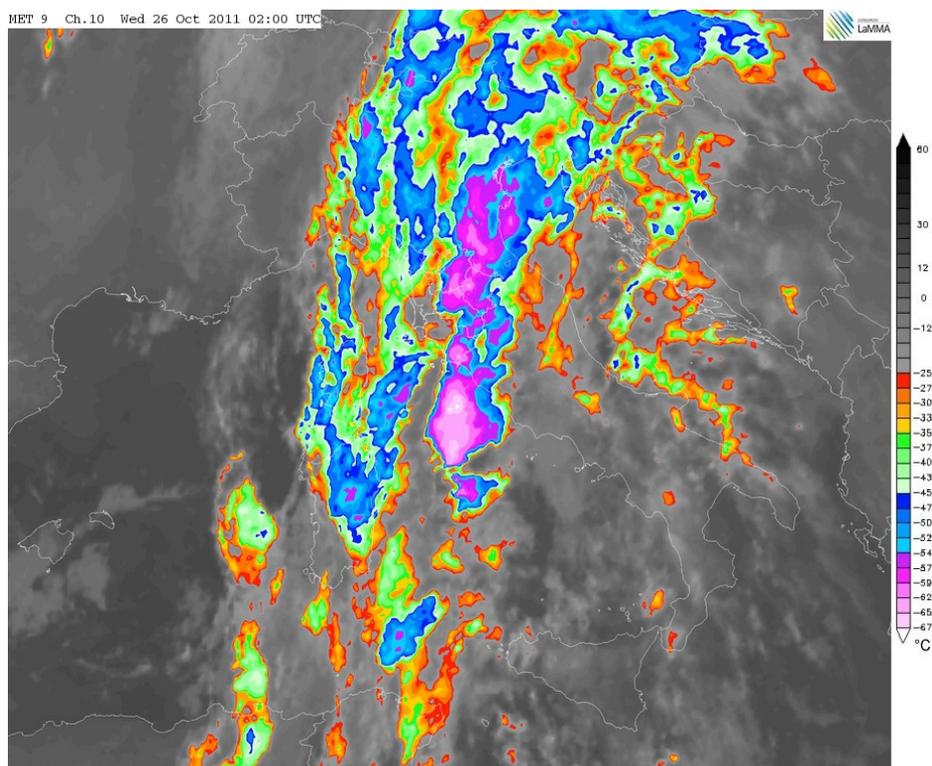


Fig. 15 – Immagine IRT relativa alle ore 02:00 UTC del 26 Ottobre

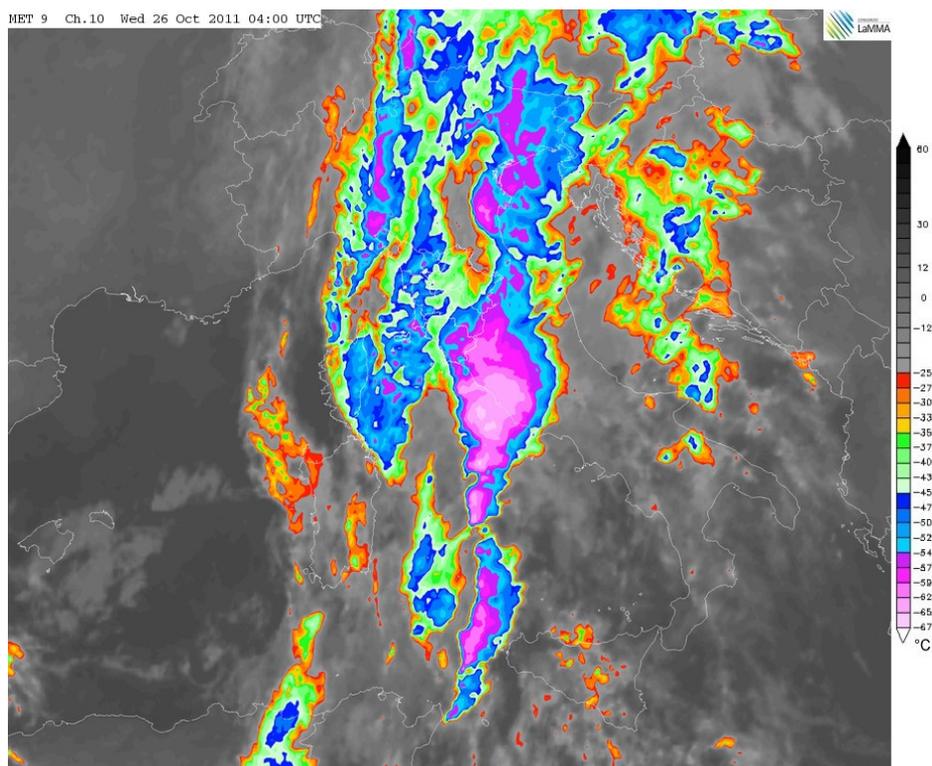


Fig. 16 – Immagine IRT relativa alle ore 04:00 UTC del 26 Ottobre

Alle 12 UTC del 26 Ottobre il fronte è già avanzato verso est, abbandonando quasi del tutto la Toscana, dove persistono gli ultimi fenomeni, di debole intensità, solo sulle aree più orientali, destinati a esaurirsi velocemente (figura 17,18).

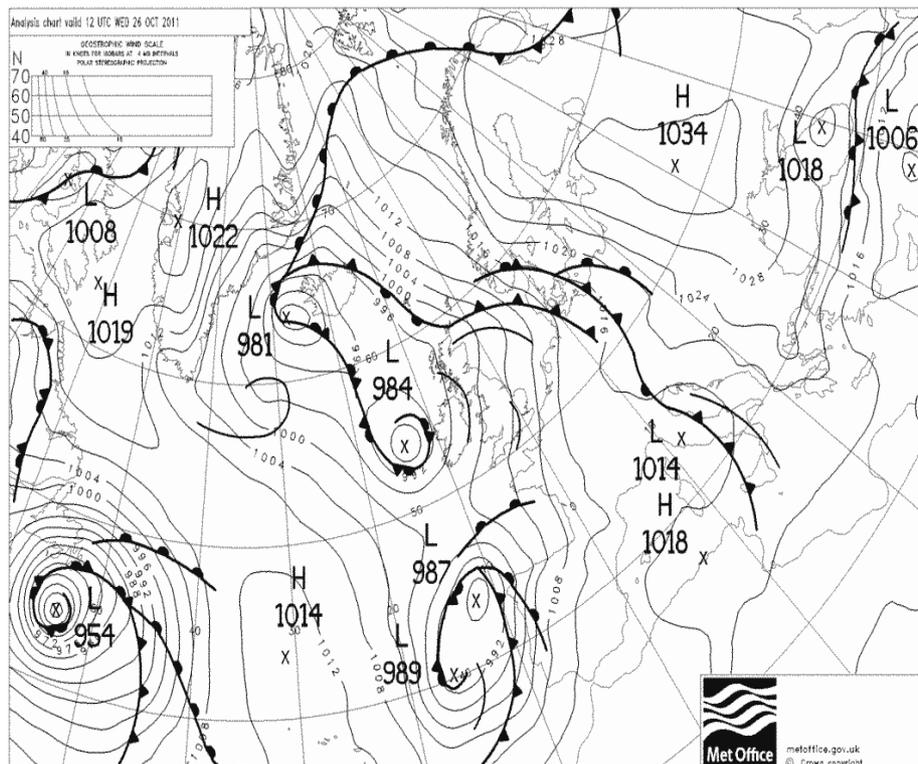


Fig. 17 - Analisi al suolo e fronti relativi alle ore 12 UTC del 26 Ottobre

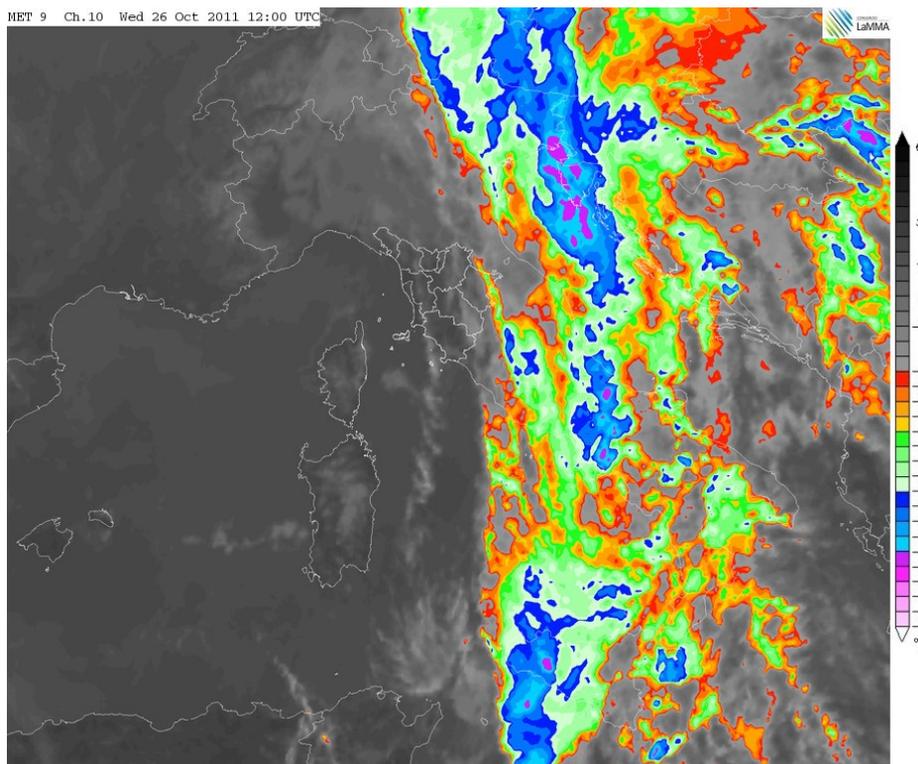


Fig. 18 - Immagine IRT relativa alle ore 12:00 UTC del 26 Ottobre

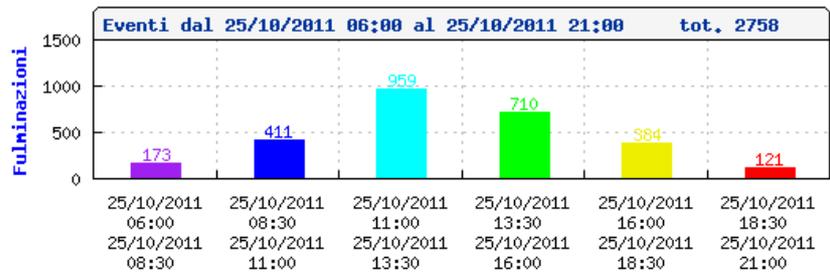
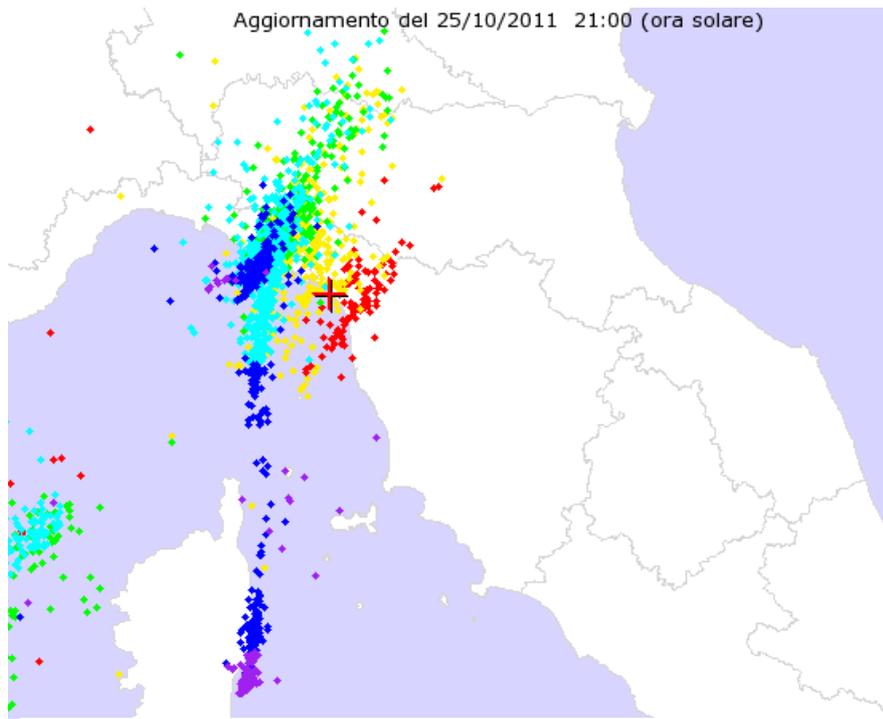


Fig. 19 – Fulminazioni registrate tra le 05:00UTC e le 20:00 UTC del 25 Ottobre

*Allegato 1: Bollettino di Vigilanza Meteorologica Regionale*

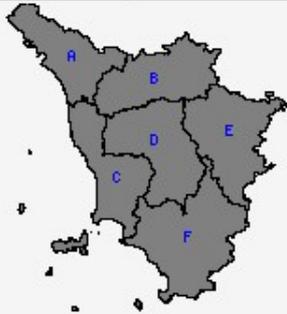
	<h1 style="margin: 0;">Servizio Idrologico Regionale</h1>		
<p><b>CENTRO FUNZIONALE DI MONITORAGGIO METEO-IDROLOGICO</b></p>			

**Bollettino di Vigilanza Meteorologica Regionale**



Emissione di **Lunedì, 24 Ottobre 2011, ore 10.54**

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

<b>FENOMENI SIGNIFICATIVI - Valido fino alle ore 24 di Martedì, 25 Ottobre 2011</b>						
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>
<b>Cumulato pioggia</b>	Molto abbond.	Molto abbond.	Molto abbond.	Abbond.	Abbond.	Molto abbond.
<b>Tipo pioggia</b>	Diffuse temporal.	Diffuse	Sparse temporal.	Diffuse	Diffuse	Sparse temporal.
<b>Vento</b>	Forte	Forte	Forte	Forte	Forte	Forte
<b>Mare</b>	Molto mosso		Agitato			Molto mosso
<b>Neve</b>						
<b>Ghiaccio</b>						
<p><b>Descrizione:</b> Dal pomeriggio di oggi, Lunedì, e fino alle 24 di domani, Martedì, precipitazioni anche a carattere temporalesco interesseranno tutte le aree. I fenomeni potranno risultare anche di forte intensità. Le precipitazioni interesseranno dapprima l'Arcipelago e la fascia costiera centro-meridionale e tenderanno ad estendersi al resto della regione nella serata di oggi. I cumulati risulteranno molto abbondanti sulle aree A, B, C, F e abbondanti su D, E (fino a localmente molto abbondanti nei fenomeni più intensi). Dalla sera di oggi, Lunedì, venti da sud in intensificazione fino a forti nella giornata di domani, Martedì, su tutte le aree. Tuttavia nel pomeriggio-sera di oggi saranno possibili locali colpi di vento con raffiche di burrasca in concomitanza con gli eventi temporaleschi più intensi (aree C e F). Dal pomeriggio di oggi mare molto mosso sull'Arcipelago a sud dell'Elba (area C). Ulteriore intensificazione del moto ondoso su tutte le aree con mare fino a agitato sull'Arcipelago e mare molto mosso altrove domani, Martedì.</p>						

**Mercoledì, 26 Ottobre 2011**

**Descrizione:** Ancora tempo perturbato Mercoledì con piogge, temporali e mare generalmente molto mosso. Miglioramento nel pomeriggio a partire dalla costa.

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

**Tendenza**

**Descrizione:** Nulla da segnalare.

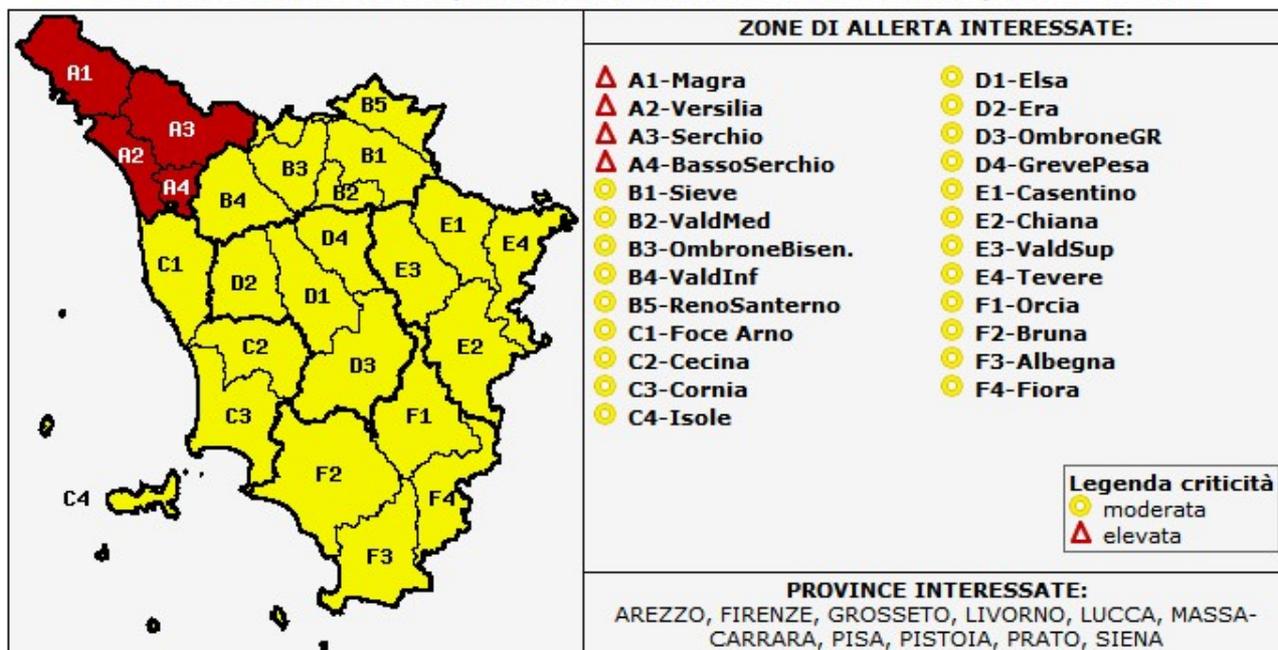
## Allegato 2: Avviso di Criticità Regionale

	<h1 style="margin: 0;">Servizio Idrologico Regionale</h1>		
<p style="margin: 0;"><b>CENTRO FUNZIONALE DI MONITORAGGIO METEO-IDROLOGICO</b></p>			

### AVVISO DI CRITICITÀ REGIONALE

Emesso **Lunedì, 24 Ottobre 2011, ore 12.05**

Valido dalle ore **18.00 di Lunedì, 24 Ottobre 2011** alle ore **18.00 di Mercoledì, 26 Ottobre 2011**



### FENOMENI METEOROLOGICI PREVISTI:

**MARE AGITATO dalle ore 12.00 di Martedì, 25 Ottobre 2011 alle ore 23.00 di Martedì, 25 Ottobre 2011:**

Dalla tarda mattinata di domani, Martedì, moto ondoso in aumento con mare fino ad agitato sull'Arcipelago nel pomeriggio-sera di domani.

**PIOGGIA dalle ore 18.00 di Lunedì, 24 Ottobre 2011 alle ore 18.00 di Mercoledì, 26 Ottobre 2011:**

Dal pomeriggio di oggi, Lunedì, e fino al pomeriggio di dopodomani Mercoledì, precipitazioni anche a carattere temporalesco e localmente di forte intensità interesseranno tutte le aree. Le precipitazioni interesseranno già dal pomeriggio di oggi, Lunedì, l'Arcipelago e la fascia costiera centro-meridionale per estendersi successivamente al resto della regione nella serata di oggi, Lunedì. I cumulati risulteranno molto abbondanti sulle aree A, B, C, F e abbondanti su D, E (fino a localmente molto abbondanti nei fenomeni più intensi). Attenuazione dei fenomeni a partire dalla fascia costiera da Mercoledì mattina.

### 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
C1 - C2 - C3 - C4 - F2 - F3	idrogeologico-idraulico	dalle ore 18.00 di Lunedì, 24 Ottobre 2011 alle ore 18.00 di Mercoledì, 26 Ottobre 2011	moderata
B1 - B2 - B3 - B4 - B5 - D1 - D2 - D3 - D4 - E1 - E2 - E3 - E4 - F1 - F4	idrogeologico-idraulico	dalle ore 23.00 di Lunedì, 24 Ottobre 2011 alle ore 18.00 di Mercoledì, 26 Ottobre 2011	moderata
A1 - A2 - A3 - A4	idrogeologico-idraulico	dalle ore 23.00 di Lunedì, 24 Ottobre 2011 alle ore 18.00 di Mercoledì, 26 Ottobre 2011	elevata
C4	mareggiate	dalle ore 12.00 di Martedì, 25 Ottobre 2011 alle ore 23.00 di Martedì, 25 Ottobre 2011	moderata

### Descrizione degli scenari di evento previsti

#### IDROGEOLOGICO-IDRAULICO

**Criticità Moderata:** A partire dalla ore 18.00 di oggi sulle aree C, F2 e F3 e dalle 23.00 sulle restanti aree, 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.

#### IDROGEOLOGICO-IDRAULICO

**Criticità Elevata:** Sull'area A, in particolare per la giornata di domani, criticità elevata con possibilità di 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. Possibili innalzamenti significativi dei livelli idrici negli alvei del reticolo idrografico principale con possibilità di erosioni spondali, sormonto di passerelle e ponti, rottura degli argini, inondazione delle aree circostanti. Possibile innesco di frane e smottamenti dei versanti in maniera diffusa ed estesa in zone ad elevata pericolosità idrogeologica.

#### MAREGGIATE

**Criticità Moderata:** Dalle ore 12.00 di Martedì, 25 Ottobre 2011 alle ore 23.00 di Martedì, 25 Ottobre 2011, sull'Arcipelago, area C4, problemi ai tratti stradali a ridosso della battigia. Problemi agli stabilimenti balneari. Ritardi nei collegamenti marittimi. Problemi alle attività marittime. Pericolo per la navigazione di diporto. Pericolo per i bagnanti.

La Struttura seguirà l'evolversi della situazione tramite l'emissione di Bollettini di Monitoraggio Evento sul sito [www.cfr.toscana.it](http://www.cfr.toscana.it)

**Prima emissione Monitoraggio Evento entro le ore 18.00 di Lunedì, 24 Ottobre 2011**

**Centro Funzionale Regionale**