



**Regione Toscana**



## **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 DI EVENTO

## 27-28 luglio 2019

A cura di

### **REPORT METEOROLOGICO**

Consorzio LaMMA – Laboratorio di  
Monitoraggio e Modellistica ambientale per  
lo sviluppo sostenibile

### **REPORT IDROLOGICO**

Settore Idrologico Regione Toscana

*Ultimo aggiornamento: 30/07/2019*

# 1. ANALISI METEOROLOGICA (a cura del Centro Funzionale della Regione Toscana – LaMMA)

## Sinottica:

il 27 luglio una saccatura collegata ad una vasta circolazione depressionaria ad ovest dell'Irlanda tende ad avvicinarsi alla Francia e all'Italia settentrionale (immagine 1). Al sistema si associa un intenso flusso di correnti occidentali alle medio-alte quote troposferiche ed una ventilazione meridionale ed umida nei bassi strati (Ostro-Scirocco). Alla quota isobarica di 500 hPa il flusso risulta diffluente su tutto il centro-nord Italia (immagine 1). Al suolo si osserva il rapido approfondimento di un minimo sul Mar Ligure occidentale (999-1000 hPa) e la presenza di numerose linee di instabilità legate ad aria relativamente fredda in quota (immagine 2). Tra la notte e la mattina del 28 luglio la saccatura si porta sulle regioni centro-settentrionali, per poi spostarsi sui Balcani nel corso del pomeriggio. Il minimo al suolo associato raggiunge i 993 hPa in corrispondenza dell'alto Adriatico dove si assiste alla completa occlusione del sistema (immagine 3); in serata l'ulteriore allontanamento del vortice verso est favorire un progressivo aumento della pressione a tutte le quote.

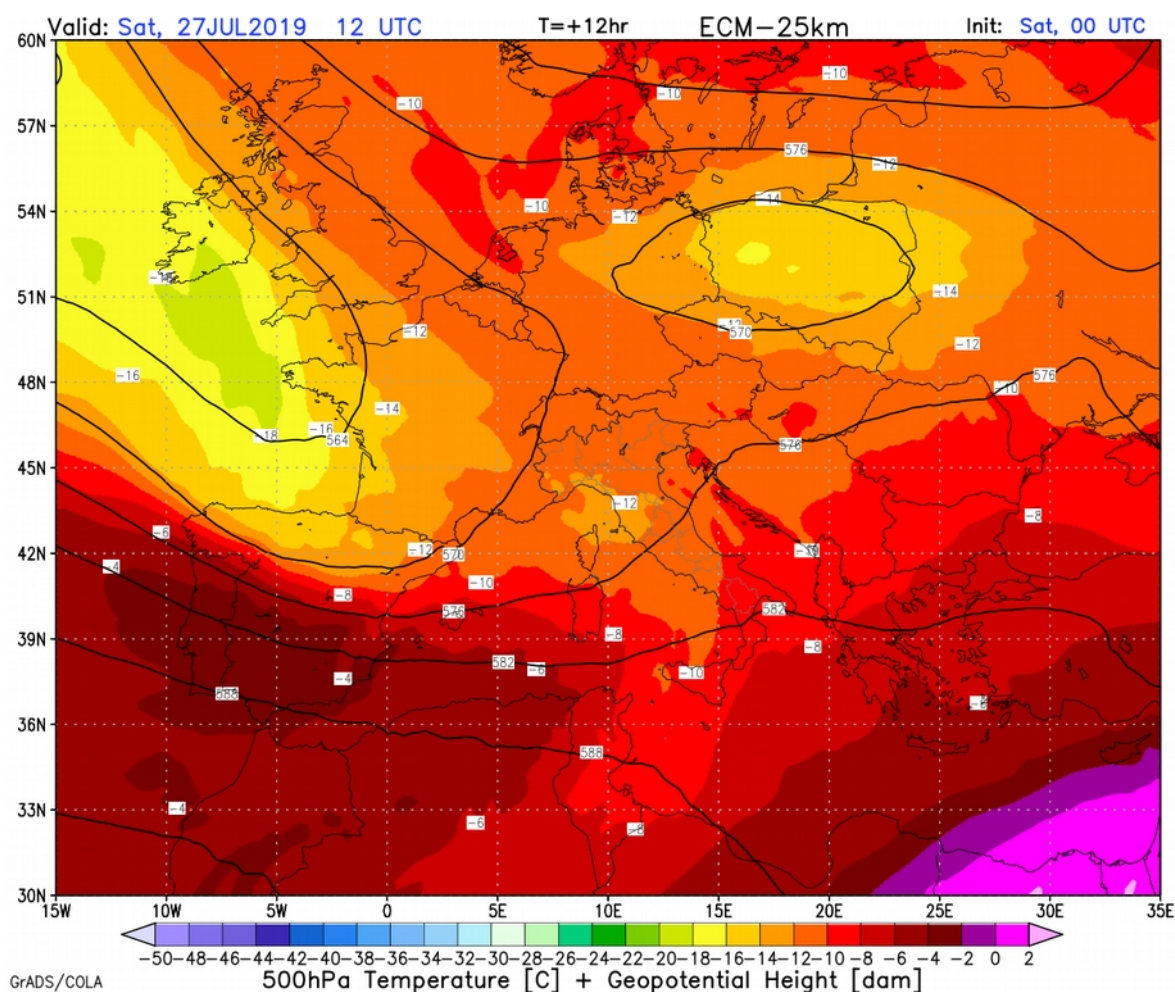


Fig. 1: altezza del geopotenziale a 500 hPa e temperature alle ore 12 UTC del 27 luglio.

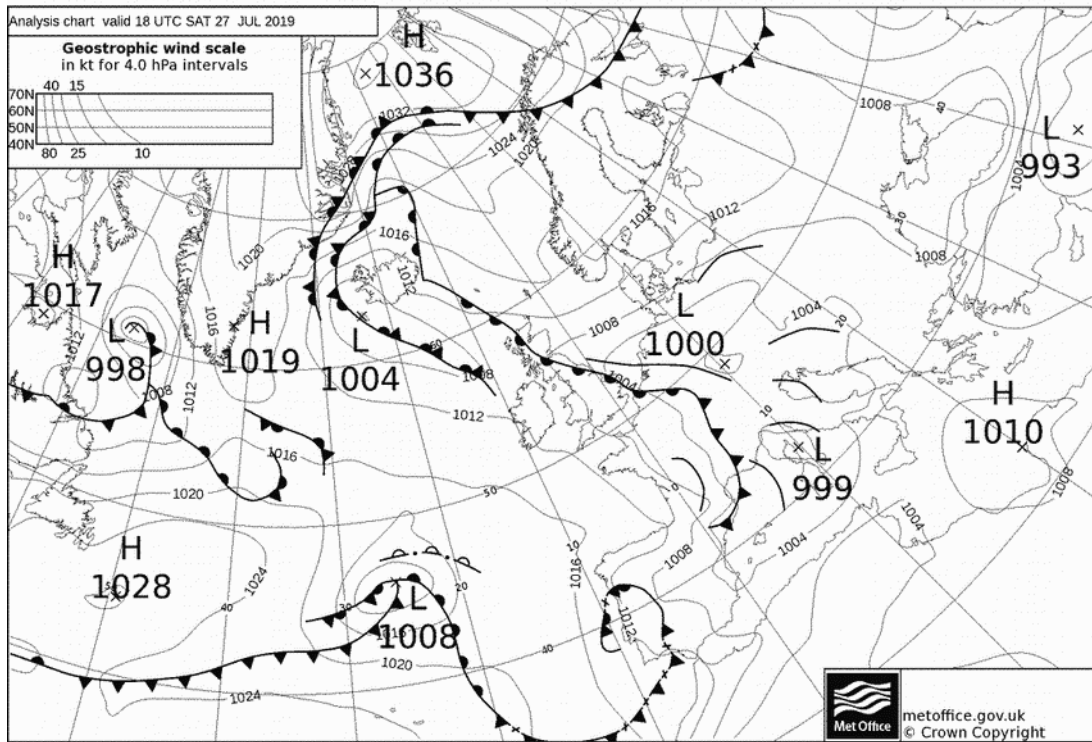


Fig. 2: pressione al suolo, fronti e linee di instabilità alle ore 18 UTC del 27 luglio.

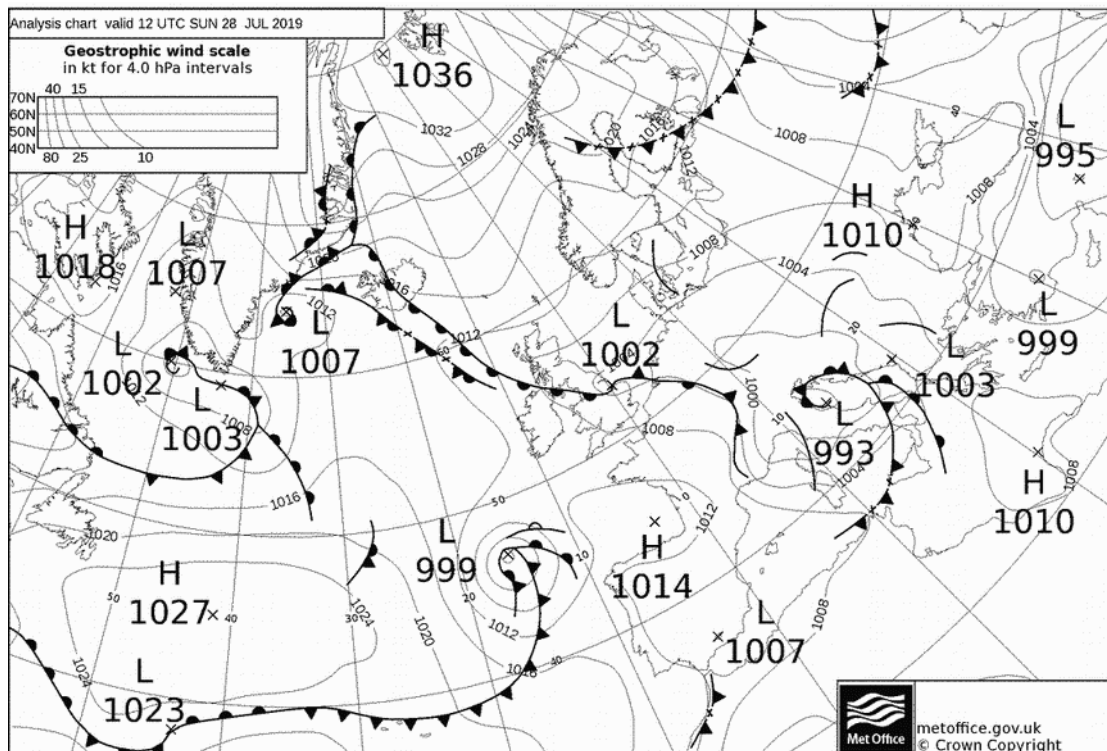
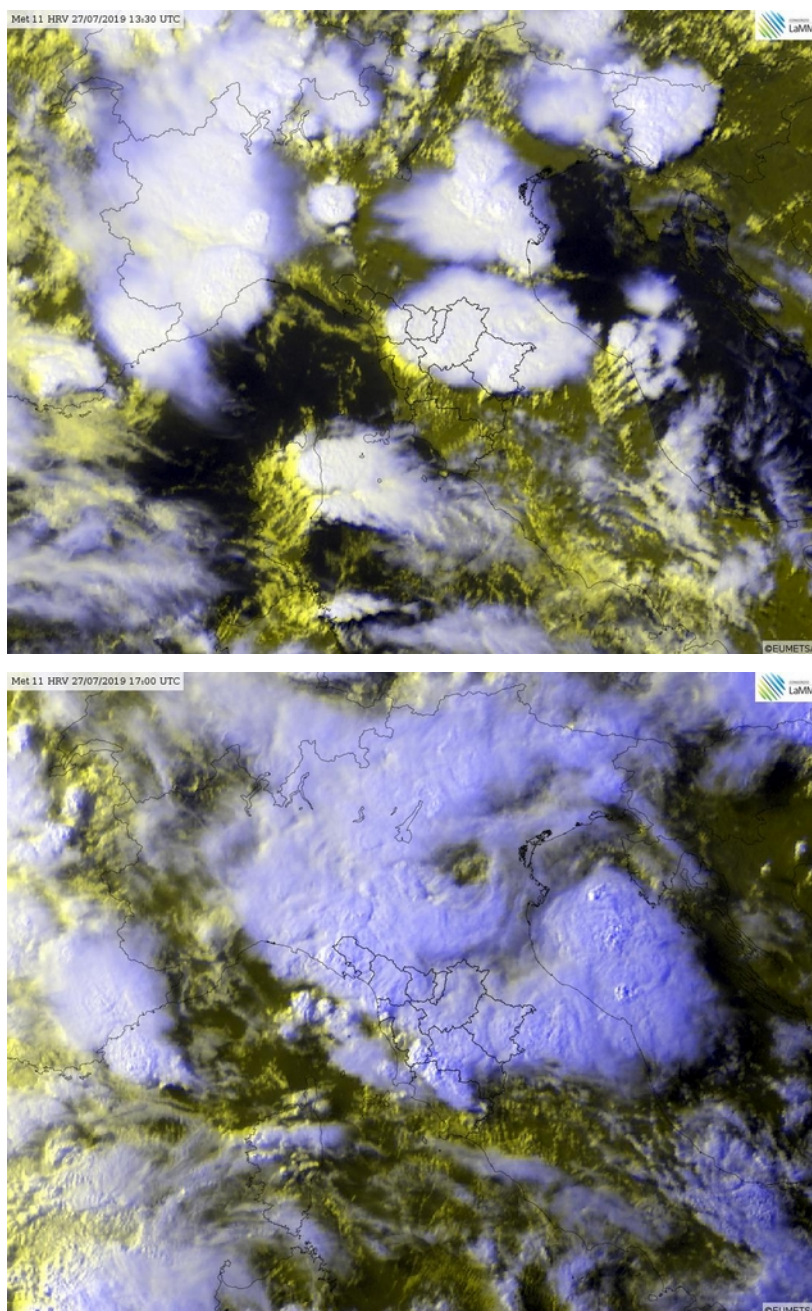


Fig. 3: pressione al suolo, fronti e linee di instabilità alle ore 12 UTC del 28 luglio.

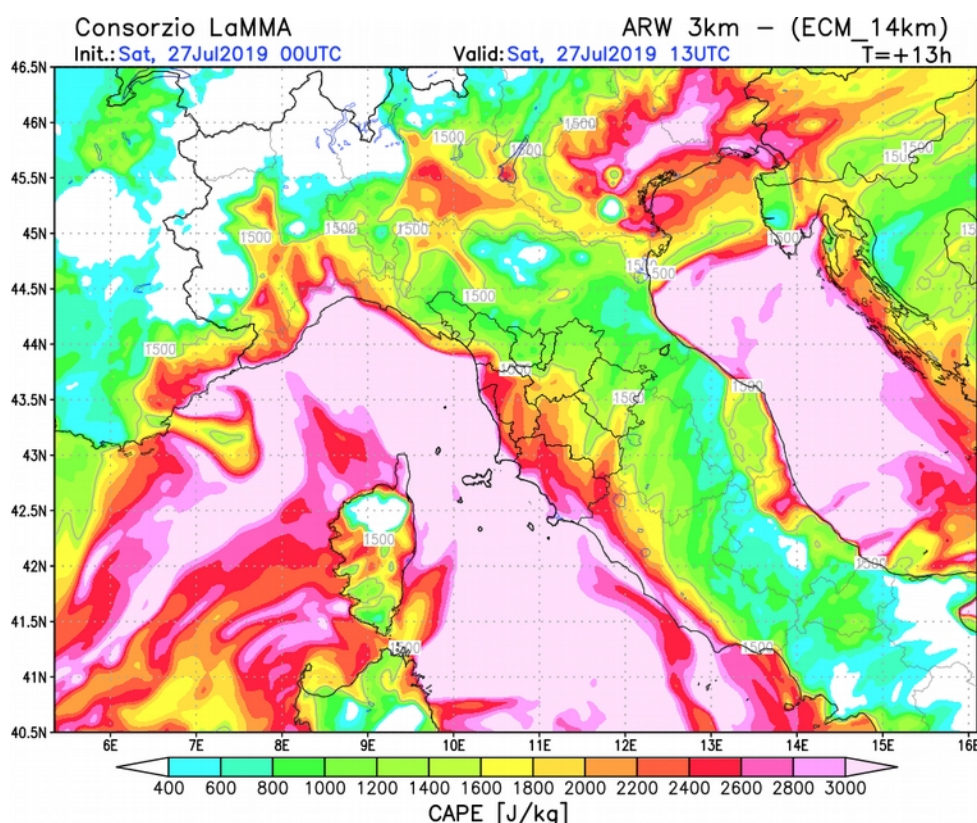
### Evoluzione meteo:

nella giornata del 27 luglio si assiste ad un rapido calo della pressione sul Golfo Ligure per l'avvicinamento di una saccatura atlantica. Quest'ultima si associa ad un intenso flusso di correnti occidentali alle medio-alte quote troposferiche (300-500 hPa) che tende a divergere in corrispondenza dell'Italia centro-settentrionale. Al flusso diffluente in quota (quindi instabile) si aggiunge la presenza di aria relativamente fredda che favorisce, tra la tarda mattinata e il primo pomeriggio, il rapido sviluppo di sistemi temporaleschi sulla Toscana centro-settentrionale che poi tendono ad estendersi a gran parte della regione (immagini 5-6).



**Fig. 4-5:** celle temporalesche in Toscana nel pomeriggio-sera del 27/07. In alto fase di sviluppo, in basso fase di maturazione

La convezione alla base della genesi dei temporali risulta particolarmente intensa a causa della presenza di aria molto calda nei bassi strati cumulatasi nei giorni precedenti (tra il 22 e il 27 luglio in molte località di pianura della regione registrate massime tra i 37 e i 40 gradi). Questa, in presenza di una forzante sinottica come quella descritta in precedenza, si traduce in energia disponibile per lo sviluppo di forti temporali. L'immagine 6 mostra la CAPE (Convective Available Potential Energy) prevista dal modello ad alta risoluzione ARW- ECMWF alle ore 13 UTC del 27 luglio: si possono notare valori estremi non soltanto sulla costa, ma anche su parte delle zone interne. La CAPE è inoltre accompagnata da valori estremi di sollevamento, solitamente descritti dal Lifted Index, che nel caso specifico oscillava, nel primo pomeriggio, tra i -4 e i -8.



*Fig. 6: CAPE prevista dal modello ad alta risoluzione ARW-ECMWF alle ore 13 UTC del 27 luglio.*

In questo ambiente particolarmente favorevole all'innesco di forti temporali si aggiunge l'ingresso d'aria umida alle medio-basse quote troposferiche (925-850 hPa) richiamata dal minimo in approfondimento sul Mar Ligure. La colonna d'aria, in quanto molto calda, risulta particolarmente efficiente nel contenere l'umidità in ingresso che viene immediatamente coinvolta nella genesi delle celle convettive. Le immagini 7 e 8 mostrano, rispettivamente, i venti meridionali che soffiano verso la Toscana e l'acqua precipitabile: nel primo caso si nota il rallentamento del flusso in corrispondenza del quale si formano i primi temporali (cerchiato in nero), nel secondo valori a fondo scala.

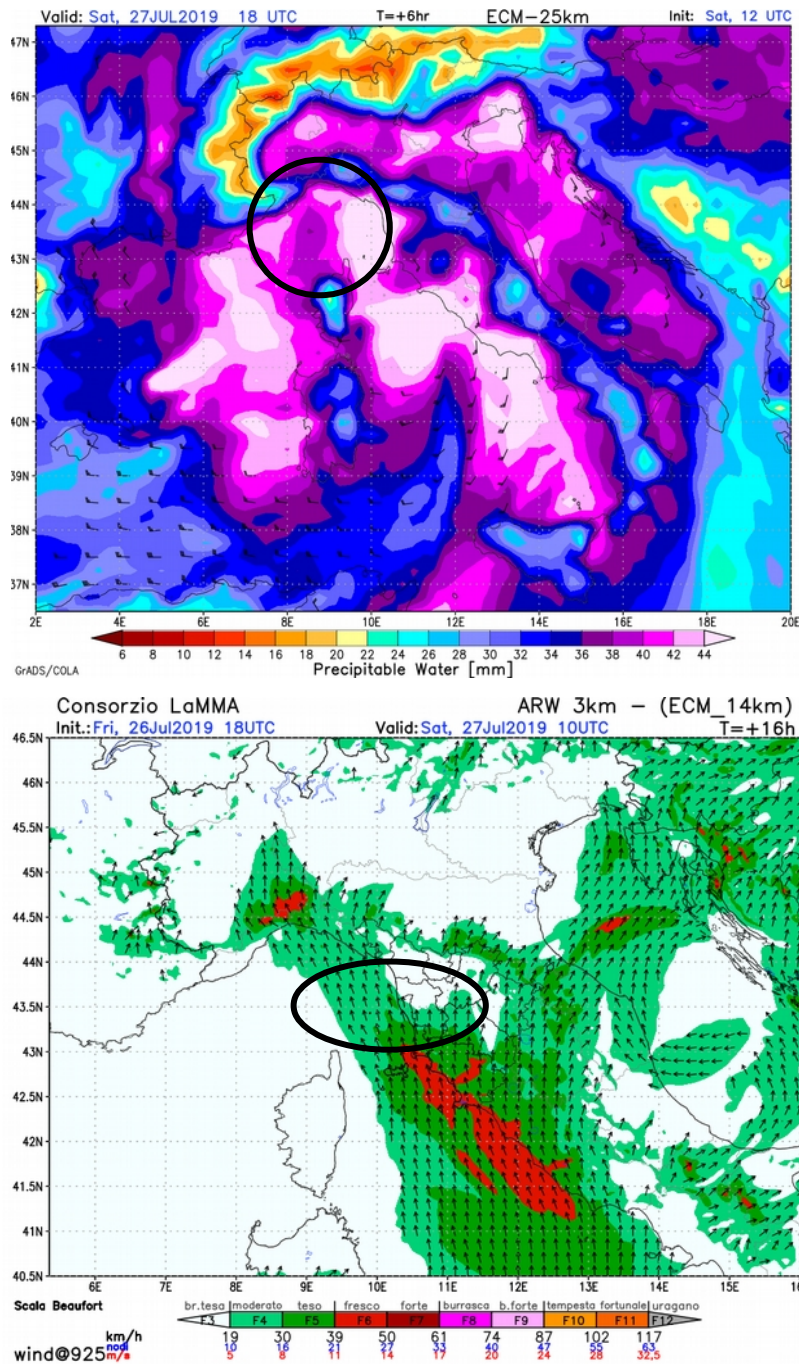
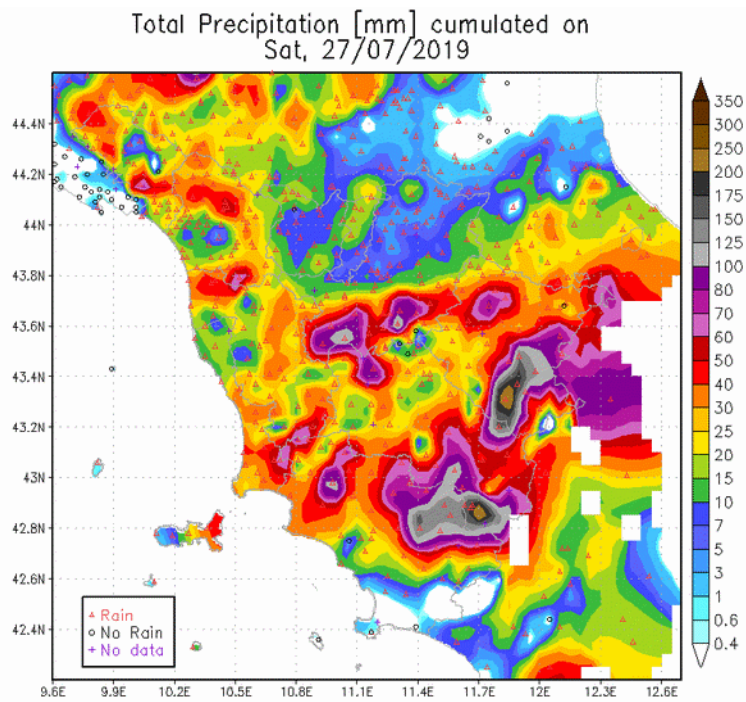


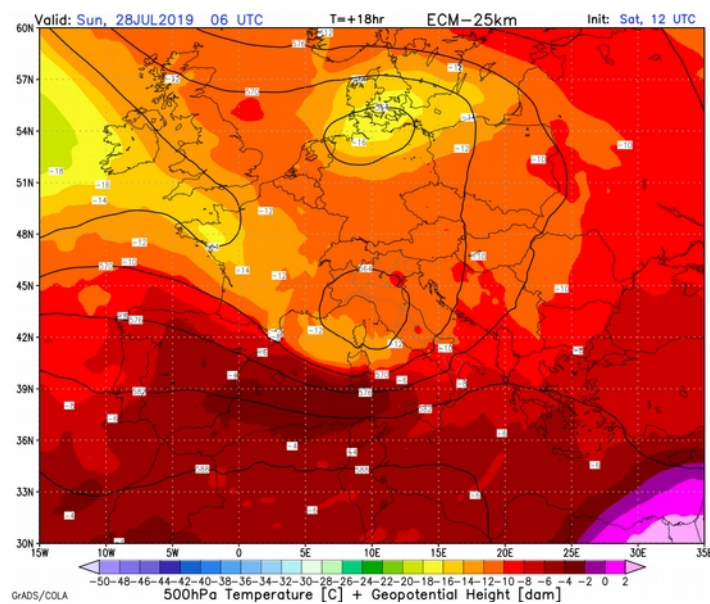
Fig. 7-8: acqua precipitabile e venti a 925 hPa previsti dal modello alle 12 UTC e alle 10 UTC del 27 luglio

I sistemi temporaleschi interessano inizialmente le province centrali e nord occidentali per poi estendersi a gran parte della regione in serata. In questo contesto si osservano intense precipitazioni con cumulati massimi puntuali molto abbondanti sulle 24 ore: 211 mm nell'aretino, 210 mm nell'amiatino e 130 mm sul Chianti fiorentino (immagine 9). Per quanto riguarda l'intensità oraria sono stati registrati cumulati fino a 60/80 mm/h. Particolarmente colpite le province di Firenze, Siena, Arezzo e Grosseto.

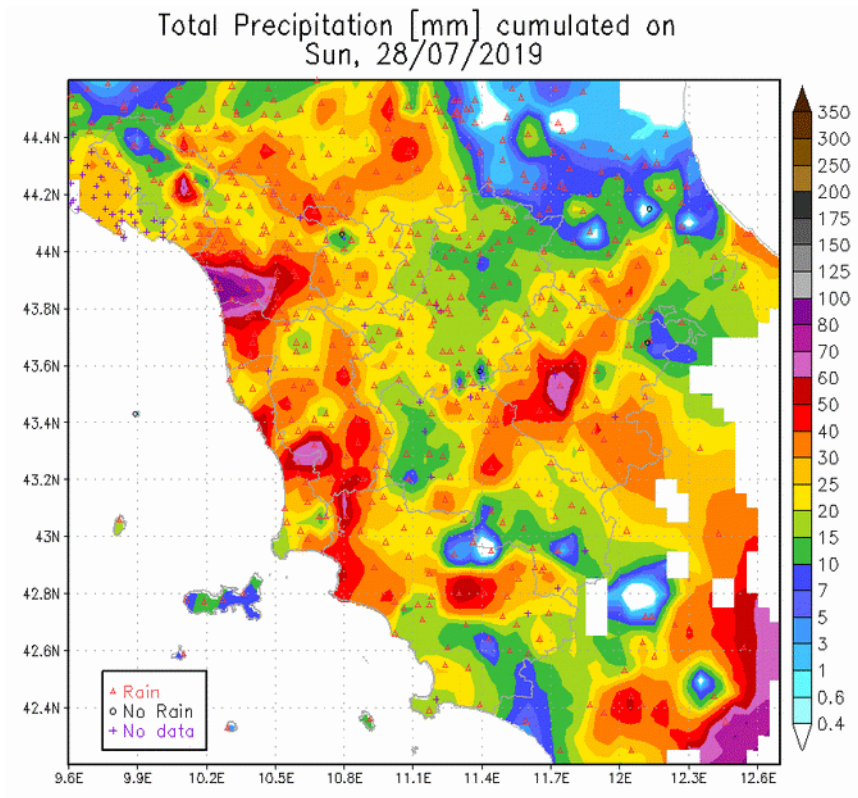


**Fig. 9:** precipitazioni cumulate totali il 27 luglio

Nella notte del 28 luglio la saccatura e il minimo ad essa associato transitano sulla regione (immagine 10) recando precipitazioni diffuse, anche temporalesche, ma di intensità decisamente minore rispetto a quelle osservate il giorno precedente. Decisivi, in questo senso, la dissipazione dell'energia (CAPE) operata dai violenti temporali pomeridiani e la rotazione dei venti a Libeccio/Ponente nei medio-bassi strati troposferici. In 24 ore cumulati massimi puntuali generalmente compresi tra i 50 e i 70 mm su gran parte della regione; in Versilia registrare punte di 80-100 mm (immagine 11). Nel corso della mattinata e del pomeriggio si assiste ad una generale attenuazione dei fenomeni grazie all'ulteriore spostamento del vortice verso est e alla completa occlusione del sistema in corrispondenza dell'alto Adriatico.



*Fig. 10: altezza del geopotenziale a 500 hPa e temperature alle ore 06 UTC del 28 luglio*



*Fig. 11: precipitazioni cumulate il 28 luglio*



## **2. REPORT EVENTO PLUVIOMETRICO (a cura del Centro Funzionale della Regione Toscana – Settore Idrologico Regionale)**

L'evento meteorologico che ha interessato l'intero territorio regionale nelle giornate del 27 e 28 luglio 2019 è risultato essere particolarmente severo sulle province di Arezzo, Siena e Grosseto e nell'Empolese-Val d'Elsa in provincia di Firenze.

Già dalla mattina - primo pomeriggio di sabato 27 luglio le zone tra le province di Arezzo e quella di Firenze sono state investite da precipitazioni a carattere temporalesco che hanno superato i 40 mm di pioggia in un'ora con punte massime di 62 mm registrati alle stazioni di Greve in Chianti (FI) e Ortignano nel comune di Ortignano-Raggiolo (AR).

Nel pomeriggio - sera di sabato l'intera zona orientale della Toscana (Provincia di Arezzo) ma anche le province di Firenze, Siena e Grosseto (prevalentemente la parte alta di quest'ultima) sono state interessate da forti piogge che in alcune zone hanno superato i valori di assoluto rilievo di **80 mm di pioggia in un'ora e 140 mm in tre ore**. Le stazioni pluviometriche di Cesa (comune di Marciano della Chiana - AR), Ottavo (comune di Arezzo) e Abbadia San Salvatore (SI) hanno rilevato valori di assoluto rilievo, ma anche quelle di Baccinello (Grosseto), Santa Fiora (GR), Certaldo (FI) e Greve in Chianti (FI), hanno tutte superato la soglia assolutamente rilevante dei 100 mm di pioggia nelle tre ore.

Come si osserva dalla tabella 1, anche con riferimento alle durate di pioggia più lunghe (6, 12 ore e 24 ore) è possibile osservare come le precipitazioni nelle zone colpite risultino particolarmente consistenti e, in alcuni casi, estreme.

In termini di cumulati complessivi, le stesse stazioni già menzionate (Cesa, Ottavo, Abbadia San Salvatore, Baccinello, per esempio) hanno registrato dai **190 mm ai 230 mm nell'arco delle 24 ore**. Si tratta di fatto di valori mai raggiunti nei mesi estivi nella zona interessate, altro elemento di assoluta rilevanza.

Per evidenziare il carattere di eccezionalità di quanto accaduto è necessario specificare che le zone colpite non risultano essere interessate frequentemente da piogge con i cumulati che si sono potuti osservare durante l'evento, e tale considerazione è confermata dalla statistica dei tempi di occorrenza (tempi di ritorno) elaborati.

I tempi di ritorno stimati associati ai valori massimi registrati sulle diverse durate (1 - 3 - 6 - 12 -24 ore) sono di gran lunga superiori ai 200 anni, in particolare per le seguenti stazioni:

Codice	Stazione	Prov	Comune	Pioggia max 15' (mm)	Pioggia max 1h (mm)	Pioggia max 3h (mm)	Pioggia max 6h (mm)	Pioggia max 12h (mm)	Pioggia max 24h (mm)
TOS11000037	Cesa	AR	Marciano della Chiana	18.6	69.0	143.4	<b>176.4</b>	<b>211.0</b>	<b>227.4</b>
TOS11000038	Ottavo	AR	Arezzo	24.8	82.2	129.0	158.2	192.8	211.2
TOS11000114	Abbadia S. S. - Laghetto Verde	SI	Abbadia S.S.	<b>37.0</b>	<b>90.4</b>	<b>145.0</b>	153.6	169.0	179.6
TOS11000054	Baccinello	GR	Grosseto	31.6	86.6	118.4	143.2	153.8	189.8
TOS11000073	Greve in Chianti	FI	Greve in Chianti	23.4	62.0	110.8	117.2	129.8	148.2
TOS01004967	Certaldo	FI	Certaldo	15.4	44.0	108.0	116.6	121.0	139.0

*Tabella 1: estremi di precipitazione registrati il 27/28 luglio 2019 in Regione Toscana*

Per definire il carattere di eccezionalità dell'evento, oltre alla stima dei tempi di ritorno, vale la pena evidenziare come, analizzando la serie storica di precipitazioni estreme disponibile ad Arezzo (periodo 1928-2017), i valori massimi assoluti sulle durate 3, 6, 12 e 24 ore siano stati tutti raggiunti e superati dai valori registrati durante l'evento alle stazioni di Arezzo S. Fabiano o Ottavo (distante circa 11 km da Arezzo città). In particolare, i valori massimi su 12 e 24 ore sono risultati essere superiori al massimo precedente di oltre il 60%, rappresentando quindi a tutti gli effetti degli *outlier* assoluti, a testimonianza di un fenomeno meteorologico estremo probabilmente mai rilevato prima nella zona (o almeno da quando sono disponibili registrazioni).

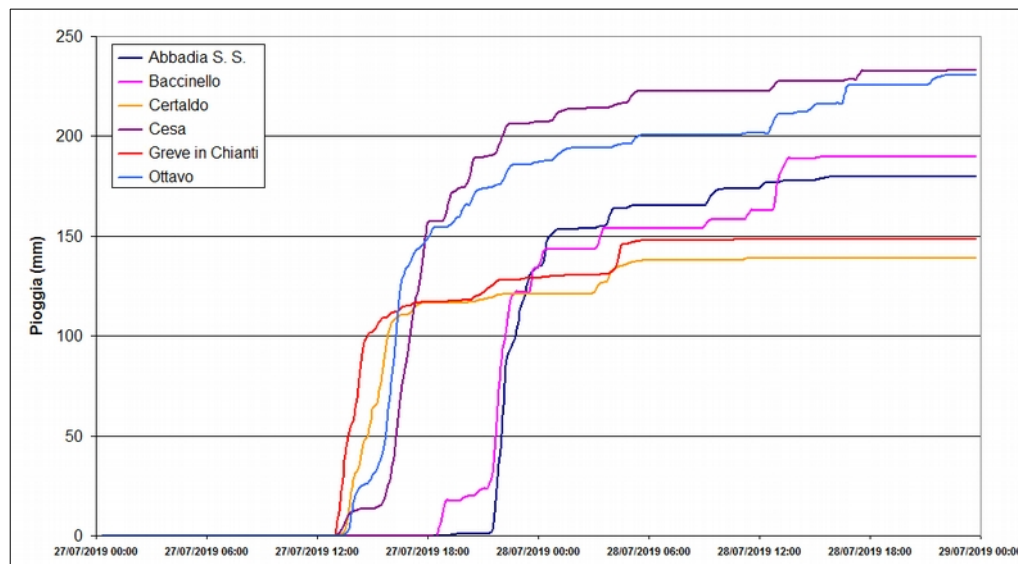
Periodo	Stazione	Pioggia max 1 ora (mm)	Pioggia max 3 ore (mm)	Pioggia max 6 ore (mm)	Pioggia max 12 ore (mm)	Pioggia max 24 ore (mm)
Evento 27/7/019	Arezzo S. Fabiano	48.0	<b>79.4</b>	103.2	<b>125.0</b>	<b>127.4</b>
Evento 27/7/019	Ottavo	<b>82.2</b>	<b>129.0</b>	<b>158.2</b>	<b>192.8</b>	<b>211.2</b>
Serie 1928-2017 (83 dati)	Arezzo (varie stazioni)	67.4	77.4	106.8	117.2	118.0

*Tabella 2: confronto tra estremi di precipitazione registrati il 27/28 luglio 2019 nella zona di Arezzo e massimi assoluti storici. In grassetto, i nuovi massimi storici assoluti; in rosso e grassetto, i valori che prevedono un incremento superiore al 50% del massimo assoluto*

Considerazioni del tutto analoghe si possono fare per la zona del Monte Amiata. In questo caso, il *benchmark* storico è rappresentato non da un'unica stazione ma da un insieme di stazioni ricomprese nell'area dei comuni interessati, con quota analoga alle stazioni che hanno rilevato dati durante l'evento. Malgrado questo artificio per la composizione di una serie storica sufficientemente lunga (1929-2017) e malgrado la presenza di diverse annualità mancanti (solo 52 anni disponibili nel suddetto periodo), il confronto risulta allo stesso modo interessante: ad esempio, il valore massimo registrato sulle 3 ore quasi raddoppia il precedentemente massimo assoluto storico.

Periodo	Stazione	Pioggia max 1h (mm)	Pioggia max 3h (mm)	Pioggia max 6h (mm)	Pioggia max 12h (mm)	Pioggia max 24h (mm)
Evento 27/7/019	Abbadia S. S. - Laghetto Verde	<b>90.4</b>	<b>145.0</b>	<b>153.6</b>	<b>169.0</b>	179.6
Serie 1929-2017 (52 dati)	Zona Amiata (varie stazioni)	74.6	79.8	115.4	126.4	180.8

**Tabella 3:** confronto tra estremi di precipitazione registrati il 27/28 luglio 2019 nella zona di Monte Amiata e massimi assoluti storici. In grassetto, i nuovi massimi storici assoluti; in rosso e grassetto, i valori che prevedono un incremento superiore al 30% del massimo assoluto

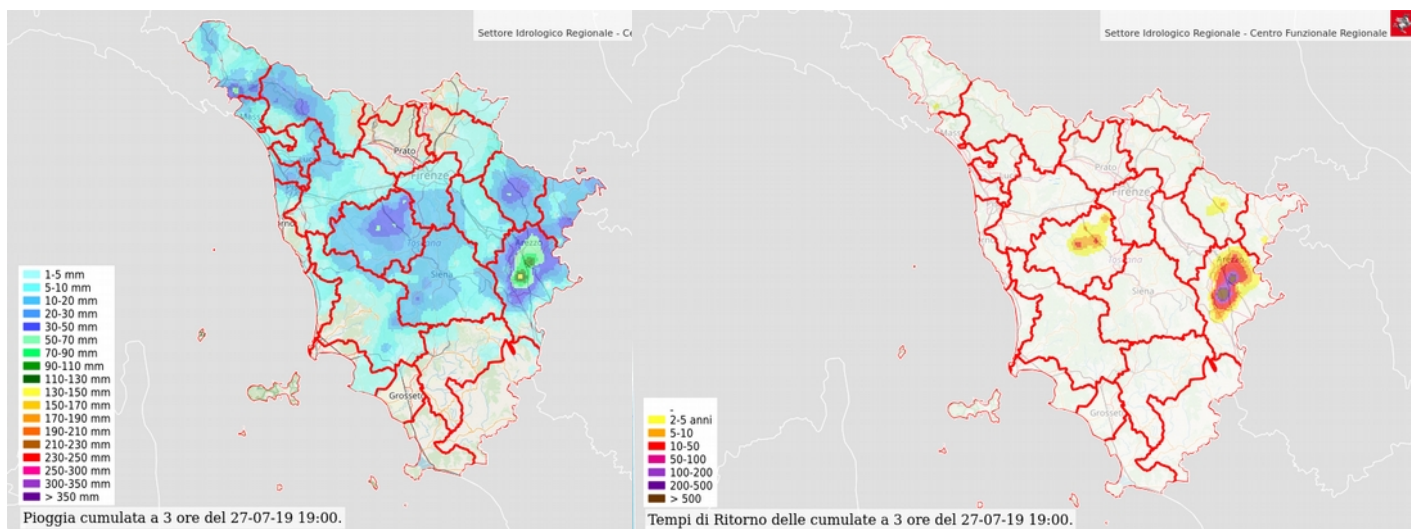


**Fig. 12** – Piogge cumulate durante tutto l'evento dei giorni 27 e 28 luglio 2019

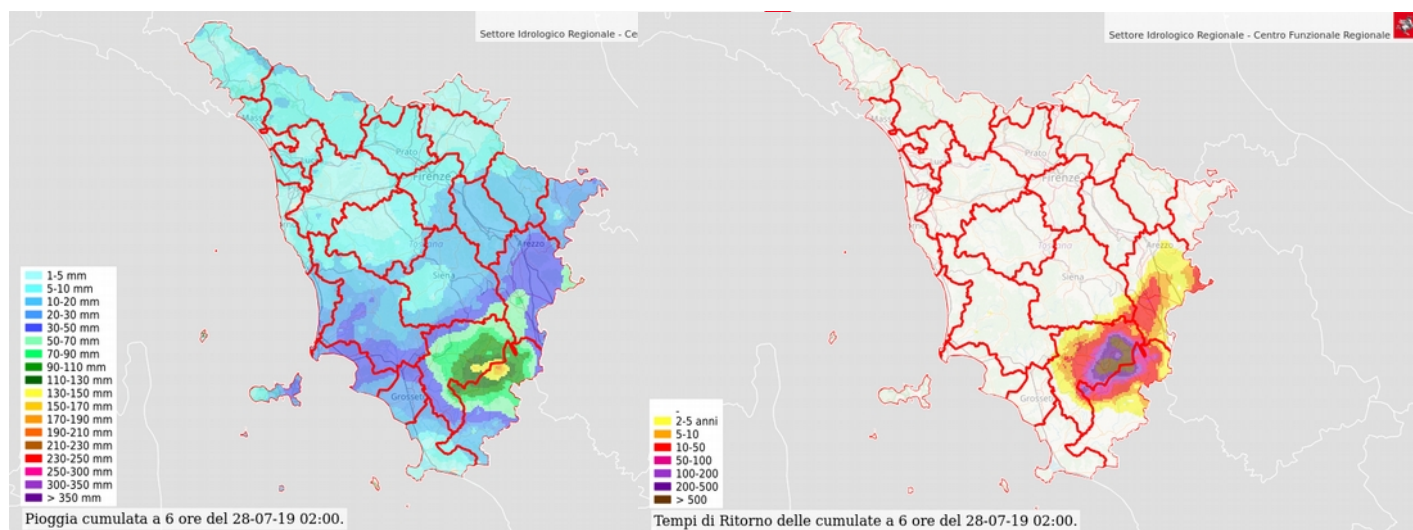
Di seguito si riportano le seguenti mappe e dati:

- mappe delle piogge cumulate e relative mappe rappresentative dei tempi di ritorno stimati elaborate per le diverse durate (mappe elaborate in ora locale);
- tabella riepilogativa dei massimi puntuali di pioggia registrati dalle varie stazioni di monitoraggio in relazione alle diverse durate;
- pluviogrammi riferiti alle stazioni che hanno fatto registrare le piogge più significative.

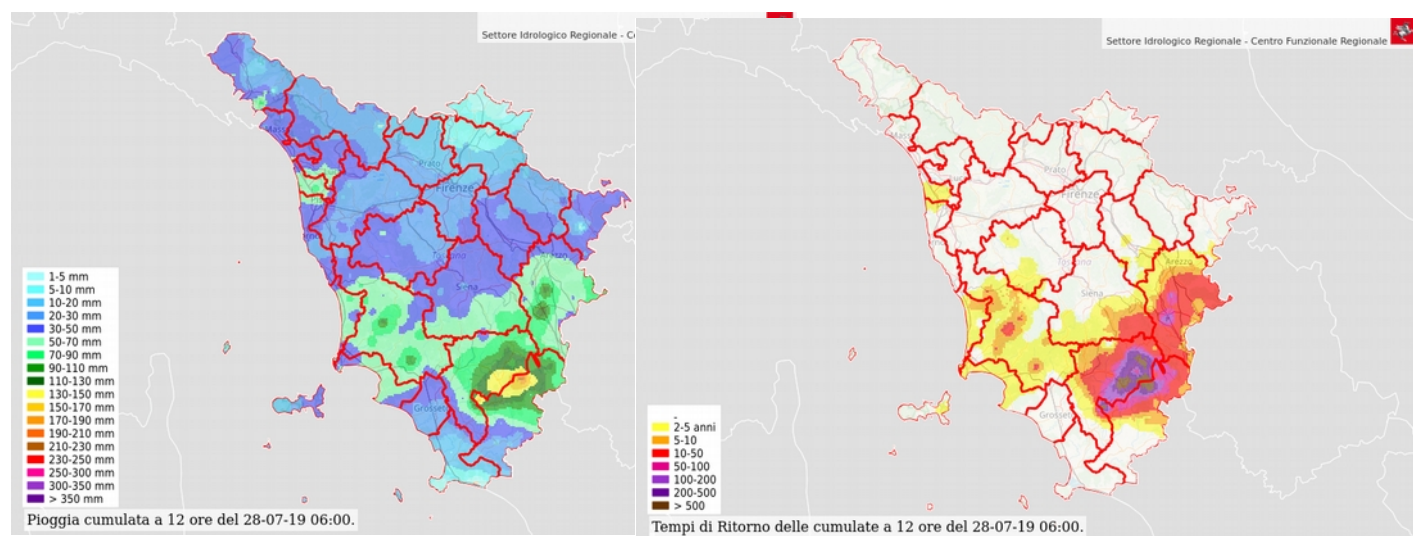
Si specifica che nei grafici che si riportano di sotto gli orari sono riferiti all'ora "solare" (è necessario perciò aggiungere 1 ora all'orario che viene riportato in ascissa). Le mappe sono state elaborate in ora "locale".



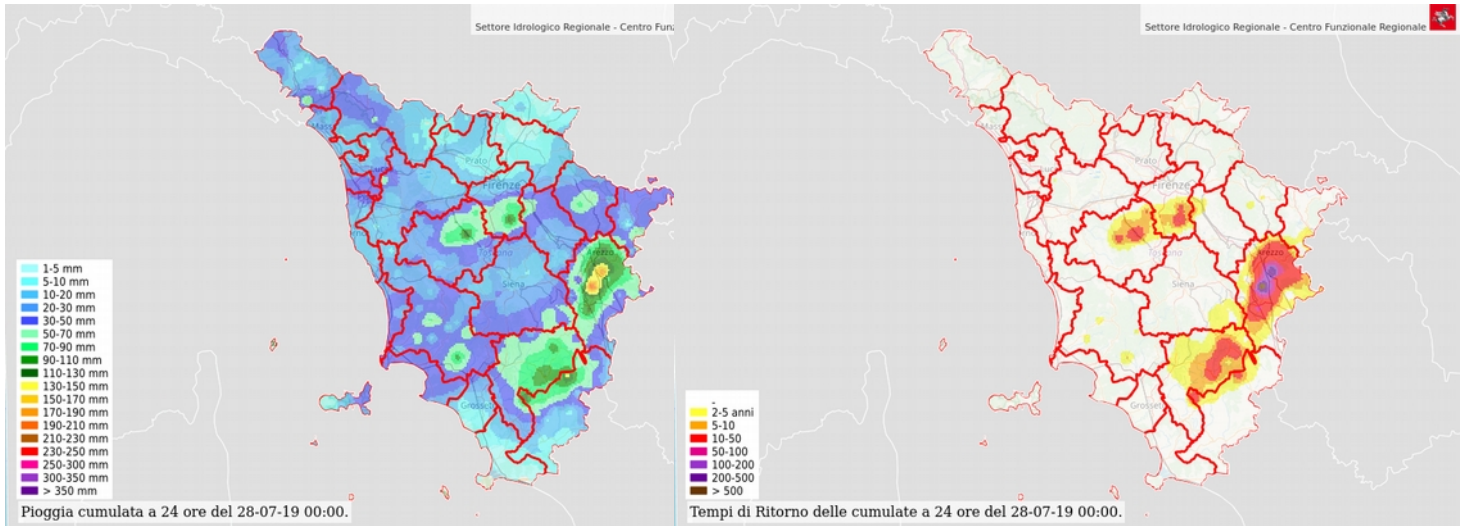
**Fig. 13** – Mappa della distribuzione della pioggia cumulata e dei tempi di ritorno alle ore 19:00 del giorno 27 luglio 2019 ( $t = 3h$ )



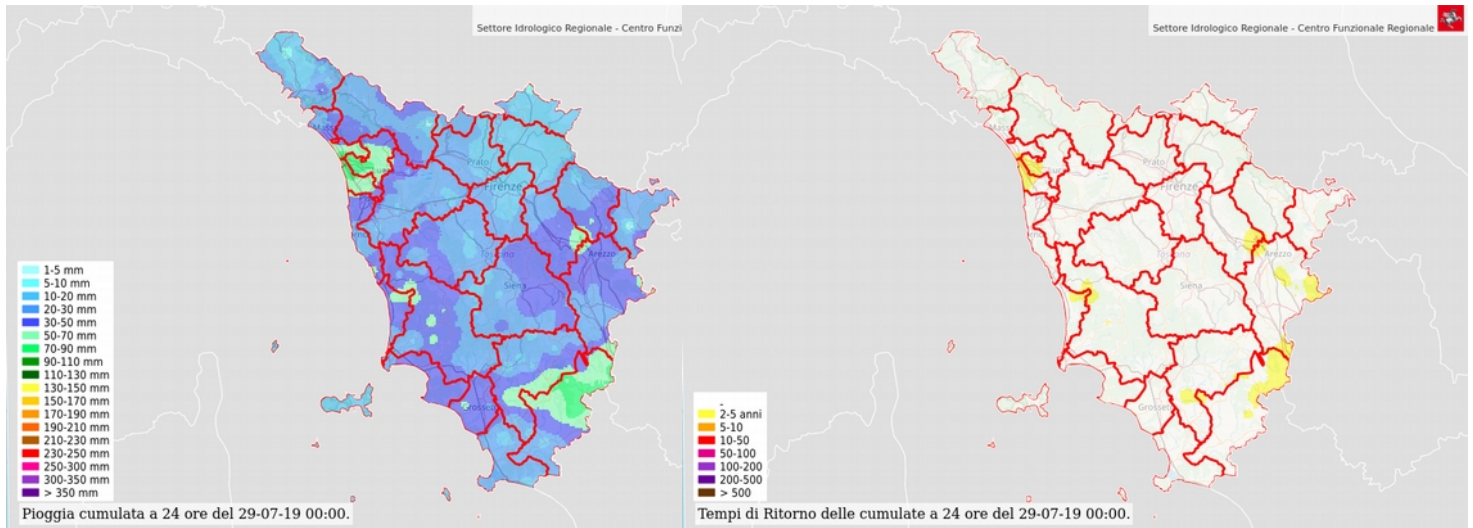
**Fig. 14** – Mappa della distribuzione della pioggia cumulata e dei tempi di ritorno alle ore 02:00 del giorno 28 luglio 2019 ( $t = 6h$ )



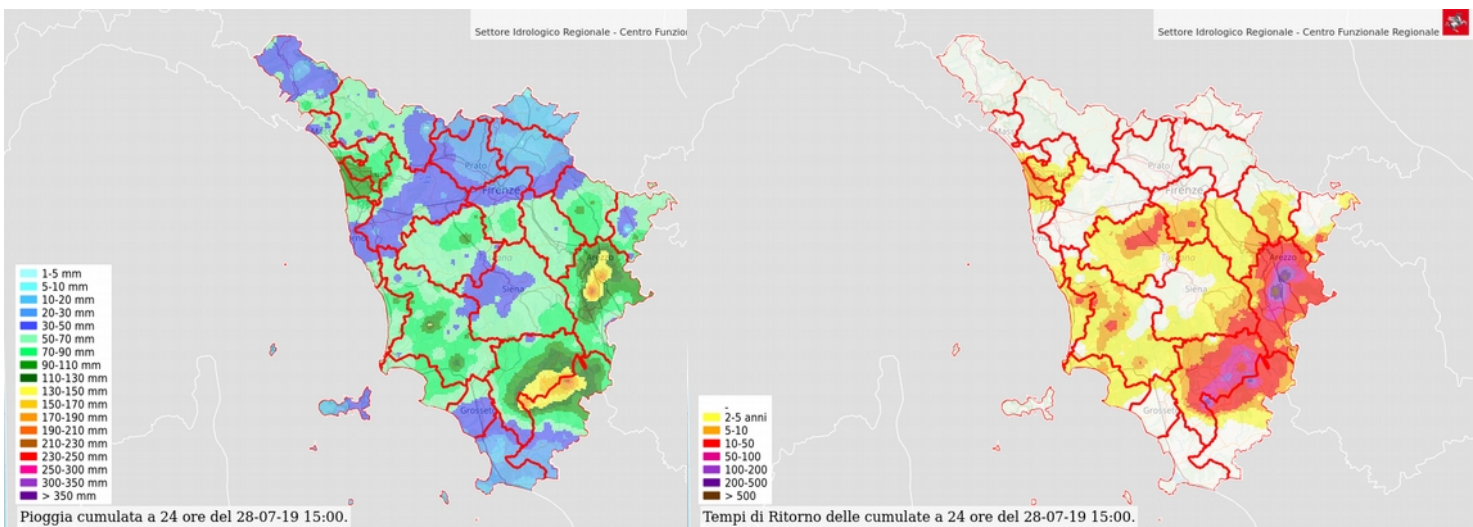
**Fig. 15** – Mappa della distribuzione della pioggia cumulata e dei tempi di ritorno alle ore 06:00 del giorno 28 luglio 2019 ( $t = 12h$ )



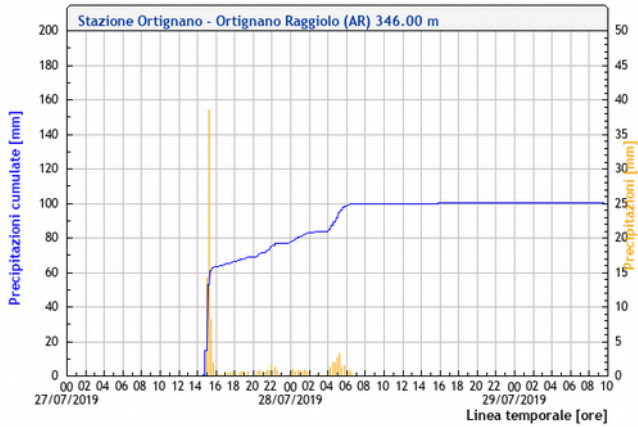
**Fig. 16** – Mappa della distribuzione della pioggia cumulata e dei tempi di ritorno relativa al giorno 27 luglio 2019 ( $t = 24h$ )



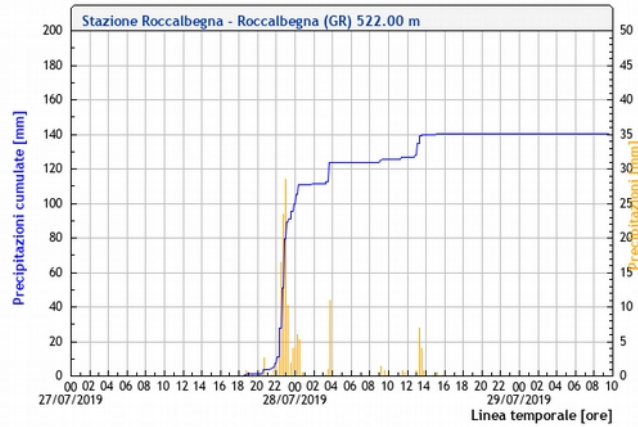
**Fig. 17** – Mappa della distribuzione della pioggia cumulata e dei tempi di ritorno relativa al giorno 28 luglio 2019 ( $t = 24h$ )



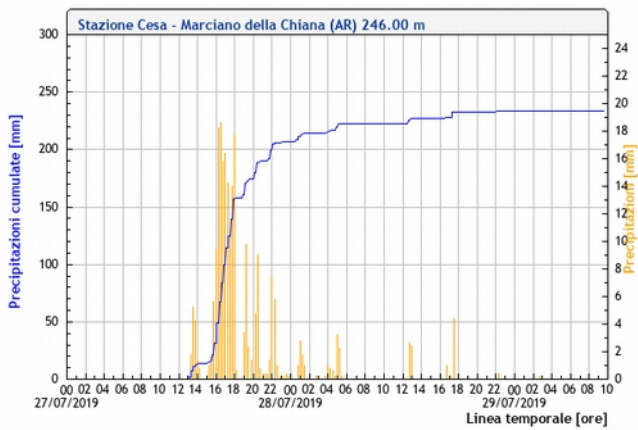
**Fig. 18** – Mappa della distribuzione della pioggia cumulata e dei tempi di ritorno relative alle 24 ore più significative dalle 15 del giorno 27 alle 15 del giorno 28 luglio 2019 ( $t = 24h$ )



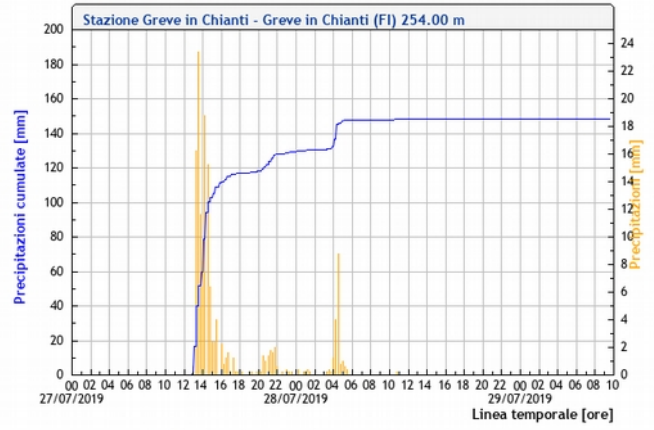
— Precipitazioni cumulate [mm]    ■ Precipitazioni [mm]  
 Servizio Idrologico Regione Toscana <http://www.sir.toscana.it>



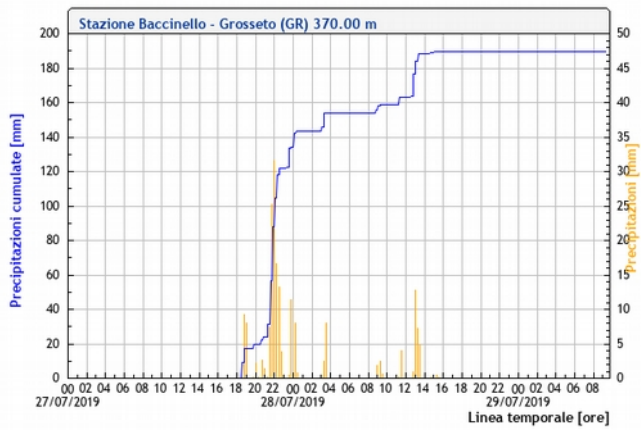
— Precipitazioni cumulate [mm]    ■ Precipitazioni [mm]  
 Servizio Idrologico Regione Toscana <http://www.sir.toscana.it>



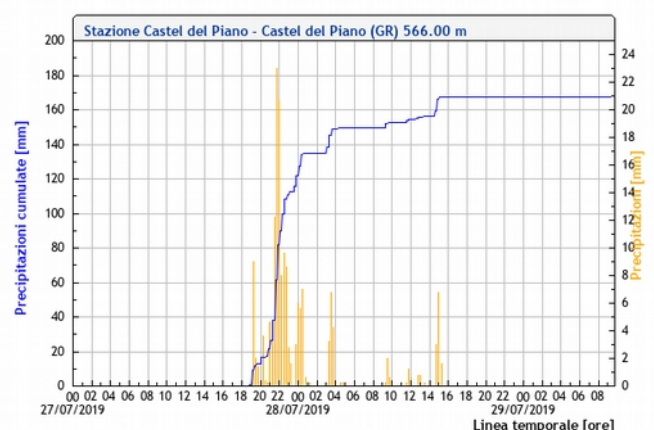
— Precipitazioni cumulate [mm]    ■ Precipitazioni [mm]  
 Servizio Idrologico Regione Toscana <http://www.sir.toscana.it>



— Precipitazioni cumulate [mm]    ■ Precipitazioni [mm]  
 Servizio Idrologico Regione Toscana <http://www.sir.toscana.it>

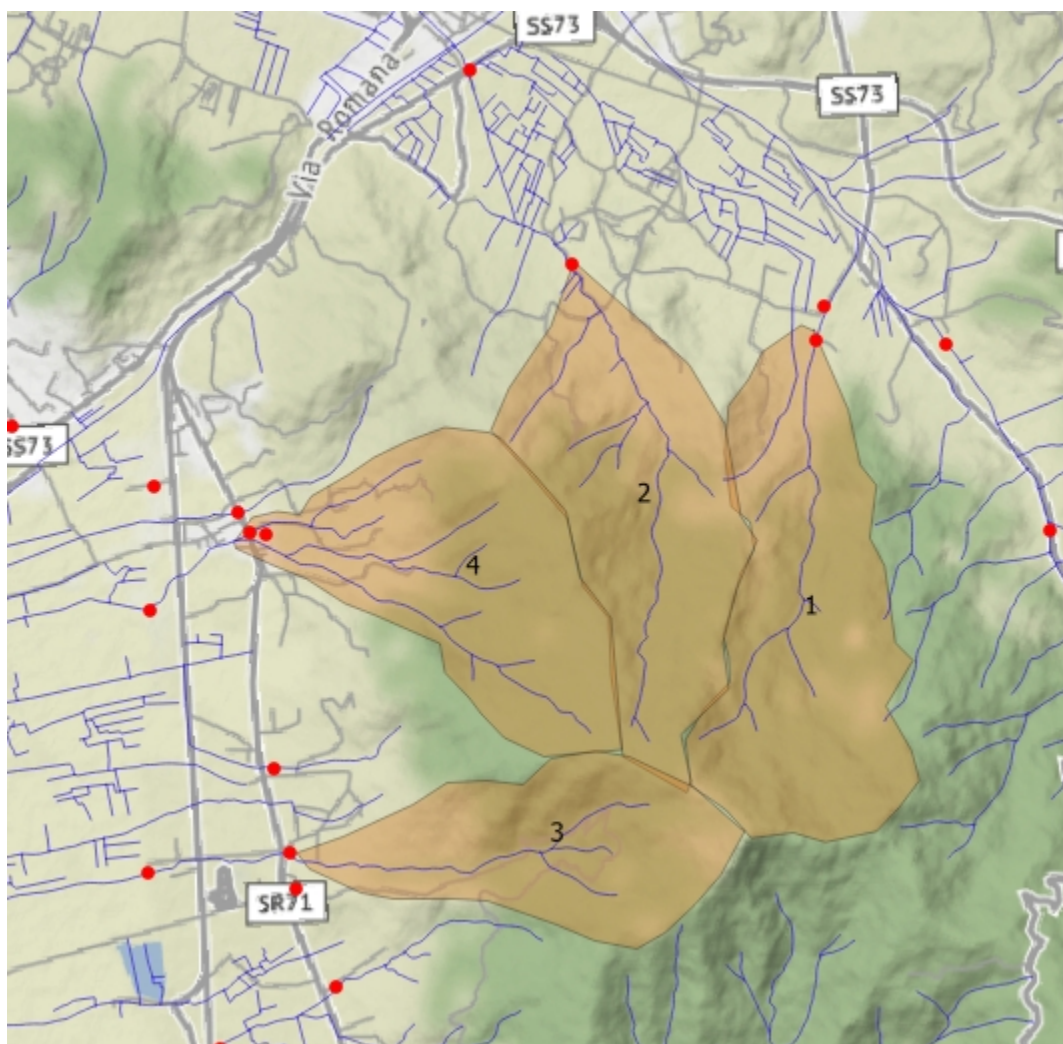


— Precipitazioni cumulate [mm]    ■ Precipitazioni [mm]  
 Servizio Idrologico Regione Toscana <http://www.sir.toscana.it>



— Precipitazioni cumulate [mm]    ■ Precipitazioni [mm]  
 Servizio Idrologico Regione Toscana <http://www.sir.toscana.it>

Come evidenziato dalle mappe, le precipitazioni hanno avuto un carattere di forte intensità e di alta persistenza su zone relativamente limitate. Ad Arezzo, ad esempio, le precipitazioni più violente hanno insistito sui bacini di piccole dimensioni che scendono dalla collina di Lignano: si è trattato di eventi di tipo *flash flood*, piene improvvise in bacini con tempi di corrivazione molto ridotti. Per avere un'idea delle dimensioni, i bacini riportati nella mappa sottostante, alla cui chiusura sono stati rilevati i danni più ingenti nella zona di Arezzo, presentano un'area a monte che va dai 2,12 kmq del Torrente Valtina (1, in figura), ai 2,55 del fosse Sellina (2), ai 2,64 kmq del Rio di Riolo (4), o ai 1,95 kmq del Rio di Pigli (3).



*Fig. 19 – Mappa con riportati le delimitazioni di alcuni bacini idrografici in cui si sono formate le piene improvvise che hanno causato i principali danni nel comune di Arezzo*

Situazione del tutto analoga nel territorio della Val d'Elsa colpito, con bacini coinvolti dell'ordine dei 5-8 kmq. Pur partendo da una situazione di bassa saturazione del suolo (praticamente secco dopo la perdurante situazione di assenza di piogge di giugno – luglio), la persistenza dei nubifragi ha portato rapidamente alla saturazione e alla conseguente formazioni di improvvise e rapidissime onde di piena.