

## RAPPORTO DI EVENTO METEOIDROLOGICO DEL 13-14/09/2015

(redatto da M. Corazza, T. Del Giudice, F. Gardella, I. Marras, F. Giannoni, B. Turato)

|  |    |
|--|----|
| Abstract.....                                | 1  |
| 1 Analisi meteorologica.....                 | 2  |
| 2 Dati Osservati.....                        | 7  |
| 2.1 Analisi Pluviometrica.....               | 7  |
| 2.1.1 Analisi dei dati a scala areale.....   | 7  |
| 2.1.2 Analisi dei dati puntuali.....         | 10 |
| 2.2 Analisi idrometrica e delle portate..... | 16 |
| 2.3 Analisi anemometrica.....                | 21 |
| 2.4 Mare.....                                | 21 |
| 2.5 Effetti al suolo e danni rilevanti.....  | 22 |
| 3 Conclusioni.....                           | 22 |

### Abstract

L'evento fortemente temporalesco che ha interessato la regione nella giornata del 13 settembre 2015 e nella prima parte del 14 settembre è stato associato al passaggio di due strutture frontali, parte di una vasta saccatura estesa dalle Isole Britanniche al Mediterraneo occidentale. Entrambe le strutture sono state caratterizzate da una configurazione barica che ha determinato convergenza sul Golfo Ligure di venti umidi meridionali, condizione tipicamente favorevole allo sviluppo di fenomeni intensi, stazionari e di piccola scala sulla nostra regione. L'evento è stato caratterizzato da precipitazioni molto intense e localizzate che sono state in grado di generare cumulate multiorarie areali fino a molto elevate. Queste hanno causato bruschi e repentini innalzamenti di diversi corsi d'acqua, specie sul Centro - Levante con locali esondazioni.

Le piogge più intense si sono manifestate nella serata del 13 settembre nella zona ligure compresa tra il bacino del torrente Bisagno e quello dell'Entella, interessando sia le aree costiere sia quelle interne. Gli scrosci di maggior rilievo hanno superato in numerose stazioni il valore di 100 mm/h con intensità molto forti sulle brevissime durate (dell'ordine dei 10-15 mm/5min) raggiungendo talvolta valori mai registrati nella serie storica della stessa stazione (e.g. Cabanne).

I suoli del tutto insaturi, dopo un periodo antecedente privo di precipitazioni, hanno smorzato gli effetti idrogeologici delle precipitazioni intense e copiose registrate, mitigandone la risonanza.

Ciò nonostante, si sono registrate diverse criticità idrologiche quali locali esondazioni e successivi effetti geologici quali *debris flow* e frane. Tra gli effetti al suolo più significativi è stata registrata l'esondazione del torrente Scrivia e di alcuni suoi affluenti come il Rio Carpi a Montoggio, l'esondazione del Trebbia a Gorreto e l'esondazione dell'Aveto a Cabanne e a Rezzoaglio sul versante padano, l'allagamento delle zone verdi in alveo alla foce dell'Entella e la locale esondazione del Lavagna a Carasco sul versante tirrenico. Nel capoluogo ligure, il torrente Bisagno ha raggiunto livelli prossimi all'esondazione senza però superare gli argini.

Nota. Dal presente elaborato sono escluse alcune stazioni dell'area E (Alpe Gorreto, Torriglia, Diga del Brugneto, Alpe Vobbia) i cui dati sono sottoposti ad un'accurata operazione di validazione. Una successiva prossima pubblicazione del seguente Rapporto d'Evento includerà anche queste stazioni e le relative altezze di pioggia opportunamente validate.

## 1 Analisi meteorologica

Tra il 13 ed il 14 settembre diverse strutture frontali hanno investito il continente europeo contribuendo a mantenere su di esso condizioni di marcata instabilità (Figura 1 e Figura 2).

Ai fini della comprensione della dinamica dell'evento che ha interessato nello stesso periodo la nostra regione, si focalizza l'attenzione sulla vasta struttura depressionaria che ha interessato la parte occidentale dell'Europa, caratterizzata da un minimo barico centrato sulle Isole Britanniche associato ad un'ampia saccatura estesa fino alla Penisola Iberica. Nel corso della giornata del 13 settembre tale onda depressionaria ha fatto il suo ingresso sul Mediterraneo centrale provocando un'intensificazione delle correnti occidentali in quota ed un forte richiamo da Sud-Est nei bassi strati, accentuando così l'avvezione calda ivi già presente. Analogamente a quanto accaduto in altri eventi del passato, tale configurazione ha favorito l'afflusso sul Mar Ligure tra masse d'aria umida trasportate dai flussi meridionali Sud-Ovest/Sud-Est carichi di umidità.

L'evento qui analizzato può essere ricondotto a due passaggi distinti: il primo, associato al settore caldo del fronte, nella mattinata del 13; il secondo, all'ingresso di aria fredda in quota tra il tardo pomeriggio del 13 e la mattinata del 14 (transito del fronte freddo). L'alta pressione presente sui settori Orientali dell'Europa ha, inoltre, contribuito a frenare l'avanzamento dell'onda depressionaria, conferendo carattere di stazionarietà all'intero sistema.

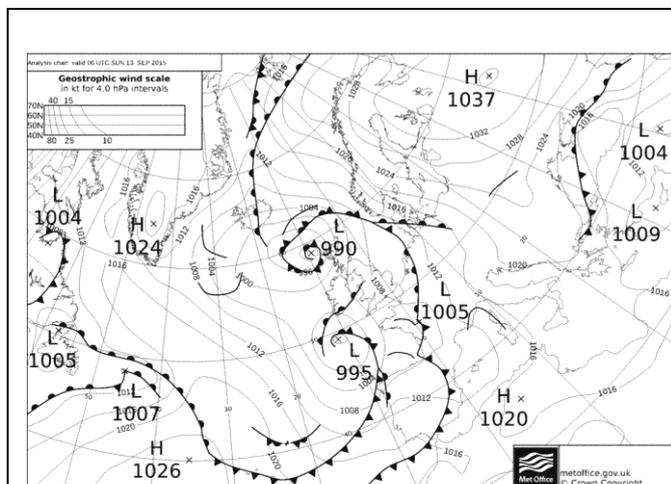


Figura 1 Analisi dei Fronti di Bracknell riferita alle 00 UTC del 13 settembre (elaborazione Met Office)

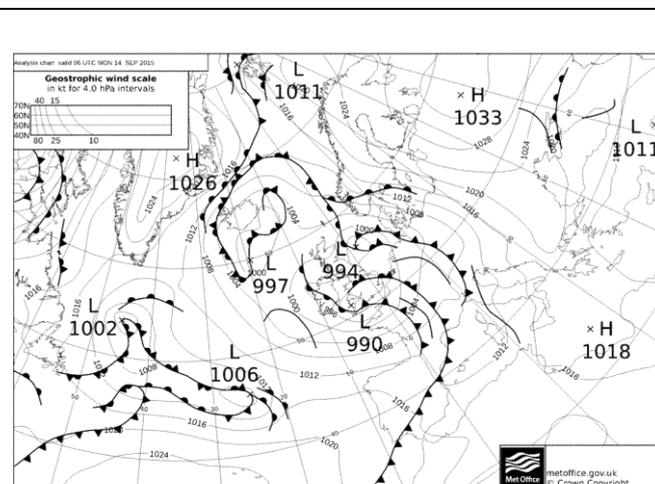


Figura 2 Analisi dei Fronti di Bracknell riferita alle 00 UTC del 14 settembre (elaborazione Met Office)

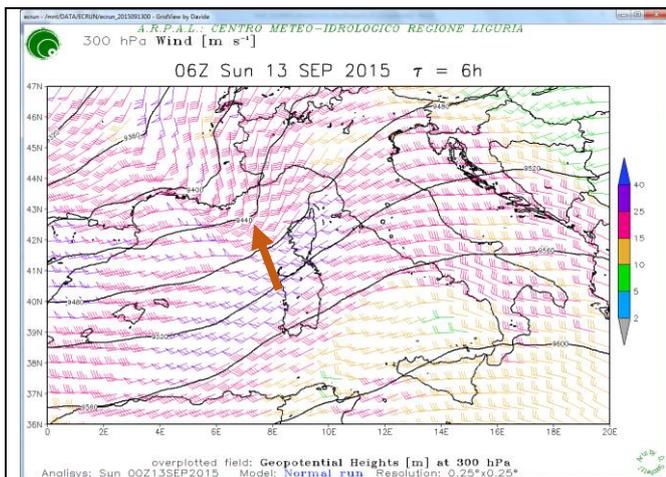


Figura 3 Immagine della corrente a getto alla tropopausa (300 hPa) riferita alle 06 UTC del 13 settembre 2015 (previsione a +6h del modello ECRUN inizializzato alle 00 UTC del 13 settembre 2015): appare evidente la spiccata divergenza tra la Francia e il Nord Italia

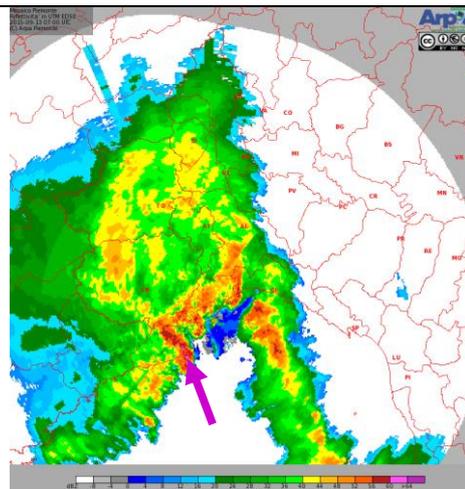


Figura 4 Mappa di riflettività da radar riferita alle ore 07.00 UTC del 13 settembre 2015: in evidenza la squall line (mosaico dei radar di Monte Settepani e Bric della Croce)

Fin dalle prime ore della mattina del 13 settembre la convergenza orografica determinata dall'intenso flusso umido da Sud-Est nei bassi livelli, unitamente al passaggio di un piccolo vortice di aria fredda in quota, hanno favorito la formazione di un'intensa struttura temporalesca organizzata (squall line) sul Ponente della regione. Tale struttura (indicata dalla freccia in Figura 4) è rimasta stazionaria per diverse ore sulla stessa area sconfinando in Piemonte, determinando precipitazioni intense sia sui versanti padani, sia in prossimità della costa. In questa prima fase dell'evento due elementi appaiono determinanti per comprendere la dinamica dei processi precipitativi:

- alla scala sinottica, la presenza di un flusso divergente in quota, determinato dalla curvatura della corrente a getto tra il Nord Italia e la Francia (indicato dalla freccia in Figura 3), che ha favorito convergenza nella bassa troposfera e conseguenti intense correnti ascendenti;
- alla scala locale, la convergenza nei bassi livelli sul Mar Ligure occidentale tra due flussi: il flusso caldo umido sul Centro-Levante (proveniente dal Tirreno), ed il flusso dai quadranti settentrionali sul Ponente, determinato dalla configurazione barica venutasi a creare (Figura 5 e Figura 6).

Entrambi i fattori sembrano aver avuto un ruolo determinante nell'innescare strutture temporalesche di piccola scala sul Golfo Ligure e nell'alimentarle, conferendo loro caratteristiche di stazionarietà e rendendole autorigeneranti.

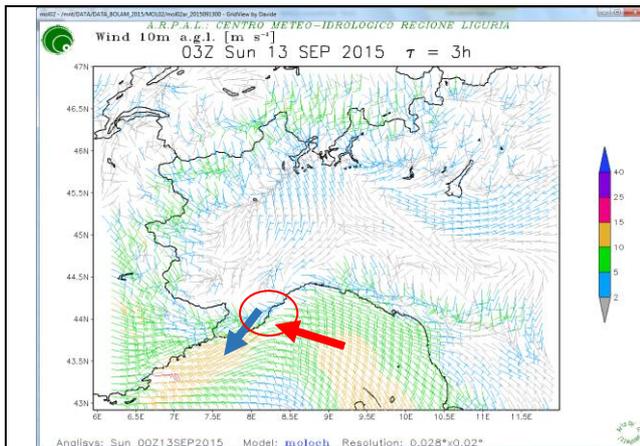


Figura 5 Mappa del vento a 10 m riferito alle 3 UTC del 13 settembre 2015 (previsione a +3h del modello MOLOCH inizializzato alle 00 UTC del 13 settembre 2015). In evidenza la convergenza dei flussi nei bassi livelli

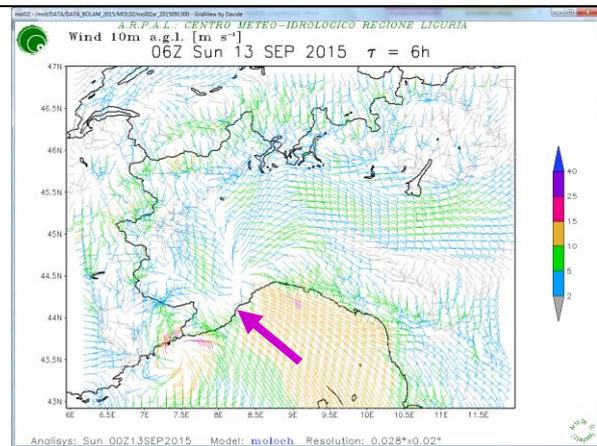


Figura 6 Mappa del vento a 10 m riferito alle 6 UTC del 13 settembre 2015 (previsione a +6h del modello MOLOCH inizializzato alle 00 UTC del 13 settembre 2015). In evidenza la convergenza del flusso contro l'orografia

Nella seconda parte della mattinata la struttura temporalesca sopra menzionata, sospinta dalle correnti sudoccidentali in quota, ha iniziato a spostarsi verso Levante, investendo progressivamente l'intera regione con temporali anche forti, senza tuttavia evidenziare carattere di stazionarietà.

Dopo una breve pausa nel primo pomeriggio, l'avvicinamento del fronte freddo ha portato nuova instabilità nell'area ligure generando fenomeni temporaleschi prefrontali (Figura 12). In particolare, nella serata del 13 settembre un nuovo intenso sistema convettivo alla mesoscala (MCS) autorigenerante si è innescato in prossimità del Monte di Portofino, sul settore centrale della regione. La coesistenza di diversi fattori appare aver assunto un ruolo di rilievo nel determinare la genesi, l'intensità e la persistenza della struttura.

In particolare

- l'elevata instabilità dell'area (di cui il CAPE di Figura 10 fornisce una rappresentazione), favorita dal perdurare del flusso caldo umido dai quadranti meridionali a tutte le quote fin dal mattino, e
- l'elevato contenuto di acqua precipitabile (Figura 8), fornito dalla persistente avvezione umida proveniente dalle coste tunisine (Figura 7)

hanno creato condizioni favorevoli all'accumulo di una considerevole quantità d'acqua in atmosfera in prossimità del Golfo Ligure.

Allo stesso tempo

- la convergenza dei flussi meridionali nei bassi livelli, accentuata dalla conformazione orografica del Golfo stesso (Figura 7), e
- la presenza di uno shear direzionale e di intensità del vento sulla colonna d'aria, causato da un intenso jet in quota (Figura 9)

sono risultati determinanti nel concentrare l'acqua su una piccola porzione di territorio, nel conferire carattere di organizzazione e stazionarietà alla struttura convettiva venutasi a formare e nel far sì che essa assumesse la caratteristica forma V-Shape, con asse orientato in direzione Sud Ovest - Nord Est (Figura 11).

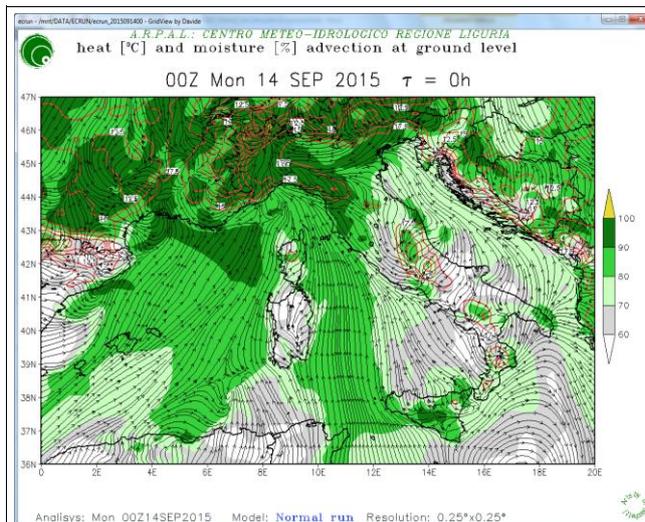


Figura 7 Mappa di avvezione di umidità e temperatura a livello del suolo riferita alle 00 UTC del 14 settembre 2015 (analisi del modello ECRUN inizializzato alle 00 UTC del 14 settembre 2015). In evidenza la *plume* di umidità e la convergenza dei venti sul Mar Ligure

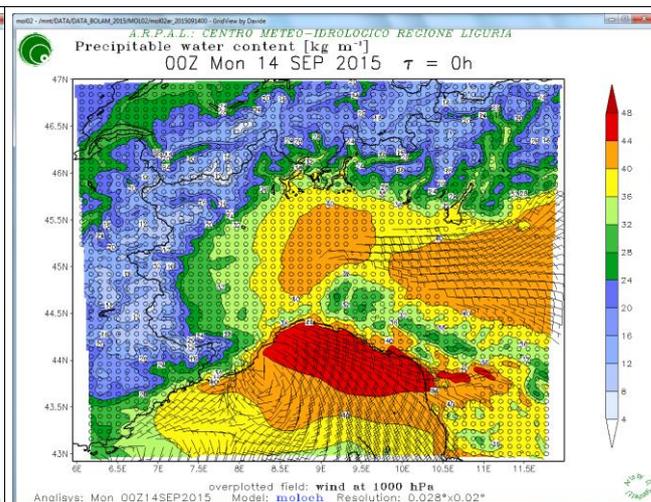


Figura 8 Mappa del contenuto d'acqua precipitabile riferita alle 00 UTC del 14 settembre 2015 (analisi del modello MOLOCH inizializzato alle 00 UTC del 14 settembre 2015). In rosso l'elevato valore (oltre 40 kg/m<sup>3</sup>) del contenuto di acqua precipitabile nella massa d'aria portata dai flussi meridionali

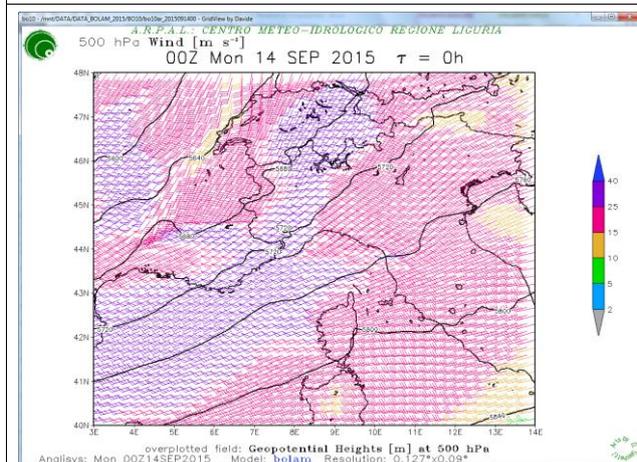


Figura 9 Mappa del campo di vento alla tropopausa e del geopotenziale a 500 hPa (contour nero) riferita alle 00 UTC del 14 settembre 2015 (analisi del modello BOLAM10 inizializzato alle 00 UTC del 14 settembre 2015)

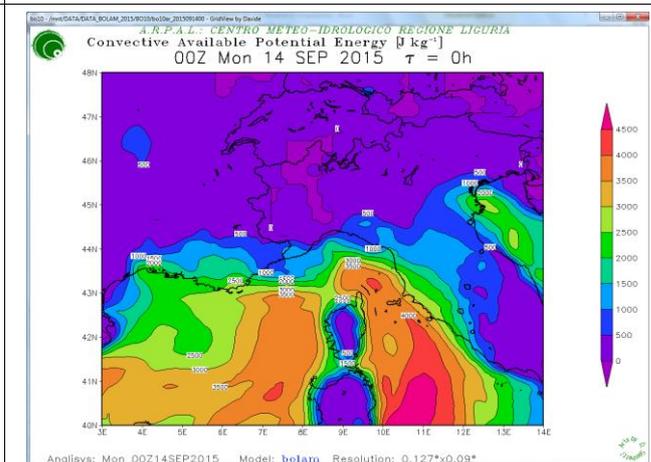


Figura 10 Mappa del CAPE (Convective Available Potential Energy), analisi del modello BOLAM10 inizializzato alle 00 UTC del 14 settembre 2015. Si noti l'elevato valore dell'indice sul Mar Ligure, i valori sono dell'ordine di 3500-4000 J/kg

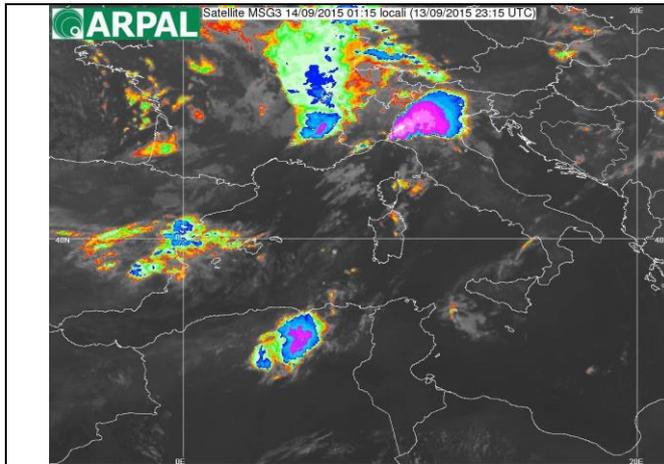


Figura 11 Immagine da satellite MSG nel canale IR 10,8 riferita alle ore 23.15 UTC del 13 settembre: appare evidente la vasta struttura temporalesca sul settore centrale della regione. In evidenza anche la caratteristica forma a "V" della cella temporalesca: la parte bianca corrisponde alla zona più fredda e di massimo sviluppo verticale della nube

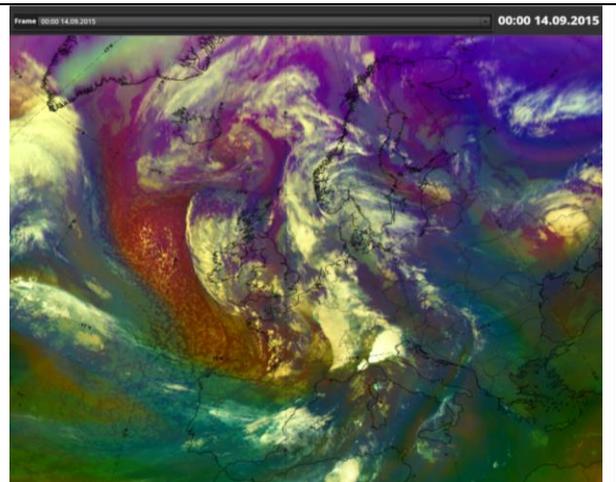


Figura 12 Immagine da satellite MSG (combinazione RGB AIRMASS) riferita alle 00 UTC del 14 settembre 2015 (elaborazione <http://eumetrain.org/eport.html>): in evidenza l'anomalia alla tropopausa associata all'avvezione di aria fredda in quota (colore rosso) e la spiccata attività temporalesca sul Nord Italia

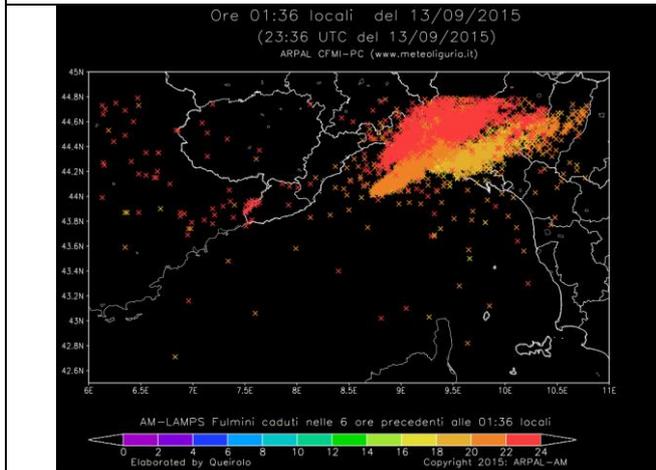


Figura 13 Mappa di fulminazione relativa alle 6 ore precedenti alle 23.36 UTC del 13 settembre (rilevazione rete LAMPS dell'Aeronautica Militare). Si noti l'intensa attività elettrica legata agli intensi fenomeni temporaleschi, in spostamento dal largo del Mar Ligure verso la costa e l'entroterra di Levante tra la sera del 13 settembre (fulminazioni in giallo) e la mezzanotte del 14 (fulminazioni in rosso)

Sulla nostra regione l'intenso sistema convettivo ha causato, nel corso della notte tra il 13 ed 14 settembre, precipitazioni molto intense e stazionarie. Le piogge hanno interessato inizialmente il Tigullio e l'alta Val di Vara, per poi spostarsi lentamente ad ovest del Monte di Portofino fino a giungere sul capoluogo, dove hanno fatto registrare valori molto elevati sia sulla fascia costiera che nei rispettivi entroterra (123 mm/1h a Cabanne, 112

mm/1h a Croce d'Orero). Come si può notare dalla mappa delle fulminazioni di Figura 13 l'evento è stato caratterizzato anche da un'intensa attività elettrica, a testimonianza della marcata instabilità ad esso associata: nel corso della notte sono state registrate complessivamente sul Mar Ligure e sui territori attraversati dal sistema oltre 28.000 scariche elettriche.

Nel corso della serata, i sostenuti flussi da Sud-Ovest in quota hanno favorito il progressivo svalicamento da parte della struttura temporalesca dell'Appennino Tosco-Emiliano. La marcata instabilità dell'area e la persistenza del flusso divergente in quota hanno continuato a mantenere attivo il sistema temporalesco che ha quindi avuto modo così di intensificarsi ulteriormente nelle aree più interne. Particolarmente colpita è stata la provincia di Reggio-Emilia, dove sono state registrate precipitazioni molto forti con intensità orarie superiori ai 100 mm/h ed elevata persistenza. I fenomeni hanno determinato importanti piene fluviali e colate detritiche con conseguenti danni ingenti e perdite di vite umane.

Tra le 3 e le 5 della mattina del 14 settembre il movimento verso est del fronte freddo ha favorito l'innescò di una nuova struttura temporalesca non stazionaria che ha investito inizialmente l'estremo Ponente, causando temporali anche forti, per poi spostarsi rapidamente verso Est. Questo passaggio ha anche causato la definitiva disposizione dei venti nei bassi strati da Sud-Ovest, determinando così la fine delle condizioni favorevoli al mantenimento dell'MCS. Le due strutture si sono unite, causando ancora forti temporali e facendo registrare le raffiche di vento più intense dell'evento (picchi superiori a 150 km/h). L'intera struttura si è infine allontanata verso Nord Est, lasciando ancora spazio a una residua instabilità che ha interessato il Centro-Levante della regione fino alle prime ore del pomeriggio.

## 2 Dati Osservati

### 2.1 Analisi Pluviometrica

Tra le mattinate del 13 e 14 settembre 2015 una perturbazione a tratti stazionaria, ha interessato la Liguria apportando precipitazioni copiose sull'intera regione. L'evento, seppur diffuso, ha fatto registrare nella mattinata del 13 settembre cumulate fino a MOLTO ELEVATE ed intensità generalmente MOLTO FORTI sul ponente ligure. Dopo una netta pausa delle precipitazioni nella parte centrale del 13 settembre, la perturbazione ha ripreso vigore a partire dalla serata, assumendo le caratteristiche di un sistema convettivo alla mesoscala (MCS) che ha generato precipitazioni di intensità MOLTO FORTE e dai quantitativi MOLTO ELEVATI sul Centro-Levante della regione. Solo nella mattinata del 14 settembre si è assistito ad un progressivo esaurimento dei fenomeni.

#### 2.1.1 Analisi dei dati a scala areale

L'evento si può dividere temporalmente in due fasi distinte, quella pre-frontale e quella frontale.

La fase pre-frontale ha portato le precipitazioni più consistenti nella mattinata del 13 settembre sul Ponente, dove si sono registrate cumulate areali su 12 ore fino a ELEVATE (96 mm/12 ore sull'area D).

A partire dalla serata del 13 settembre, la fase frontale ha prodotto precipitazioni in graduale intensificazione nella notte ed in lento e progressivo spostamento da Levante a Ponente. I fenomeni hanno evidenziato una certa stazionarietà per diverse ore su un'area compresa tra le province di Genova e La Spezia, in particolare tra il bacino del Bisagno, sulla costa, ed il bacino dello Scrivia nell'entroterra del Genovesato, nonché sull'Entella e sull'alto Vara. In questa seconda fase sono stati osservati quantitativi areali fino a MOLTO ELEVATI (168 mm/12 ore sull'area E). Soltanto nelle ore antelucane del 14 settembre, la perturbazione, perdendo le caratteristiche di stazionarietà, ha abbandonato rapidamente la Liguria.

Essendo evidente la pausa nelle precipitazioni tra la fase prefrontale e quella frontale, vengono forniti i dati di precipitazione in due differenti tabelle in cui sono sintetizzate le massime medie areali per le diverse durate. La prima tabella è riferita all'intervallo tra le 22.00 UTC del 12/09/2015 e le 10.00 UTC del 13/09/2015; la seconda all'intervallo tra le 10.00 UTC del 13/09/2015 e le 10.00 UTC del 14/09/2015.

| Zona allerta | 1h (mm)                   | 3h (mm)                   | 6h (mm)                   | 12h (mm)                  | 24h (mm)                  | Durata evento (12 ore) |
|--------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|
| A            | 14<br>13/09/2015<br>07:00 | 40<br>13/09/2015<br>08:00 | 54<br>13/09/2015<br>09:00 | 55<br>13/09/2015<br>10:00 | 55<br>13/09/2015<br>10:00 | 55                     |
| B            | 21<br>13/09/2015<br>07:00 | 59<br>13/09/2015<br>09:00 | 68<br>13/09/2015<br>10:00 | 69<br>13/09/2015<br>10:00 | 69<br>13/09/2015<br>10:00 | 69                     |
| C            | 12<br>13/09/2015<br>10:00 | 20<br>13/09/2015<br>10:00 | 20<br>13/09/2015<br>10:00 | 20<br>13/09/2015<br>10:00 | 20<br>13/09/2015<br>10:00 | 20                     |
| D            | 35<br>13/09/2015<br>07:00 | 76<br>13/09/2015<br>08:00 | 95<br>13/09/2015<br>10:00 | 96<br>13/09/2015<br>10:00 | 96<br>13/09/2015<br>10:00 | 96                     |
| E            | 15<br>13/09/2015<br>10:00 | 39<br>13/09/2015<br>10:00 | 39<br>13/09/2015<br>10:00 | 39<br>13/09/2015<br>10:00 | 39<br>13/09/2015<br>10:00 | 39                     |

Tabella 1 Massime medie areali sulle zone di allertamento delle cumulate di pioggia registrate per diverse durate nel periodo compreso tra le 22.00 UTC del 12/09/2015 e le 10.00 UTC del 13/09/2015.

| Zona allerta | 1h (mm)                   | 3h (mm)                   | 6h (mm)                    | 12h (mm)                   | 24h (mm)                   | Durata evento (24 ore) |
|--------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------|
| A            | 16<br>14/09/2015<br>01:00 | 25<br>14/09/2015<br>02:00 | 26<br>14/09/2015<br>03:00  | 31<br>14/09/2015<br>01:00  | 33<br>14/09/2015<br>10:00  | 33                     |
| B            | 11<br>14/09/2015<br>02:00 | 31<br>14/09/2015<br>02:00 | 47<br>14/09/2015<br>03:00  | 55<br>14/09/2015<br>03:00  | 55<br>14/09/2015<br>10:00  | 55                     |
| C            | 14<br>13/09/2015<br>22:00 | 24<br>13/09/2015<br>23:00 | 36<br>13/09/2015<br>22:00  | 50<br>14/09/2015<br>04:00  | 60<br>14/09/2015<br>10:00  | 60                     |
| D            | 15<br>14/09/2015<br>01:00 | 23<br>14/09/2015<br>02:00 | 26<br>14/09/2015<br>02:00  | 29<br>14/09/2015<br>02:00  | 29<br>14/09/2015<br>10:00  | 29                     |
| E            | 34<br>14/09/2015<br>01:00 | 92<br>14/09/2015<br>01:00 | 153<br>14/09/2015<br>03:00 | 168<br>14/09/2015<br>05:00 | 170<br>14/09/2015<br>10:00 | 170                    |

Tabella 2 Massime medie areali sulle zone di allertamento delle cumulate di pioggia registrate per diverse durate nel periodo compreso tra le 10.00 UTC del 13/09/2015 e le 10.00 UTC del 14/09/2015.

Dal confronto tra le tabelle si nota come la prima parte dell'evento abbia colpito maggiormente il Ponente ligure mentre la seconda parte il Levante. Infatti, nelle aree di allerta del Centro-Ponente, in particolar modo su D, le medie areali per durate sino a 6 ore (durata delle precipitazioni prefrontali) sono risultate maggiori nella mattinata del 13 settembre mentre sulle aree del Levante ligure, specialmente su E, le massime medie areali sono decisamente state più rilevanti nella notte del 14 settembre.

Di seguito si riportano le mappe di precipitazione cumulata areale relative ai giorni 13 e 14 settembre. Tali mappe sono ottenute dai dati puntuali della rete di misura OMIRL, mediante algoritmo di interpolazione con l'inverso della distanza al quadrato.

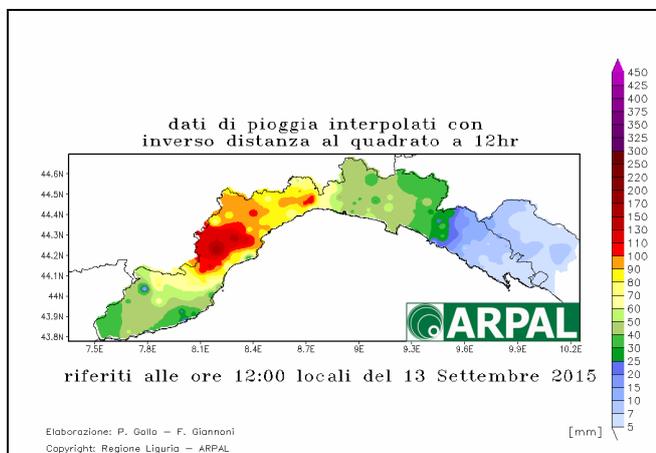


Figura 14 Piogge cumulate in 12 ore tra le 22.00 UTC del 12/09/2015 e le 10.00 UTC del 13/09/2015

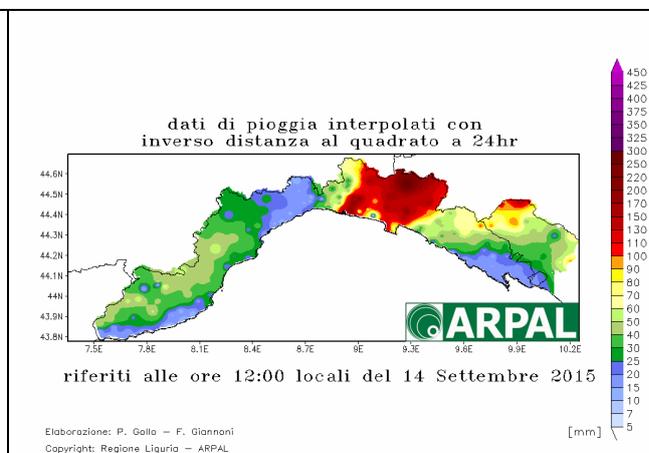


Figura 15 Piogge cumulate in 24 ore tra le 10.00 UTC del 13/09/2015 e le 10.00 UTC del 14/09/2015

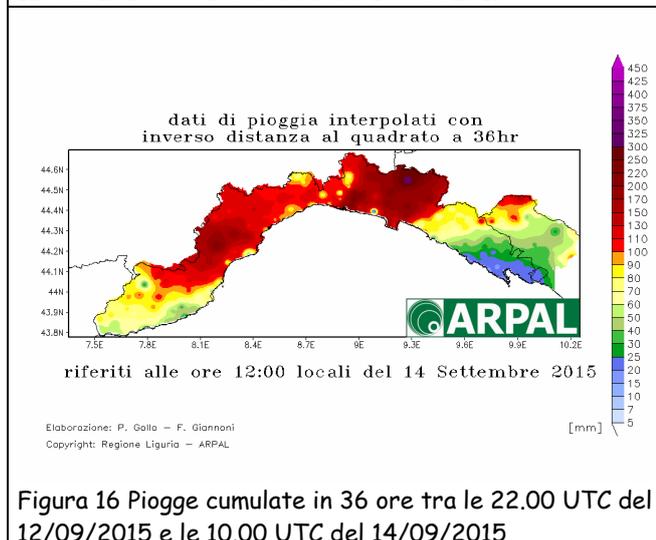


Figura 16 Piogge cumulate in 36 ore tra le 22.00 UTC del 12/09/2015 e le 10.00 UTC del 14/09/2015

Dalle mappe di pioggia interpolata, si nota come le precipitazioni durante l'evento siano state DIFFUSE su tutto il territorio regionale ma con i valori maggiori localizzati sull'area D nella mattinata del 13 settembre (Figura 14) e, tra Genova e Chiavari, sia sulla costa che nell'interno, nella nottata del 14 settembre (Figura 15). In entrambe le fasi, le aree più colpite evidenziano cumulate localmente MOLTO ELEVATE (superiori a 110 mm/12h e 145 mm/24h). La mappa della cumulata a scala d'evento, su 36 ore (Figura 16), evidenzia la copertura delle precipitazioni su quasi la totalità del suolo regionale con valori che localmente hanno raggiunto e superato le medie mensili.

Si noti che, nella prima fase dell'evento, mentre il Ponente è interessato da piogge localmente MOLTO FORTI in intensità e dai quantitativi MOLTO ELEVATI, il Levante (da Sestri Levante a Sarzana) è risparmiato dalle precipitazioni. Nella seconda fase, invece, mentre il Levante è colpito dalle piogge più intense (intensità MOLTO

FORTI e quantitativi MOLTO ELEVATI), anche il Ponente è interessato da precipitazioni ELEVATE in quantità e FORTI in intensità.

### 2.1.2 Analisi dei dati puntuali

Dall'analisi dei valori puntuali ai pluviometri risulta che le piogge registrate durante l'evento del 13 e 14 settembre hanno raggiunto localmente intensità MOLTO FORTI e quantità MOLTO ELEVATE su diverse stazioni di più zone di allertamento. Le intensità sulle brevissime e brevi durate sono state MOLTO FORTI. Diverse sono le stazioni in cui l'intensità oraria ha superato i 100 mm/h: valori di tale entità non erano mai stati osservati dall'inizio delle registrazioni per alcune di esse (Cabanne).

Nella prima parte dell'evento, della durata di circa 6 ore, le massime precipitazioni puntuali hanno evidenziato intensità MOLTO FORTI sulle brevi durate (1 e 3 ore) che sono state in grado di generare quantità MOLTO ELEVATE sulle aree A, D e B; più contenuti i valori sulle altre aree: intensità FORTI e quantità ELEVATE sull'area C, intensità MODERATE e quantità SIGNIFICATIVE sull'area E. Nella seconda parte dell'evento, di durata compresa tra le 6 e le 12 ore, le precipitazioni hanno registrato intensità MOLTO FORTI sulle brevissime e brevi durate (tra 5 minuti e 3 ore) e quantità MOLTO ELEVATE per durate maggiori (6, 12 e 24 ore) sulle aree B, C ed E; intensità al più FORTI e quantità ELEVATE sulle restanti aree A e D.

Al fine di evidenziare le massime intensità e quantità registrate nelle due fasi dell'evento, si riportano i valori tabellari dei due momenti ritenuti più significativi, tra le 22.00 UTC del 12/09 e le 10.00 UTC del 13/09 (12 ore) e tra le 10.00 UTC del 13/09 e le 10.00 UTC del 14/09 (24 ore).

| AREA | (mm/5min)   | (mm/10min)  | (mm/15min)  | (mm/30min)   | (mm/45min)  |
|------|---|---|---|--|---|
| A    | 14<br>Colle S. Bernardo<br>(CLROS)<br>13/09/2015 06:05        | 21<br>Colle del Melogno<br>(CMELO)<br>13/09/2015 06:05        | 25<br>Colle del Melogno<br>(CMELO)<br>13/09/2015 06:05        | 42<br>Colle del Melogno<br>(CMELO)<br>13/09/2015 06:25 | 53<br>Colle del Melogno<br>(CMELO)<br>13/09/2015 06:30        |
| B    | 17<br>Mele<br>(MELEE)<br>13/09/2015 08:15                     | 30<br>Mele<br>(MELEE)<br>13/09/2015 08:15                     | 39<br>Mele<br>(MELEE)<br>13/09/2015 08:15                     | 57<br>Mele<br>(MELEE)<br>13/09/2015 08:20              | 81<br>Mele<br>(MELEE)<br>13/09/2015 08:15                     |
| C    | 16<br>Cavi di Lavagna<br>(CAVIP)<br>13/09/2015 09:40          | 25<br>Cavi di Lavagna<br>(CAVIP)<br>13/09/2015 09:40          | 31<br>Cavi di Lavagna<br>(CAVIP)<br>13/09/2015 09:45          | 39<br>Cavi di Lavagna<br>(CAVIP)<br>13/09/2015 10:00   | 39<br>Cavi di Lavagna<br>(CAVIP)<br>13/09/2015 10:00          |
| D    | 14<br>Urbe - Vara<br>Superiore<br>(URVAS)<br>13/09/2015 07:00 | 25<br>Urbe - Vara<br>Superiore<br>(URVAS)<br>13/09/2015 07:05 | 32<br>Urbe - Vara<br>Superiore<br>(URVAS)<br>13/09/2015 07:10 | 54<br>Piampaludo<br>(PIAMP)<br>13/09/2015 07:00        | 48<br>Urbe - Vara<br>Superiore<br>(URVAS)<br>13/09/2015 07:15 |
| E    | 5<br>Loco Carchelli<br>(LOCO)<br>13/09/2015 09:20             | 18<br>Barbagelata<br>(BRGEL)<br>13/09/2015 09:20              | 11<br>Loco Carchelli<br>(LOCO)<br>13/09/2015 09:25            | 30<br>Barbagelata<br>(BRGEL)<br>13/09/2015 09:40       | 19<br>Loco Carchelli<br>(LOCO)<br>13/09/2015 09:55            |

Tabella 3 Valori massimi PUNTUALI di precipitazione registrati dai pluviometri della rete OMIRL nel periodo tra le 22.00 UTC del 12/09/2015 e le 10.00 UTC del 13/09/2015 distinti per zone di allertamento e per diverse durate sub-orarie.

| AREA | (mm/1h)   | (mm/3h)  | (mm/6h)  | (mm/12h)   | (mm/24h)   | Durata Evento<br>(mm/12h)           |
|------|---|--|--|--|--|-------------------------------------|
| A    | 65<br>Colle del Melogno<br>(CMELO)<br>13/09/2015<br>06:50 | 133<br>Colle del Melogno<br>(CMELO)<br>13/09/2015<br>07:55 | 165<br>Colle del Melogno<br>(CMELO)<br>13/09/2015<br>09:25 | 166<br>Colle del Melogno<br>(CMELO)<br>13/09/2015<br>09:10 | 166<br>Colle del Melogno<br>(CMELO)<br>13/09/2015<br>09:25 | 166<br>Colle del Melogno<br>(CMELO) |
| B    | 103<br>Mele<br>(MELEE)<br>13/09/2015<br>08:20             | 117<br>Mele<br>(MELEE)<br>13/09/2015<br>09:35              | 120<br>Montagna<br>(MONTA)<br>13/09/2015<br>09:25          | 122<br>Montagna<br>(MONTA)<br>13/09/2015<br>09:25          | 122<br>Montagna<br>(MONTA)<br>13/09/2015<br>09:25          | 122<br>Montagna<br>(MONTA)          |
| C    | 39<br>Cavi di Lavagna<br>(CAVIP)<br>13/09/2015<br>10:00   | 58<br>Ognio<br>(OGNIO)<br>13/09/2015<br>09:50              | 58<br>Ognio<br>(OGNIO)<br>13/09/2015<br>09:50              | 58<br>Ognio<br>(OGNIO)<br>13/09/2015<br>09:50              | 58<br>Ognio<br>(OGNIO)<br>13/09/2015<br>09:50              | 58<br>Ognio<br>(OGNIO)              |
| D    | 70<br>Mallare<br>(MLARE)<br>13/09/2015<br>06:40           | 134<br>Mallare<br>(MLARE)<br>13/09/2015<br>08:10           | 158<br>Monte Settepani<br>(MSETT)<br>13/09/2015<br>09:10   | 159<br>Monte Settepani<br>(MSETT)<br>13/09/2015<br>09:10   | 159<br>Monte Settepani<br>(MSETT)<br>13/09/2015<br>10:00   | 159<br>Monte Settepani<br>(MSETT)   |
| E    | 33<br>Barbagelata<br>(BRGEL)<br>13/09/2015<br>10:00       | 50<br>Barbagelata<br>(BRGEL)<br>13/09/2015<br>10:00        | 50<br>Barbagelata<br>(BRGEL)<br>13/09/2015<br>10:00        | 50<br>Barbagelata<br>(BRGEL)<br>13/09/2015<br>10:00        | 50<br>Barbagelata<br>(BRGEL)<br>13/09/2015<br>10:00        | 50<br>Barbagelata<br>(BRGEL)        |

Tabella 4 Valori massimi PUNTUALI di precipitazione registrati dai pluviometri della rete OMIRL nel periodo tra le 22.00 UTC del 12/09/2015 e le 10.00 UTC del 13/09/2015 distinti per zone di allertamento e per diverse durate superiori all'ora.

| AREA | (mm/5min)   | (mm/10min)   | (mm/15min)  | (mm/30min)   | (mm/45min)  |
|------|---|--|---|--|---|
| A    | 11<br>Colle D'Oggia<br>(CODOG)<br>14/09/2015 00:15  | 20<br>Colle D'Oggia<br>(CODOG)<br>14/09/2015 00:20 | 24<br>Colle D'Oggia<br>(CODOG)<br>14/09/2015 00:20    | 37<br>Colle del Melogno<br>(CMELO)<br>14/09/2015 00:50 | 46<br>Alto - Madonna del<br>Lago<br>(ALTOM)<br>14/09/2015 00:30 |
| B    | 16<br>Vicomorasso<br>(VICOM)<br>14/09/2015 02:10    | 23<br>Vicomorasso<br>(VICOM)<br>14/09/2015 02:10   | 29<br>Genova - Geirato<br>(GEGEI)<br>14/09/2015 02:15 | 55<br>Camogli<br>(CAMOG)<br>13/09/2015 21:30           | 79<br>Camogli<br>(CAMOG)<br>13/09/2015 21:30                    |
| C    | 15<br>Pian dei Ratti<br>(PRTTI)<br>13/09/2015 21:35 | 25<br>Croce Orero<br>(ORERO)<br>13/09/2015 21:25   | 35<br>Croce Orero<br>(ORERO)<br>13/09/2015 21:25      | 64<br>Croce Orero<br>(ORERO)<br>13/09/2015 21:45       | 90<br>Croce Orero<br>(ORERO)<br>13/09/2015 21:45                |

|   |   |  |   |  |   |
|---|---|--|---|--|---|
| D | 8<br>Altare<br>(SELSV)<br>14/09/2015 00:50          | 15<br>Altare<br>(SELSV)<br>14/09/2015 00:55  | 20<br>Altare<br>(SELSV)<br>14/09/2015 00:55         | 32<br>Monte Settepani<br>(MSETT)<br>14/09/2015 00:50 | 31<br>Altare<br>(SELSV)<br>14/09/2015 00:55         |
| E | 14<br>Loco Carchelli<br>(LOCOC)<br>14/09/2015 00:30 | 30<br>Rovegno<br>(ROVEG)<br>14/09/2015 00:30 | 36<br>Loco Carchelli<br>(LOCOC)<br>14/09/2015 00:35 | 74<br>Rovegno<br>(ROVEG)<br>14/09/2015 00:50         | 83<br>Loco Carchelli<br>(LOCOC)<br>14/09/2015 01:10 |

Tabella 5 Valori massimi PUNTUALI di precipitazione registrati dai pluviometri della rete OMIRL nel periodo tra le 10.00 UTC del 13/09/2015 e le 10.00 UTC del 14/09/2015 distinti per zone di allertamento e per diverse durate sub-orarie.

| AREA | (mm/1h)   | (mm/3h)   | (mm/6h)   | (mm/12h)  | (mm/24h)  | Durata Evento<br>(mm/24h)        |
|------|---|---|---|---|---|----------------------------------|
| A    | 49<br>Alto - Madonna<br>del Lago<br>(AL TOM)<br>14/09/2015<br>00:40 | 55<br>Alto - Madonna<br>del Lago<br>(AL TOM)<br>14/09/2015<br>00:40 | 56<br>Alto - Madonna<br>del Lago<br>(AL TOM)<br>14/09/2015<br>00:40 | 60<br>Alto - Madonna<br>del Lago<br>(AL TOM)<br>14/09/2015<br>00:40 | 64<br>Pieve di Teco<br>(PTECO)<br>14/09/2015<br>09:05   | 64<br>Pieve di Teco<br>(PTECO)   |
| B    | 97<br>Camogli<br>(CAMOG)<br>13/09/2015<br>21:30                     | 168<br>Genova Geirato<br>(GEGEI)<br>14/09/2015<br>00:50             | 208<br>Genova Geirato<br>(GEGEI)<br>14/09/2015<br>02:20             | 219<br>Genova Geirato<br>(GEGEI)<br>14/09/2015<br>02:20             | 223<br>Genova Geirato<br>(GEGEI)<br>14/09/2015<br>09:05 | 223<br>Genova Geirato<br>(GEGEI) |
| C    | 112<br>Croce Orero<br>(ORERO)<br>13/09/2015<br>21:55                | 160<br>Croce Orero<br>(ORERO)<br>13/09/2015<br>22:45                | 171<br>Croce Orero<br>(ORERO)<br>14/09/2015<br>01:35                | 191<br>Croce Orero<br>(ORERO)<br>14/09/2015<br>04:15                | 229<br>Croce Orero<br>(ORERO)<br>14/09/2015<br>09:05    | 229<br>Croce Orero<br>(ORERO)    |
| D    | 46<br>Monte Settepani<br>(MSETT)<br>14/09/2015<br>00:50             | 55<br>Monte Settepani<br>(MSETT)<br>14/09/2015<br>01:00             | 57<br>Monte Settepani<br>(MSETT)<br>14/09/2015<br>01:00             | 59<br>Monte Settepani<br>(MSETT)<br>14/09/2015<br>01:00             | 59<br>Monte Settepani<br>(MSETT)<br>14/09/2015<br>09:10 | 59<br>Monte Settepani<br>(MSETT) |
| E    | 124<br>Cabanne<br>(CABAN)<br>13/09/2015<br>22:20                    | 190<br>Cabanne<br>(CABAN)<br>13/09/2015<br>23:00                    | 274<br>Loco Carchelli<br>(LOCOC)<br>14/09/2015<br>02:40             | 288<br>Loco Carchelli<br>(LOCOC)<br>14/09/2015<br>02:50             | 308<br>Loco Carchelli<br>(LOCOC)<br>14/09/2015<br>09:05 | 308<br>Loco Carchelli<br>(LOCOC) |

Tabella 6 Valori massimi PUNTUALI di precipitazione registrati dai pluviometri della rete OMIRL nel periodo tra le 10.00 UTC del 13/09/2015 e le 10.00 UTC del 14/09/2015 distinti per zone di allertamento e per diverse durate superiori all'ora.

Si noti che alcuni massimi pluviometrici registrati sulle durate sub-orarie di 15 minuti da alcune stazioni localizzate in area D ed E, specie nella prima fase dell'evento, risultano essere inferiori rispetto ai massimi sulle durate sub-orarie di 10 minuti, così come alcuni massimi su 45 minuti sono inferiori ad alcuni misurati su 30 minuti (area D ed E nella Tabella 3; area D nella Tabella 5). Tale apparente discrepanza è riconducibile alla differente risoluzione

temporale dei dati pluviometrici delle stazioni padane (aree D e E): una buona parte di queste registra infatti altezze di pioggia ogni 10 minuti mentre un minor numero di stazioni misura ogni 5 minuti. Per tale motivo, i massimi sulle durate di 15 e 45 minuti possono essere stimati solamente sul quel numero ridotto di stazioni che registra ogni 5 minuti, stazioni che, durante l'evento in oggetto, non sono quelle che hanno fatto registrare i massimi sulle durate di 10 e 30 minuti.

Si riportano di seguito gli ietogrammi significativi relativi ad alcune stazioni che hanno registrato i valori massimi puntuali sulle diverse aree di allertamento. Le intensità di pioggia, valutate in base alle cumulate su 1 e 3 ore, e le quantità, valutate in base alle cumulate su 6, 12 e 24 ore, sono definite in accordo con le soglie stabilite dal CFMI-PC.

Da notare che gli ietogrammi sotto mostrati (Figura 17 - Figura 30) rappresentano l'intensità di pioggia oraria a finestra fissa inizializzata alle 00 di ogni ora. Le altezze di pioggia potrebbero quindi essere diverse da quelle indicate nelle due precedenti tabelle (Tabella 4 - Tabella 6), dove le altezze di pioggia oraria sono stimate a finestra mobile.

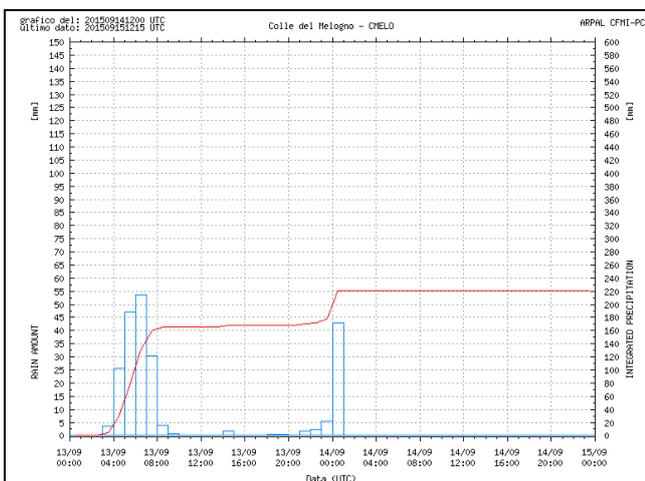


Figura 17 Ietogramma e cumulata a Colle del Melogno (A)  
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) molto forti  
QUANTITA': (mm/6h, mm/12h, mm/24h) molto elevate

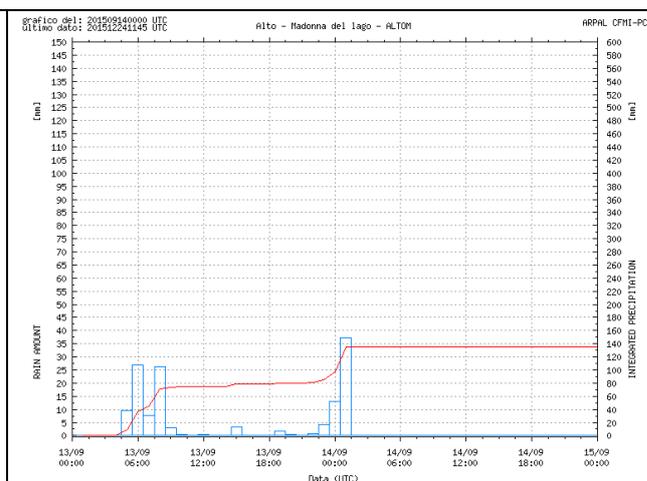


Figura 18 Ietogramma e cumulata ad Alto (A)  
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) forti  
QUANTITA': (mm/6h, mm/12h, mm/24h) elevate

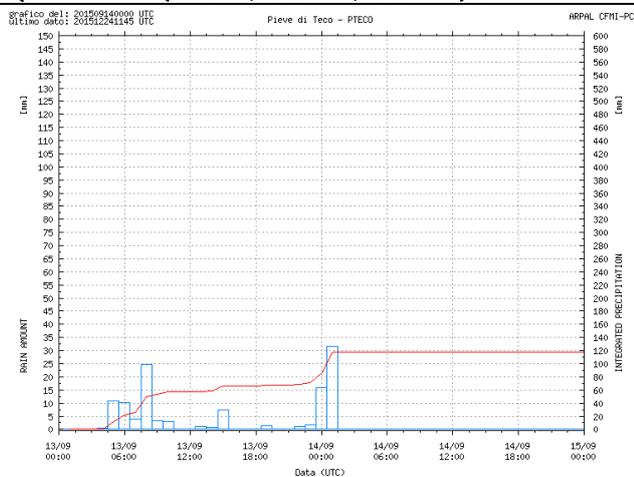


Figura 19 Ietogramma e cumulata a Pieve di Tecò (A)  
INTENSITA': (mm/1h) forti, (mm/3h) moderate

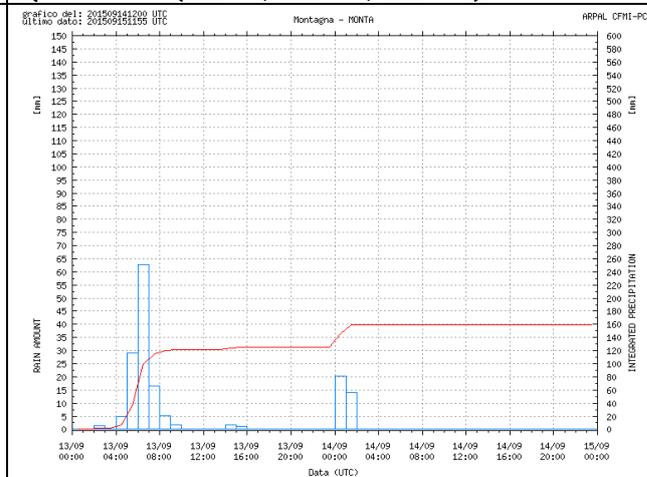


Figura 20 Ietogramma e cumulata a Montagna (B)  
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) molto forti

**QUANTITA': (mm/6h, mm/12h, mm/24h) elevate**

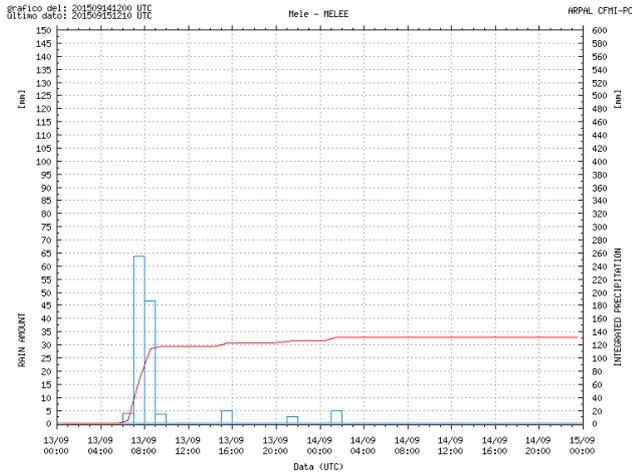


Figura 21 Ietogramma e cumulata a Mele (B)  
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) molto forti  
QUANTITA': (mm/6h, mm/12h, mm/24h) molto elevate

**QUANTITA': (mm/6h, mm/12h, mm/24h) molto elevate**

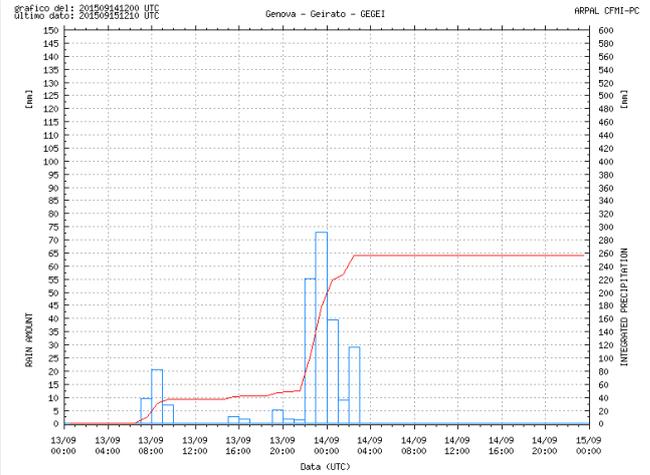


Figura 22 Ietogramma e cumulata a Genova Geirato (B)  
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) molto forti  
QUANTITA': (mm/6h, mm/12h, mm/24h) molto elevate

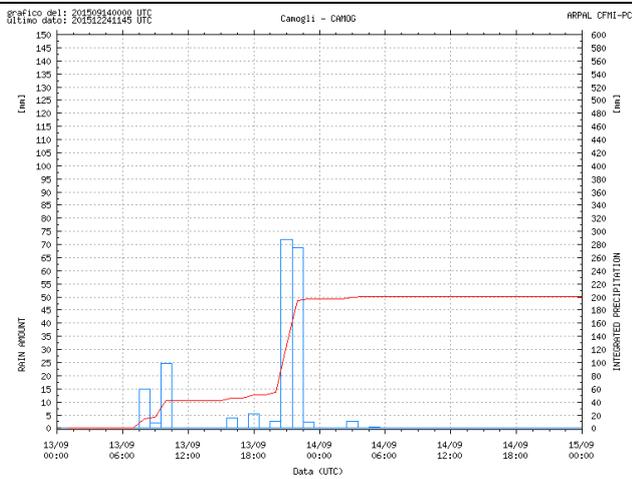


Figura 23 Ietogramma e cumulata a Camogli (B)  
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) molto forti  
QUANTITA': (mm/6h, mm/12h, mm/24h) molto elevate

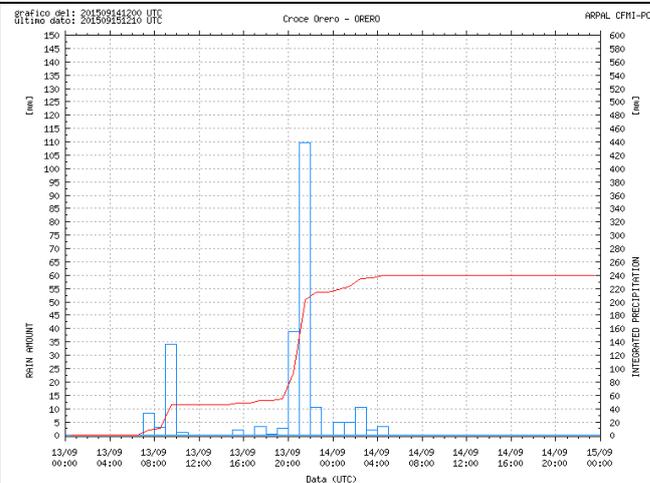


Figura 24 Ietogramma e cumulata a Croce Orero (C)  
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) molto forti  
QUANTITA': (mm/6h, mm/12h, mm/24h) molto elevate

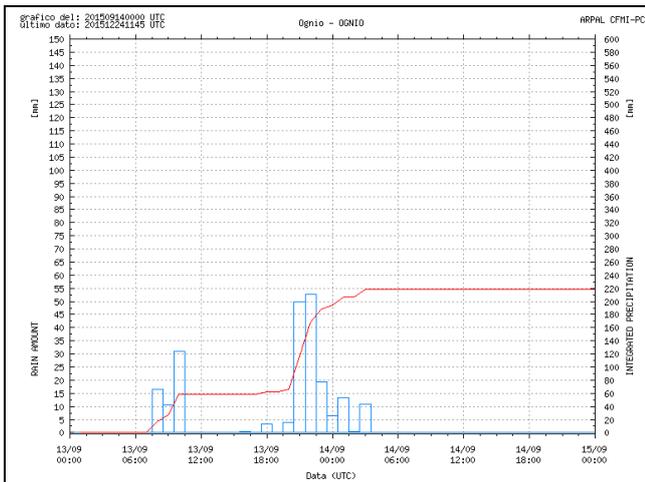


Figura 25 Ietogramma e cumulata a Ognio (C)  
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) molto forti  
QUANTITA': (mm/6h, mm/12h, mm/24h) molto elevate

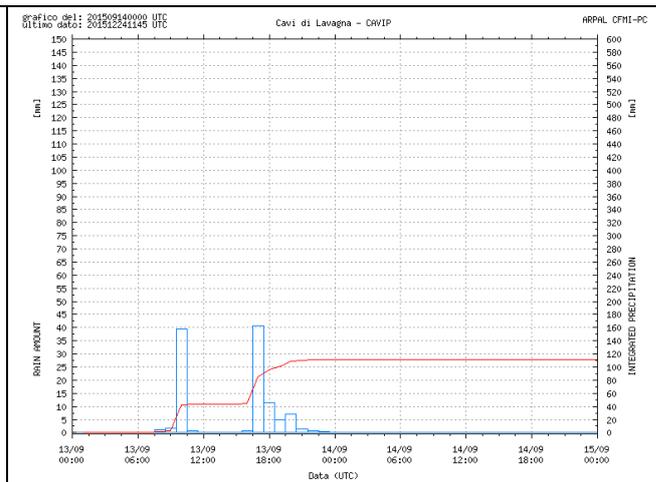


Figura 26 Ietogramma e cumulata a Cavi di Lavagna (C)  
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) forti  
QUANTITA': (mm/6h, mm/12h, mm/24h) elevate

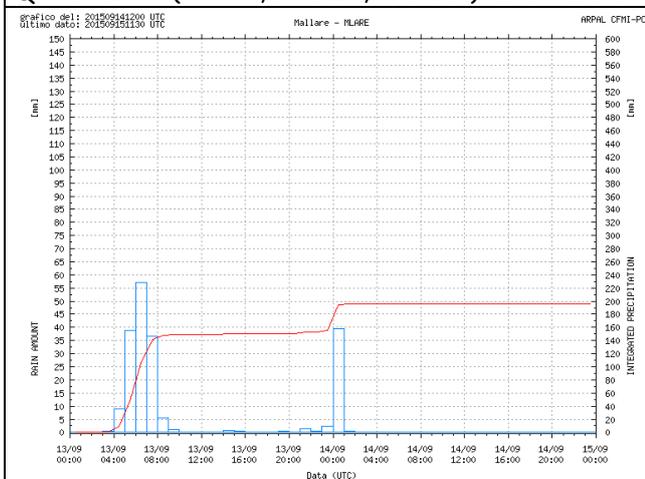


Figura 27 Ietogramma e cumulata a Mallare (D)  
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) molto forti  
QUANTITA': (mm/6h, mm/12h, mm/24h) molto elevate

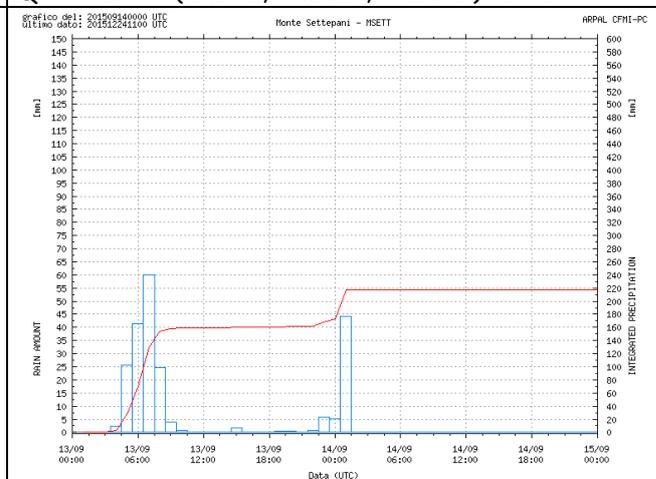


Figura 28 Ietogramma e cumulata a Monte Settepani (D)  
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) molto forti  
QUANTITA': (mm/6h, mm/12h, mm/24h) molto elevate

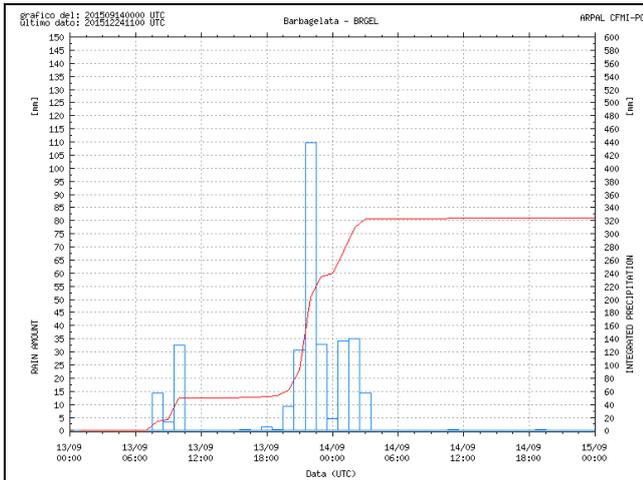


Figura 29 Ietogramma e cumulata a Barbagelata (E)  
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) molto forti  
QUANTITA': (mm/6h, mm/12h, mm/24h) molto elevate

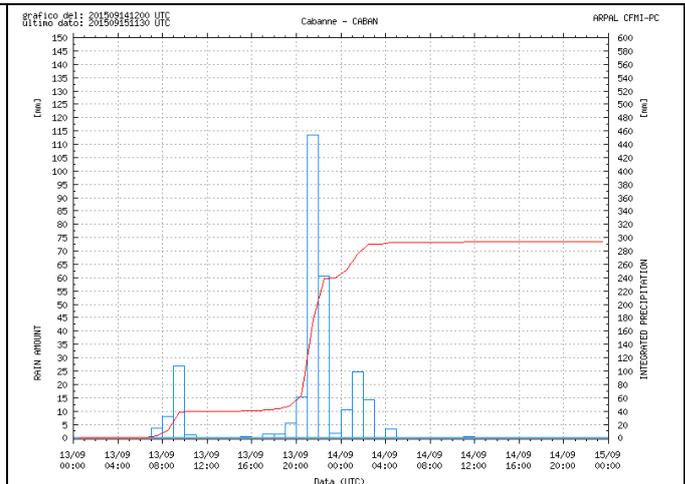


Figura 30 Ietogramma e cumulata a Cabanne (E)  
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) molto forti  
QUANTITA': (mm/6h, mm/12h, mm/24h) molto elevate

Dagli ietogrammi delle stazioni selezionate, si nota come le piogge di maggior rilievo siano state registrate a cavallo tra la serata del 13 settembre e le prime ore del 14 settembre, interessando principalmente il Centro-Levante. Le piogge in assoluto più intense e dai quantitativi più elevati sono state registrate sull'area E dove alcuni pluviometri hanno misurato valori mai registrati nel periodo di osservazione:

- Cabanne (serie storica di 42 anni): 124 mm/h, 190 mm/3h, 293 mm/24h (pari alla media mensile stimata nel periodo 1961 - 2010 - Figura 30)

Gli ietogrammi mettono in evidenza come le precipitazioni della fase frontale, più durature (10-12 ore), siano risultate più intense e dai quantitativi maggiori rispetto a quelle prefrontali (queste ultime della durata dell'ordine delle 6 ore), sebbene in entrambi i casi le intensità siano state MOLTO FORTI e le quantità MOLTO ELEVATE (in accordo con le soglie pluviometriche del CFMI-PC). Inoltre valori di intensità orari e triorari così elevati confermano lo spiccato carattere temporalesco e convettivo della seconda fase perturbata.

## 2.2 Analisi idrometrica e delle portate

Nonostante le condizioni secche dei suoli ad inizio evento, in conseguenza delle piogge MOLTO FORTI dalle quantità MOLTO ELEVATE registrate, specialmente quelle della notte del 14 settembre, si sono osservati innalzamenti significativi dei livelli idrici di gran parte dei corsi d'acqua della regione. Nella tabella che segue sono sintetizzati i livelli idrometrici e i relativi incrementi misurati dai sensori della rete OMIRL. Le successive figure mostrano i profili dinamici di livello registrati durante l'evento nelle sezioni ritenute tra le più significative.

| Bacino    | Sezione             | Zona allerta | Livello idrometrico massimo osservato [m] | Orario del livello massimo (ora UTC) | Incremento di livello massimo osservato [m] |
|-----------|---------------------|--------------|---|--------------------------------------|---|
| Roia      | Airole              | A            | 1.7                                       | 01.30 del 14/09/2015                 | 0.36  |
| Armea     | Valle Armea - Ponte | A            | 0.46                                      | 07.00 del 13/09/2015                 | 0.32  |
| Argentina | Montalto Ligure     | A            | 2.61                                      | 02.15 del 14/09/2015                 | 1.66  |
| Argentina | Merelli             | A            | 1.59                                      | 03.30 del 14/09/2015                 | 1.29  |

|                      |                        |               |       |                      |      |
|----------------------|------------------------|---------------|-------|----------------------|------|
| Impero               | Rugge di Pontedassio   | A             | 0.07  | 04.15 del 14/09/2015 | 0.07 |
| Arroschia            | Pogli d'Ortovero       | A             | 1.61  | 03.00 del 14/09/2015 | 1.61 |
| Neva                 | Cisano sul Neva        | A             | 2.4   | 02.30 del 14/09/2015 | 1.47 |
| Centa                | Molino Branca          | A             | 1.6   | 04.45 del 14/09/2015 | 0.82 |
| Bormida di Millesimo | Murialdo               | D             | 1.2   | 08.30 del 13/09/2015 | 1.7  |
| Bormida di Spigno    | Piana Crixia           | D             | 2.79  | 12.30 del 13/09/2015 | 2.17 |
| Orba                 | Tiglieto               | D             | 2.43  | 09.30 del 13/09/2015 | 2.18 |
| Stura                | Campo Ligure           | D             | 1.44  | 10.00 del 13/09/2015 | 1.12 |
| Letimbro             | Santuario di Savona    | B             | 0.81  | 07.45 del 13/09/2015 | 0.97 |
| Sansobbia            | Stella S. Giustina     | B             | 1.03  | 13.30 del 13/09/2015 | 1.06 |
| Sansobbia            | Albisola               | B             | 1.49  | 07.30 del 13/09/2015 | 1.01 |
| Leira                | Molinetto              | B             | 1.5   | 08.45 del 13/09/2015 | 1.08 |
| Varenna              | Genova - Granara       | B             | 0.51  | 09.15 del 13/09/2015 | 0.55 |
| Polcevera            | Pontedecimo            | B             | 0.96  | 09.45 del 13/09/2015 | 0.7  |
| Polcevera            | Genova - Rivarolo      | B             | 1.36  | 03.00 del 14/09/2015 | 1.18 |
| Bisagno              | La Presa               | B             | 1.89  | 01.00 del 14/09/2015 | 1.19 |
| Bisagno              | Genova - Molassana     | B             | 3.02  | 00.30 del 14/09/2015 | 3.09 |
| Geirato              | Genova - Geirato       | B             | 1.9   | 00.00 del 14/09/2015 | 1.48 |
| Fereggiano           | Genova - Fereggiano    | B             | 1.54  | 00.30 del 14/09/2015 | 1.24 |
| Bisagno              | Genova - P.Illa Firpo  | B             | 3.78  | 01.00 del 14/09/2015 | 3.1  |
| Sturla               | Genova - Sturla        | B             | 0.11  | 00.30 del 14/09/2015 | 0.24 |
| Vobbia               | Vobbietta              | E             | 2.36  | 02.00 del 14/09/2015 | 1.27 |
| Aveto                | Cabanne                | E             | 4.04  | 22.50 del 13/09/2015 | 4.46 |
| Sturla               | Vignolo                | C             | 2.2   | 23.00 del 13/09/2015 | 1.47 |
| Lavagna              | Carasco                | C             | 5.7   | 23.45 del 13/09/2015 | 5    |
| Entella              | Panesi                 | C             | 3.36  | 00.00 del 14/09/2015 | 4.92 |
| Gromolo              | Sestri Levante         | C             | 0.18  | 18.30 del 13/09/2015 | 0.31 |
| Petronio             | Sara                   | C             | 0.3   | 22.00 del 13/09/2015 | 0.3  |
| Vara                 | Nasceto                | C             | 2.25  | 21.00 del 13/09/2015 | 1.6  |
| Vara                 | Brugnato               | C             | 1.29  | 22.15 del 13/09/2015 | 1.21 |
| Vara                 | Piana Battolla - Ponte | C             | -1.54 | 00.45 del 14/09/2015 | 0.93 |
| Magra                | Piccatello             | Magra Toscano | 1.26  | 02.00 del 14/09/2015 | 0.72 |
| Magra                | S. Giustina            | Magra Toscano | 1.3   | 04.15 del 14/09/2015 | 0.86 |
| Teglia               | Ponte Teglia           | Magra Toscano | 0.61  | 03.45 del 14/09/2015 | 0.21 |
| Bagnone              | Bagnone                | Magra Toscano | 0.7   | 04.45 del 13/09/2015 | 0.39 |
| Taverone             | Licciana Nardi         | Magra Toscano | 0.48  | 09.45 del 14/09/2015 | 0.18 |

|         |                     |                  |      |                      |      |
|---------|---------------------|------------------|------|----------------------|------|
| Aulella | Soliera             | Magra<br>Toscano | 1.28 | 09.45 del 14/09/2015 | 0.73 |
| Magra   | Calamazza           | Magra<br>Toscano | 0.89 | 07.00 del 14/09/2015 | 0.66 |
| Magra   | Fornola             | C                | 0.47 | 09.00 del 14/09/2015 | 0.97 |
| Magra   | Ameiglia Foce Magra | C                | 0.64 | 19.45 del 14/09/2015 | 0.54 |

Tabella 7 Livelli idrometrici registrati agli idrometri dei più importanti corsi d'acqua monitorati

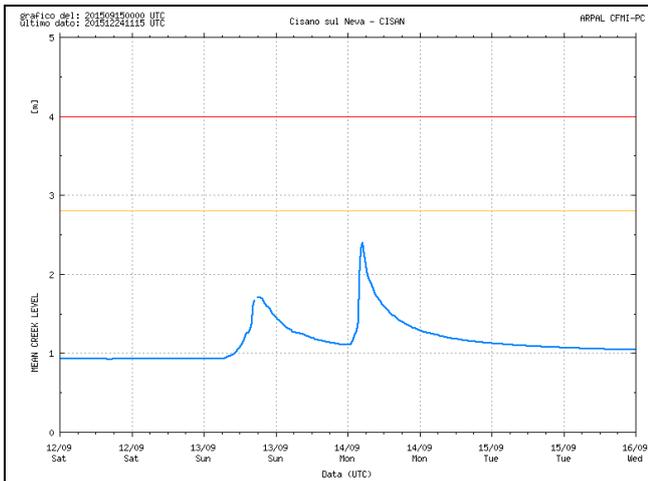


Figura 31 Livello idrometrico (Neva a Cisano)

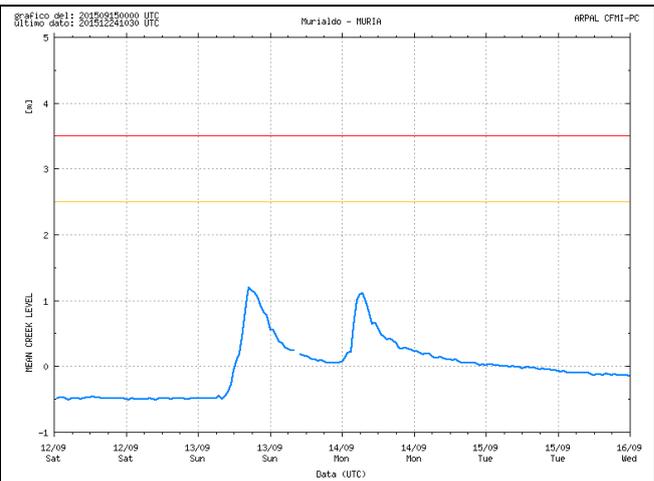


Figura 32 Livello idrometrico (Bormida di Millesimo a Murialdo)

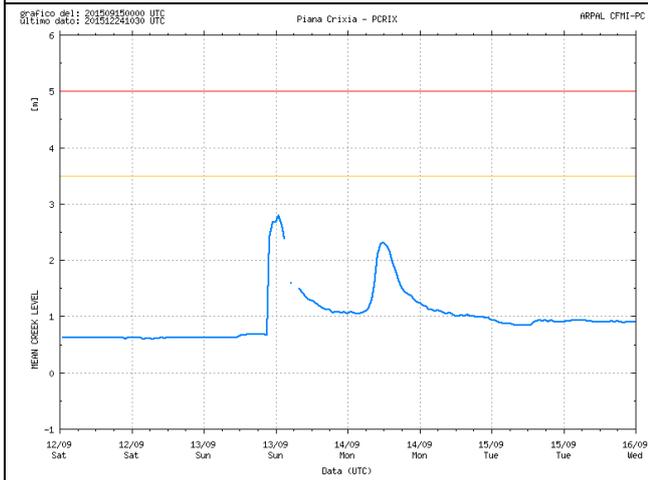


Figura 33 Livello idrometrico (B. Spigno a Piana Crixia)

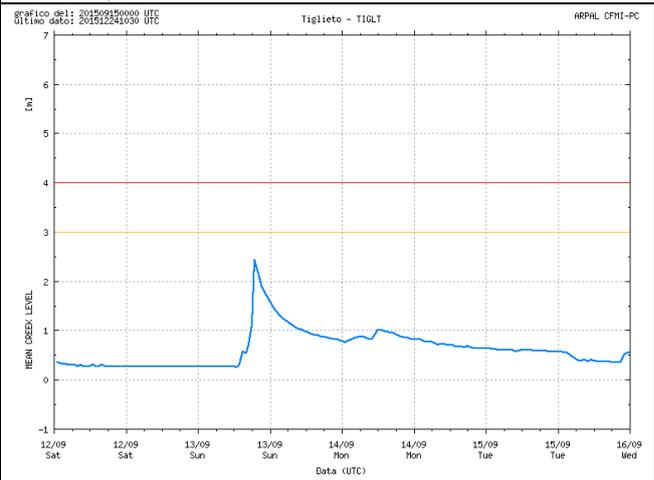


Figura 34 Livello idrometrico (Orba a Tiglieto)

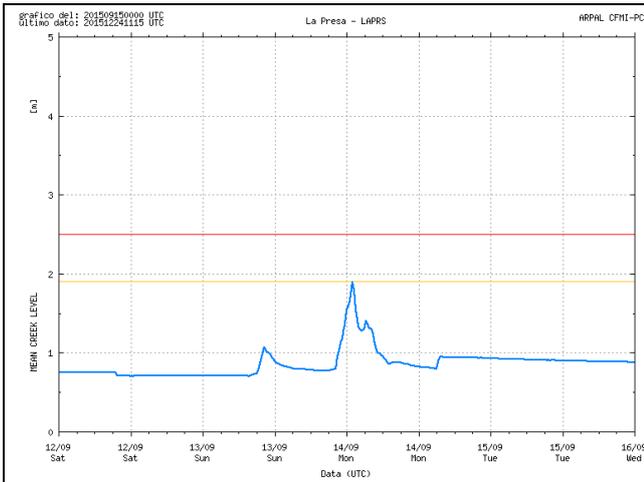


Figura 35 Livello idrometrico (Bisagno a La Presa)

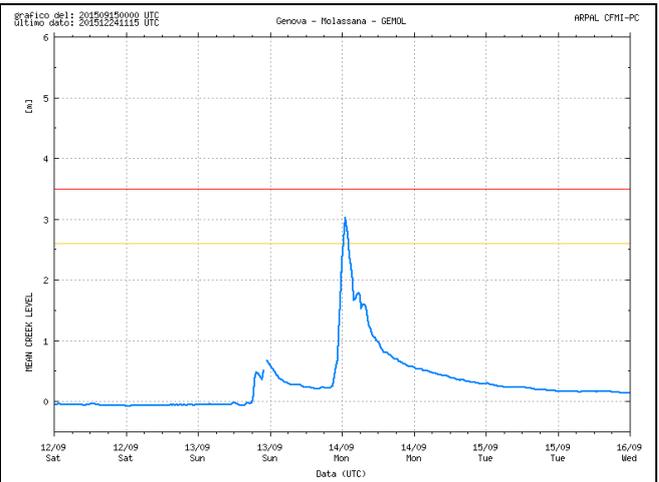


Figura 36 Livello idrometrico (Bisagno a Molassana)

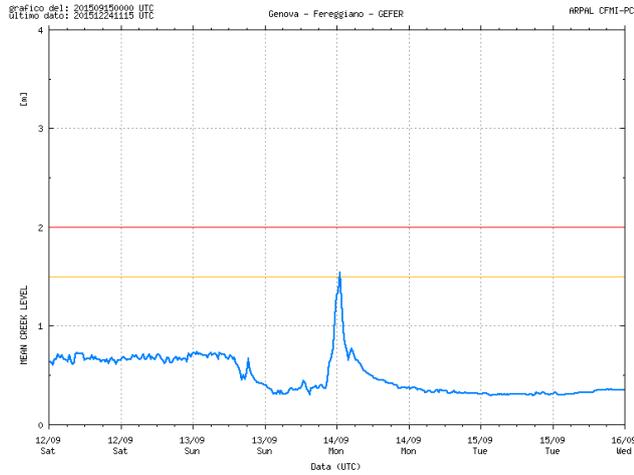


Figura 37 Livello idrometrico (Fereggiano)

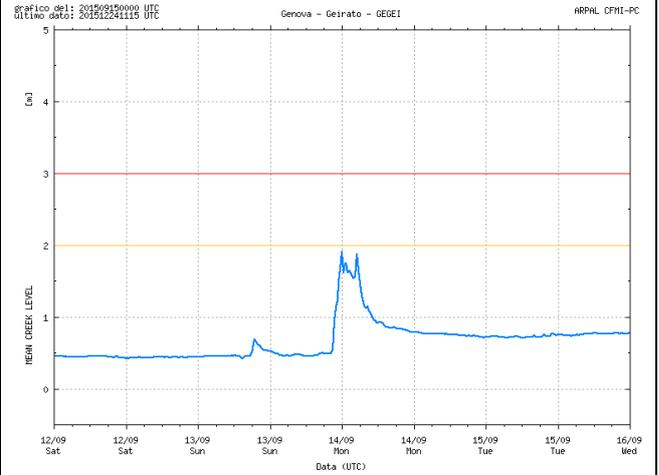


Figura 38 Livello idrometrico (Geirato a Molassana)

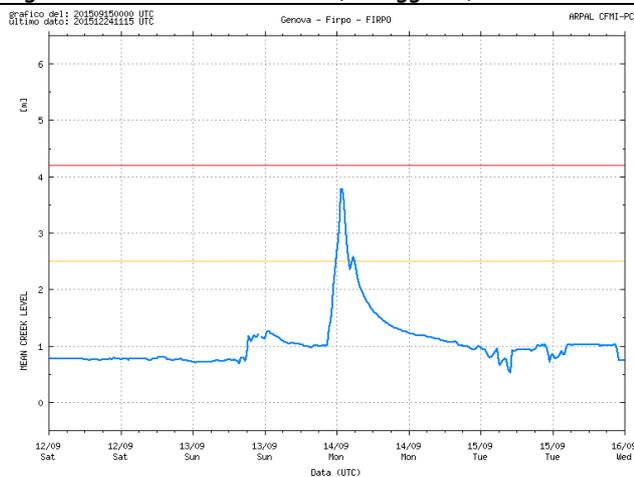


Figura 39 Livello idrometrico (Bisagno a P. Firpo)

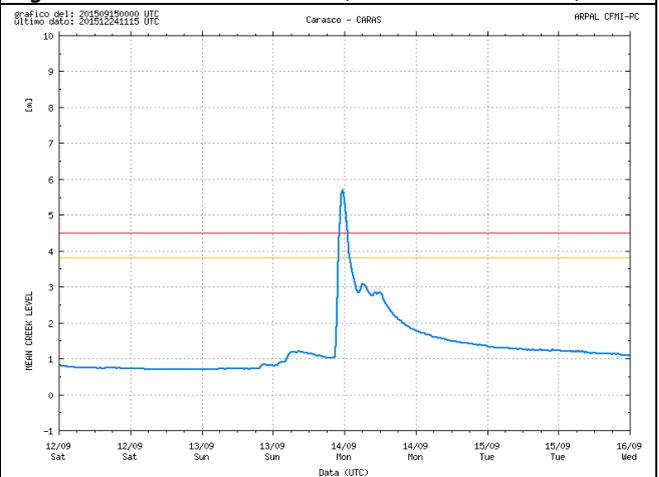


Figura 40 Livello idrometrico (Lavagna a Carasco)

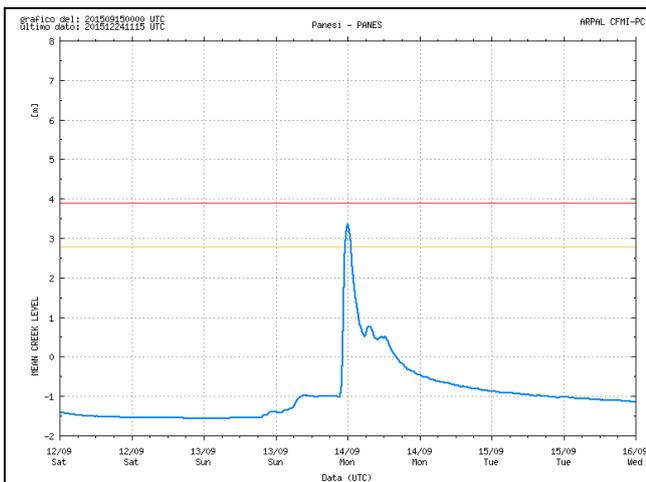


Figura 41 Livello idrometrico (Entella a Panesi)

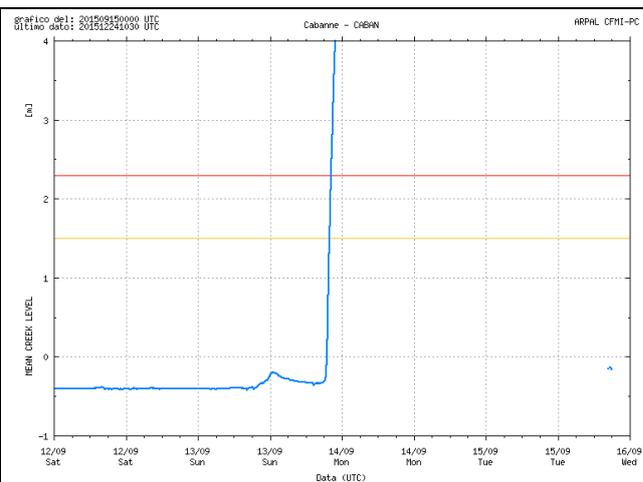


Figura 42 Livello idrometrico (Aveto a Cabanne)

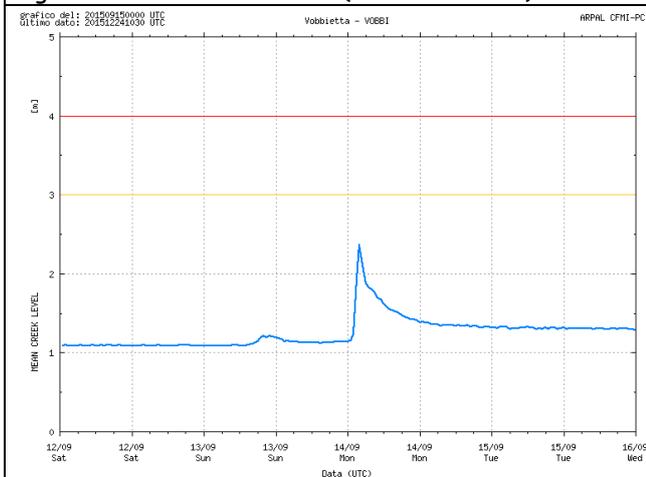


Figura 43 Livello idrometrico (Vobbia a Vobbietta)

Coerentemente con le piogge registrate, i corsi d'acqua strumentati di Ponente hanno evidenziato un doppio innalzamento, significativo in entrambe le fasi: il primo conseguente le piogge del mattino del 13 settembre, il secondo conseguente le piogge della notte del 14 settembre. E' da rilevare che il secondo picco, di entità paragonabile al primo picco, è stato determinato da precipitazioni di entità inferiore. Infatti i pluviometri insistenti sui bacini delle due Bormide (di Millesimo e di Spigno) hanno registrato, per durate confrontabili con il tempo di concentrazione dei bacini sottesi a monte, rispettivamente intensità MOLTO FORTI e quantità MOLTO ELEVATE nella fase pre-frontale (PF), intensità tra MODERATE e FORTI e quantità SIGNIFICATIVE nella fase frontale (F):

- a monte della sezione di Murialdo, lungo la Bormida di Millesimo: Monte Settepani, 127 mm/3h (PF) - 55 mm/3h (F); Calizzano, 97 mm/3h (PF) - 40 mm/3h (F); Murialdo, 105 mm/3h (PF) - 26 mm/3h (F);
- a monte della sezione di Piana Crixia, lungo la Bormida di Spigno: 149 mm/6h (PF) - 45 mm/6h (F); Cairo Montenotte, 86 mm/6h (PF) - 21 mm/6h (F); Altare, 107 mm/6h (PF) - 37 mm/6h (F).

Nel Ponente i due massimi livelli raggiunti dalle piene, tra loro confrontabili, sono sempre rimasti ampiamente al di sotto ai livelli di guardia. I corsi d'acqua del Centro-Levante, hanno mostrato un unico innalzamento repentino e significativo in risposta alle piogge molto intense della notte del 14 settembre, con incrementi di livello che in più

sezioni hanno superato i 4 m in poco più di un'ora (Entella a Panesi 4.37m in poco più di un'ora, Aveto a Cabanne 4.34 m in un'ora e mezza) dando luogo ad esondazione.

Tra le sezioni strumentate sono stati superati i livelli di allarme (soglia rossa) sul versante padano a Cabanne (Figura 30), dove la piena dell'Aveto ha inondato le aree periferiali asportando anche l'idrometro installato (Figura 42) e sul versante tirrenico a Carasco dove il Lavagna è uscito dagli argini esondando localmente (Figura 40). A Panesi sull'Entella (Figura 41) e in tutte le sezioni lungo il T. Bisagno (Figura 35, Figura 36, Figura 39) i livelli della piena si sono mantenuti sempre al di sotto dei valori di esondazione. L'Entella ha prodotto una locale esondazione nelle aree verdi della zona fociva.

Si ha notizia di piene significative e di alcune esondazioni su altri corsi d'acqua localizzati nell'area più colpita dalle piogge intense (Tebbia a Gorreto, Scrivia a Montoggio) per le quali non è possibile avere i profili dinamici di livello ivi mancando i sensori idrometrici di misura.

### 2.3 Analisi anemometrica

Per tutto il periodo i venti, sia per quanto riguarda l'intensità, sia per quanto riguarda la direzione, hanno assunto un ruolo fondamentale per l'evoluzione dell'evento, in particolare relativamente alla posizione delle strutture temporalesche più consistenti e alla loro stazionarietà. I venti sono stati generalmente moderati o forti, localmente sono state osservate raffiche di burrasca o burrasca forte. La direzione prevalente è stata da Sud Est a Levante, Sud Ovest o Nord Ovest a Ponente. E' importante segnalare che la fine dell'evento nelle prime ore del 14 settembre ha coinciso con la generale rotazione del flusso da Sud Ovest su tutta la regione. I venti medi hanno localmente superato i 100 km/h, con raffiche fino a 145 km/h.

In Tabella 8 si riportano i valori più significativi:

| stazione [zona di allertamento] | Vento medio massimo (km/h) | Data e Ora             | Direzione prevalente del vento medio massimo | Raffica massima (km/h) (direzione) |
|---------------------------------|----------------------------|------------------------|--|------------------------------------|
| Marina di Loano [A]             | 41                         | 13 settembre ore 6:00  | SE   | 63                                 |
| Marina di Loano [A]             | 39                         | 13 settembre ore 12:00 | SW   | 50                                 |
| Monte Maure [A]                 | 50                         | 13 settembre ore 6:10  | NW   | 120                                |
| Poggio Fearza [A]               | 76                         | 13 settembre ore 8:20  | SW   | 108                                |
| Colle di Cadibona [B]           | 38                         | 13 settembre ore 5:40  | NW   | 63                                 |
| Fontana Fresca [B]              | 102                        | 14 settembre ore 00:30 | S  | 145                                |
| Fontana Fresca [B]              | 44                         | 14 settembre ore 02:40 | NW   | 60                                 |
| Punta Vagno [B]                 | 39                         | 14 settembre ore 02:10 | SE   | 52                                 |
| Punta Vagno [B]                 | 54                         | 14 settembre ore 02:20 | W  | 109                                |
| Casoni di Suvero [C]            | 89                         | 14 settembre ore 02:10 | S  | 133                                |
| Giacopiane [E]                  | 72                         | 14 settembre ore 02:50 | S  | 114                                |
| Monte Settepani [D]             | 53                         | 13 settembre ore 08:00 | N  | n.d.                               |

Tabella 8 Vento medio massimo e raffica massima osservati su alcune stazioni anemometriche significative (n.d.= dato non disponibile)

### 2.4 Mare

I venti dai quadranti meridionali hanno causato un aumento del moto ondoso fino a molto mosso sotto costa, localmente agitato al largo e sui settori a Sud del Mar Ligure. Lo stato del mare non ha comunque assunto configurazioni di particolare rilievo.

## 2.5 Effetti al suolo e danni rilevanti

Gli effetti al suolo più significativi sono stati registrati sul Centro-Levante della regione, in risposta alle intense quanto significative piogge registrate tra la sera del 13 e la mattina del 14 settembre. Ivi si sono registrati innalzamenti repentini e significativi dei livelli idrometrici di gran parte dei principali corsi d'acqua che, in alcuni casi, hanno portato all'inondazione delle aree perifluviali. A causa delle piogge di intensità molto forte le reti fognarie ed il reticolo idrografico minore sono andati in crisi in numerose località dell'area costiera (Genova, Recco, Camogli, Santa Margherita) e dell'entroterra (Montoggio, Rezzoaglio, Gorreto, Propata) provocando locali inondazioni e colate detritiche nonché diffusi allagamenti specialmente nelle aree depresse.

Tra gli effetti al suolo più significativi si registrano l'esondazione del Torrente Scrivia e di alcuni suoi affluenti (Rio Carpi a Montoggio e il Torrente Brevenna in Valbrevenna), l'esondazione del Trebbia a Gorreto e l'esondazione dell'Aveto a Cabanne e a Rezzoaglio sul versante padano, l'allagamento delle zone verdi in alveo alla foce dell'Entella e la locale esondazione del Lavagna a Carasco sul versante tirrenico. Sono state segnalate frane, anche estese, in val Fontanabuona, in alta valle Trebbia, Scrivia e d'Aveto e nella valle del Lerone, con l'interruzione di numerose tratte della viabilità provinciale. Il capoluogo è stato colpito da forti raffiche di vento che hanno provocato danni ingenti alle strutture pubbliche e private (Municipi Centro-Levante).

## 3 Conclusioni

L'evento meteorologico che ha interessato la regione il 13 e 14 settembre 2015, associato ad un passaggio frontale, ha fatto registrare piogge diffuse con ripetuti episodi temporaleschi di intensità molto forte, a tratti stazionari, sul Centro-Levante, determinando significativi innalzamenti dei livelli idrici dei corsi d'acqua, in particolare sui tratti liguri dell'Aveto, del Trebbia e dello Scrivia, sul Torrente Bisagno e sul Fiume Entella.

Le piogge registrate tra la sera del 13 settembre e l'alba del 14 sono state quelle più copiose nell'arco dell'evento e si sono concentrate principalmente su un'area a cavallo tra le zone di allerta B, E e C, coinvolgendo tutti i bacini idrografici tra Genova, e relativo entroterra, e la Val di Vara. La cumulata media areale massima assoluta sull'evento è stata registrata nell'area E dove si sono anche osservate le intensità puntuali sulle brevissime e brevi durate massime sull'evento, valori indicativi dello spiccato carattere temporalesco della perturbazione.

I livelli idrometrici registrati hanno mostrato decisi innalzamenti coerentemente con le precipitazioni osservate. Si sono verificate portate consistenti che hanno condotto a esondazioni a Montoggio, Cabanne e Rezzoaglio e in Valbrevenna, dove i danni sul territorio sono stati più consistenti, mentre a Lavagna e Chiavari, le esondazioni sono state circoscritte a poche aree perifluviali (nessun danno di rilievo).

### LEGENDA

- a) Definizione dei limiti territoriali delle zone di allertamento:



- b) Soglie di precipitazione puntuale:

| Durata | INTENSITA' (basata su tempi di ritorno 2-5 anni) |        |          |       |             |
|--------|--|--------|----------|-------|-------------|
|        |  | deboli | moderate | forti | Molto forti |
|        | mm/1h  | <10    | 10-35    | 35-50 | >50         |
| mm/3h  | <15  | 15-55  | 55-75    | >75   |             |

| Durata | QUANTITA' (basata su tempi di ritorno 1-4 anni) |        |               |         |               |
|--------|---|--------|---------------|---------|---------------|
|        |   | scarse | significative | elevate | molto elevate |
|        | mm/6h   | <20    | 20-40         | 40-85   | >85           |
| mm/12h | <25   | 25-50  | 50-110        | >110    |               |
| mm/24h | <30   | 30-65  | 65-145        | >145    |               |

NB: la precipitazione viene considerata tale se > 0.5 mm/24h (limite minimo)

c) Grafici dei livelli idrometrici:

Le linee verde e rossa riportate sui grafici degli idrogrammi e delle portate indicano rispettivamente:

Linea arancione (PIENA ORDINARIA): la portata transita occupando interamente l'alveo del corso d'acqua con livelli localmente inferiori alla quota degli argini o del piano campagna. Possono instaurarsi i primi fenomeni di erosione delle sponde con inondazioni localizzate in aree limitrofe all'alveo.

Linea rossa (PIENA STRAORDINARIA): la portata non può transitare contenuta nell'alveo determinando fenomeni di inondazione.