

RAPPORTO DI EVENTO METEOIDROLOGICO DEL 27-28/11/2012

(redatto da L. Onorato, F. Giannoni, P. Gollo, F. Martina, B. Turato)

Abstract.....	1
1 Analisi meteorologica.....	2
2 Dati Osservati.....	9
2.1 Analisi Pluviometrica.....	9
2.1.1 Analisi dei dati a scala areale.....	9
2.1.2 Analisi dei dati puntuali.....	11
2.2 Analisi idrometrica.....	15
2.3 Analisi anemometrica.....	19
2.4 Mare.....	20
2.5 Effetti al suolo e danni rilevanti.....	21
3 Conclusioni.....	21

Abstract

Nel corso del 27 novembre una saccatura tende a spingersi fin al Mediterraneo occidentale, attivando una circolazione secondaria a Nord delle Baleari, che tra il 27 e 28 novembre si approfondisce nel suo moto verso Nord, Nord-Est in direzione del Golfo Ligure. Solo a cavallo tra il 28 e 29 del mese, questa circolazione tende ad occludersi in prossimità della nostra regione, per poi spostarsi definitivamente verso l'Adriatico nel corso del 29. Quest'evoluzione comporta un marcato peggioramento, della durata complessiva di circa 36-48 ore, che può essere differenziato in due principali fasi. La prima (Fase I), che nel corso del 27 novembre è caratterizzata da un significativo flusso meridionale (tra Sud e Sud-Ovest), associato a precipitazioni diffuse inizialmente avvelte (Fase I - a): queste ultime dopo aver insistito sulla Costa Azzurra e il Ponente (in particolare la zona A) tendono a spostarsi alla fine della giornata verso lo Spezzino (zona C) e l'alta Toscana, intensificandosi e divenendo temporalesche (Fase I - b). Infatti, tra la serata del 27 e prima mattinata del 28 novembre si verificano temporali intensi e organizzati sullo Spezzino, legati a intensità forti o molto forti. Segue nel corso del 28 novembre una seconda fase precipitativa (fase II) legata all'invortamento e una graduale attenuazione del sistema, in prossimità del Golfo Ligure. In questa fase le correnti ai medi livelli si dispongono in prevalenza dal II quadrante (Est, Sud-Est), tornando ad impattare nuovamente sul centro-Ponente della regione (in particolare tra il Savonese e Capo Mele): questa fase è caratterizzata da precipitazioni, d'intensità minore, che tendono a insistere sulla zona A (settore orientale), B e D, producendo, a fine evento, quantitativi anche localmente elevati.

L'evento che ha interessato l'intera regione tra il 27 novembre e le prime ore del 29 novembre 2012, presenta dunque cumulate areali di precipitazione significative sulla zona padana di Levante ed elevate sulle zone tirreniche di Centro Ponente e del Levante nonché sulla zona padana di Ponente. Le medie areali di precipitazione dall'inizio dell'evento e per le successive 48 ore sono state dell'ordine dei 100 mm sulle zone A, B fino a circa 120 mm su C, e inferiori ai 100 mm su D ed E.

L'evento ha interessato in maniera più copiosa l'estremo Levante ed, in particolare, il bacino del Magra; in particolare il torrente Aulella, è stato nuovamente colpito da precipitazioni puntualmente molto forti e caratterizzate da quantitativi molto elevati. Tali quantitativi hanno portato ad un significativo innalzamento del livello idrometrico nelle sezioni di Soliera, Calamazza, Fornola ed Ameglia. A causa delle forti precipitazioni che hanno colpito la Lunigiana è esondato nuovamente il torrente Parmignola.

1 Analisi meteorologica

A partire dal 26 novembre 2012 l'Europa occidentale è stata interessata da una vasta saccatura che ha determinato precipitazioni diffuse sulla penisola Iberica, sulla Francia e sulla Gran Bretagna (Figura 1). Nel corso della giornata del 27 novembre l'ampia saccatura dall'Europa occidentale si è spostata lentamente verso Sud-Est approfondendosi gradualmente e determinando la formazione di un cut off in quota sul Mediterraneo occidentale, in prossimità della Spagna meridionale (Figura 4). Il suo moto è risultato parzialmente ostacolato dalla presenza di un promontorio anticiclonico sul Mediterraneo orientale, che evidenziava segni di progressivo indebolimento. Con l'ingresso della saccatura sul Mediterraneo occidentale, al suolo si è formato un minimo depressionario (Figura 3) che tra il pomeriggio e la notte del 27 novembre, spostandosi dalle Baleari verso il settore Provenza, si è approfondito in maniera significativa, raggiungendo valori di pressione al suolo di 995 hPa (come mostrato in Figura 2).

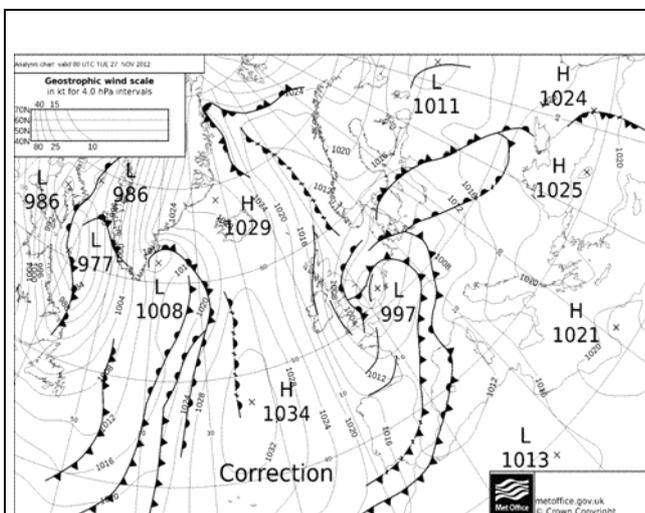


Figura 1 Analisi dei fronti al suolo di Bracknell riferita alle 00 UTC del 27 novembre 2012 (elaborazione UK Met Office).

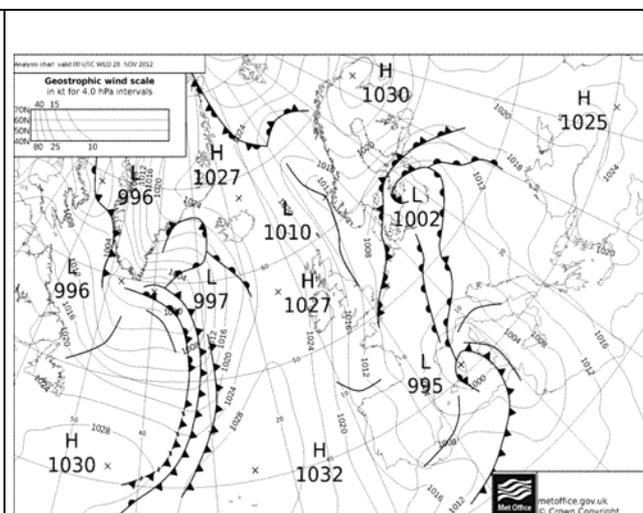


Figura 2 Analisi dei fronti al suolo di Bracknell riferita alle 00 UTC del 28 novembre 2012 (elaborazione UK Met Office).

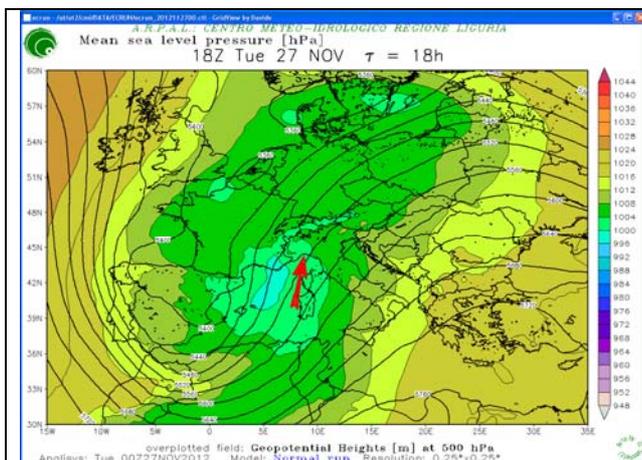


Figura 3 FASE I - Mappa di pressione al suolo e geopotenziale a 500 hPa riferita alle 18 UTC del 27 novembre 2012 (previsione a +18 hr del modello ECRUN inizializzato alle 00 UTC del 27 ottobre 2012). La freccia rossa evidenzia la direzione del flusso dominante (da Sud, Sud-Ovest a Nord-Est) legato alla formazione di una vasta saccatura sul Mediterraneo occidentale nel corso del 27 novembre.

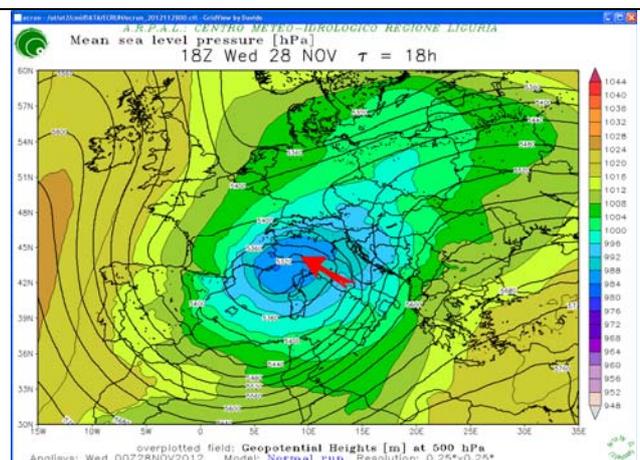


Figura 4 FASE II - Mappa di pressione al suolo e geopotenziale a 500 hPa riferita alle 18 UTC del 28 ottobre 2012 (previsione a +18 hr del modello ECRUN inizializzato alle 00 UTC del 28 ottobre 2012). La freccia rossa evidenzia la direzione del flusso dominante (da Est, Sud, Sud-Est legato alla formazione di un esteso Cut Off tra la Corsica e la Costa Azzurra nel corso del 28 novembre.

L'evento può essere suddiviso in due momenti caratterizzati da diversa dinamica meteorologica.

La prima fase dell'evento (identificata come "fase I" in Figura 3 e Figura 5), legata alla dinamica della parte calda del sistema frontale, è stata caratterizzata da una progressiva intensificazione del flusso meridionale associata all'avvezione di aria umida ed instabile proveniente dalle coste Nord-africane. Il flusso meridionale (tra Sud e Sud-Ovest) ha determinato un'intensificazione delle precipitazioni di tipo *avvettivo* sul Ponente (Figura 5, riquadro 1a) già a partire dalla mattinata del 27 novembre. Alla fine della giornata, con l'approssimarsi del fronte freddo alla Corsica, si è osservato un deciso aumento dell'instabilità sul settore sud-orientale del Golfo Ligure (Figura 5, riquadro 1 b), dove si sono formati intensi sistemi temporaleschi. Infatti, proprio nella zona di mare antistante allo Spezzino, si sono trovati a convergere un intenso flusso umido con traiettoria sud-occidentale e le correnti sciroccali tirreniche (provenienti da Sud-Est). La convergenza dei due flussi ha dato origine allo sviluppo di strutture temporalesche che hanno mostrato una tendenza ad evolvere in temporali auto rigeneranti tra lo Spezzino e la Lunigiana settentrionale tra la serata del 27 e la prima mattinata del 28 novembre (Figura 7 e Figura 8).

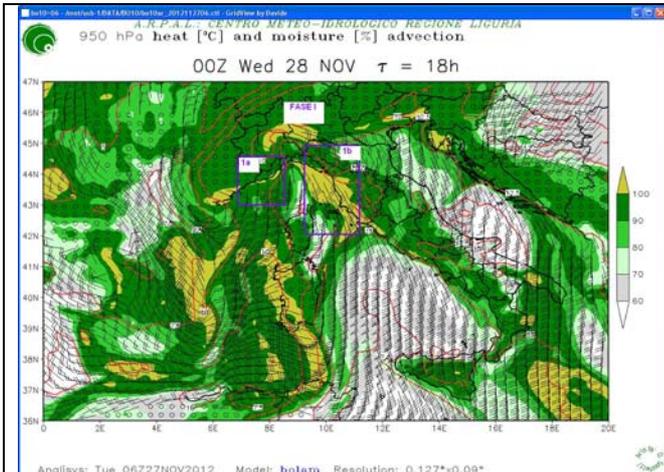


Figura 5 FASE I - Avvezione di umidità a 950 hPa riferita alle 00 UTC del 28 novembre 2012 (previsione a +18 hr del modello Bolam 10 km inizializzato alle 06 UTC del 27 novembre 2012). Viene evidenziata sia la componente avvertiva sul Ponente legata a correnti meridionali (nel riquadro blu - 1 a), sia la zona di convergenza delle correnti sul Levante Ligure (tra SSW e SE) associata ai temporali intensi sullo Spezzino (riquadro blu - 1b).

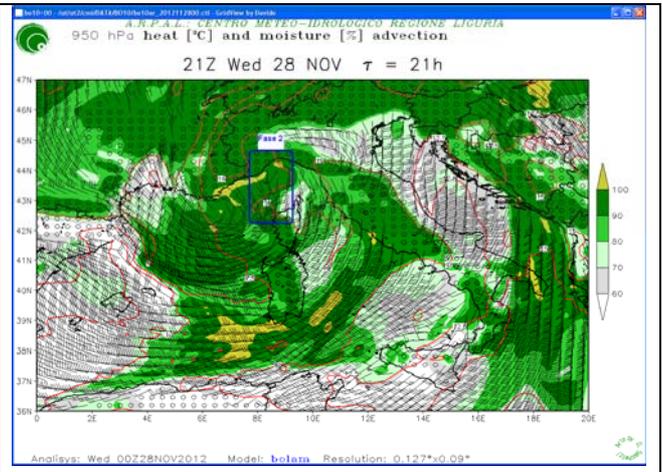


Figura 6 FASE II - Avvezione di umidità a 950 hPa riferita alle 21 UTC del 28 novembre 2012 (previsione a +21 hr del modello Bolam 10 km inizializzato alle 00 UTC del 28 novembre 2012). Il riquadro blu evidenzia l'intensa avvezione di umidità sulle zone di allertamento A, B e D, riconducibile all'invortamento del sistema frontale sulla Costa Azzurra e all'orientamento delle correnti da Est, Sud-Est.

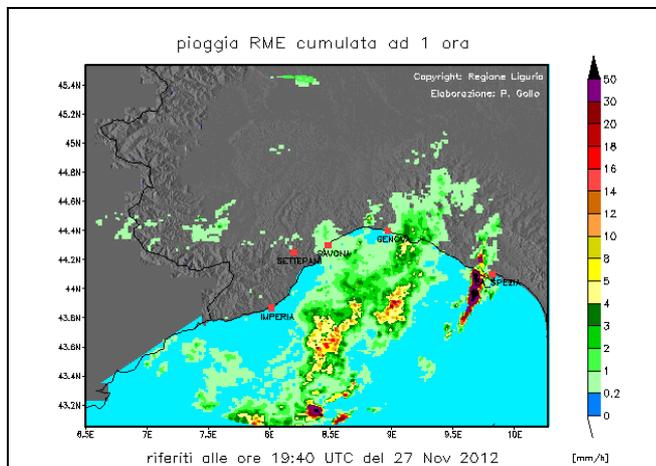


Figura 7 FASE I - Mappa di pioggia oraria stimata dal radar, cumulata a 1 ora, riferita ore 19.40 UTC del 27 novembre - Si notino sul mare a ridosso dello Spezzino la risalita verso Nord, Nord-Est del fronte di precipitazioni più intense legate alla presenza del temporale che è divenuto organizzato attorno alle 23 UTC tra la Lunigiana e l'estremo Levante. Evidente anche un secondo fronte precipitativo sul Genovese e mar Ligure largo le precipitazioni orarie risultano un po' meno intense.

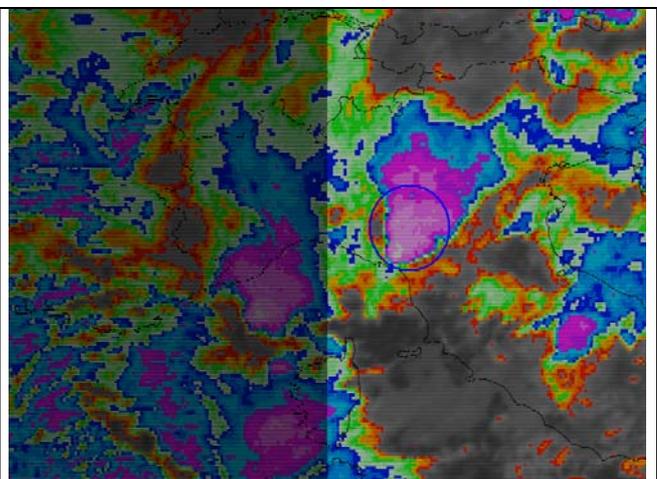


Figura 8 FASE I - Immagine da satellite MSG nel canale IR 10.8 riferita ore 23.15 UTC del 27 novembre. Anche se l'immagine è corrotta, si può evidenziare (cerchio blu) il temporale organizzato localizzato nell'immediato entroterra di Bocca di Magra, caratterizzato da una struttura a 'V' ben visibile nella parte più fredda del top delle nubi (viola-bianco), e responsabile delle piogge di intensità molto forte registrate sull'estremo Levante tra la serata 27/11 e l'inizio mattinata del 28/11.

In particolare osservando la mappa di fulminazione che tiene traccia della localizzazione spazio-temporale delle strutture temporalesche nel corso della giornata del 27 novembre (Figura 9), si evidenzia chiaramente la traiettoria meridionale (da Sud, Sud-Ovest) dei sistemi temporaleschi che dalla Costa Azzurra e l'Imperiese (indicatori violacei e azzurri associabili ai fenomeni delle prime ore della giornata) tendono a muovere verso Nord-Est, attraversando il Mar Ligure, per poi intensificarsi tra la fine del 27 novembre e le prime ore del 28 sull'estremo Levante (indicatori rosso-arancio in Figura 9 riferiti ai fenomeni della serata del 27). In particolare, la Figura 7 mostra come i fenomeni siano caratterizzati da intensità localmente molto forti (e conseguenti quantitativi tra elevati e localmente molto elevati) durante tale intervallo temporale.

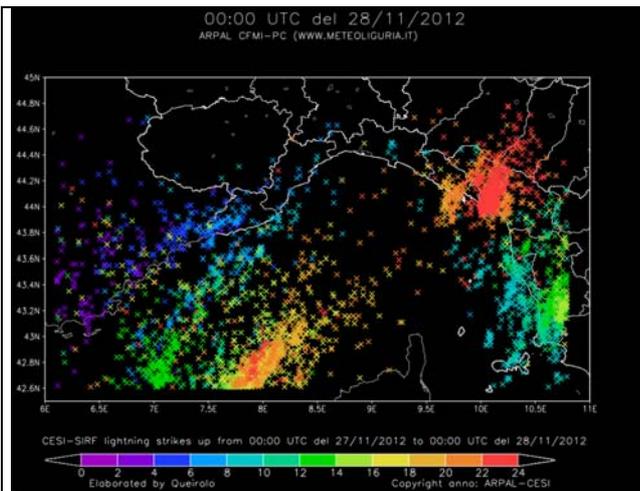


Figura 9 Fase I. Mappa di fulminazioni registrate nella giornata del 27 novembre 2012 dalla rete di rilevamento CESI (Elaborazione ARPAL -CFMI). Le tracce delle fulminazioni evidenziano la presenza di temporali che hanno interessato dapprima il settore Ligure Largo e occidentale e, successivamente, lo Spezzino, spostandosi verso Nord-Est

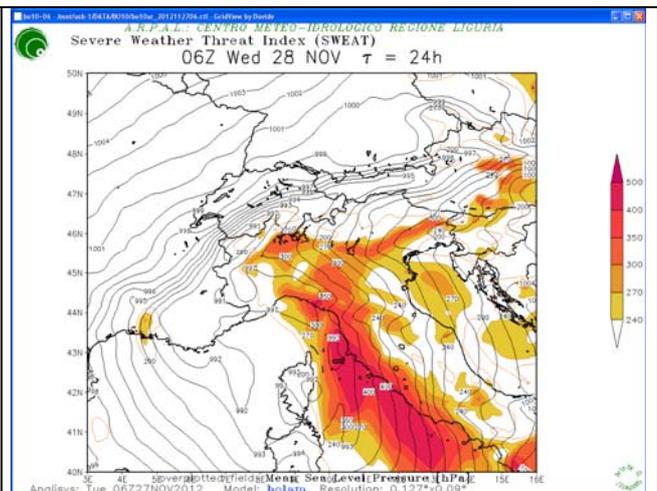


Figura 10 Mappa di Severe Weather threat Index riferito alle 06 UTC del 28 novembre 2012 (previsione a +24 hr del modello Bolam 10 km delle 06 UTC del 27 novembre 2012). Si evidenzia un elevato indice (di SWEAT) dal Tirreno verso il Levante Ligure e l'alta Toscana

Le simulazioni modellistiche descrivono in maniera soddisfacente la situazione di marcata instabilità mostrando indici temporaleschi elevati sulla costa di Levante e sulla Toscana a cavallo tra il 27 e 28 novembre 2012 (Figura 10), ovvero in concomitanza con l'approssimarsi della parte più attiva del fronte freddo.

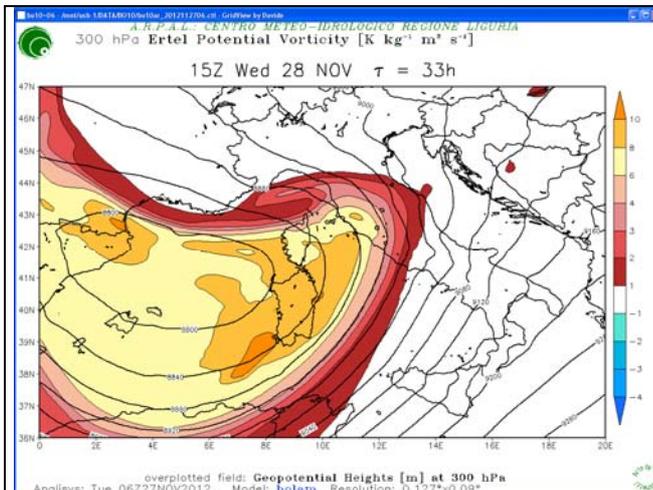


Figura 11 FASE II - La mappa dell'anomalia di tropopausa (Ertel Potenzial Vorticity) riferita alle 15 UTC del 28 novembre 2012 (previsione a +33 hr del modello Bolam 10 km inizializzato alle 06 UTC del 27 ottobre 2012) evidenzia la risalita dell'anomalia dal Tirreno verso il golfo Ligure, associata ad una nuova intensificazione dei rovesci da Levante verso il Centro-Ponente della Regione (nella seconda metà del 28/11)

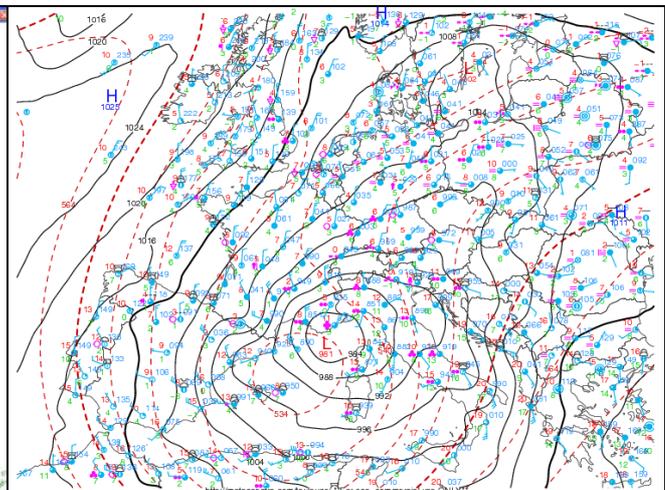


Figura 12 - FASE II - Campo di pressione al suolo riferito alle ore 15 UTC del 28 novembre. Si evidenzia il profondo minimo al suolo (981 hPa) in movimento retrogrado (verso Est) al largo della Costa Azzurra, responsabile dell'ultima fase precipitativa che ha interessato il Centro-Ponente nel corso del 28/11

Come accennato in precedenza, l'evoluzione meteorologica nelle ore successive consente di individuare una seconda fase dell'evento (Fase II). Nel corso della giornata del 28 novembre, infatti, il vasto sistema frontale collegato al profondo minimo al largo della Provenza, si è spostato verso la Corsica occludendosi e isolando un profondo cut-off in prossimità del Golfo Ligure (Figura 4). Come è evidente dalle analisi al suolo (Figura 12) e dalla stessa mappa di previsione del modello Bolam a 500 hPa di Figura 4, il sistema si è progressivamente invorticato a sud della Liguria determinando una rotazione del flusso dai quadranti orientali (Figura 4 e Figura 6). Nel pomeriggio 28 novembre la risalita di un'ampia anomalia di tropopausa lungo i meridiani (Figura 11) ha favorito una nuova intensificazione delle precipitazioni sul Nord-Ovest italiano: tuttavia, tale fase "occlusiva" si è rivelata più attenuata rispetto alla precedente, esaurendosi completamente solo all'inizio della mattinata del 29 novembre.

A causa dell'orientamento del flusso dal II quadrante, le precipitazioni hanno interessato maggiormente il centro ed il Ponente (nella parte più orientale) risultando diffuse, di moderata intensità e con quantitativi fino a localmente elevati. Il minimo al suolo che alle 15 UTC del 28 novembre stazionava ancora tra il Golfo Ligure e la Costa Azzurra (Figura 12), evidenziava un gradiente significativo associato ad un valore di pressione sui 981 hPa, ed un moto con traiettoria leggermente retrograda (verso Nord-Ovest).

Solo tra la fine del 28 e le prime ore del 29 novembre il minimo ha cominciato a colmarsi, spostandosi definitivamente verso l'Italia centrale e le regioni adriatiche, con conseguente attenuazione dei fenomeni precipitativi, seguita da condizioni di variabilità.

In Figura 13 viene mostrata l'evoluzione di massima del minimo al suolo prevista dalla corsa del modello del centro Europeo (inizializzato alle 00 UTC del 27 novembre). In questa simulazione si evidenzia inizialmente una traiettoria più Nord-orientale (dalle Baleari alla Corsica), seguita da una successiva fase retrograda verso NNW (dalla Corsica alla Costa Azzurra) e infine un movimento più orientale (dalle Alpi occidentali verso l'Adriatico centrale) che corrisponde alla fase di attenuazione dei fenomeni.

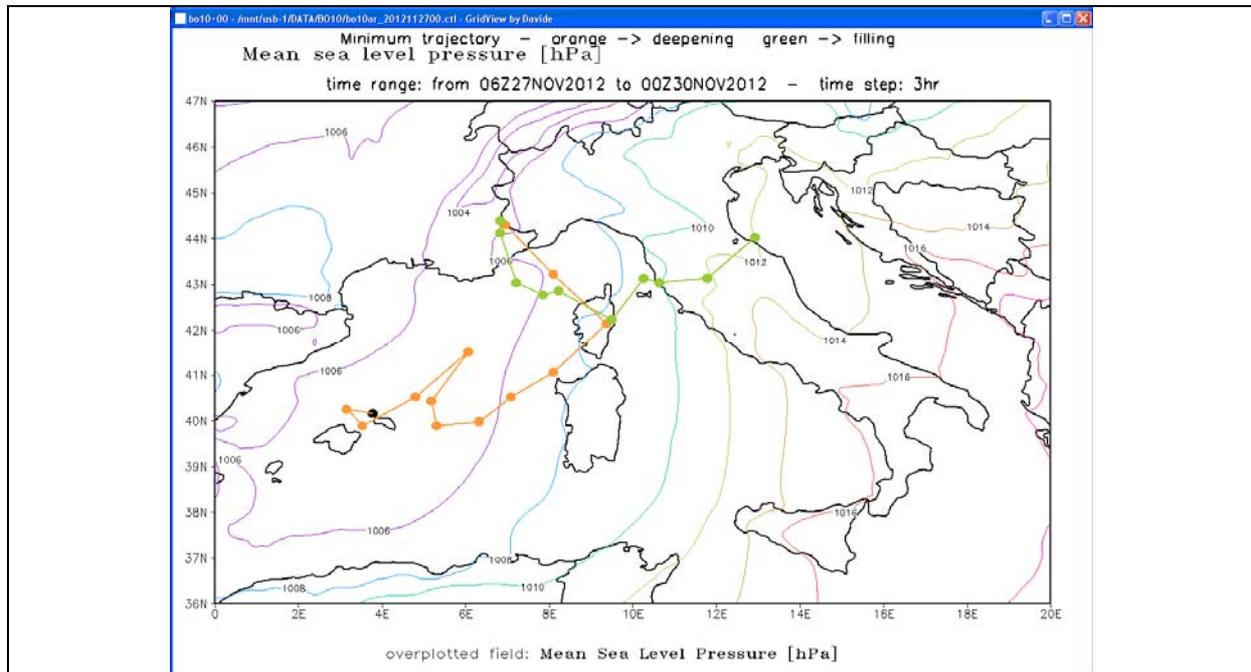


Figura 13 La dinamica abbastanza realistica della traiettoria del minimo è evidenziata dalla traccia della previsione dello spostamento del minimo al suolo da parte del modello ECRUN inizializzato alle 00 UTC del 27 novembre. Si nota come il modello abbia simulato discretamente l'evoluzione del minimo dalle 06 del 27 alle 00 del 30 novembre. Tale struttura si è mossa dalla parte nord-orientale delle Baleari verso la Provenza e il Ligure largo (nord della Corsica) fino alla mattinata del 27 novembre, per poi risalire verso nord con moto retrogrado fino alle Alpi occidentali-Costa Azzurra; infine ha puntato definitivamente verso Est, Sud-Est in direzione delle Marche (in arancione il movimento del minimo in fase d'approfondimento e in verde quella dello stesso in fase di colmamento).

L'intensità dei venti meridionali tra moderati e forti con rinforzi da Sud-Est, in particolare sul Levante ligure, nella prima mattinata del 28 novembre, risulta essere riconducibile alla presenza di un *low level jet* in risalita dal Tirreno verso la Liguria, attraverso l'Elba (Figura 14 a), fattore favorevole anche allo sviluppo dei temporali forti sull'estremo Levante e l'alta Toscana nella fase I.

Nel corso della giornata del 28 novembre, in seguito all'approssimarsi di un minimo molto profondo situato sulla parte sud-occidentale del Golfo (Figura 14 b), i venti hanno evidenziato un deciso rinforzo disponendosi dai quadranti meridionali al largo e divenendo via, via più sud-orientali sottocosta.

Come prefigurato dalle simulazioni numeriche, nella mattina del 27 novembre il moto ondoso è stato in prevalenza "sciroccale" (dal II quadrante), tra mosso e localmente molto mosso (Figura 15 a); il giorno successivo esso è divenuto più formato e sud-occidentale al Largo del Golfo, a causa dell'intenso gradiente di pressione sul settore Ligure e dei conseguenti venti molto intensi sul settore Corsica, Provenza e Elba. Il 28 novembre quindi, il Levante Ligure, meglio esposto al gradiente e, probabilmente, alla convergenza tra l'onda sciroccale preesistente e l'onda di Libeccio in formazione al Largo, è stato interessato da onde di oltre 3 m con un periodo superiore ai 7 sec sullo Spezzino (Figura 15 b).

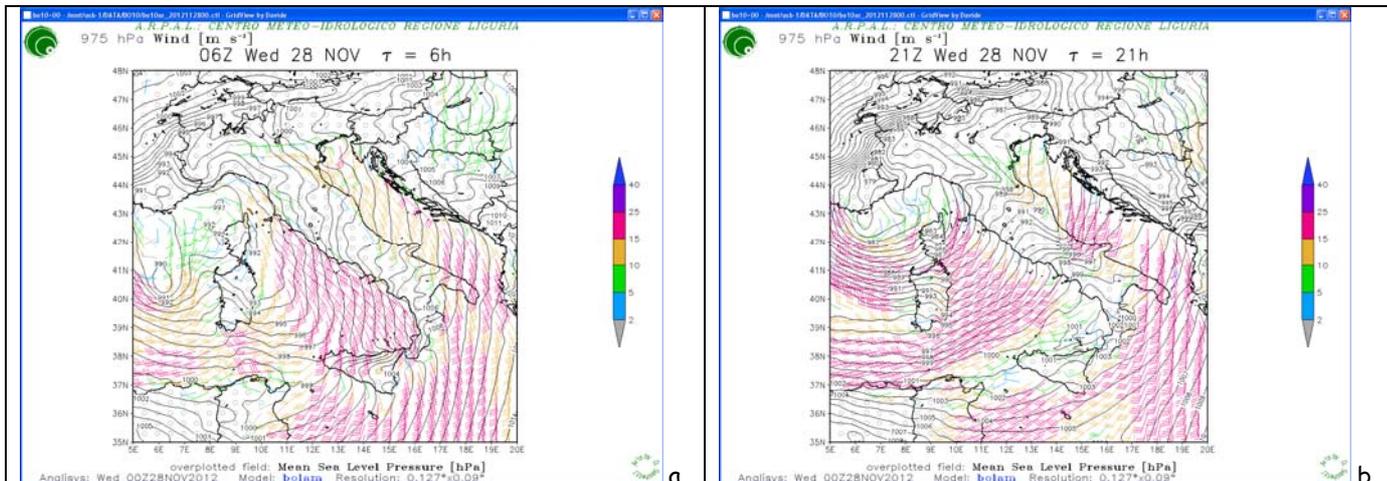


Figura 14 a-b Mappe di previsione del vento a 975 hPa (circa 30 m) riferite alle 06 UTC (a) e alle 21 UTC (b) del 28 ottobre 2012 (previsione a +6hr e +21hr del modello Bolam10 inizializzato alle 00 UTC del 28 ottobre)

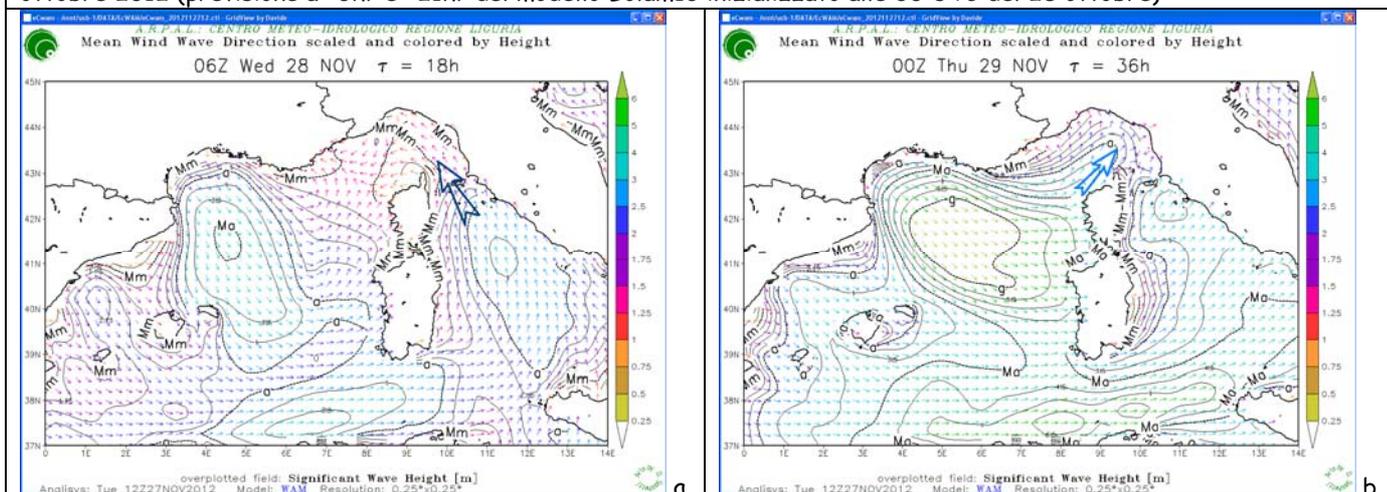


Figura 15 a-b Mappe di previsione di direzione d'onda media, periodo e altezza d'onda significativa riferite alle 06 UTC del 28 ottobre 2012 (a) e alle 00 UTC del 29 novembre 2012 (b) (previsione a +18hr e +36hr del modello ECWAM inizializzato alle 12 UTC del 27 ottobre 2012)

2 Dati Osservati

2.1 Analisi Pluviometrica

L'evento che ha interessato l'intera regione tra il 27 novembre e le prime ore del 29 novembre 2012 ha determinato cumulate areali di precipitazione significative sulla zona padana di Levante (E), elevate sulle zone tirreniche di Centro Ponente e di Levante nonché sulla zona padana di Ponente (A, B, C, D) (Tabella 1). Le medie areali di precipitazione dall'inizio dell'evento risultano essere 106 mm/48h su A, 108 mm/48h su B, 90 mm/48h su C compreso il Magra, 120 mm/48h su D e 66mm/48h su E.

Complessivamente l'evento è stato caratterizzato da precipitazioni di tipo avvevivo, che hanno colpito in modo persistente e costante l'intero territorio regionale per una durata totale di circa 48 ore, con intensità moderate e quantitativi puntualmente elevati in tutte le zone, anche molto elevati sulle zone D e C. Tali precipitazioni hanno assunto carattere più temporalesco a Levante, con intensità orarie e triorarie fino molto forti (Equi Terme 64 mm/1h, 116 mm/3h).

2.1.1 Analisi dei dati a scala areale

Dal punto di vista della distribuzione delle precipitazioni l'evento è da considerarsi diffuso: ha interessato, infatti, tutta la Liguria, concentrandosi in diversi momenti sulle varie zone di allertamento. In particolare, in una prima fase, che ha avuto il culmine nella nottata tra il 27 ed il 28, precipitazioni più intense e a carattere temporalesco hanno interessato la Lunigiana e l'alto Magra, andando poi a causare allagamenti a Marinella di Sarzana e Ortonovo. Nella seconda parte dell'evento, caratterizzata da precipitazioni meno intense ma più persistenti nella giornata del 28 e fino alle prime ore del 29, le zone più colpite sono state B, D e la parte più orientale di A.

I quantitativi di precipitazione areali sono stati significativi sul versante padano di levante (29 mm/12h su E) ed elevati su tutto il versante tirrenico della regione e sul versante padano di ponente (40 mm/12h su A, 57 mm/12h su B, 53 mm/12h C più Magra, 61 mm/12h). I valori osservati sono riportati in forma tabellare (Tabella 1) ed in forma grafica (da Figura 16 a Figura 19).

In Tabella 1 sono riportate le precipitazioni massime areali per le diverse durate e le varie zone di allertamento calcolate sull'intera durata dell'evento (dalle 10.00 UTC del 27/11/2012 alle 10.00 UTC del 29/11/2012).

Zona	1h (mm)	3h (mm)	6h (mm)	12h (mm)	24h (mm)	Totale evento 48h (mm)
A	6 27/11/2012 17.00	15 27/11/2012 17.00	17 27/11/2012 17.00	40 27/11/2012 22.00	68 28/11/2012 14.00	106 29/11/2012 10.00
B	7 28/11/2012 09.00	17 28/11/2012 15.00	30 28/11/2012 14.00	57 28/11/2012 18.00	85 29/11/2012 00.00	108 29/11/2012 10.00
C	7 28/11/2012 19.00	14 28/11/2012 21.00	22 28/11/2012 06.00	37 28/11/2012 06.00	55 28/11/2012 20.00	73 29/11/2012 10.00
D	9 28/11/2012 14.00	23 28/11/2012 15.00	36 28/11/2012 15.00	61 28/11/2012 18.00	92 28/11/2012 23.00	120 29/11/2012 10.00

E	6 28/11/2012 09.00	10 28/11/2012 22.00	17 28/11/2012 10.00	29 28/11/2012 14.00	48 28/11/2012 22.00	66 09/11/2011 10.00
C+	8 27/11/2012 22.00	18 27/11/2012 23.00	32 28/11/2012 02.00	53 28/11/2012 06.00	72 28/11/2012 20.00	90 29/11/2012 10.00
C-	7 28/11/2012 19.00	14 28/11/2012 21.00	19 28/11/2012 22.00	28 28/11/2012 06.00	46 28/11/2012 22.00	64 29/11/2012 10.00
MAGRA	10 27/11/2012 22.00	23 27/11/2012 23.00	42 28/11/2012 02.00	65 28/11/2012 07.00	84 28/11/2012 20.00	102 29/11/2012 10.00

Tabella 1 Massimi areali sulle zone di allertamento della cumulata di pioggia registrata per diverse durate (viene riportato il valore in mm, la data e l'ora UTC)

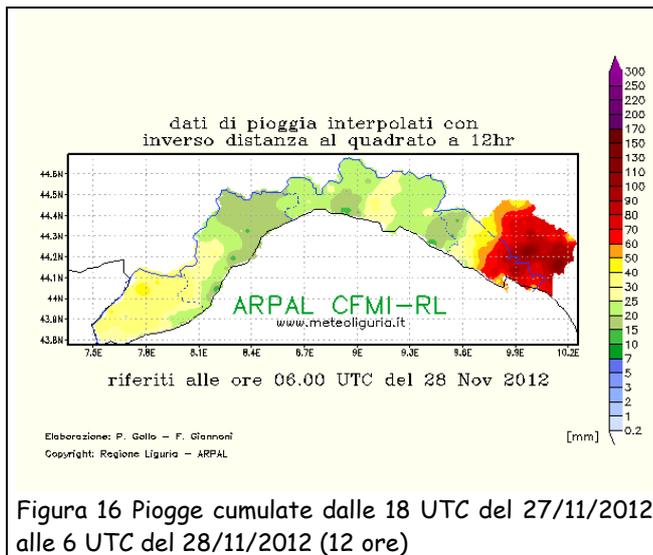


Figura 16 Piogge cumulate dalle 18 UTC del 27/11/2012 alle 6 UTC del 28/11/2012 (12 ore)

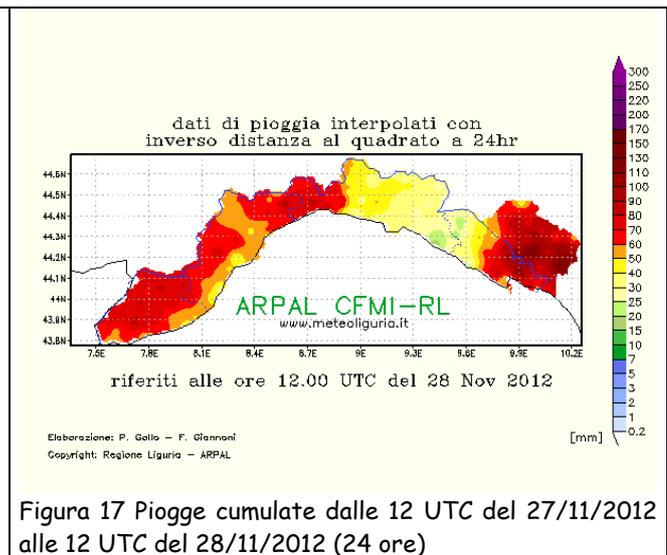
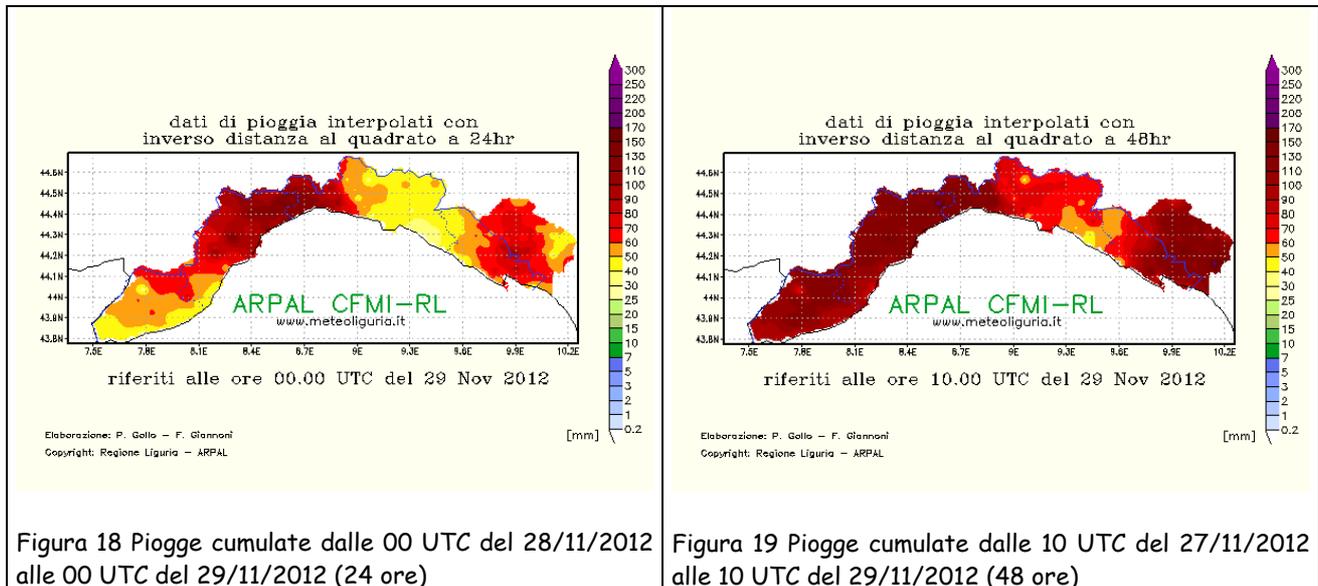


Figura 17 Piogge cumulate dalle 12 UTC del 27/11/2012 alle 12 UTC del 28/11/2012 (24 ore)



In Figura 16 si possono osservare le piogge cumulate nella finestra temporale di 12 ore in cui le precipitazioni sono state più intense sul Levante. Solo in questo caso si sono registrate intensità forti. In Figura 17 e Figura 18 sono rappresentate le cumulate su 24 ore riferite alle 12 UTC del 28 novembre e alle 00 UTC del 29 novembre che consentono di valutare la persistenza delle precipitazioni prima nell'estremo ponente e poi nelle zone B e D, dove sono risultate più insistenti, in particolare nella giornata del 29 novembre. Infine, la Figura 19 mostra la precipitazione cumulata sull'intero evento: da essa emerge la distribuzione dell'evento su tutto il territorio ligure.

2.1.2 Analisi dei dati puntuali

La Tabella 2 contiene i valori massimi PUNTUALI di precipitazione (in mm) registrati nel periodo d'evento, ossia tra le 10 UTC del 27/11/2012 e le 10 UTC del 29/11/2011, distinti per zone di allertamento e per diverse durate: sono evidenziati i valori massimi relativi all'intero territorio regionale.

Si può notare come nella zona di allertamento C i massimi locali siano stati osservati essenzialmente tra la serata del 27 novembre e le prime ore del 28, quando le intensità sono risultate molto forti (Equi Terme 64 mm/1h, 116 mm/3h, 120 mm/6h, 138 mm/12h, 166 mm/24h): ciò evidenzia il carattere temporalesco e convettivo di questa fase dell'evento. Inoltre i massimi registrati sull'area C sono anche i valori massimi registrati nel corso dell'intero evento. Su tutte le altre zone della regione la precipitazione ha avuto principalmente carattere persistente con massimi orari mediamente compresi tra i 5 e i 20 mm, in maniera costante sulla finestra temporale dell'evento: le intensità dei massimi registrati sono state quindi moderate e quantitativi elevati, ad eccezione del versante padano di levante (zona E), dove i quantitativi sono stati leggermente inferiori (Colle del Melogno 17 mm/h, 113 mm/24h, Mele 20 mm/h e 131 mm/24h, Piampaludo 12 mm/h ma 146 mm/24h, Brugnato Diga 10 mm/h e 62 mm/24h).

Il valore massimo di precipitazione cumulata sulle 48 ore dell'evento (ma anche sulle 24 ore) è stato registrato nella zona D, proprio a causa dell'insistenza delle precipitazioni su tale area.

Stazione (zona)	Max 1hr	Max 3hr	Max6hr	Max12hr	Max24hr	Totale
A	22 Calice Ligure 2012/11/28 22:10	36 Colle Melogno 2012/11/28 14:15	47 Colle Melogno 2012/11/28 14:55	74 Colle Melogno 2012/11/28 22:30	113 Colle Melogno 2012/11/28 22:50	158 Colle Melogno 2012/11/29 10:00
B	25 Lavagnola 2012/11/28 14:20	41 Mele 2012/11/28 10:30	60 Mele 2012/11/28 13:35	99 Mele 2012/11/28 19:15	131 Mele 2012/11/28 22:10	155 Mele 2012/11/29 10:00
C	64 Equi Terme 2012/11/27 22:45	116 Equi Terme 2012/11/28 00:00	120 Equi Terme 2012/11/28 03:00	138 Equi Terme 2012/11/28 09:00	166 Equi Terme 2012/11/28 21:00	179 Equi Terme 2012/11/29 10:00
D	23 Mallare 2012/11/28 22:30	36 Montenotte Inferiore 2012/11/28 15:10	54 Montenotte Inferiore 2012/11/28 15:30	97 Piampaludo 2012/11/28 18:50	146 Piampaludo 2012/11/29 00:20	180 Piampaludo 2012/11/29 10:00
E	11 Cabanne 2012/11/28 19:30	20 Cabanne 2012/11/28 21:30	25 Cabanne 2012/11/28 22:50	36 Loco Carchelli 2012/11/28 15:20	54 Loco Carchelli 2012/11/28 23:25	76 Loco Carchelli 2012/11/29 10:00

Tabella 2 Valori massimi PUNTUALI di precipitazione registrati dai pluviometri della rete OMIRL nel periodo tra le 10 UTC del 27/11/2012 e le 10 UTC del 29/11/2011, distinti per zone di allertamento e per diverse durate.

Si riportano di seguito (da Figura 20 a Figura 31) gli ietogrammi significativi relativi ad alcune stazioni ove sono stati osservati i valori massimi puntuali. Le definizioni per l'intensità di pioggia (valutata in base alle cumulate su 1 e 3 ore), e la quantità di pioggia (valutata in base alle cumulate su 6, 12 e 24 ore), sono in accordo con le soglie stabilite dal CFMI-PC.

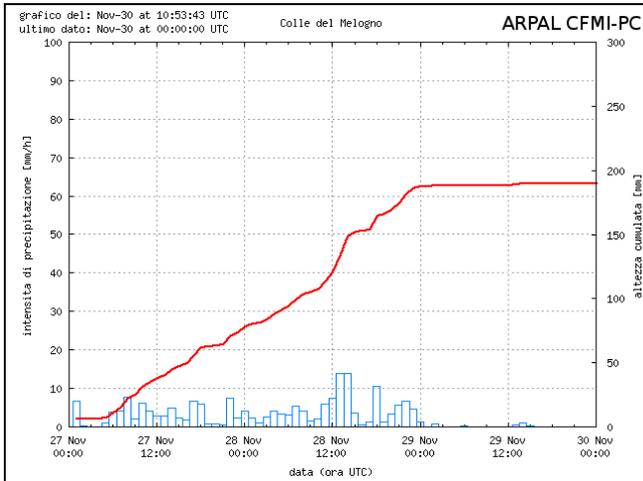


Figura 20 Ietogramma e cumulata a Colle del Melogno (A)
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) moderate
QUANTITA': (mm/6h, mm/12h, mm/24h) elevate

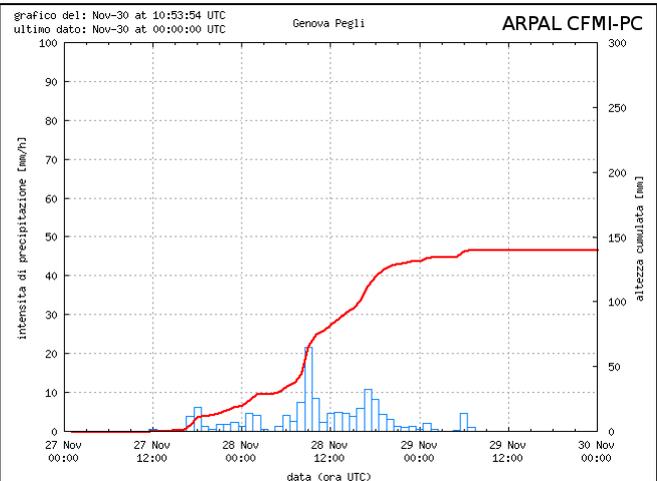


Figura 21 Ietogramma e cumulata a GE Pegli (B)
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) moderate
QUANTITA': (mm/6h, mm/12h, mm/24h) elevate

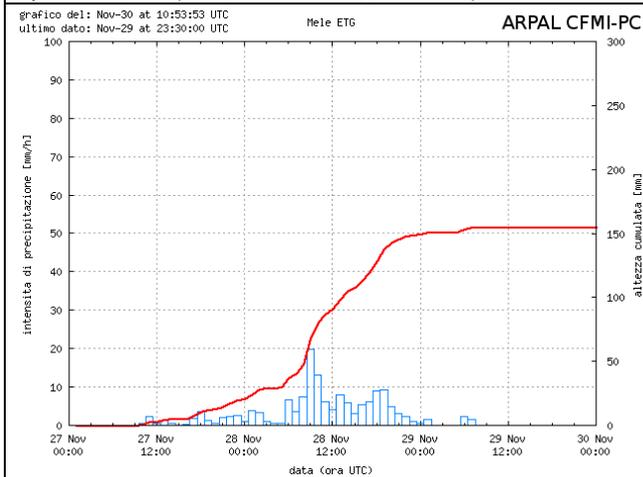


Figura 22 Ietogramma e cumulata a Mele (B)
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) moderate
QUANTITA': (mm/6h, mm/12h, mm/24h) elevate

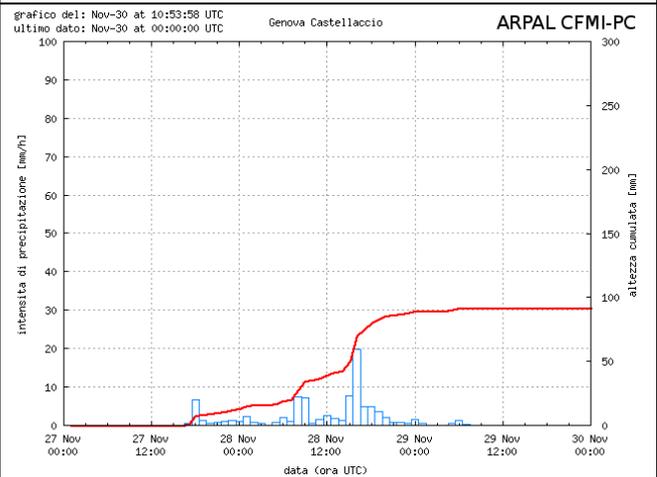


Figura 23 Ietogramma e cumulata a GE Castellaccio (B)
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) moderate
QUANTITA': (mm/6h, mm/12h, mm/24h) elevate

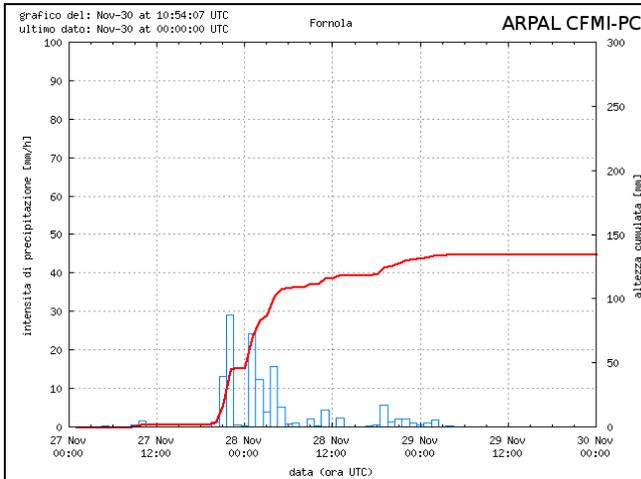


Figura 24 Ietogramma e cumulata a Fornola (C)
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) moderate
QUANTITA': (mm/6h, mm/12h, mm/24h) elevate

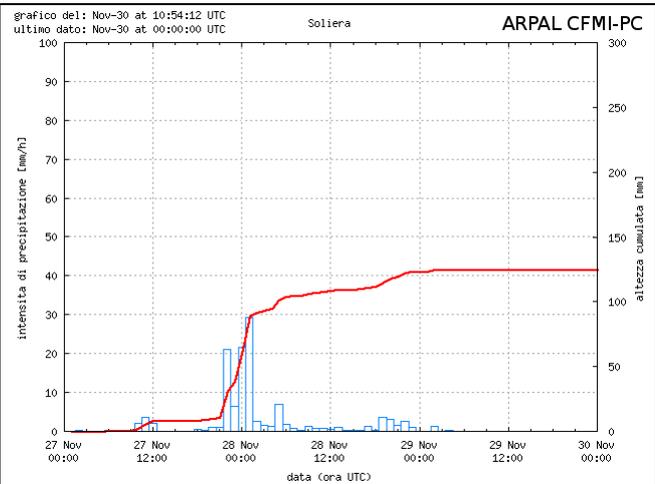


Figura 25 Ietogramma e cumulata a Soliera (C)
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) forti
QUANTITA': (mm/6h, mm/12h, mm/24h) elevate

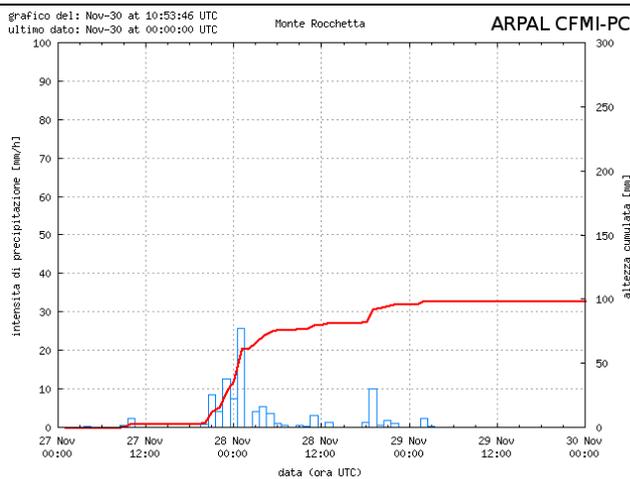


Figura 26 Ietogramma e cumulata a Monte Rocchetta (C)
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) moderate
QUANTITA': (mm/6h, mm/12h, mm/24h) elevate

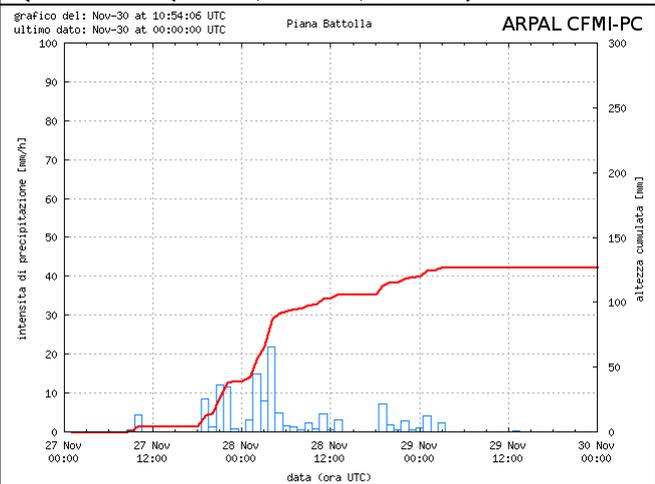


Figura 27 Ietogramma e cumulata a Piana Battolla (C)
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) moderate
QUANTITA': (mm/6h, mm/12h, mm/24h) elevate

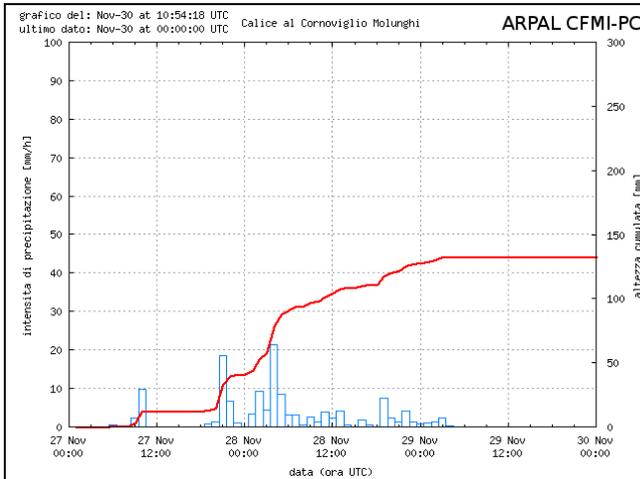


Figura 28 Ietogramma e cumulata a Calice al Corn. (C)
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) moderate
QUANTITA': (mm/6h, mm/12h, mm/24h) elevate

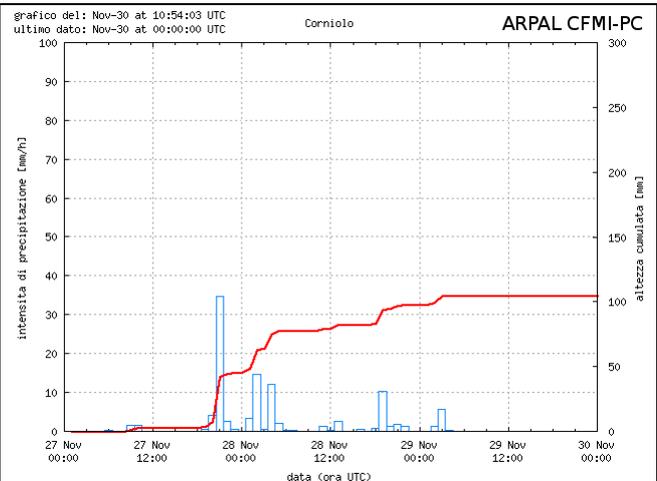


Figura 29 Ietogramma e cumulata a Corniolo (C)
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) moderate
QUANTITA': (mm/6h, mm/12h, mm/24h) elevate

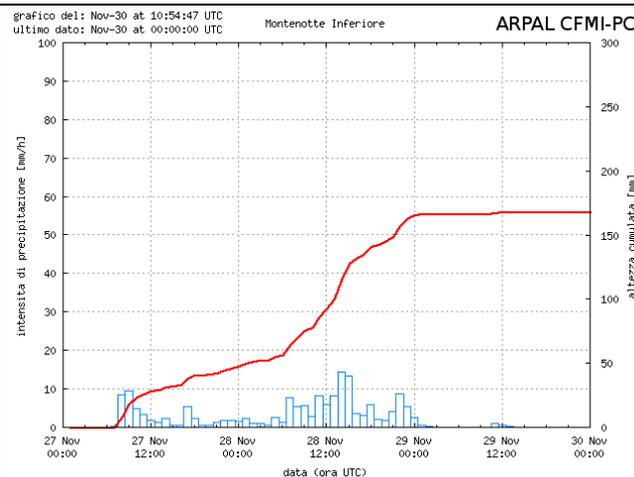


Figura 30 Ietogramma e cumulata a Montenotte Inf. (D)
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) moderate
QUANTITA': (mm/6h, mm/12h, mm/24h) elevate

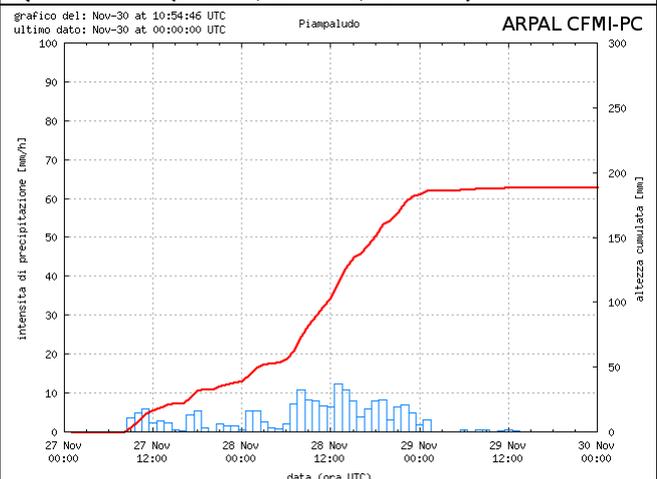


Figura 31 Ietogramma e cumulata a Piampaludo (D)
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) moderate
QUANTITA': (mm/6h, mm/12h, mm/24h) elevate

Occorre precisare che gli ietogrammi sopra riportati rappresentano l'intensità di precipitazione a scansione oraria a partire dalle ore 00 del 27 novembre a finestra fissa: pertanto le intensità rappresentate graficamente potrebbero essere inferiori a quelle citate in Tabella 2, dove i valori massimi di intensità oraria sono calcolati a finestra mobile. Il fatto, quindi, non costituisce una contraddizione nei dati ma è solo dovuto alla diversa rappresentazione grafica.

2.2 Analisi idrometrica

L'evento ha prodotto innalzamenti significativi dei livelli idrici su gran parte del territorio regionale e l'esondazione del torrente Parmignola sul versante marittimo di Levante, al confine con la Toscana.

Nella Tabella 3 sono riportati i livelli idrometrici massimi rilevati dagli idrometri della rete regionale OMIRL, ed il relativo orario di transito del colmo di piena. Si riporta inoltre, nell'ultima colonna, l'incremento rispetto al livello "indisturbato" precedente il passaggio della piena stessa.

Bacino e sezione	Zona allerta	Livello idrometrico ¹ massimo osservato [m]	Orario del livello massimo (ora UTC)	Incremento di livello massimo osservato [m]
Argentina a Montalto	A	3,35	06.45 del 28/11/2012	1,2
Argentina a Merelli	A	2,24	19.00 del 27/11/2012	0,91
Arroscia a Pogli	A	2,06	10.00 del 29/11/2012	1,6
Neva a Cisano	A	1,9	10.00 del 29/11/2012	0,84
Centa a Molino Branca	A	2,4	18.00 del 28/11/2012	1,4
Letimbro a Santuario	B	1,17	16.00 del 28/11/2012	1,09
Sansobbia a S. S. Giustina	B	1,47	15.30 del 28/11/2012	0,85
Sansobbia ad Albisola	B	1,52	16.00 del 28/11/2012	0,92
Teiro a Il Pero	B	1,58	15.30 del 28/11/2012	0,96
Leira a Molinetto	B	1,62	18.30 del 28/11/2012	0,78
Lavagna a Carasco	C	2,21	00.45 del 29/11/2012	0,72
Vara a La Macchia	C	3,89	17.15 del 27/11/2012	3,59
Vara a Nasceto	C	2,56	11.15 del 27/11/2012	1,29
Vara a Brugnato	C	1,84	02.15 del 29/11/2012	0,96
Vara a Piana Battolla	C	-0,31	15.15 del 27/11/2012	1,14
Magra a Santa Giustina	C	2,14	06.15 del 28/11/2012	0,79
Magra a Fornola	C	3,61	03.30 del 28/11/2012	2,97
Magra a Calamazza	C	5,09	02.30 del 28/11/2012	4,11
Aulella a Soliera	Magra	5,1	00.45 del 28/11/2012	3,89
Bormida di M. a Murialdo	D	1,27	10.00 del 29/11/2012	1,18
Bormida di S. a Piana Crixia	D	4,19	10.00 del 29/11/2012	3,27

Tabella 3 Livelli idrometrici massimi registrati agli idrometri sui bacini delle zone di allertamento

Nelle figure da Figura 32 a Figura 45 sono riportati gli idrogrammi registrati dalle stazioni idrometriche più significative.

Come si vede dalla Tabella 3 ed anche dalle figure da Figura 32 a Figura 45, l'evento ha interessato tutta la regione causando innalzamenti significativi su quasi tutti i corsi d'acqua liguri. Gli innalzamenti maggiori si sono avuti sull'Aulella a Soliera (5,1m) con ripercussioni anche più a valle, sui livelli del Magra a Calamazza (5,09m) e a Fornola (3,61m). In questo caso il picco si è avuto nelle prime ore del 28 novembre, come conseguenza della parte più intensa e temporalesca della perturbazione.

Si sono registrati anche innalzamenti importanti dei corsi d'acqua in zona D (Murialdo 1,27m e Piana Crixia 4,19m). In questo caso gli innalzamenti riconducibili alle piogge persistenti che hanno interessato il versante padano di ponente praticamente per tutta la durata dell'evento. Il picco di piena in tal caso è passato alla conclusione dell'evento.

¹ Il livello idrometrico è un valore convenzionale definito rispetto ad una quota standard definita "zero idrometrico" (che non necessariamente coincide con la quota dell'alveo) e pertanto può assumere anche valori negativi.

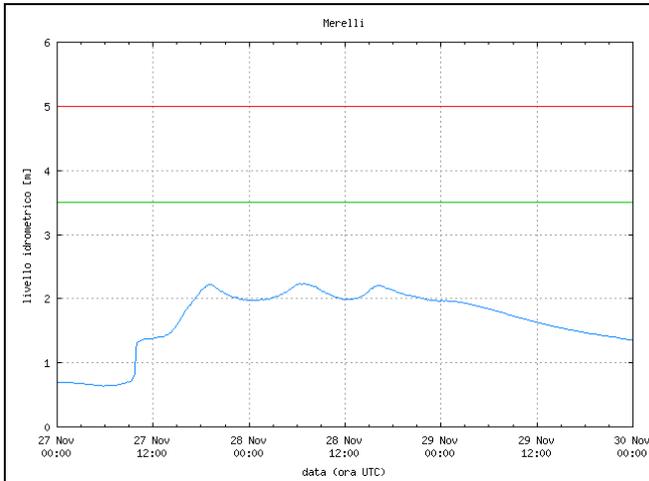


Figura 32 Livello idrometrico: Argentina a Merelli (A)

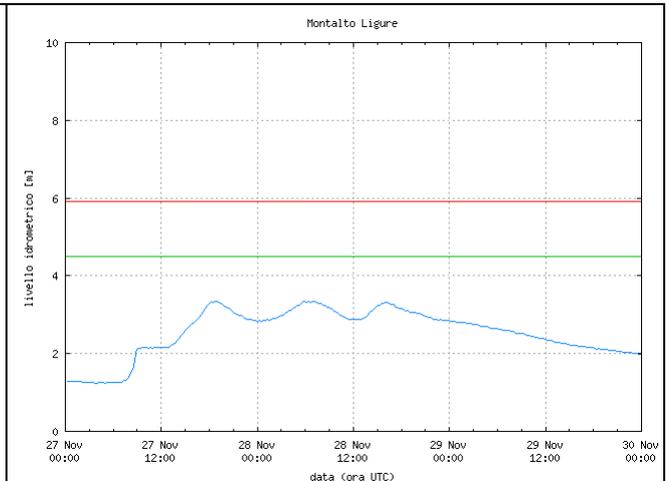


Figura 33 Livello idrometrico: Argentina a Montalto (A)

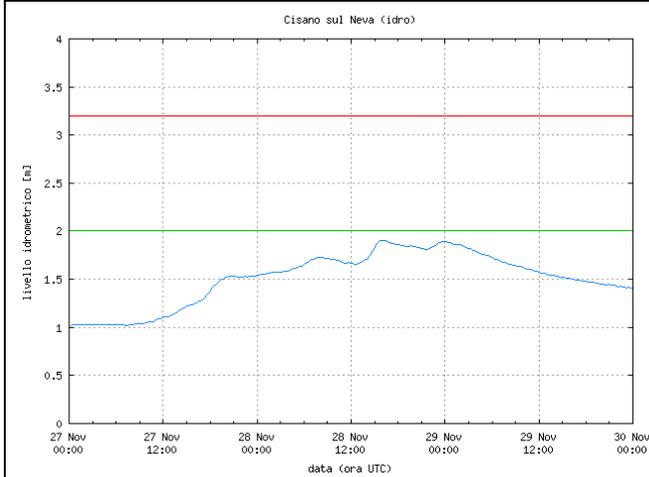


Figura 34 Livello idrometrico: Neva a Cisano (A)

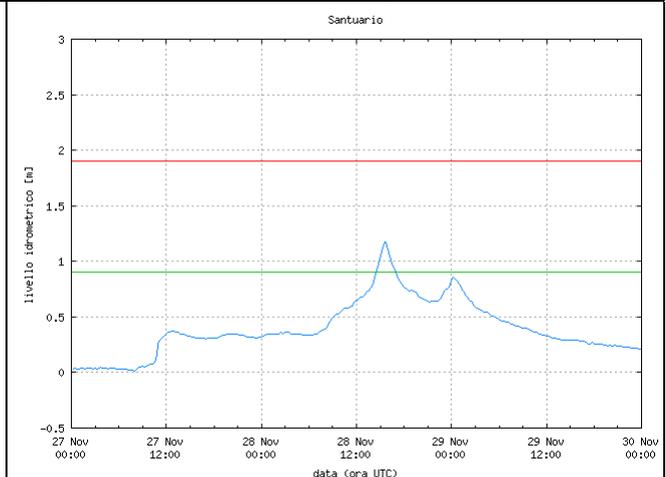


Figura 35 Livello idrometrico: Letimbro a Santuario (B)

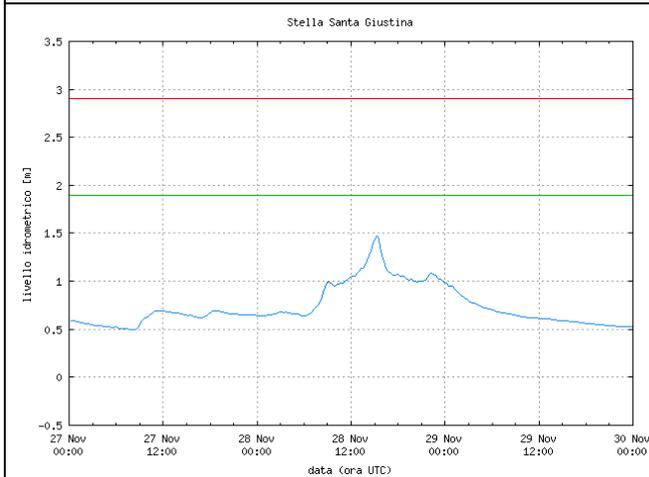


Figura 36 Livello idrometrico: Sansobbia a S. S.Giustina (B)

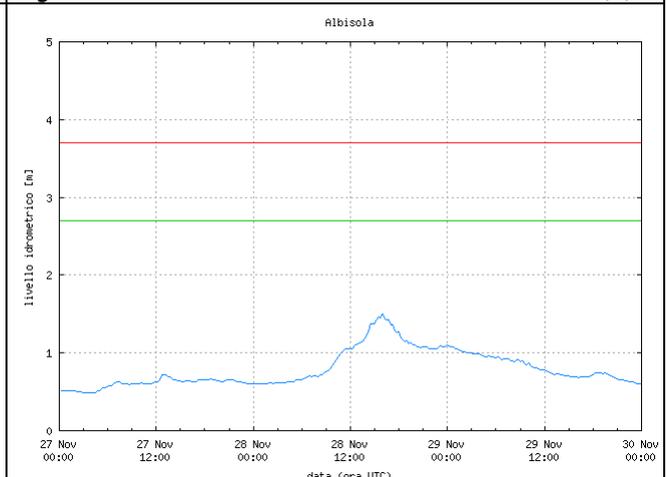


Figura 37 Livello idrometrico: Sansobbia ad Albisola (B)

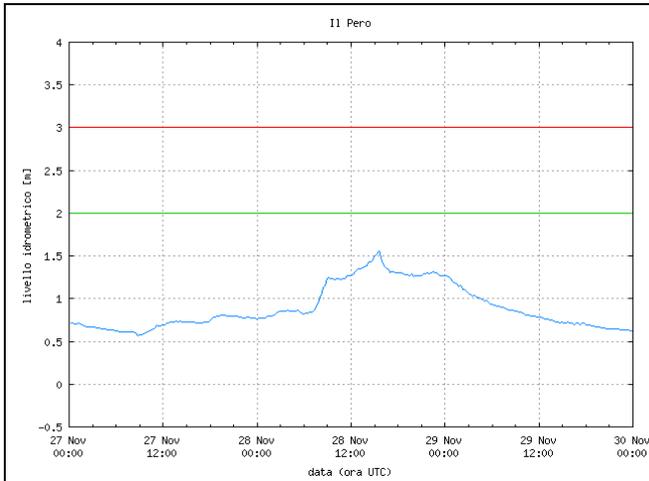


Figura 38 Livello idrometrico: Teiro a Il Pero (B)

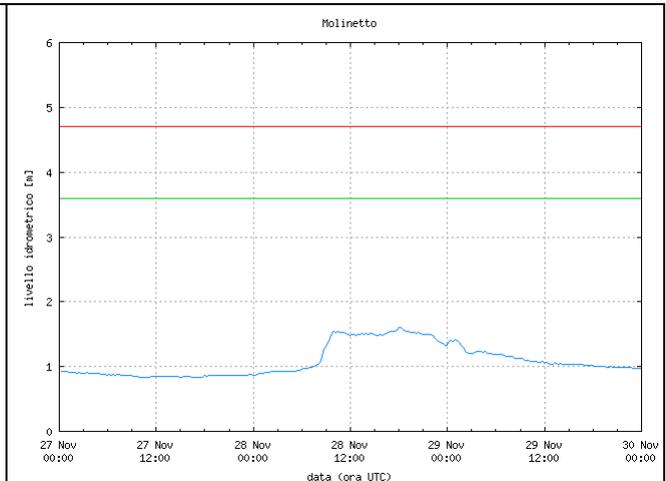


Figura 39 Livello idrometrico: Leira a Molinetto (B)

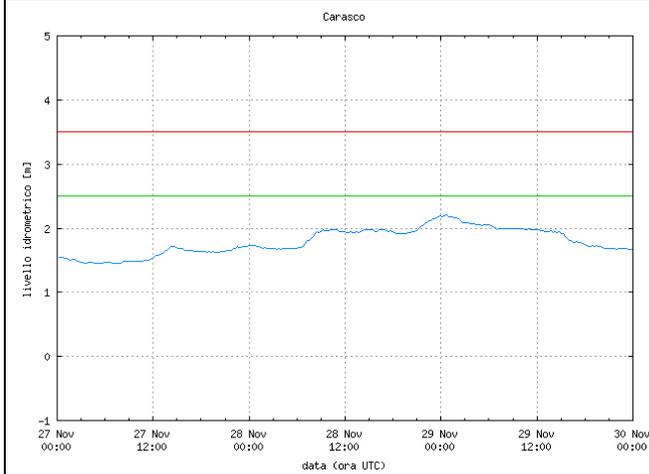


Figura 40 Livello idrometrico: Lavagna a Carasco (C)

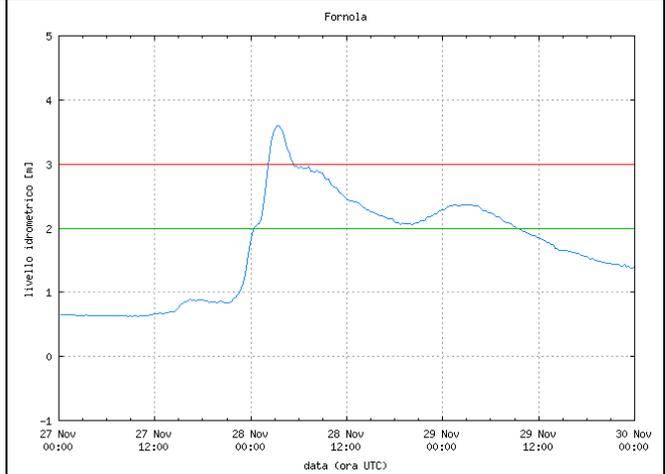


Figura 41 Livello idrometrico: Magra a Fornola (C)

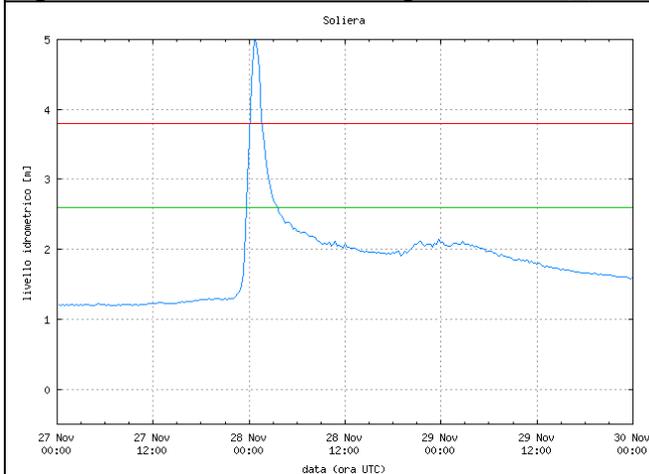


Figura 42 Livello idrometrico: Aulella a Soliera (C)

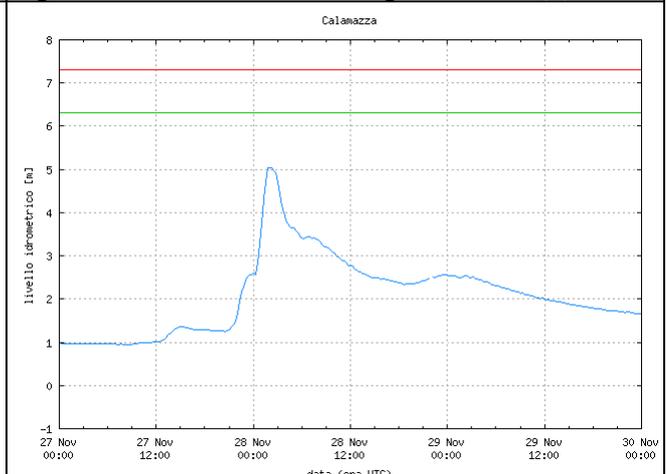


Figura 43 Livello idrometrico: Magra a Calamazza (C)

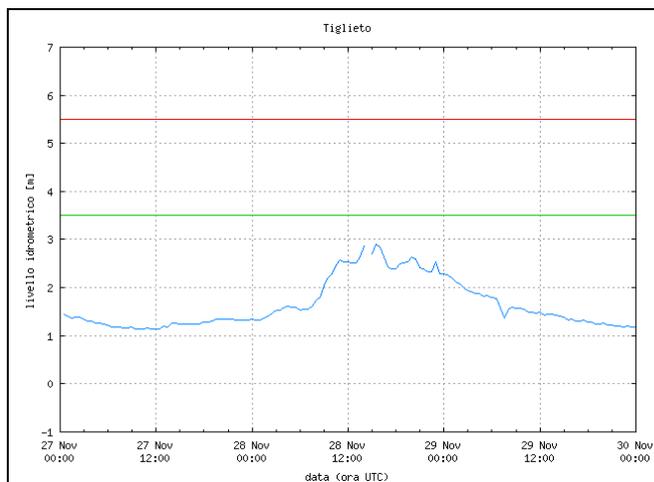


Figura 44 Livello idrometrico: Orba a Tiglieto (D)

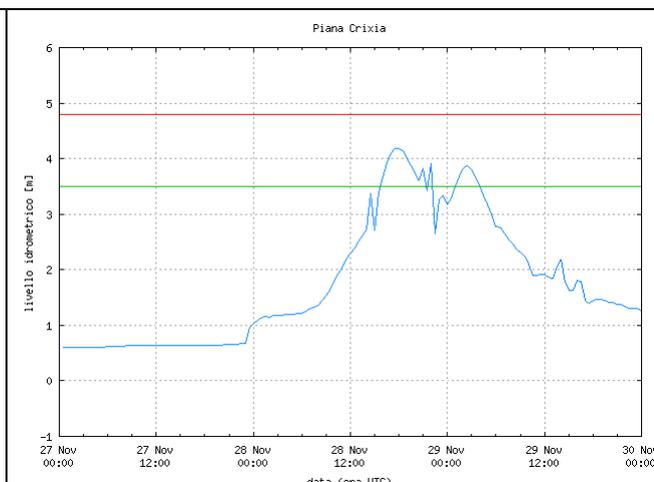


Figura 45 Livello idrometrico: Bormida a Piana Crixia (D)

2.3 Analisi anemometrica

Il significativo gradiente barico legato all'avvicinamento del minimo dal Mediterraneo occidentale verso il Nord-Ovest Italiano, è stato caratterizzato lungo la costa da una ventilazione in prevalenza meridionale (tra II e III quadrante per il 27 e per il 28 novembre). A causa della posizione più meridionale del minimo i venti più intensi sono stati registrati ai margini del Golfo Ligure, con forte Mistral dal Leone fino al largo delle Bocche di Bonifacio (venti da Nord, Nord-Ovest di oltre 150 km/h sul Golfo del Leone), in rotazione oraria in prossimità della Corsica (da Sud-Ovest) e su Tirreno (Sud, Sud-Est). Lungo la Riviera i venti si sono mantenuti su intensità moderate o localmente forti, con punte di vento massimo fino a burrasca o localmente burrasca forte (Capo Mele).

Come già accennato, i venti hanno evidenziato una tendenza all'intensificazione nel corso della giornata del 28 novembre raggiungendo intensità medie localmente forti, salvo Capo Mele che ha registrato rinforzi di burrasca.

La ventilazione è stata molto rafficata, con punte massime di burrasca sulle zone B ed E e raffiche di burrasca forte raggiunte solo a Capo Mele (C) nel pomeriggio del 28 novembre. Verso la fine della giornata, in seguito al graduale spostamento verso Est del minimo al suolo, il vento ha ruotato in maniera più netta dai quadranti orientali.

Stazione [zona di allertamento]	Vento medio massimo (km/h)	Data e Ora	Direzione prevalente del vento medio massimo	Raffica massima (km/h) (direzione)
Capo Mele (A)	36 km/h	27/11 ore 7.00 UTC	S	-
Capo Mele (A)	61 km/h	28/11 ore 20.55 UTC	SW	83 km/h N
Boa Capo Mele (A)	20 km/h	27/11 ore h 23.30 UTC	N	30 km/h N
Boa Capo Mele (A) 2	42 km/h	28/11 ore 21 UTC	SE	63 km/h SE
Genova - CF (B)	23 km/h	27/11 ore 04 UTC	SSE	43.2 km/h SE
Genova - CF (B)	19,4 km/h	28/11 ore 15 UTC	SSE	45. km/h SSE
SV Istituto Nautico (B)	19 km/h	19/11 ore 02 UTC	E	34 km/h E

SV-Istituto Nautico (B)	24 km/h	28/11 ore 12 UTC	NW	50 km/h NW
Giacopiane 1 (E)	32 km/h	27/11 ore 04 UTC	SSW	60 km/h -SSW
Giacopiane 2 (E)	28 km/h	28/11 ore 11 UTC	E	67 km/h -ESE
M.Rocchetta (C)	30 km/h	27/11 ore 10 UTC	SE	52 km/h - SE
M.Rocchetta (C)	30 km/h	28/11 ore 17 UTC	SE	54 km/h - SE
M.Settepani (D)	23 km/h	27/11 ore 04 UTC	S	-
M.Settepani (D)	34 km/h	28/11 ore 13 UTC	SE	-

Tabella 4 Vento medio massimo e raffica massima osservati su alcune stazioni anemometriche significative

2.4 Mare

Come evidenziato dalla boa di La Spezia, il 27 novembre sul Levante il moto ondoso è stato prevalente da Sud-Est, caratterizzato da uno stato di mare molto mosso con un periodo di oltre 5 secondi. Il giorno successivo la boa non ha registrato alcun dato, ma è presumibile (visti i dati della boa di Ventimiglia) che siano stati superati i 3 m di onda significativa (con mare pienamente agitato).

I dati della boa di Capo Mele confermano le condizioni di mare mosso tra il 27 novembre e la mattina del 28, con tendenza ad un deciso aumento del moto ondoso e del periodo dal pomeriggio del 28 novembre, con un graduale aumento da molto mosso a localmente agitato da Sud-Est. Tra le 16 del 28 e le 4.30 del 29 novembre l'onda significativa è risultata costantemente superiore ai 2 m, raggiungendo il valore massimo di 2.5 m attorno alle 21 (caratterizzata da un picco massimo attorno ai 4 m), con un periodo in allungamento maggiore di 7 secondi (Figura 46 e Tabella 5). Il moto ondoso si è mantenuto in prevalenza da Sud-Est per buona parte della giornata del 28 novembre, mostrando una tendenza a ruotare progressivamente da Est (Figura 46, linea arancione).

Boa	Data	Altezza onda significativa H_s [m]	Altezza massima H [m]	Periodo onda [s]	Direzione onda
La Spezia (28/11 dati mancanti)	27/11/2012 ore 08:30	1.44	-	5.38	SE
Capo Mele	27/11/2012 ore 17:30-18.30	1.17	2.03	5.7	SE
Capo Mele	28/11/2012 ore 22:00	2.54	4.06	7.1	SE

Tabella 5 Valori più significativi dei parametri ondometrici registrati dalle boe di La Spezia e Capo Mele nel corso delle mareggiate verificatesi durante l'evento.



Figura 46 Dati ondametrici osservati relativi alla boa di Capo Mele per 27-28 novembre

Si può quindi ipotizzare un deciso aumento del moto ondoso anche per la boa di La Spezia (generalmente più esposta al moto ondoso da Sud, Sud-Ovest), soprattutto nella seconda parte della giornata del 28 novembre.

2.5 Effetti al suolo e danni rilevanti

Le intense precipitazioni che hanno colpito le aree al confine tra Liguria e Toscana nella nottata tra il 27 ed il 28 novembre hanno causato l'esondazione del torrente Parmignola, che era uscito dagli argini già due settimane prima. Gli allagamenti si sono registrati nelle località di Ortonovo e Marinella di Sarzana. Per tale motivo, così come per alcune frane che hanno interessato il comune di Ortonovo, la linea ferroviaria Genova-Pisa ha subito un blocco ad Ortonovo, dove è anche stata chiusa la statale Aurelia.

Nel resto del territorio ligure si sono avuti allagamenti, disagi alla circolazione stradale e autostradale e piccoli smottamenti, causati dalle precipitazioni persistenti e continue durate circa 48 ore.

3 Conclusioni

L'evento meteorologico che ha interessato la regione dalla tarda mattinata del 27 novembre alla mattina del 29 novembre, associato al passaggio di una profonda saccatura ed al suo successivo invortimento sul Mediterraneo, ha fatto registrare in modo diffuso sul territorio ligure piogge di intensità moderate con quantitativi elevati.

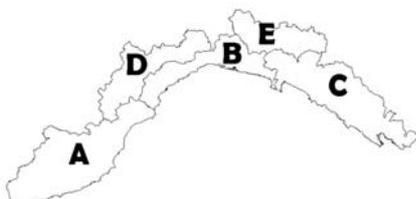
Con l'approssimarsi del sistema frontale che successivamente si è occluso in prossimità del Golfo Ligure, le precipitazioni inizialmente avvevate e concentrate in prevalenza sul Ponente, hanno progressivamente assunto carattere temporalesco spostandosi lentamente dalla Provenza e dal Settore Ligure Largo verso il Levante Ligure e la Toscana. Su tali zone, una forte convergenza del flusso nei bassi livelli, unita ad un deciso aumento dell'instabilità, ha determinato un'intensificazione dei fenomeni temporaleschi tra il 27 e 28 novembre favorendo la formazione di sistemi temporaleschi forti e organizzati. Le precipitazioni sono risultate, quindi, di intensità forte con quantitativi molto elevati (Equi Terme 64 mm/1h, 116 mm/3h, 140 mm/12h) sul versante marittimo dell'estremo levante durante la notte tra il 27 ed il 28 novembre, causando un innalzamento significativo dei livelli idrometrici dei fiumi Aulella e Magra, nonché l'esondazione del torrente Parmignola a Marina di Sarzana ed Ortonovo.

Nel resto della regione l'evento ha determinato innalzamenti di tutti i corsi d'acqua, ma senza causare esondazioni, se non piccoli locali allagamenti e smottamenti.

Si segnalano anche venti molto rafficati (con intensità massime fino a burrasca forte), caratterizzati tuttavia da intensità medie non particolarmente elevate (tra moderate e forti, con rinforzi di burrasca a Capo Mele) tra il II e III quadrante. È risultata evidente la tendenza ad un'intensificazione della ventilazione nel pomeriggio del 28 novembre a causa dell'approssimarsi del minimo. In conseguenza di ciò, anche il moto ondoso ha evidenziato aumento significativo nel corso della giornata 28 novembre, divenendo più formato da Sud, Sud-Ovest, fino ad agitato in particolare a Levante.

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 verde (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.