

Quaderni

 **ARPAL**

N.1 | 2012

Uno tsunami venuto dai monti

Provincia della Spezia

25 ottobre 2011

rapporto di evento
meteo-idrologico

 red@zione

Quaderni



N.1 | 2012

Quaderni



N.1 | 2012

Uno tsunami venuto dai monti

Provincia della Spezia

25 ottobre 2011

**rapporto di evento
meteo-idrologico**

a cura di:

- Centro Funzionale Meteo-Idrologico di Protezione Civile
- Servizio Marketing, Comunicazione e Formazione
- Direzione Scientifica
- Dipartimento Provinciale della Spezia



Quaderni di Arpal n. 1

Arpal, Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Ligure
Via Bombrini 8, 16149 Genova
tel 010 64371

Centro Funzionale Meteo-Idrologico di Protezione Civile della Regione Liguria
Viale Brigate Partigiane 2, 16129 Genova
tel 010 6437500

Dipartimento della Spezia
Via Fontevivo 21, 19125 La Spezia
tel 0187 8141

info@arpal.gov.it
Web: ww.arpal.gov.it

Editore: Redazione srl

Direttore editoriale: Mario Bottaro

Progetto grafico e impaginazione: 2Bit Studio di Barresi e Spalluto

Fotografie: Archivio fotografico Arpal

Prima edizione, ottobre 2012

Tutti i diritti riservati
© Redazione srl
via dei Santi Giacomo e Filippo 19/6
16122 Genova
info@e-redazione.it
www.e-redazione.it

ISBN 978-88-95470-41-2

	Presentazione <i>di Roberto Giovanetti</i>	7
	Introduzione <i>di Elisabetta Trovatore</i>	9
1.	Abstract	13
2.	Analisi meteorologica	15
3.	Dati Osservati	
	3.1 Analisi Pluviometrica	31
	3.1.1 <i>Analisi dei dati a scala areale</i>	32
	3.1.2 <i>Analisi dei dati puntuali</i>	37
	3.2 Analisi idrometrica e delle portate	45
	3.3 Descrizione qualitativa dell'evento sui rii costieri	55
	3.4 Analisi anemometrica	56
	3.5 Mare	57
	3.6 Effetti al suolo e danni rilevanti	57
4.	Conclusioni	60
	Legenda	61
5	Impressioni, immagini, ricordi	62
	Attività Arpal nello spezzino	81
6.	Schede	
	Il rischio idrogeologico in Liguria	90
	Il sistema di allertamento in Liguria	91
	Il ruolo di Arpal: il Centro Funzionale	92
	Le aree di allertamento	93
	I livelli di allerta meteo-idrogeologica	94
	Misure di autoprotezione	95

Nelle situazioni di emergenza, tutti gli enti sono chiamati a collaborare fra loro per garantire al meglio le rispettive funzionalità a favore dei cittadini. Il sistema di risposta pubblica si basa da un lato su una chiara suddivisione dei ruoli e delle responsabilità, dall'altro su un efficace sistema di comunicazione interna e verso il cittadino. Tempestività, precisione e organizzazione sono caratteristiche imprescindibili, non improvvisabili in fase di emergenza. Per questo tutto il sistema deve essere ragionato "in tempo di pace" a tavolino, con un ampio coinvolgimento partecipato degli enti locali e tecnici.

Arpal contribuisce a questo sistema prima, durante e dopo gli eventi critici: prima, con la previsione circostanziata, che tende per quanto possibile a definire i confini spaziali e temporali del fenomeno atmosferico; durante, con il monitoraggio dei principali bacini, l'aggiornamento delle previsioni e la comunicazione alla protezione civile, alla cittadinanza e ai mass media; dopo, con lo studio e la ricostruzione di quanto accaduto, i sopralluoghi sul territorio con i geologi per le valutazioni di stabilità dei versanti, il campionamento di eventuali detriti e la loro classificazione analitica per la corretta gestione di quantità spesso ingenti di rifiuti.

Arpal è ente tecnico di supporto, svolge il proprio compito gestendo con le adeguate professionalità e competenze le risorse strumentali e modellistiche all'avanguardia di cui dispone, ed è sempre aperta al confronto e alla collaborazione, al fine di perfezionare i servizi resi alla cittadinanza.

Avv. Roberto Giovanetti
Direttore generale Arpal

Gli eventi alluvionali che hanno colpito la Liguria a fine 2011 e che tentiamo qui di descrivere da un punto di vista squisitamente tecnico, ci hanno ricordato che la nostra è una regione ad alto rischio, inteso nella sua accezione "matematica" di probabilità (frequenza di eventi estremi) moltiplicata per vulnerabilità (gravità degli effetti sul territorio).

Non a caso la Liguria è stata tra le prime regioni in Italia, a partire dai primi anni '90, a dotarsi di una struttura tecnica dotata di risorse, competenze e procedure atte a prevedere al meglio e a monitorare fenomeni così "difficili" da affrontare.

Come evidenziato nel seguito, questo percorso intrapreso sul versante tecnico-previsionale è poi diventato nazionale e ha visto la nascita, nei primi anni 2000, di una rete di Centri Funzionali regionali coordinati dal Dipartimento di Protezione Civile Nazionale.

Tuttavia l'evoluzione tecnico-scientifica da un lato e l'elaborazione di valide procedure organizzative e gestionali dall'altro non sono sufficienti.

Occorre percorrere l'ultimo miglio, quello della conoscenza, della consapevolezza, della partecipazione, del radicamento di questo sistema nel territorio, della pianificazione in tempo di pace: solo così l'informazione nel tempo dell'emergenza sarà efficace.

Elisabetta Trovatore

Responsabile Centro Funzionale Arpal





1 Abstract

Nella giornata del 25 ottobre si è verificato sul Levante ligure un evento alluvionale di rilevante entità, determinato dalla formazione di un violento sistema temporalesco che ha investito l'area compresa tra il Tigullio, le Cinque Terre ed il bacino del Magra. Il quadro meteorologico complessivo in cui si è inserito tale evento è stato quello del transito di un vasto sistema frontale che sul resto della regione non ha comportato fenomeni di rilievo, con piogge persistenti e anche abbondanti ma di intensità tra debole e moderata sul Ponente e piogge deboli ed intermittenti sul settore centrale della Liguria.

Nella mattinata del 25 ottobre, dopo una prima fase di precipitazioni generalmente deboli, in intensificazione sul Ponente e con cumulate dell'ordine dei 30-40 mm sul Levante, in un breve intervallo di tempo in prossimità delle Cinque Terre si è innescato un violento sistema temporalesco autorigenerante con struttura a "V" che dalle 9 UTC alla 15 UTC ha riversato ingenti quantità di precipitazione dapprima sulle Cinque Terre e la Val di Vara (dove si sono registrati accumuli superiori ai 400 mm in 6 ore) e successivamente sulla Lunigiana (dove gli accumuli sono stati prossimi ai 300 mm sullo stesso intervallo temporale).

La struttura temporalesca, persistente e fortemente organizzata, ha prodotto precipitazioni di intensità molto forte (153 mm/h a Brugnato, 129 mm/h a Calice al Cornoviglio, 111mm/h a Levanto) con cumulate, per la durata complessiva dell'evento, molto elevate (539 mm/24h a Brugnato, 454 mm/24h a Calice al Cornoviglio, 382 mm/24h a Monterosso).

Nelle zone maggiormente esposte, precipitazioni di tale intensità hanno prodotto l'esondazione di rii e torrenti del versante tirrenico tra Levanto e Vernazza, del fiume Magra e dei suoi affluenti in diversi punti, a cui è purtroppo seguita la perdita di

ben 13 vite umane. Gli effetti devastanti delle piene, delle frane e degli smottamenti, sviluppatisi diffusamente sul Levante ligure, hanno determinato importanti danni alle infrastrutture (crollo di ponti, interruzione della viabilità provinciale e comunale, nonché di alcuni tratti autostradali e ferroviari, con temporanea sospensione di servizi essenziali quali acqua, gas e telefonia).

2 Analisi meteorologica

A partire dal 24 ottobre in prossimità delle coste atlantiche europee risultava ben visibile una vasta saccatura il cui asse principale si estendeva in direzione sudorientale dall'Islanda alle coste del Marocco. All'interno di tale onda depressionaria si evidenziava un profondo minimo al suolo centrato in prossimità delle coste occidentali irlandesi (979 hPa alle 00 UTC del 24 ottobre). L'Europa centro-orientale era invece interessata da un robusto promontorio anticiclonico con massimo barico al suolo sui 1034 hPa situato in prossimità dei Paesi Baltici.

Nel corso della giornata del 24 ottobre il minimo principale situato a Ovest dell'Islanda si è spostato con moto retrogrado in direzione nord-occidentale andando a posizionarsi a Sud dell'Islanda. La saccatura ad esso associata si è gradualmente approfondita ruotando in senso antiorario fino ad entrare sul Mediterraneo, formando un minimo secondario in prossimità del Golfo del Leone già dalle prime ore della mattinata del 25 ottobre (Figura 1 e Figura 2).

Sul Mediterraneo occidentale si è formato quindi un vasto fronte freddo (Figura 3), esteso fino a latitudini prossime ai 30°N mentre la Liguria si è trovata in prossimità del fronte caldo di tale sistema. La configurazione sinottica venutasi a creare ha favorito un'intensa avvezione di aria caldo-umida ed instabile di origine subtropicale sul nostro bacino, estesa dagli strati medi e bassi dell'atmosfera fino all'alta troposfera (Figura 7 e Figura 8).

In particolare, il Ponente della regione è stato investito da un persistente flusso di aria umida dai quadranti meridionali nei bassi strati, responsabile delle precipitazioni di intensità debole o localmente moderata. Le piogge su tale porzione del territorio sono state prevalentemente di tipo avvertivo ed attribuibili al sollevamento orografico, con qualche rovescio moderato. L'attività temporalesca è risultata quasi del

tutto assente, come si evince anche dall'analisi della mappa delle fulminazioni che evidenzia la scarsa attività elettrica sul Ponente (Figura 14).

Sul Levante invece la dinamica è stata completamente diversa e la convezione profonda è risultata l'elemento dominante. Sul settore orientale della regione, infatti, si sono trovati a convergere il sopra menzionato flusso sud-occidentale nei livelli medio-alti proveniente dal Nord-Africa, ed un intenso flusso di correnti umide negli strati più bassi (intorno a 900 hPa) con una componente di moto prevalentemente da Sud, Sud-Est, incanalatosi lungo lo stretto corridoio Tirrenico fino a raggiungere il Golfo Ligure. Tale scenario, visibile fin dalle prime ore del 25 ottobre, è rimasto pressoché immutato per gran parte della giornata, in quanto il naturale moto verso Est del fronte freddo è risultato fortemente rallentato dalla presenza dell'alta pressione sui Balcani, favorendo un notevole accumulo di aria umida sul Mar Ligure.

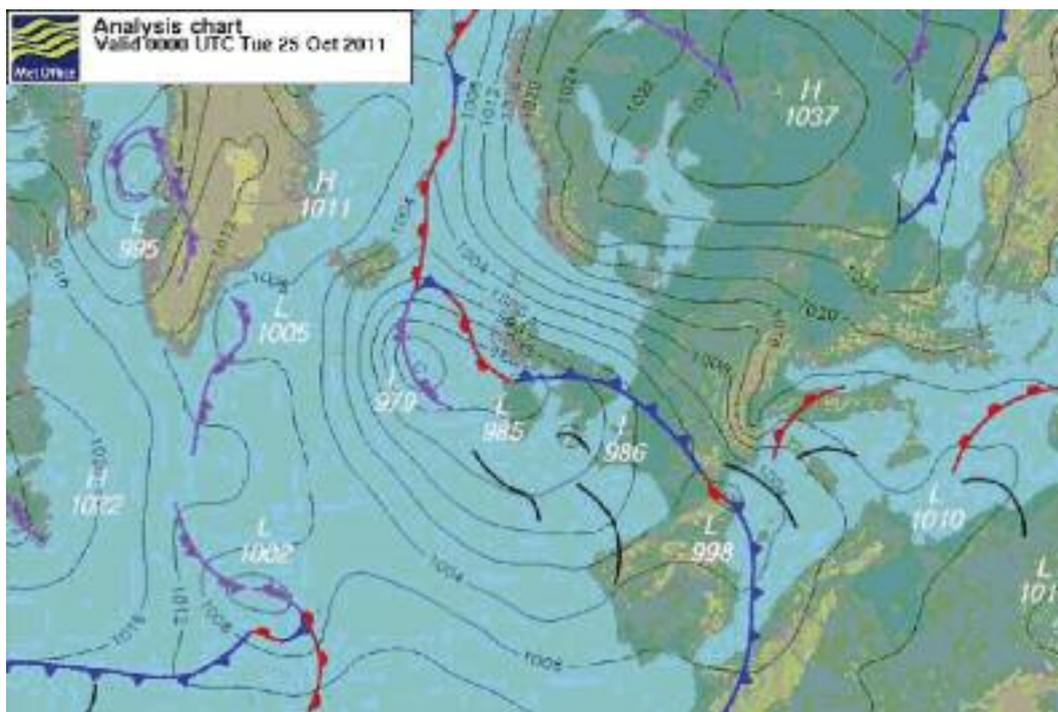


Figura 1 Analisi dei Fronti riferita alle 00 UTC del 25 ottobre 2011 (fonte: Met Office)

Per comprendere i meccanismi che hanno consentito di concentrare tali masse di umidità in una zona ristretta di territorio, bisogna analizzare la configurazione ad una scala più limitata.

Innanzitutto la conformazione del Golfo Ligure e la presenza di un'orografia complessa a ridosso del mare sono risultati elementi determinanti per la convergenza di un'imponente quantità di acqua precipitabile in prossimità della Liguria (Figura 11).

Un ruolo fondamentale è stato poi giocato dall'alta pressione sulle regioni adriatiche. Le isobare, infatti, evidenziavano la formazione di una sorta di "naso" sul Nord Italia che, associato alla presenza del minimo sul Golfo del Leone, ha determinato un marcato gradiente barico proprio sul Ligure, richiamando dalla Pianura Padana aria fredda dai quadranti settentrionali nei bassi strati.

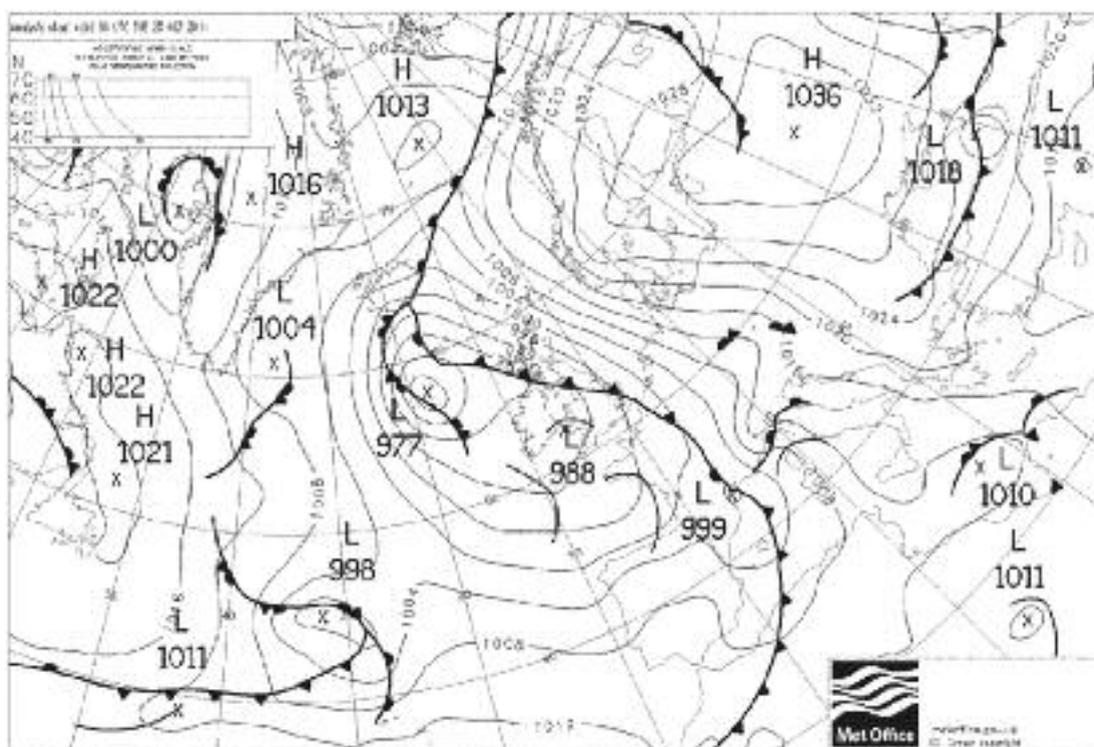


Figura 2 Analisi dei Fronti riferita alle 06 UTC del 25 ottobre 2011 (fonte: Met Office)

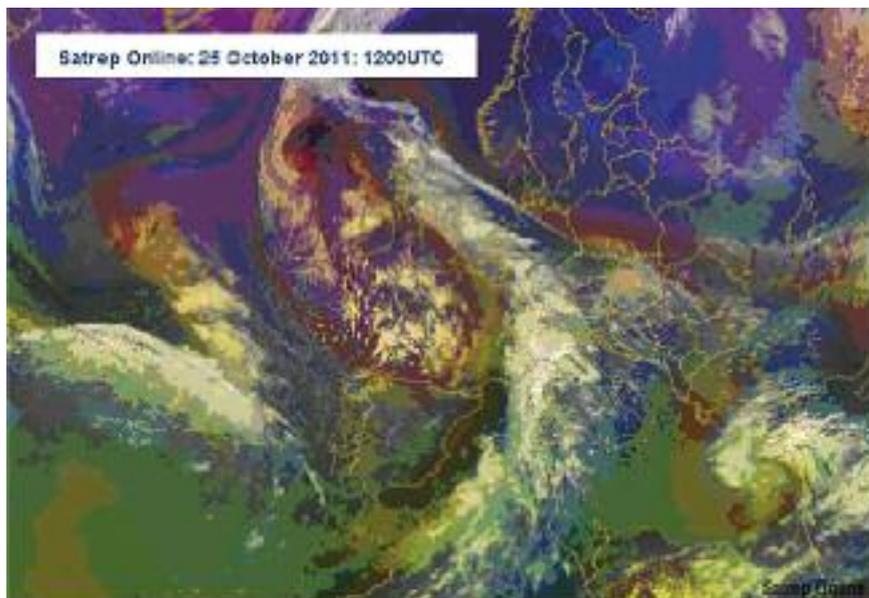


Figura 3 Immagine dal satellite MSG riferita alle 12 UTC del 25 ottobre 2011 (elaborazione RGB Airmass – fonte: www.satrep-online.org)

La Liguria si è trovata quindi investita da due regimi profondamente diversi: sul settore centro-occidentale forti venti di Tramontana che hanno indotto un sensibile abbassamento delle temperature e sul settore di Levante correnti calde meridionali che hanno determinato temperature prossime ai 20°C, decisamente al di sopra della media del periodo. Il contrasto risulta particolarmente evidente anche analizzando la mappa di temperatura osservata riferita alle 12 UTC del 25 ottobre (Figura 13). Tra il Golfo del Tigullio e le Cinque Terre si è venuta così a creare una zona di convergenza tra il flusso umido meridionale che scorreva lungo il Tirreno ed i forti venti di tramontana, relativamente secchi, che soffiavano a Ovest del Monte di Portofino, diffidenti sul Golfo in modo tale da disporsi da Ovest, Sud-Ovest proprio in prossimità del promontorio di Levante.

Il risultato è stato la formazione di una sorta di linea frontale, quasi stazionaria, che ha favorito violenti moti ascendenti, innescando lo sviluppo di un sistema temporalesco sulla zona (Figura 10). Grazie anche al contributo del forte *shear* verticale

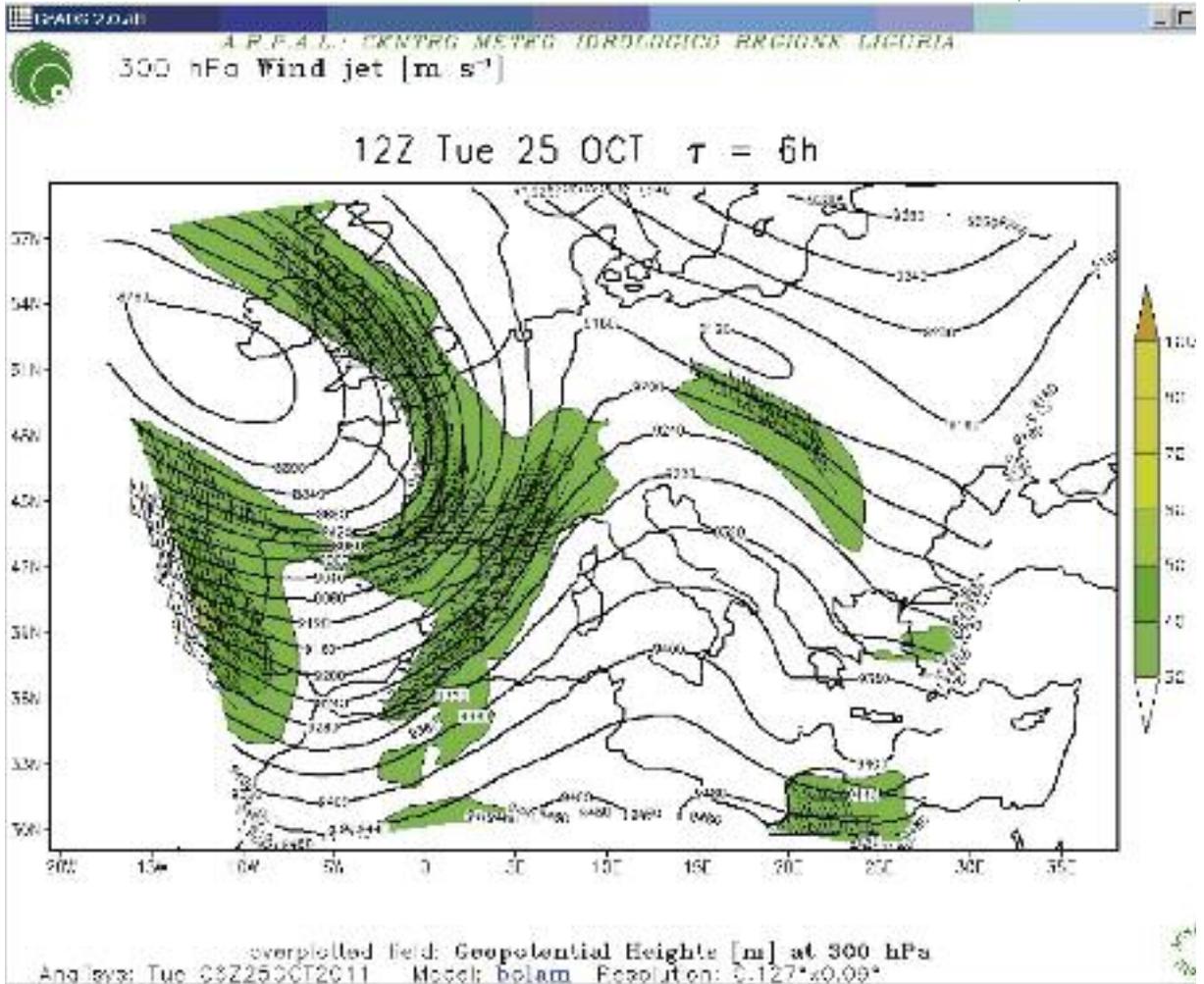


Figura 4 Mappa che evidenzia le correnti a getto (intensità del vento > 30m/s) alle 12 UTC del 25 ottobre alla quota di 300 hPa (previsione del modello Bolam10 inizializzato alle 6 UTC del 25 ottobre)

del vento (Figura 12) ed alla presenza di correnti diffluenti in quota legate alla vicinanza del jet (Figura 4), il sistema, divenuto autorigenerante, ha assunto presto una struttura organizzata a mesoscala con una configurazione a "V", allungata dal mare in direzione nord-orientale verso l'entroterra spezzino (Figura 5 e Figura 6).

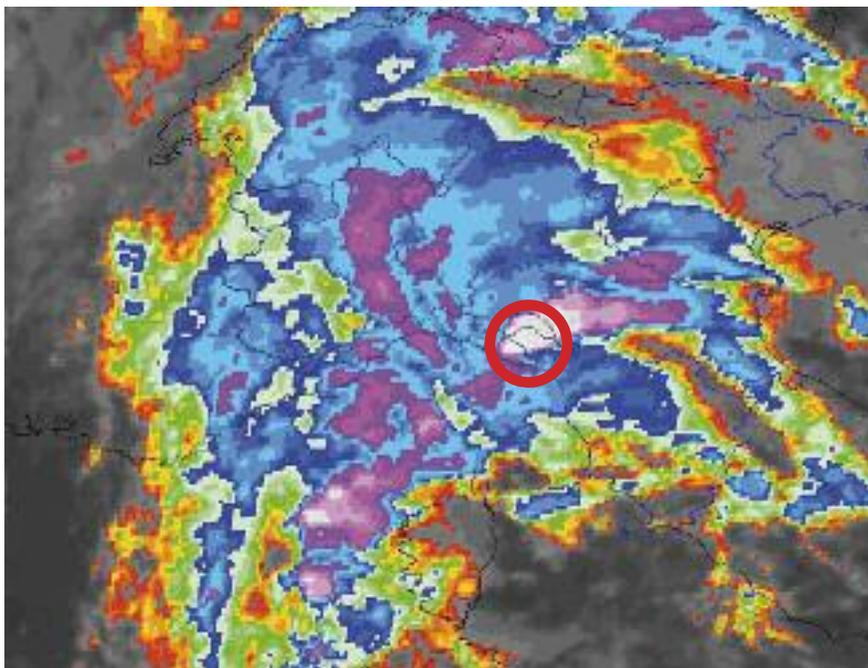


Figura 5 Immagine dal satellite MSG (canale IR 10.8) riferita alle ore 12:00 UTC del 25 ottobre 2011. in evidenza la fase iniziale del sistema temporalesco autorigenerante a "V" che ha colpito le 5 Terre e la Val di Vara

Tra le 9 e le 15 UTC la zona compresa tra il Tigullio, la Val di Vara e lo spezzino, è stata quindi interessata da un'intensa attività temporalesca dovuta alla persistenza del sistema "a V", continuamente alimentato a causa della stazionarietà della linea di convergenza e delle forzanti sinottiche sulla parte orientale del Golfo. Le precipitazioni osservate sono quindi state caratterizzate non solo da *rain rate* eccezionali, ma anche da una prolungata persistenza sulle stesse zone.

pioggia RME cumulata ad 1 ora

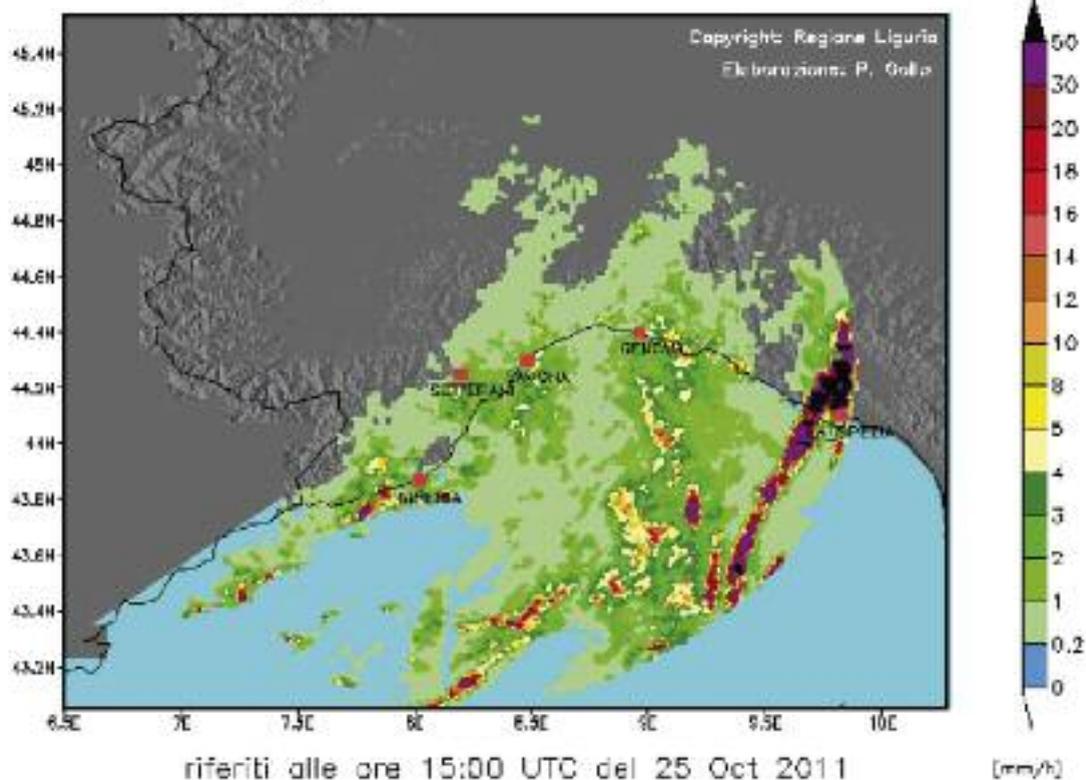


Figura 6 Mappa di pioggia oraria stimata cumulate ad 1 ora riferita alle 15 UTC del 25 ottobre. Il confronto con l'immagine di Figura 5 evidenzia la stazionarietà del sistema convettivo

Solo nella serata, quando l'anticiclone ha cominciato a cedere, il fronte principale legato alla saccatura atlantica è riuscito a muovere verso Est, Nord-Est, andando ad interessare l'alta Val di Magra e la Lunigiana, scaricando anche su tali aree ingenti quantitativi di pioggia, mentre lentamente i fenomeni andavano attenuandosi sul levante Ligure ed il sistema temporalesco si esauriva.

L'analisi meteorologica mette quindi in luce che i meccanismi che hanno indotto

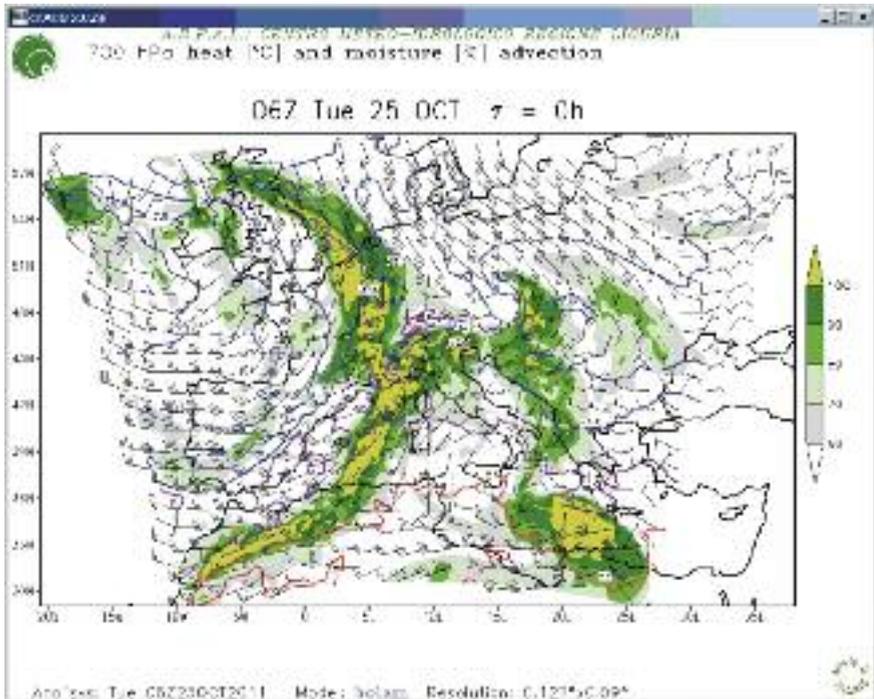


Figura 7 Mappa di avvezione di aria umida e temperature riferita alle 06 UTC del 25 ottobre (previsione a +6hr del modello Bolam10 inizializzato alle 00 UTC del 25 ottobre)

da un lato precipitazioni abbondanti sul Ponente, dall'altro piogge eccezionali sul Levante, pur avendo una preconditione comune, risultano diversi e possono essere schematizzati come segue:

- presenza di una forzante a grande scala: il fronte freddo sviluppatosi sul Mediterraneo fin dalle prime ore del 25 ottobre, essendo esteso in direzione sud-occidentale fino a latitudini tropicali, è riuscito a convogliare una notevole quantità d'aria umida e instabile di origine subtropicale sul nostro bacino. Un secondo "corridoio" di aria caldo-umida si è venuto a creare lungo il Tirreno. I due flussi hanno consentito quindi l'apporto di un'ingente quantità di acqua precipitabile sul Golfo Ligure, favorita anche dalla conformazione stessa del Golfo. Le precipitazioni persistenti di intensità tra debole e

moderata verificatasi sul Ponente ligure tra la mattinata e le prime ore del pomeriggio possono essere ricondotte alla convergenza di tale flusso umido negli strati medio-bassi indotta dall'orografia stessa, che ha prodotto precipitazioni dalle caratteristiche marcatamente avvelte;

- presenza di una configurazione alla mesoscala favorevole alla formazione di una linea di convergenza del flusso umido ed instabile sulla parte orientale del Mar Ligure: il contrasto tra l'aria fredda e secca di matrice padana entrata sul settore centrale del Mar Ligure e l'aria caldo-umida proveniente dal corridoio tirrenico ha determinato la formazione di una sorta di linea frontale a mesoscala favorevole all'innesco di forti moti ascendenti tra il Tigullio e le Cinque Terre;

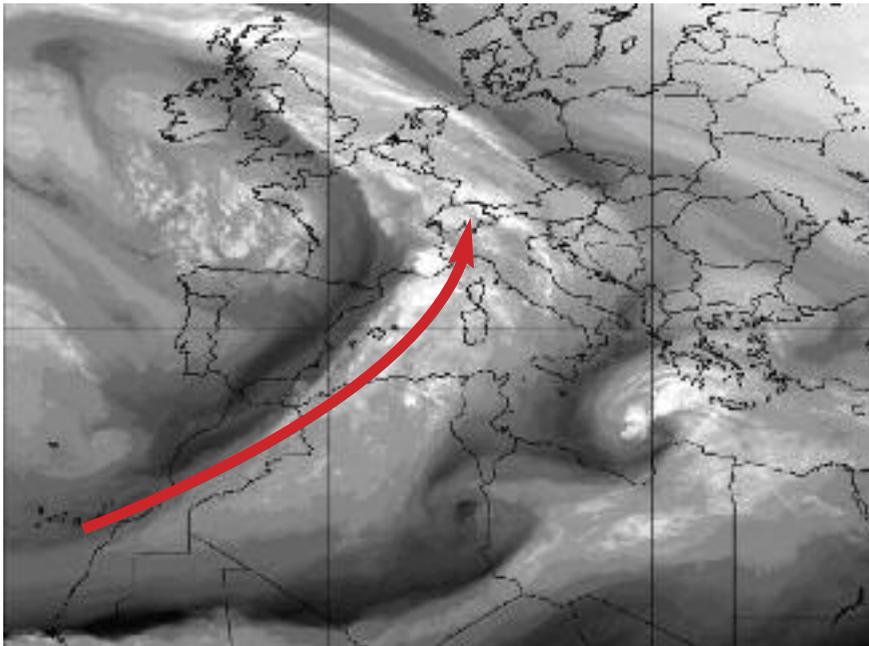


Figura 8 Immagine da satellite MSG nel canale WV 6.2 riferita alle 06 UTC del 25 ottobre. In evidenza il corridoio di aria umida, guidato alla saccatura in quota, esteso dall'Africa occidentale verso il Tirreno

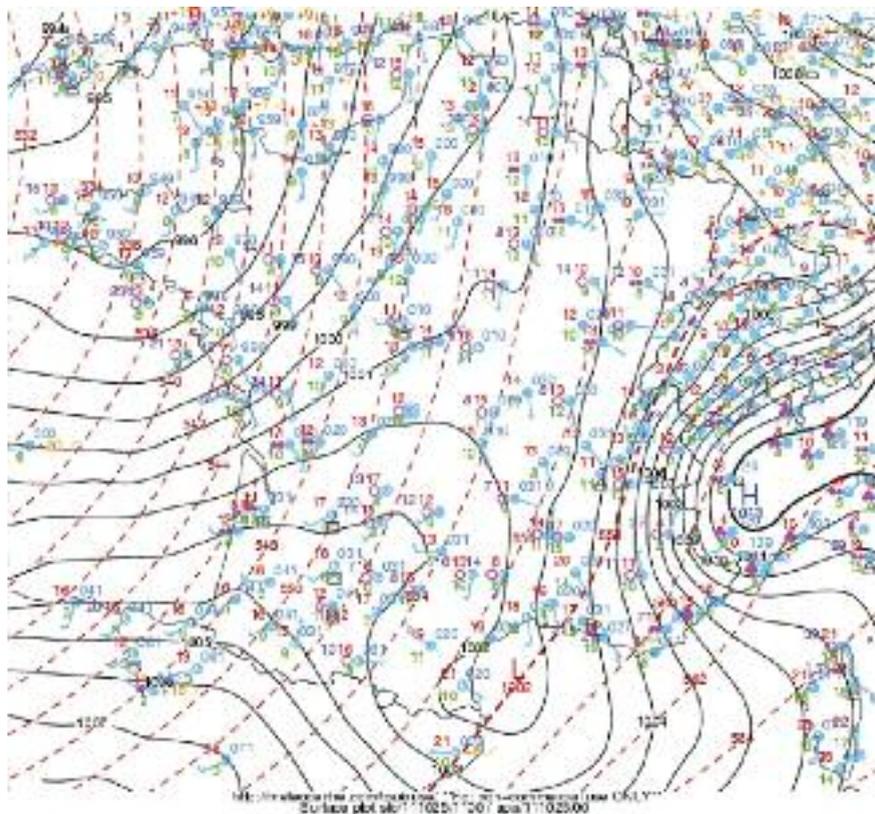


Figura 9 Mappa di osservazioni al suolo riferite alle 11 UTC del 25 ottobre (elaborazione: meteocentre.com)

- il forte *shear* verticale positivo e la presenza di un flusso divergente nell'alta troposfera (legato alla vicinanza del ramo ascendente del jet) hanno contribuito in maniera determinante alla formazione di un sistema convettivo organizzato a "V";
- la presenza di un robusto campo anticiclonico sui Balcani ha creato una situazione di blocco, rallentando il naturale moto verso Est del sistema frontale e rendendo la struttura convettiva formatasi sul Levante autorigenerante e stazionaria per parecchie ore.

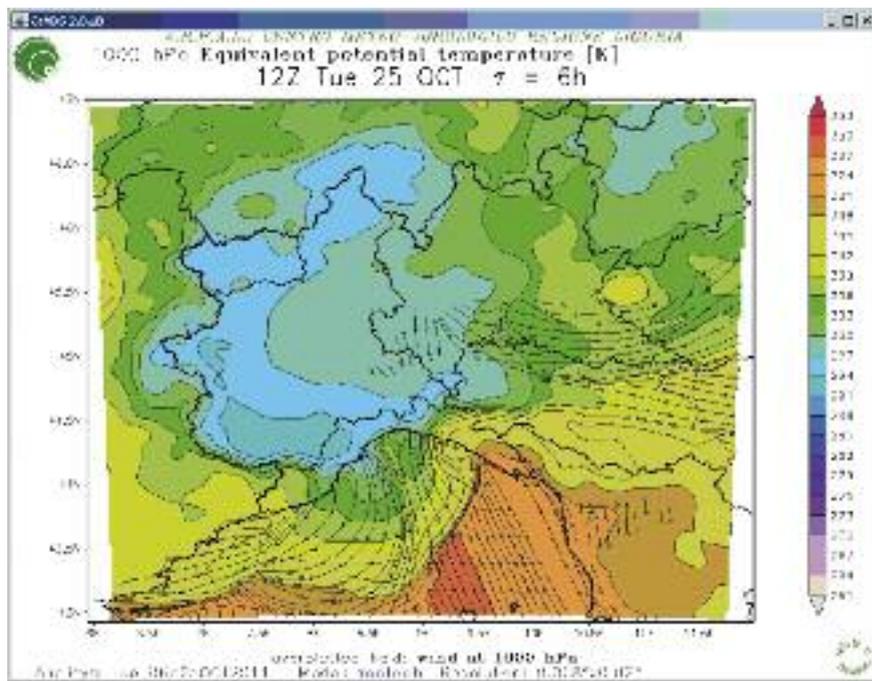


Figura 10 Mappa del campo di temperature potenziale equivalente a 1000 hPa riferita alle 12 UTC del 25 ottobre (previsione a +6hr del modello moloch inizializzato alle 06 UTC del 25 ottobre). In evidenza la linea di convergenza del flusso ed il netto contrasto termico sul settore centro-orientale del Golfo Ligure

Si sottolinea infine che rimane al momento aperta la valutazione quantitativa del ruolo giocato dall'anomalia di temperatura superficiale del Mediterraneo (variabile, nel periodo in esame, tra 0.5 e 2.0 °C), derivante da un autunno particolarmente mite, che potrebbe aver influito significativamente sui flussi di calore e di energia tra il mare e l'atmosfera. Tale valutazione può essere effettuata attraverso simulazioni modellistiche post-evento, ipotizzando diverse condizioni di partenza e al contorno.

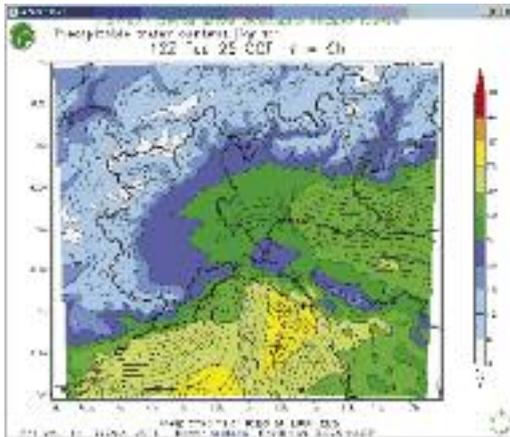


Figura 11 Mappa del contenuto di acqua precipitabile riferita alle 12 UTC del 25 ottobre (analisi del modello moloch inizializzato alle 12 UTC del 25 ottobre). In evidenza il massimo tra Tigullio e spezzino

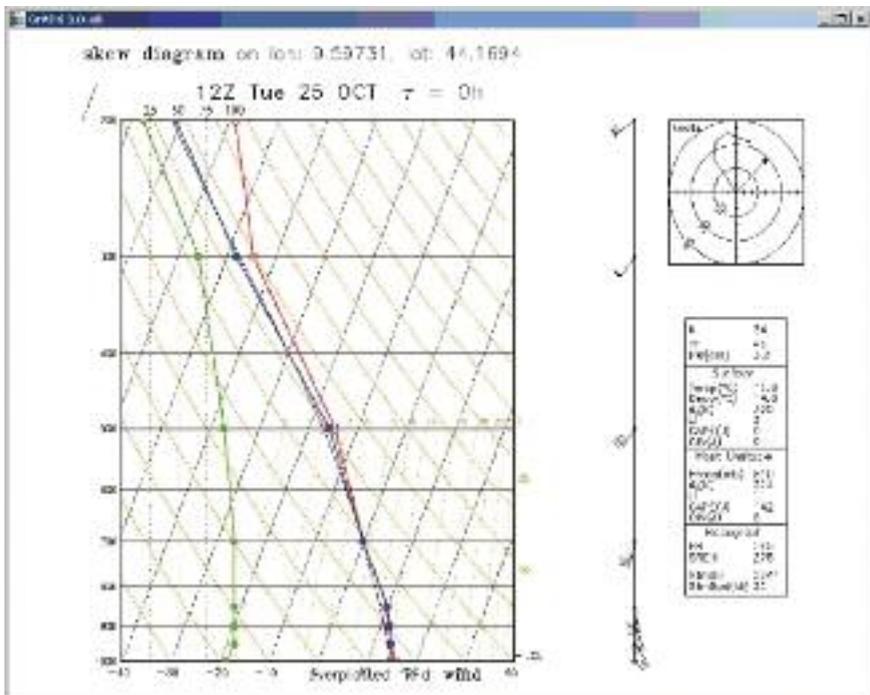


Figura 12 Diagramma Skew-T riferito ad un punto griglia del modello Moloch rappresentativo di Levante, punto di origine del sistema temporalesco a "V" che ha interessato Val di Vara e Cinque Terre (analisi del modello Moloch inizializzato alle 12 UTC del 25 ottobre). In evidenza il marcato shear vertical del vento, parametro favorevole allo sviluppo di sistemi convettivi organizzati

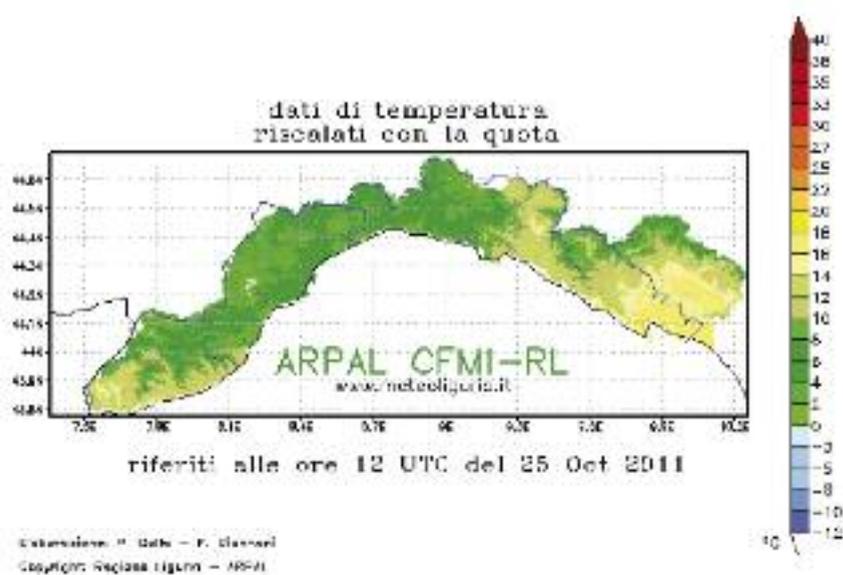


Figura 13 Mappa di temperature al suolo riferita alle 12 UTC del 25 ottobre (dati della rete di misura OMIRL). Si evidenzia la forte differenza di temperatura tra lo spezzino, interessato da un intenso flusso di scirocco, ed il settore centrale della regione, interessato da forti venti di tramontana

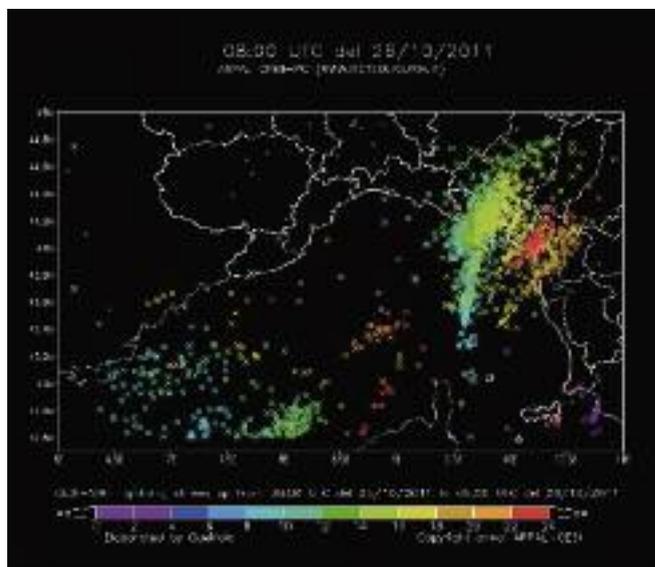


Figura 14 Mappa di fulminazioni registrate tra le 8 UTC del 25 ottobre e le 8 UTC del 26 ottobre (elaborazione Arpal- CFMI-PC)

QUI C'È
LA CASA DI
VIA GAVINO 21
BASSANO BARBARA
TEL 333 49 03041
TEL 335 60 99 508



3.1 Analisi Pluviometrica

L'evento che ha interessato la regione nella giornata del 25 ottobre 2011 presenta cumulate areali di precipitazione su 12 ore significative sul centro (zona B), elevate sulle zone di allertamento di ponente e padane (A, D, E) e molto elevate sul Levante ligure, ossia sulla zona C e sul bacino del Magra (Tabella 1). L'evento è stato molto gravoso e tuttavia veloce, essendosi esaurito nell'arco di 24 ore.

I fenomeni registrati sul Levante sono imputabili alla convezione profonda che ha creato temporali di intensità molto forte e quantitativi molto elevati sulla zona di allertamento C ed in particolare sulle Cinque Terre e sul bacino del Magra, come sarà meglio specificato nel seguito.

A conferma della gravità dell'evento si evidenzia che tra le 9 e le 15 UTC del 25 ottobre 2011 il pluviometro di Borghetto Vara (comune di Brugnato - SP) ha registrato valori di 150 mm/h, 330 mm/3h e 470 mm/6h; nella stessa finestra temporale sulle Cinque Terre, il pluviometro di Monterosso ha registrato valori più contenuti ma comunque considerevoli: 90 mm/h, 195 mm/3h e 350 mm/6h.

3.1.1 *Analisi dei dati a scala areale*

Dal punto di vista della distribuzione delle precipitazioni l'evento in esame è da considerarsi diffuso: ha interessato, infatti, tutta la Liguria, pur concentrandosi principalmente sul Levante, dove le cumulate di precipitazioni areali tra le 6 e le 18 UTC del 25 ottobre 2011 sono risultate molto elevate (125 mm/12h sulla zona di allertamento C estesa al territorio toscano del fiume Magra e 150mm/12h sull'intero bacino del Magra); sul restante territorio regionale si sono registrate cumulate, sulle

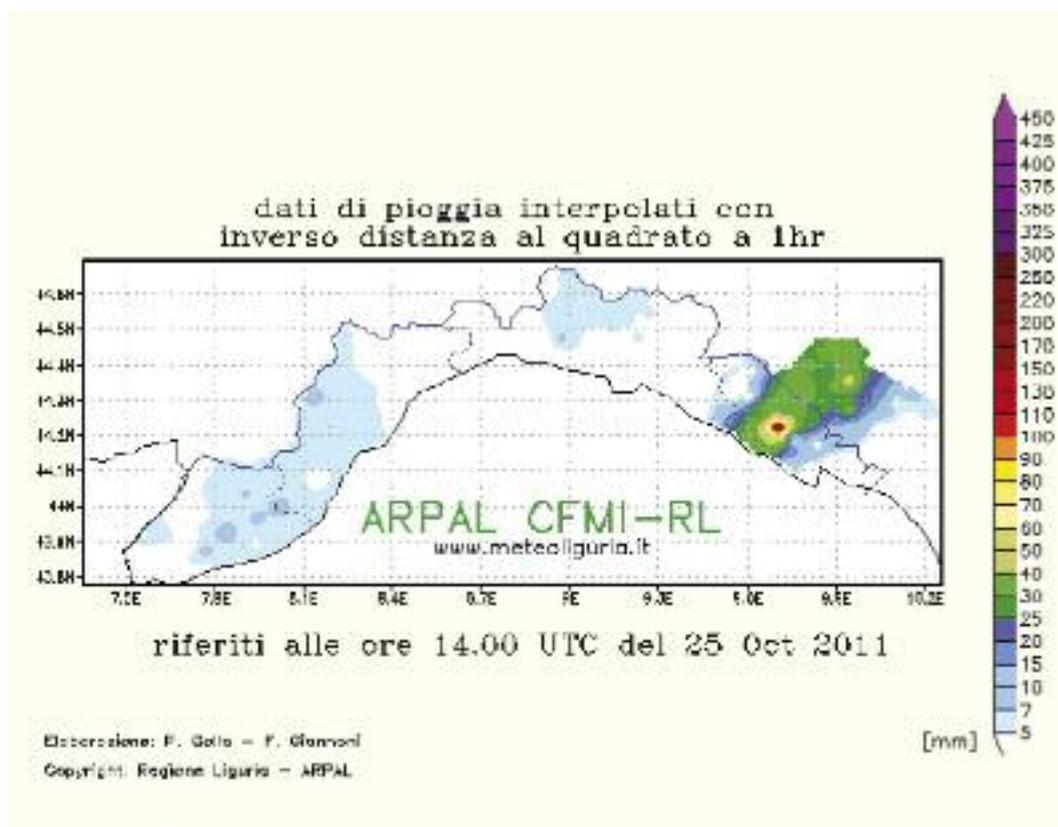


Figura 15 Piogge cumulate dalle 13.00 alle 14.00 del 25/10/11 (1 ora)

12 ore, elevate sul Ponente (90mm/12h sulla zona A) e sui versanti padani (60mm/12h sulla zona D e 50mm/12h sulla zona E), significative sul centro della regione (45mm/12h sulla zona B). I valori osservati sono riportati in forma tabellare (Tabella 1) ed in forma grafica (da Figura 15 a Figura 20).

In particolare in Tabella 1 sono riportate le precipitazioni massime areali sulle zone di allertamento per le diverse durate, calcolati su una finestra temporale poco più ampia dell'evento (dalle 18 UTC del 24 alle 06 UTC del 26 ottobre 2011).

Zona Superficie [km ²]	1h (mm)	3h (mm)	6h (mm)	12h (mm)	24h (mm)
A 1686	11 25/10/2011 11.00	32 25/10/2011 12.00	56 25/10/2011 13.00	88 25/10/2011 16.00	106 25/10/2011 19.00
B 793	5 25/10/2011 12.00	13 25/10/2011 13.00	25 25/10/2011 14.00	43 25/10/2011 17.00	57 25/10/2011 19.00
C-ML 763	10 25/10/2011 8.00	25 25/10/2011 9.00	48 25/10/2011 12.00	70 25/10/2011 18.00	101 25/10/2011 23.00
C+MT 2500	15 25/10/2011 16.00	44 25/10/2011 16.00	81 25/10/2011 16.00	125 25/10/2011 18.00	163 26/10/2011 1.00
ML+MT 1737	20 25/10/2011 16.00	57 25/10/2011 16.00	103 25/10/2011 16.00	149 25/10/2011 18.00	190 26/10/2011 2.00
D 859	8 25/10/2011 12.00	20 25/10/2011 13.00	36 25/10/2011 12.00	62 25/10/2011 14.00	77 25/10/2011 23.00
E 616	6 25/10/2011 18.00	15 25/10/2011 9.00	26 25/10/2011 19.00	48 25/10/2011 19.00	67 25/10/2011 20.00

Tabella 1 Massimi areali sulle zone di allertamento della cumulata di pioggia registrata per diverse durate

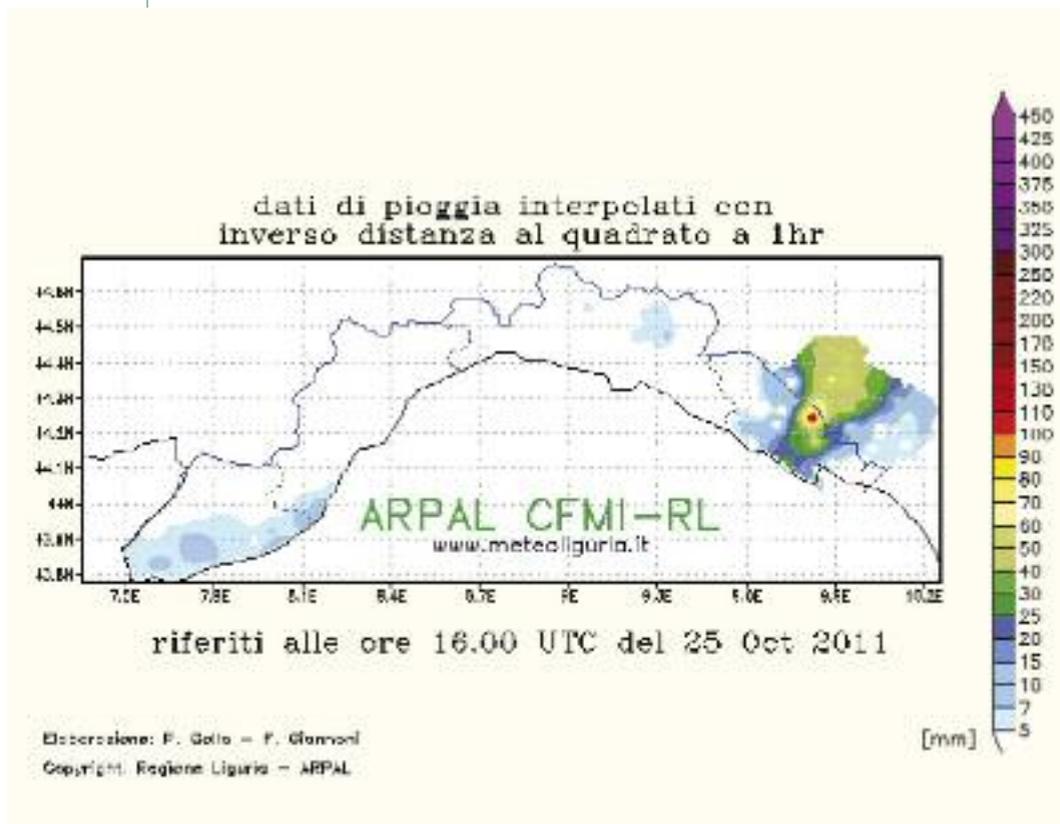


Figura 16 Piogge cumulate dalle 15.00 alle 16.00 del 25/10/11 (1 ora)

Come si può osservare in Tabella 1, nel corso dell'evento la massima cumulata media areale corrisponde a 190 mm/24 h (cumulati tra le 2 UTC del 25 ottobre e le 2 UTC del 26 ottobre) ed è stata registrata in corrispondenza di una delle zone maggiormente colpite (bacino del Magra).

Di seguito si riportano le mappe di precipitazione cumulata areale relative al 25 ottobre 2011. Tali mappe sono ottenute dai dati puntuali della rete di mi-

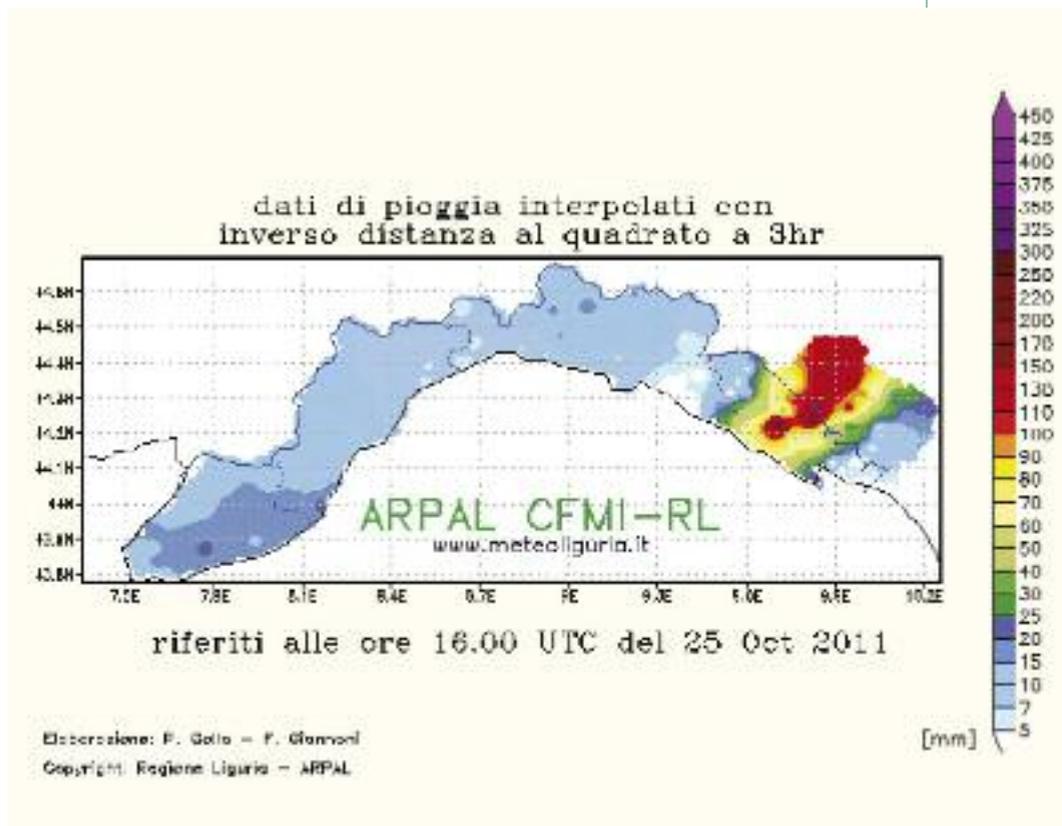


Figura 17 Piogge cumulate dalle 13.00 alle 16.00 del 25/10/11 (3 ore)

sura OMIRL (cumulate massime di precipitazione media areale su 1, 3, 6, 12, 24 ore), mediante algoritmo di interpolazione con l'inverso della distanza al quadrato.

Come si evince dalle mappe e come già esposto in precedenza, la zona di allertamento più colpita risulta essere la C (in particolare l'area compresa tra le Cinque Terre, l'alta Val di Vara ed il Magra).

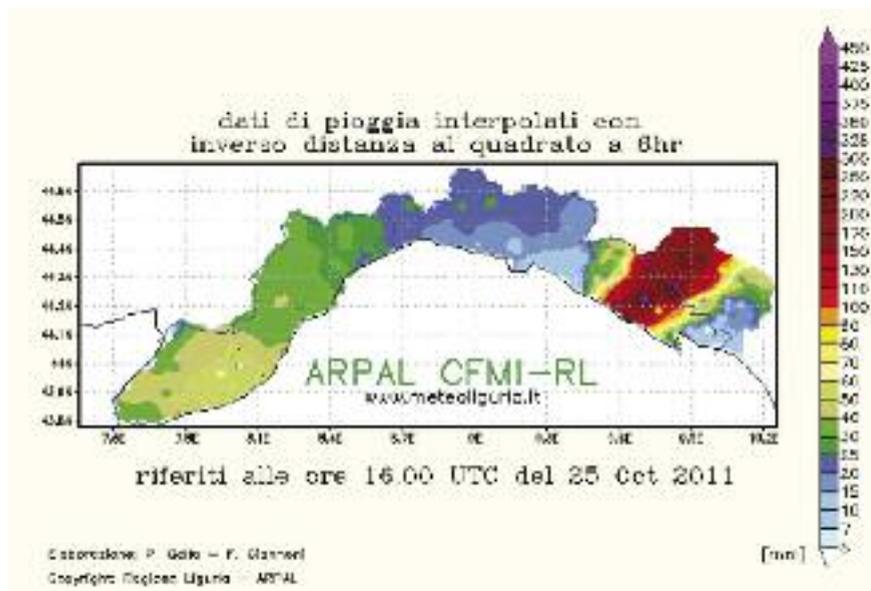


Figura 18 Piogge cumulate dalle 10.00 alle 16.00 del 25/10/11 (6 ore)

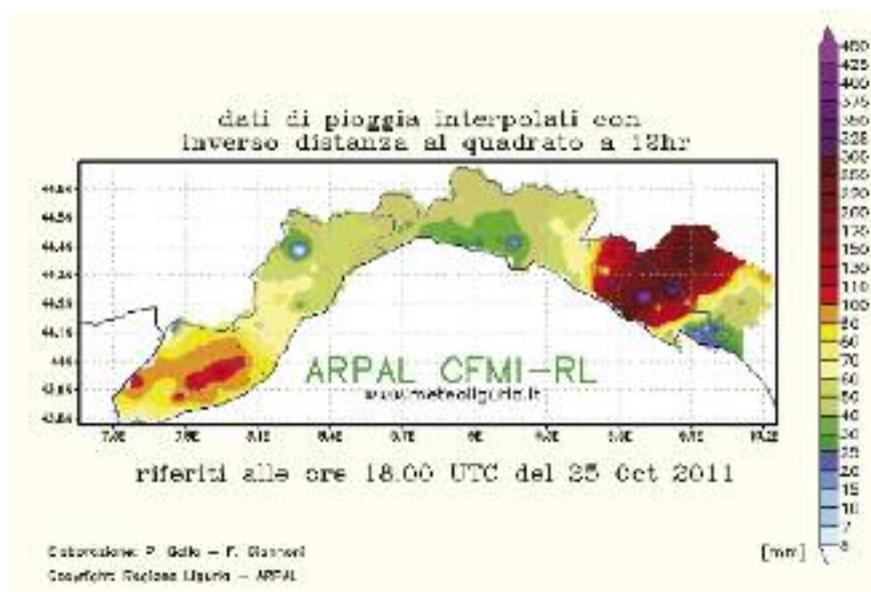


Figura 19 Piogge cumulate dalle 06.00 alle 18.00 del 25/10/11 (12 ore)

3.1.2 Analisi dei dati puntuali

L'evento, durato complessivamente circa 24 ore (Figura 20), ha insistito particolarmente sulla zona di allertamento C, producendo esondazioni, frane e smottamenti diffusi sulle Cinque Terre e sull'intero bacino del fiume Magra.

La Tabella 2 contiene i valori massimi PUNTUALI di precipitazione (in mm) registrati tra le 18 UTC del 24/10/2011 e le 06 UTC del 26/10/2011, distinti per zone di allertamento e per diverse durate. Sono evidenziati i valori massimi relativi a tutto il territorio regionale.

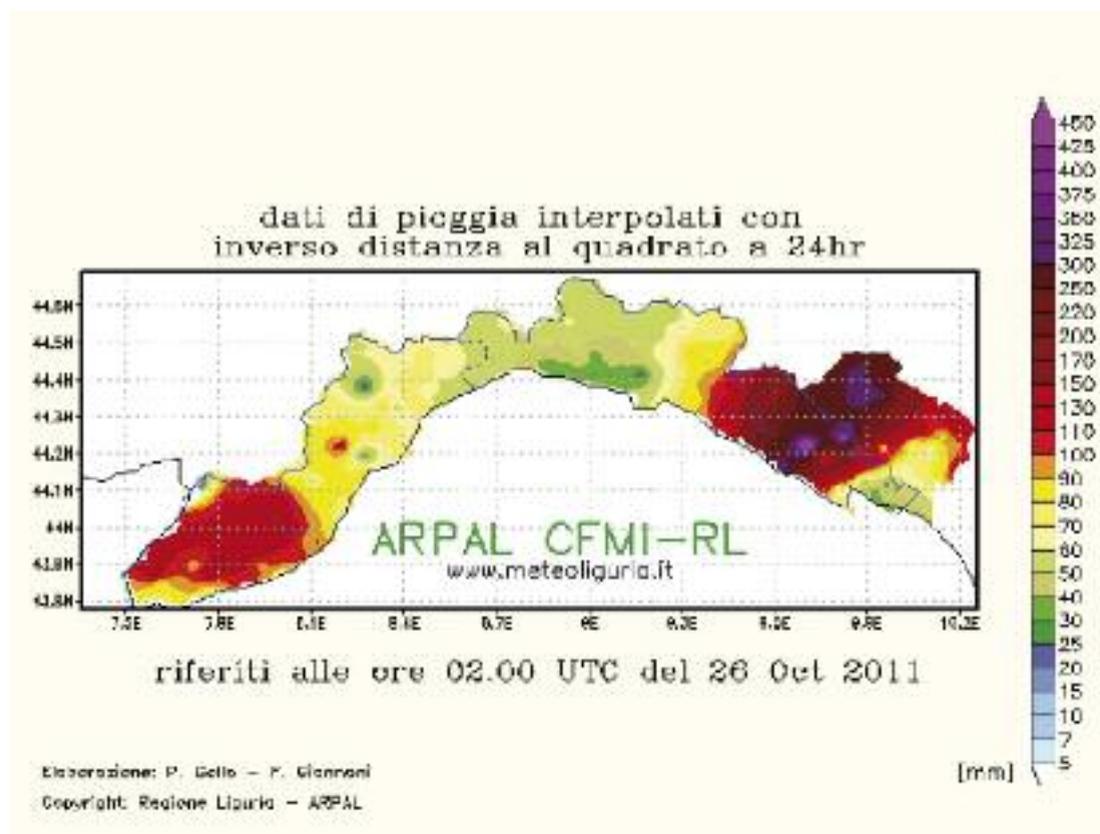


Figura 20 Pioggie cumulate dalle 02.00 del 25/10 alle 02.00 del 26/10/11 (24 ore)

Nella zona di allertamento C, la violenza e la persistenza per diverse ore della struttura temporalesca risultano confermate dai valori di intensità molto forti rilevati localmente nelle ore centrali della giornata (153 mm/h a Brugnato, 129 mm/h a Calice al Cornoviglio, 111 mm/h a Levanto), nonché dai quantitativi molto elevati cumulati su sei ore (472 mm/6h a Brugnato, 365 mm/6h a Calice al Cornoviglio, 349mm/6h a Monterosso).

Anche in questo caso, come già osservato in precedenza, si evidenzia che i massimi locali si sono verificati su stazioni pluviometriche ricadenti all'interno dei bacini sui quali si sono verificate esondazioni, o nelle loro immediate vicinanze: si noti, a tal proposito, il valore molto forte di intensità di precipitazione rilevato per brevissime durate nel primo pomeriggio a Brugnato (18 mm/5min).

Zona	Max 5min	Max 1hr	Max 3hr	max6hr	max12hr	max24hr
A	3	21	55	94	135	155
	Alassio 2011/10/25 17:00	Borgomaro 2011/10/25 11:00	Borgomaro 2011/10/25 12:00	Borgomaro 2011/10/25 14:00	Borgomaro 2011/10/25 17:00	Borgomaro 2011/10/25 19:00
B	3	11	24	43	75	96
	Righi 2011/10/25 13:00	Lavagnola 2011/10/25 12:00	Santa Giustina 2011/10/25 13:00	Santa Giustina 2011/10/25 13:00	Lavagnola 2011/10/25 16:00	Santa Giustina 2011/10/25 18:00
C	18	153	328	472	511	539
	Brugnato 2011/10/25 14:00	Brugnato 2011/10/25 15:00	Brugnato 2011/10/25 15:00	Brugnato 2011/10/25 15:00	Brugnato 2011/10/25 15:00	Brugnato 2011/10/26 01:00
D	5	11	27	47	81	104
	Murialdo 2011/10/25 14:00	Mallare 2011/10/25 12:00	Calizzano 2011/10/25 13:00	Calizzano 2011/10/25 14:00	Settepani 2011/10/25 14:00	Calizzano 2011/10/25 19:00
E	5	16	29	39	69	96
	Cabanne 2011/10/25 08:00	Cabanne 2011/10/25 08:00	Cabanne 2011/10/25 09:00	Cabanne 2011/10/25 12:00	Cabanne 2011/10/25 19:00	Cabanne 2011/10/25 21:00

Tabella 2 Valori massimi PUNTUALI di precipitazione registrati dai pluviometri della rete OMIRL nel periodo tra le 18 UTC del 24/10/2011 e le 06 UTC del 26/10/2011, distinti per zone di allertamento e per diverse durate.

Per contro, nelle restanti zone l'attività temporalesca è risultata quasi del tutto assente, come si evince dai valori delle massime intensità registrati localmente, che risultano per le brevi durate (fino a tre ore) al più moderate; solo sulla zona A la persistenza dei fenomeni per durate superiori alle sei ore, ha prodotto quantitativi molto elevati ma comunque nettamente inferiori a quelli osservati nella zona maggiormente esposta.

Si riportano di seguito (da Figura 21 a Figura 29) 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 definite dal CFMI-PC.

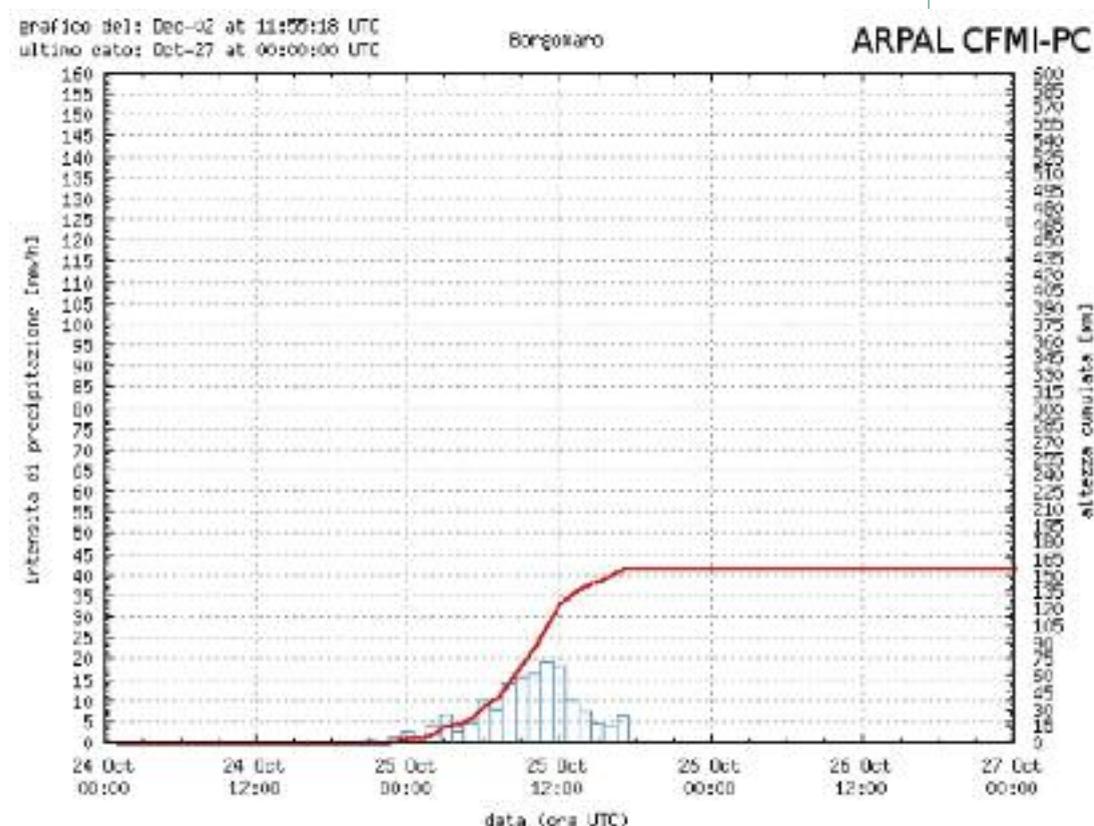


Figura 21 Ietogramma e cumulata: Borgomaro (A)
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) moderata
QUANTITA': (mm in 6h, 12h, 24h) molto elevata

Dal punto di vista degli effetti al suolo, quindi, nel corso della giornata del 25 ottobre il territorio regionale, è risultato interessato da due differenti tipologie di fenomeni:

- sui versanti padani e sul Centro-Ponente, a partire dalle prime ore del 25 ottobre 2011, le precipitazioni sono risultate persistenti con quantitativi elevati sulle zone B, D ed E, molto elevati su A; in queste aree le piogge si sono protratte fino all'inizio della serata, con intensità generalmente debole su B, D ed E, localmente moderata sui versanti tirrenici di Ponente.

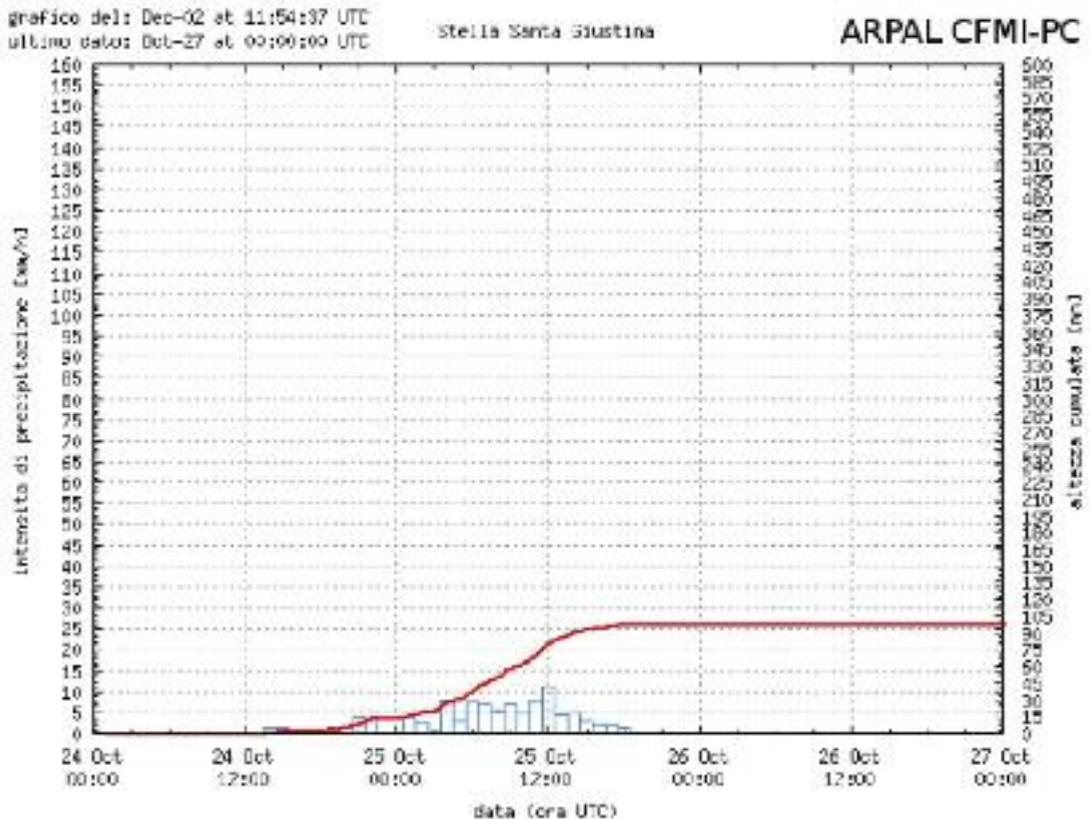


Figura 22 Ietogramma e cumulata: Stella S. Giustina (B)
 INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) moderata
 QUANTITA': (mm in 6h, 12h, 24h) elevata

- sulla zona di allertamento C le piogge, particolarmente persistenti sulla parte orientale, hanno invece assunto una connotazione fortemente temporalesca o di rovescio intenso, raggiungendo intensità molto forti e quantitativi di precipitazione molto elevati, con particolare riferimento alle cumulate su sei ore.

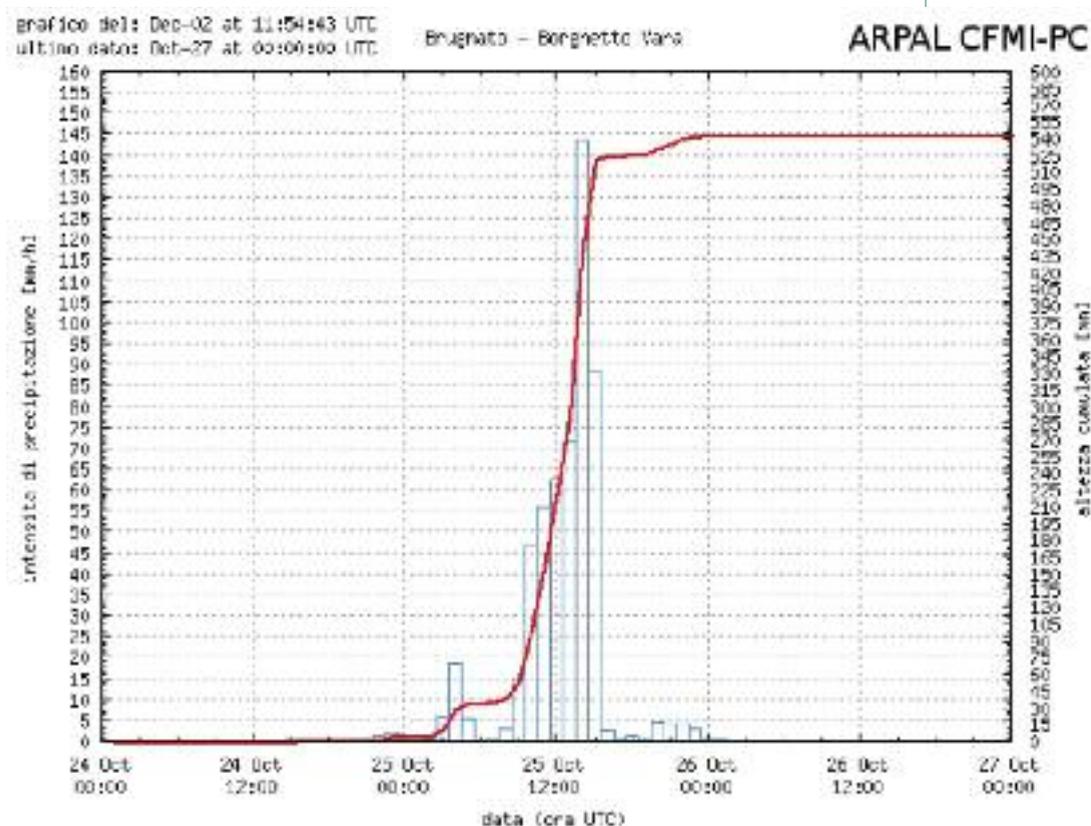


Figura 23 Ietogramma e cumulata: Brugnato (C)
 INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) molto forte
 QUANTITA': (mm in 6h, 12h, 24h) molto elevata

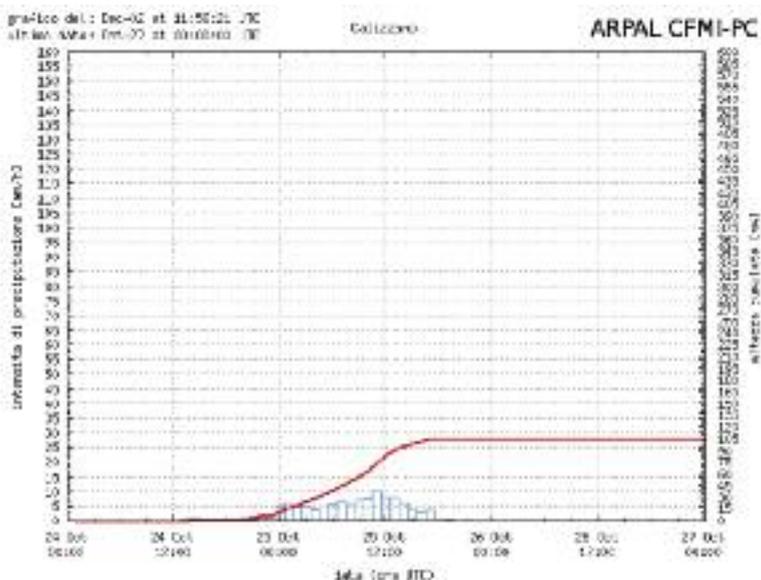


Figura 24 letogramma e cumulata Calizzano (D)
 INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) moderata
 QUANTITA': (mm in 6h, 12h, 24h) elevata

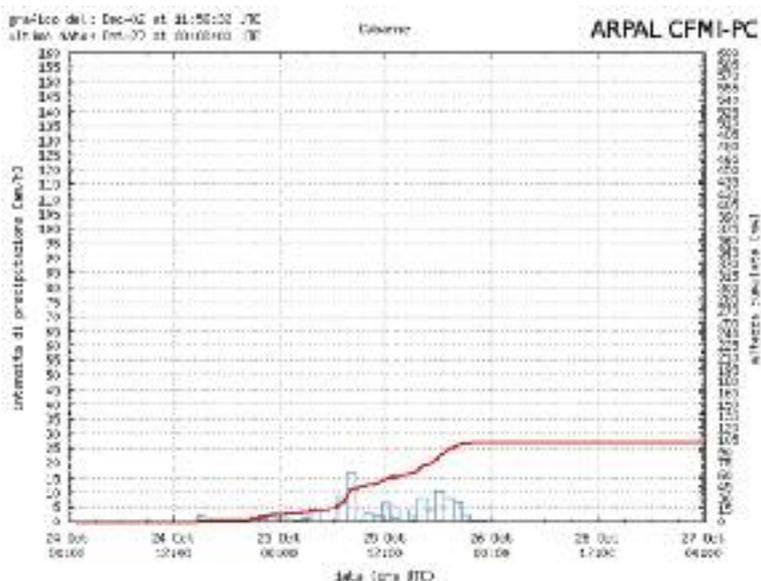


Figura 25 letogramma e cumulata: Cabanne (E)
 INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) moderata
 QUANTITA': (mm in 6h, 12h, 24h) significativa/elevata

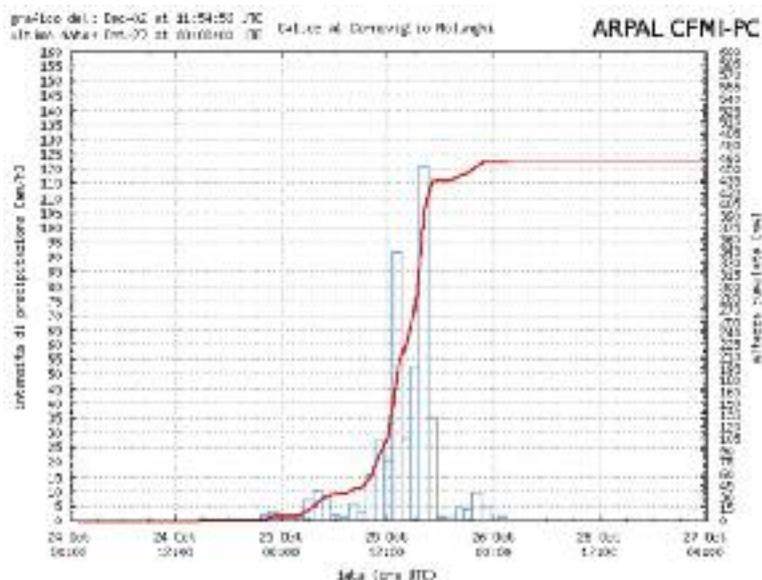


Figura 26 letogramma e cumulata: Calice al Corn. (C)
 INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) molto forte
 QUANTITA': (mm in 6h, 12h, 24h) molto elevata

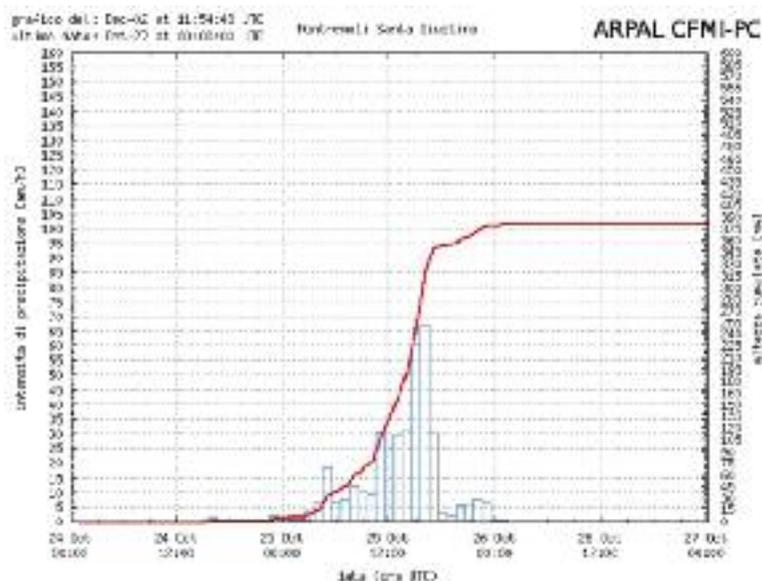


Figura 27 letogramma e cumulata: Pontremoli (MAGRA)
 INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) molto forte
 QUANTITA': (mm in 6h, 12h, 24h) molto elevata

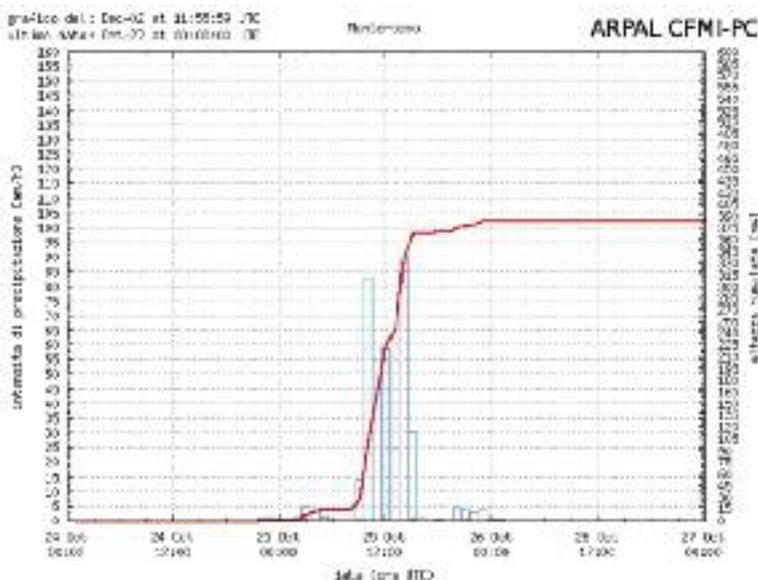


Figura 28 letogramma e cumulata: Monterosso (C)
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) molto forte
QUANTITA': (mm in 6h, 12h, 24h) molto elevata

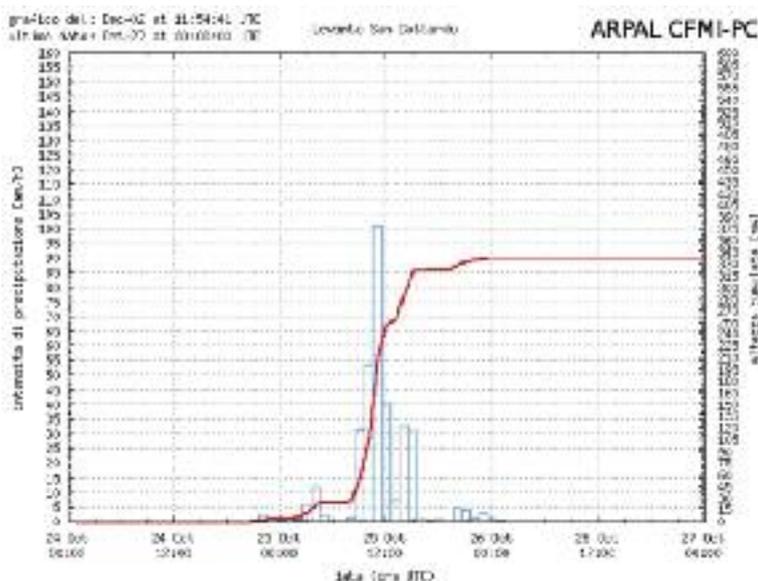


Figura 29 letogramma e cumulata: Levanto (C)
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) molto forte
QUANTITA': (mm in 6h, 12h, 24h) molto elevata

3.2 Analisi idrometrica e delle portate

Dal punto di vista dell'idrometria, l'evento ha interessato in maniera estesa tutto il bacino del fiume Magra e alcuni piccoli rivi della fascia costiera della provincia di La Spezia, nei comuni di Bonassola, Levanto, Monterosso e Vernazza. In misura minore, anche sul ponente ligure sono stati osservati innalzamenti dei livelli idrometrici nei corsi d'acqua più estesi della provincia di Imperia.

Sul Magra si sono manifestate drammatiche esondazioni, sia nella Val di Vara che nella parte toscana, ed i livelli misurati nella parte medio-bassa del bacino sono stati i massimi mai registrati dalle stazioni idrometriche ivi situate.

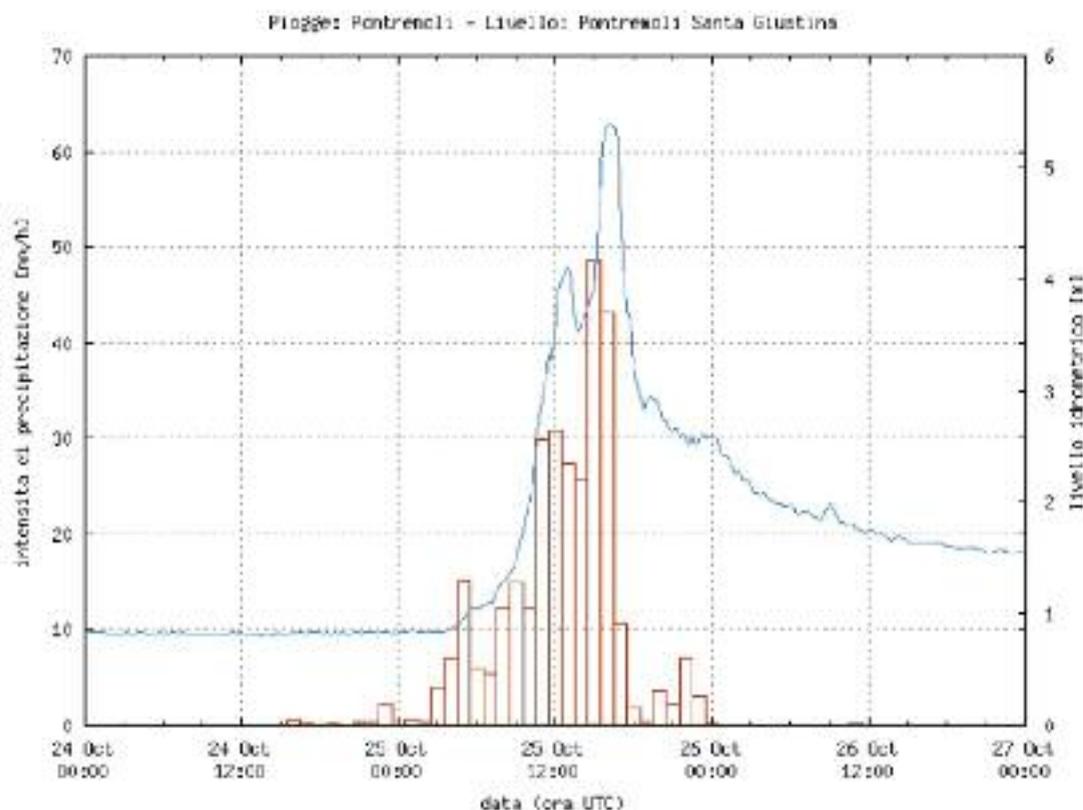


Figura 30 Precipitazione (Pontremoli) e Livello idrometrico (Vara a Santa Giustina)

Per quanto riguarda la Val di Vara, la porzione maggiormente interessata dall'evento è quella da Brugnato verso valle: in questo tratto anche tutti i tributari dell'asta principale sono esondati, provocando gravi inondazioni dei centri abitati a Brugnato (torrente Cravegnola), a Borghetto Vara (torrente Pogliaschina), a Pignone (torrente Pignone). Progredendo verso valle, il fiume Vara ha occupato ovunque tutte le aree golenali arrivando ad interessare, con locali erosioni, anche il rilevato dell'autostrada A12. Dal versante lunigiano, la piena del Magra ha provocato inondazioni a Pontremoli, Villafranca Lunigiana e l'inondazione dell'intera città di Aulla; progredendo verso valle, l'erosione ha provocato il crollo di un tratto del muraglione di sostegno dell'Autostrada A15 in sponda destra, il sormonto della stazione idrometrica di Calamazza ed il crollo del ponte di Stadano Bonaparte.

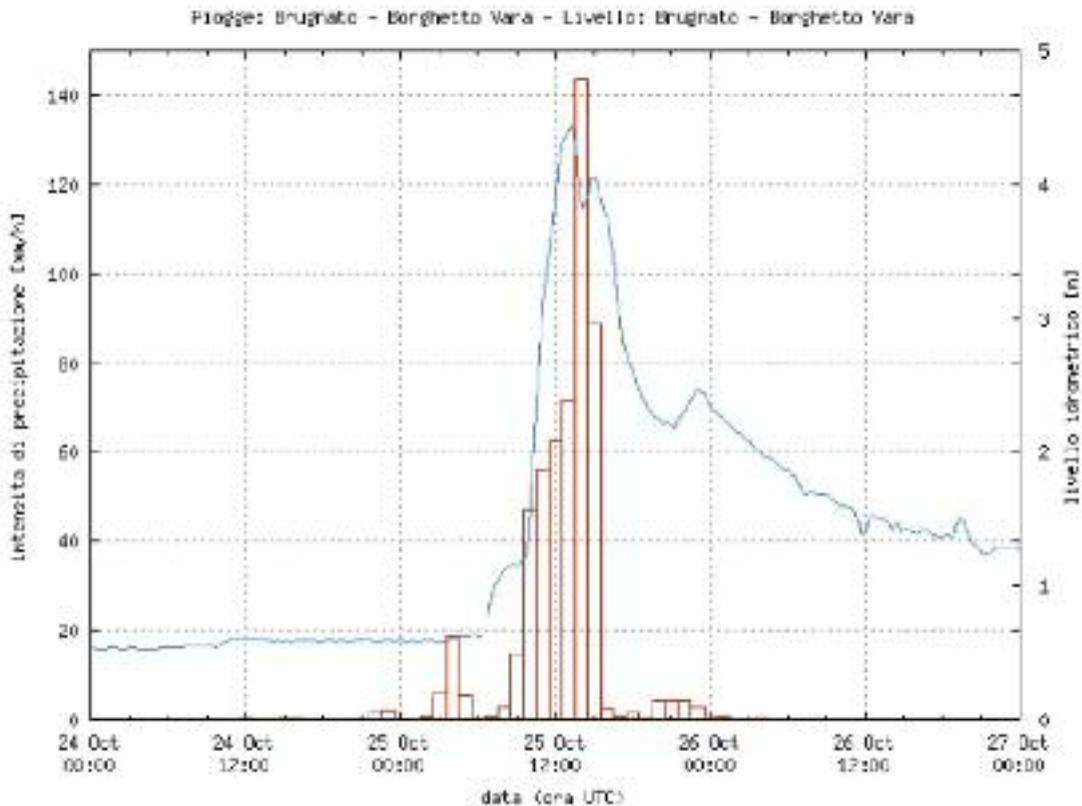


Figura 31 Precipitazione (Brugnato) e Livello idrometrico (Vara a Brugnato)

Anche nel tratto a valle della confluenza Vara/Magra tutte le aree golenali sono state inondate e la piena ha provocato il crollo, per circa due terzi, del Ponte della Colombiera, posto circa 1 km a monte della foce del fiume.

Nella fascia costiera, i bacini interessati dalle piene non sono monitorati da stazioni idrometriche; tuttavia i rivi interessati dall'evento, ovunque tombinati almeno parzialmente, sono quelli che attraversano Bonassola, Monterosso e Vernazza. Anche Levanto è stata interessata dall'esonazione del torrente Ghiararo, non tombinato. Nella Tabella 3 sono riportati i livelli idrometrici massimi osservati agli idrometri della rete regionale OMIRL, e le relative ore 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]	Ora del livello massimo (UTC)	Incremento di livello massimo osservato [m]
Argentina a Montalto	A	2.71	14.00 25/10/2011	1.86
Argentina a Merelli	A	1.74	00.00 26/10/2011	1.41
Entella a Panesi	C	-0.05	00.00 26/10/2011	1.17
Vara a La Macchia	C	1.19	10.15 25/10/2011	0.62
Vara a Nasceto	C	4.85	11.00 25/10/2011	4.26
Vara a Brugnato	C	4.46	13.15 25/10/2011	3.94
Vara a Piana Battolla	C	5.87	16.45 25/10/2011	7.15
Magra a Santa Giustina	Magra	5.4	16.15 25/10/2011	4.59
Magra a Calamazza	Magra	9.40-9.60 (<i>stima</i>)	n.d.	9.04-9.24
Magra a Fornola	C	7.14	17.15 25/10/2011	7.06
Magra a Ponte della Colombiera	C	4.33	20.00 25/10/2011	4.3

Tabella 3 Livelli idrometrici registrati da alcuni idrometri della rete OMIRL

¹ Il livello idrometrico è un valore convenzionale che può assumere valori negativi; pertanto assume maggior significato il valore dell'incremento di livello osservato (rispetto ad una quota standard definita "zero idrometrico")

Il livello idrometrico massimo attribuito all'idrometro di Calamazza è stato stimato con un sopralluogo in sito, analizzando le tracce della piena. Il manufatto che contiene la strumentazione è stato, infatti, inondato fin quasi al livello del tetto e la stazione ha smesso di funzionare nel momento in cui le apparecchiature elettroniche sono state sommerse.

Da Figura 30 a Figura 42 sono riportati gli idrogrammi registrati dalle stazioni idrometriche più significative poste sul bacino del Magra.

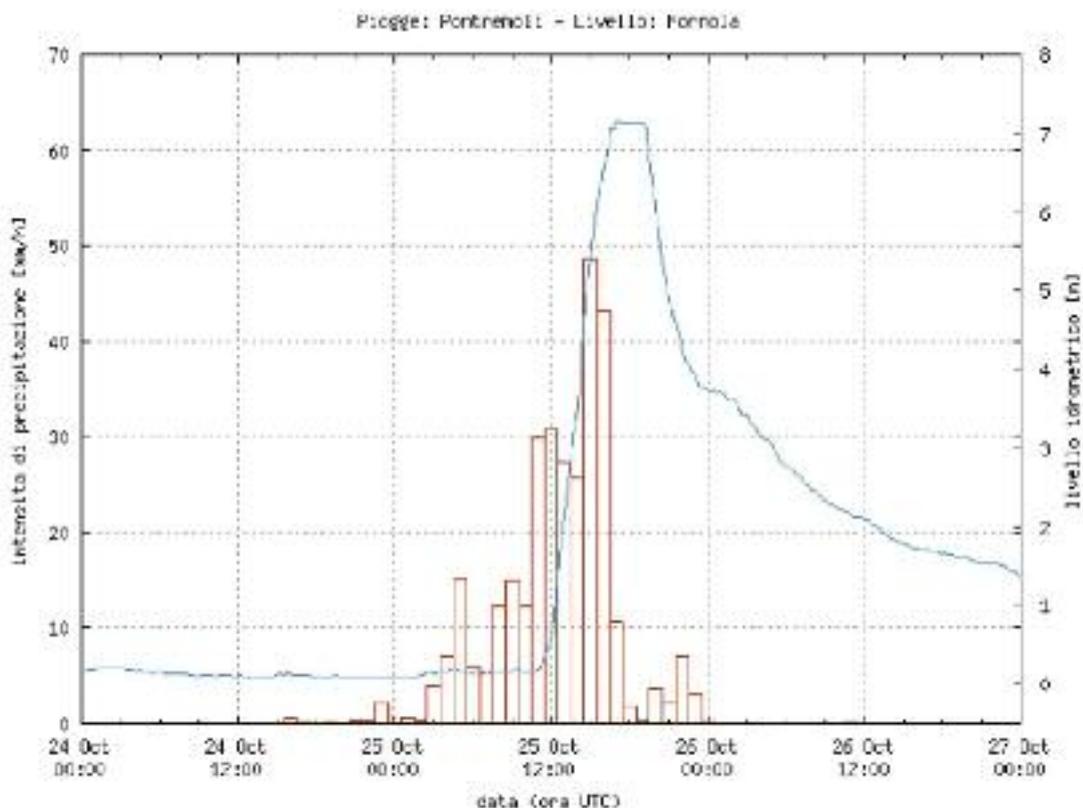


Figura 32 Precipitazione (Pontremoli) e Livello idrometrico (Magra a Fornola)

Nelle figure da Figura 30 a Figura 33 sono state sovrapposte alle osservazioni del livello idrometrico quelle pluviometriche. Figura 30 e Figura 31 mostrano pioggia e livello osservati sullo stesso sito per stazioni situate sulla parte medio-montana del bacino (Magra a Pontremoli – circa 150 km², e Vara a Brugnato – circa 350 km²): si può osservare come lo scarto temporale tra i momenti di massima intensità di pioggia ed il passaggio dei rispettivi colmi di piena sia piuttosto ridotto.

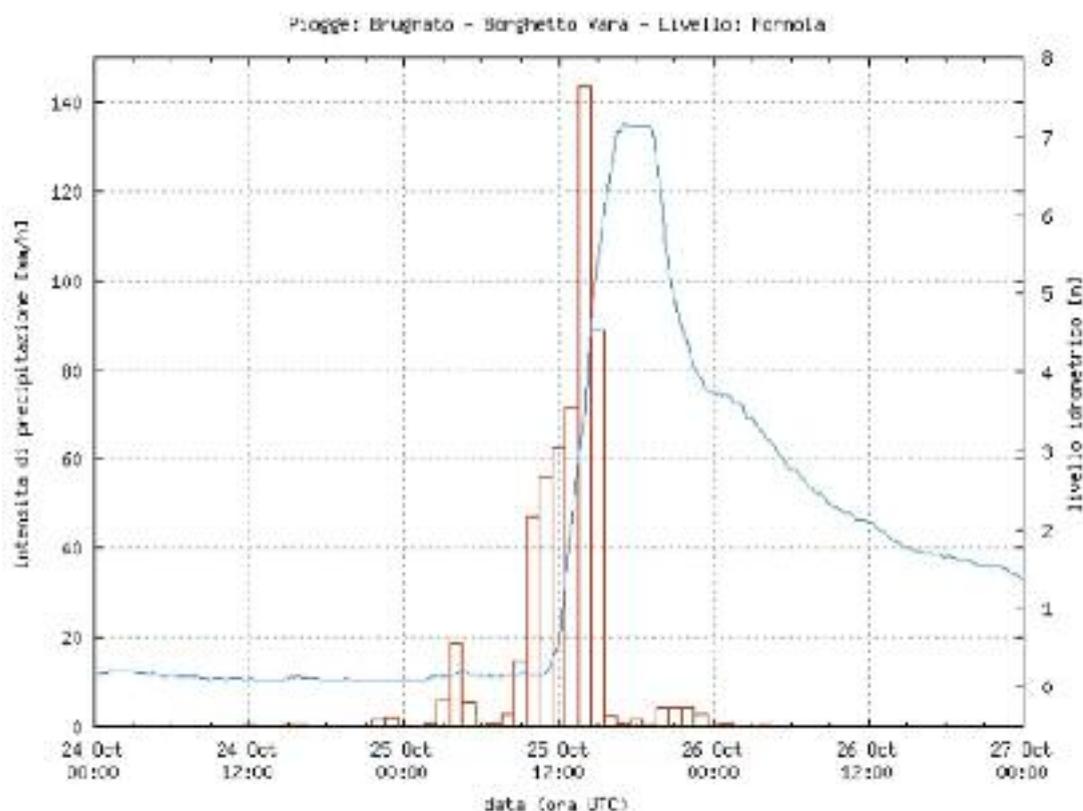


Figura 33 Precipitazione (Brugnato) e Livello idrometrico (Magra a Fornola)

Le successive Figura 32 e Figura 33 mettono a confronto gli stessi ietogrammi con l'idrogramma registrato all'idrometro di Fornola, a valle della confluenza Vara/Magra. Si osserva come il colmo di piena sia qui transitato alcune ore (6-8) dopo la fase più intensa della precipitazione a monte.

Si nota infine (Figura 39) come l'unica parte del bacino che, di fatto, non ha contribuito alla piena sia stata quella afferente al torrente Aulella, nell'estrema porzione orientale del bacino del Magra.

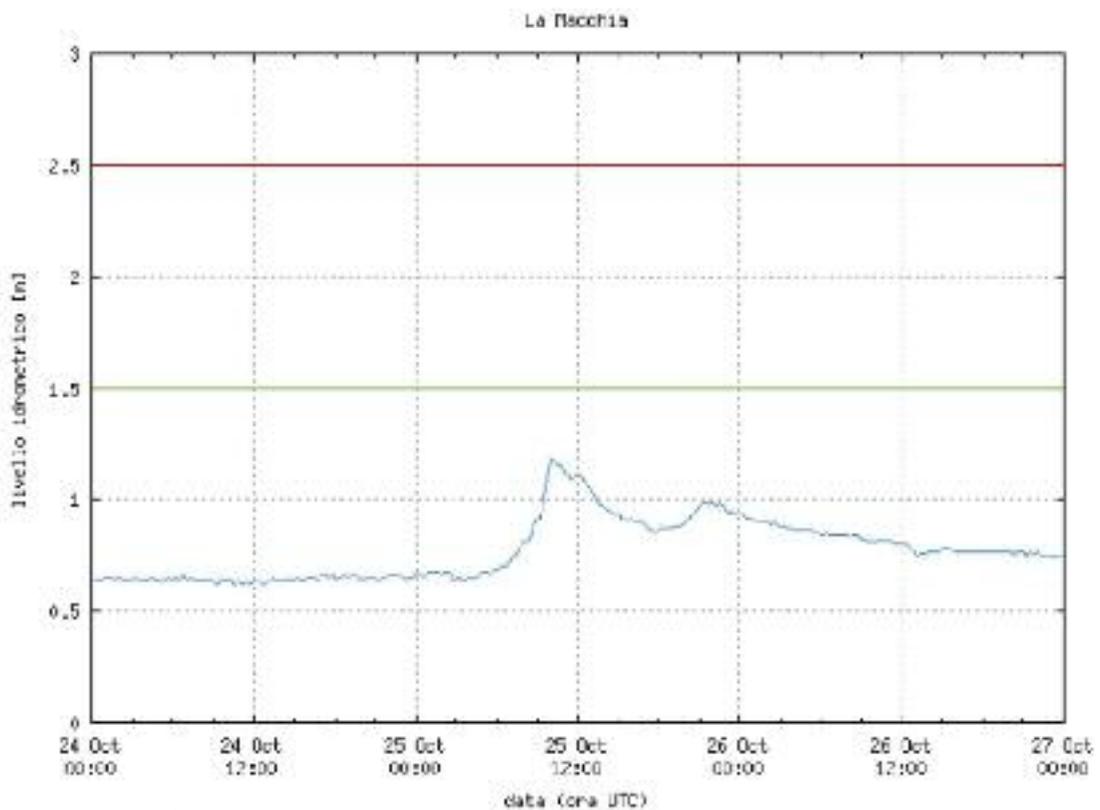


Figura 34 Livello idrometrico (Vara a La Macchia)

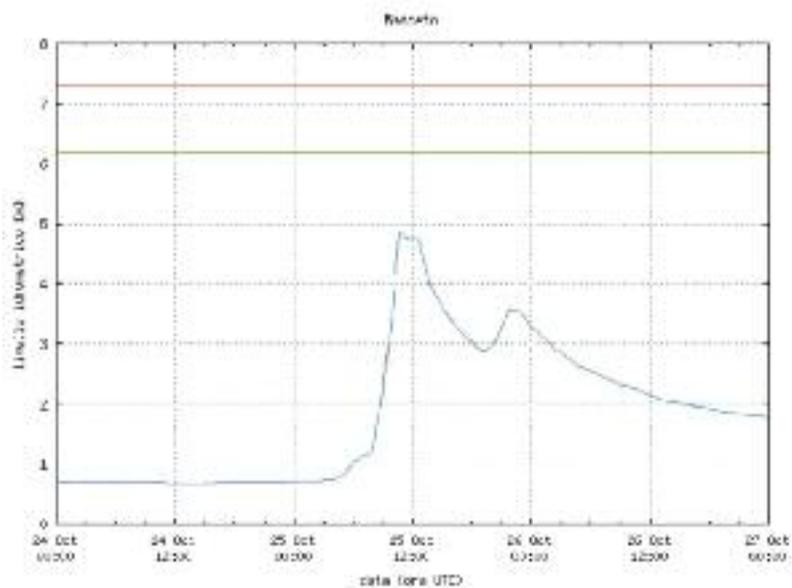


Figura 35 Livello idrometrico (Vara a Nasceto)

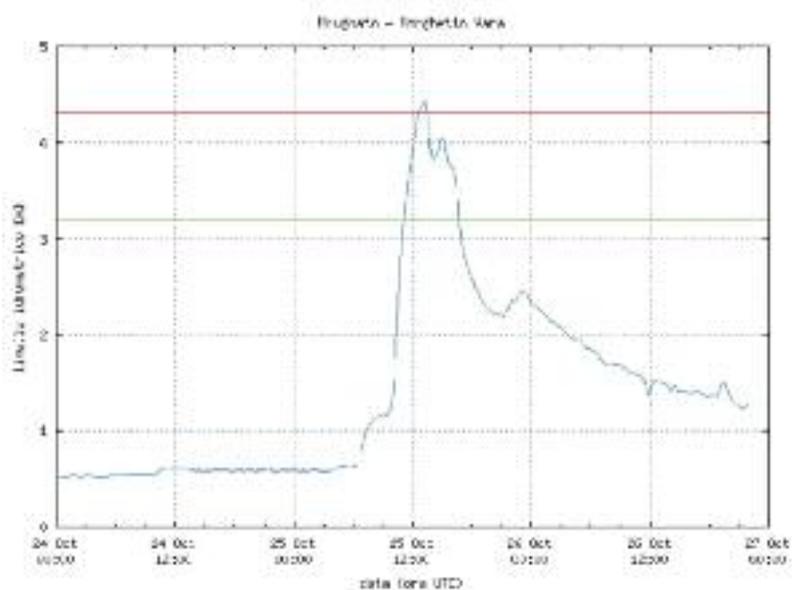


Figura 36 Livello idrometrico (Vara a Brugnato)

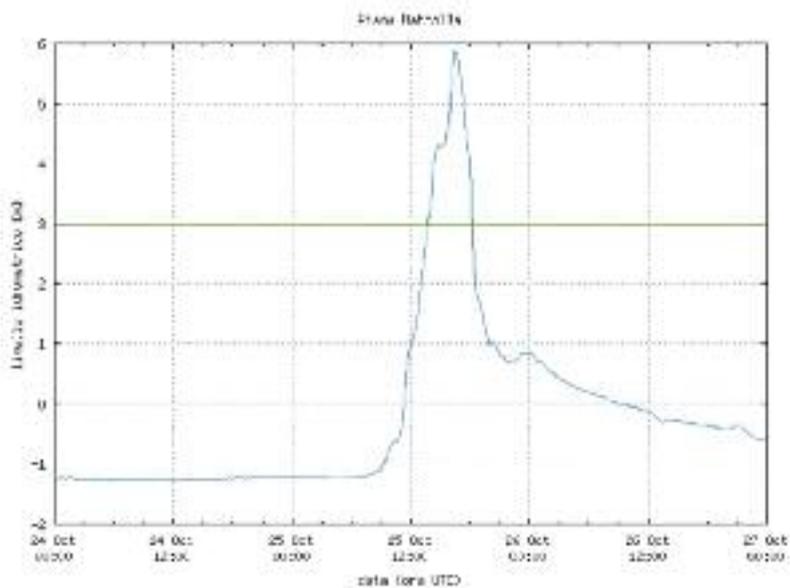


Figura 37 Livello idrometrico (Vara a Piana Battolla)

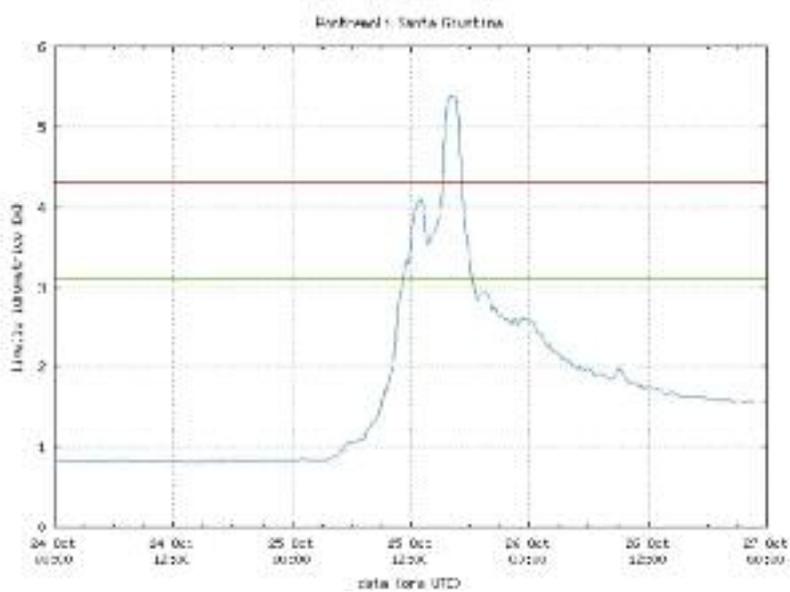


Figura 38 Livello idrometrico (Magra a Pontremoli Santa Giustina)

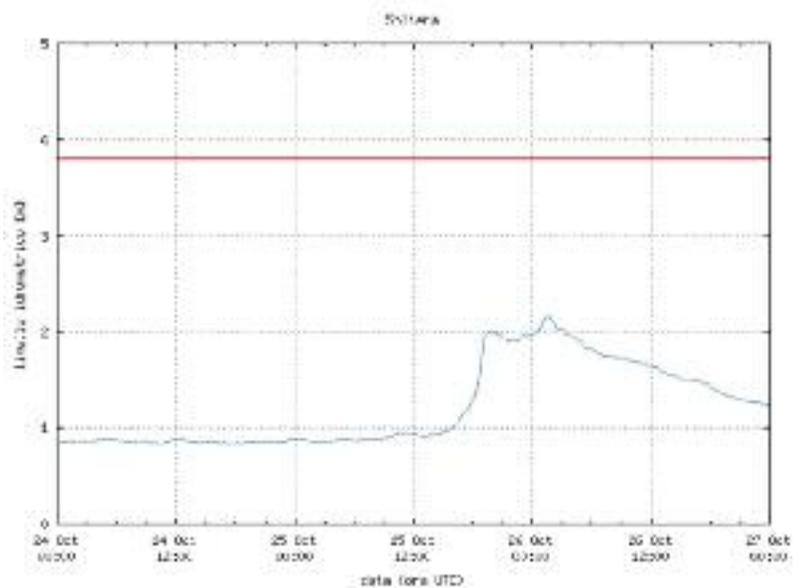


Figura 39 Livello idrometrico (Aulella a Soliera)

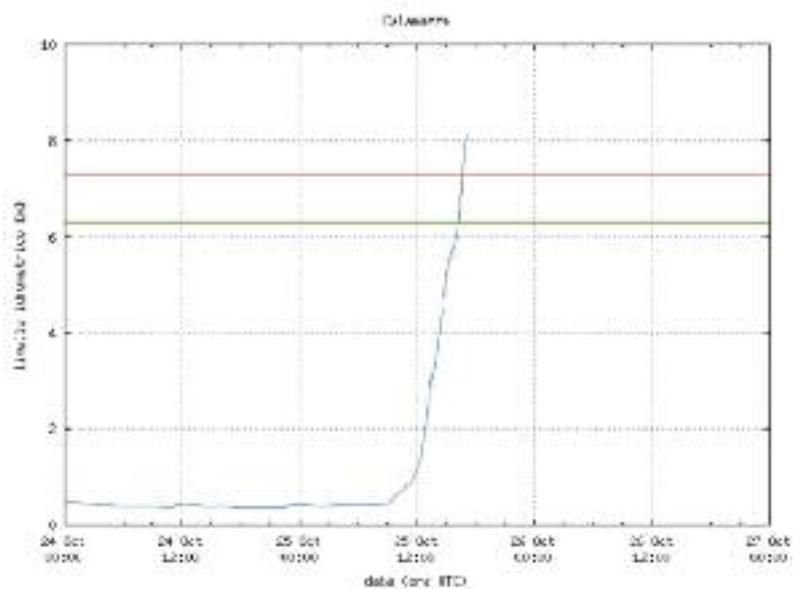


Figura 40 Livello idrometrico (Magra a Calamazza, osservazione interrotta a 8.12 m; colmo stimato a 9.40-9.60 m)

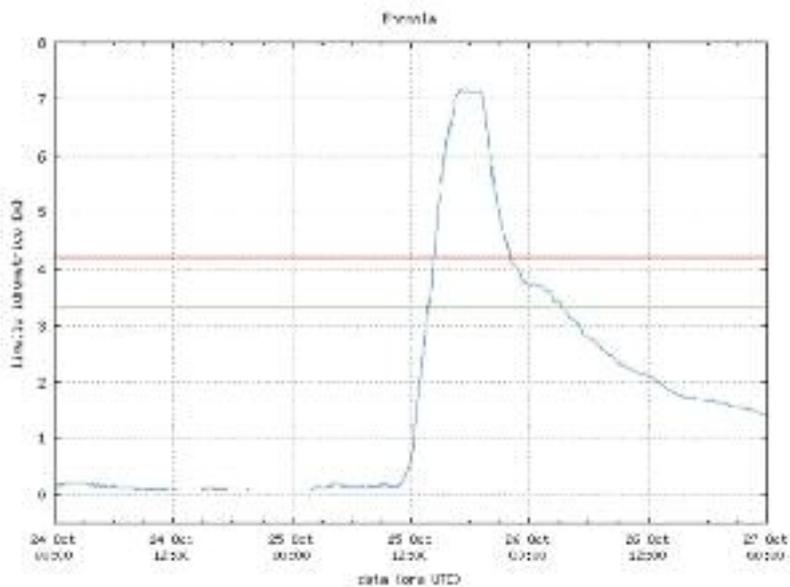


Figura 41 Livello idrometrico (Magra a Fornola)

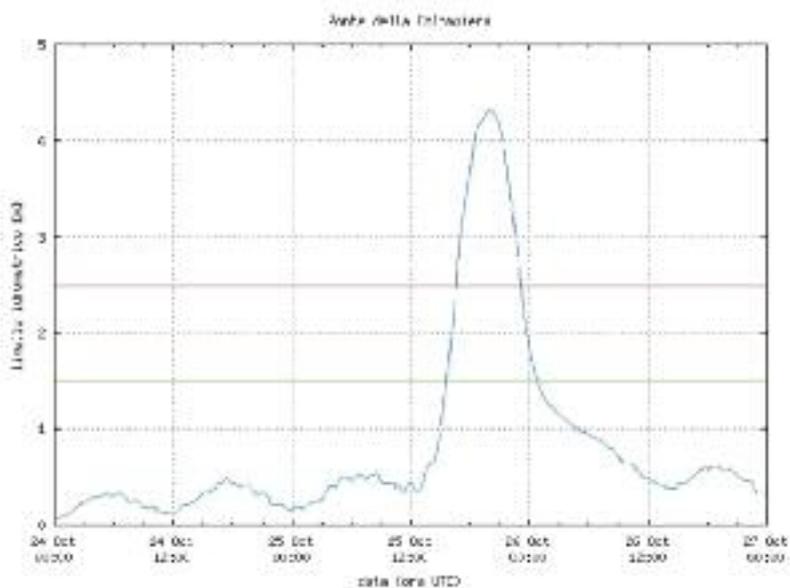


Figura 42 Livello idrometrico (Magra al Ponte della Colombiera)

3.3 Descrizione qualitativa dell'evento sui rii costieri

L'evento ha interessato, come detto, anche i comuni della fascia costiera compresi tra Bonassola e Vernazza.

I rii minori non sono monitorati dai sensori di rilevamento idrometrico della rete regionale; tuttavia da informazioni raccolte sul territorio si è ricostruito che:

- A Bonassola è andata in pressione la tombinatura del rio San Giorgio ed il centro del paese è stato inondato
- A Levanto si è verificata l'esondazione del torrente Ghiararo, che ha superato il livello arginale in più punti inondando la sede stradale e le aree limitrofe al corso d'acqua, sia edificate che agricole
- A Monterosso e Vernazza sono andate in pressione le tombinature dei rispettivi corsi d'acqua, sia nei centri storici (rio Buranco a Monterosso, canale di Vernazza a Vernazza), che nella frazione monterossina di Fegina (rio Fegina, rio Molinelli). In entrambi i paesi, l'intensità delle precipitazioni ha provocato un numero molto rilevante di frane che hanno determinato l'apporto di imponenti volumi di materiale solido. Al termine dell'evento, in entrambi i paesi, il deposito di sedimenti raggiungeva i primi piani delle abitazioni di fondovalle.

3.4 Analisi anemometrica

L'evento è stato caratterizzato da una ventilazione piuttosto sostenuta e rafficata con due regimi nettamente distinti tra il settore centro-occidentale della regione, sferzato da forti venti settentrionali, ed il settore orientale, interessato invece da un forte flusso prevalentemente sciroccale.

L'intensità media dei venti è stata tra moderata e forte. Si evidenziano invece intensità medie di burrasca a Capo Mele (da Nord), a Corniolo (da Sud-Est), dove le raffiche hanno ampiamente superato i 100 km/h. I fenomeni si sono attenuati nella serata, in seguito al transito del fronte.

In Tabella 4 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)
Poggio Fearza [A]	38,9	25 ottobre ore 6.50 UTC	SW	73,1 (SW)
Monte Maure [A]	26,6	25 ottobre ore 1.20 UTC	N	45,36 (ENE)
Cenesi [A]	23,0	25 ottobre ore 12.20 UTC	NE	48,6 (NW)
Albenga [A]	31,3	25 ottobre ore 12.50 UTC	NNW	53,6 (NNW)
Capo Mele [B]	66,6	25 ottobre ore 14.55 UTC e 16.55 UTC	N	101,9 (N)
GE Sestri [B]	37,1	25 ottobre ore 18.20 UTC	N	70,6 (N)
Fontanafresca [B]	39,2	25 ottobre ore 03.00 UTC	N	64,1 (SE)
Colle di Cadibona [B]	38,8	25 ottobre ore 12.40 UTC	NW	64,1 (NW)
Centro Funzionale [B]	33,8	25 ottobre ore 06.00 UTC	N	58,7 (NNE)
Savona Ist. Nautico [B]	33,5	25 ottobre ore 16.20 UTC	NW	58,7 (NW)
Corniolo [C]	90,4	25 ottobre ore 11.40 UTC	SE	119,9 (SE)
La Spezia [C]	69,5	25 ottobre ore 14.40 UTC	SE	89,3 (SE)
M.te Rocchetta [C]	58,3	25 ottobre ore 15.50 UTC	SE	82,8 (SE)
Casoni [C]	49,7	25 ottobre ore 16.10 UTC	SW	83,9 (SE)
M.te Settepani [D]	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.
Giacopiane [E]	37,1	25 ottobre ore 17.20 UTC	SSW	57,2

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

3.5 Mare

Nel corso dell'evento il moto ondoso non ha presentato particolari criticità e si è mantenuto generalmente molto mosso.

3.5 Effetti al suolo e danni rilevanti

L'alluvione del 25 ottobre 2011 nello spezzino è stata provocata da:

- l'esonazione dei rii e torrenti afferenti al Mar Ligure nella fascia costiera compresa tra Levante e Vernazza
- la tracimazione di gran parte degli affluenti del Vara nel tratto a valle della zona di Sesta Godano fino alla confluenza con il Magra
- l'esonazione del fiume Magra a partire dalla sua parte medio-montana e fino alla confluenza con il fiume Vara, e ancora del Magra nella sua parte terminale dopo la confluenza a Fornola.

Tale evento ha provocato 13 vittime (7 a Borghetto Vara, 2 ad Aulla, 3 a Vernazza ed 1 a Monterosso) e l'evacuazione di circa 550 persone.

Le infrastrutture danneggiate sono state principalmente i ponti: SP 432 (Ponte Colombiera), SP 34 (Ponte Pignone), SP 33 (Ponte tra SS1 e loc. Memola), SP 7 (Brugnato-Rocchetta Vara), più attraversamenti minori e passerelle su SP 33, 34, 8. I movimenti franosi hanno provocato diffuse criticità sulla viabilità provinciale e comunale. Le strade provinciali interrotte per frane sono state la SP 5 da loc. Torpiana a loc. Valgiuncata, la SP 6 da loc. Molino Rotato a loc. Casoni, tratti delle SP 51, 61, 63, 6, 8, 7, 34, 33, 27, 36.

Identica situazione per moltissime strade dei comuni di Ameglia, Arcola, Borghetto Vara, Calice al Cornoviglio, Carrodano, Levante, Monterosso, Pignone, Rocchetta Vara, Sesta Godano, Vernazza, interrotte e spesso distrutte da frane e/o allagamenti. Nei comuni di Monterosso e Vernazza e in Val di Vara sono stati interrotti tutti i servizi essenziali (acqua, gas, telefonia e fornitura elettrica). Ad un mese dall'evento, stante i gravissimi danni infrastrutturali mancano ancora alcuni servizi essenziali in parte dei comuni di Vernazza e Monterosso (gas e fognature).





HS 855

LIEBHERR



4 Conclusioni

L'evento meteorologico che ha interessato la regione il 25 ottobre 2011, associato al transito di un vasto sistema frontale ed alla formazione di un intenso e persistente sistema temporalesco organizzato a "V" sul levante ligure, ha fatto registrare piogge di intensità molto forte con quantitativi molto elevati sulla zona di allertamento C, ove si sono verificati importanti fenomeni alluvionali accompagnati da frane e smottamenti diffusi.

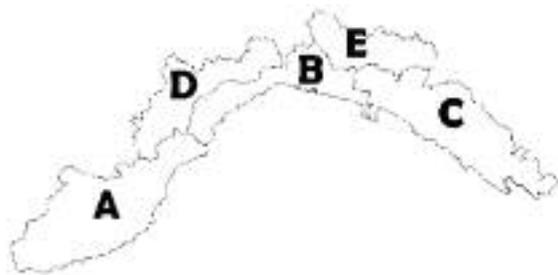
Le precipitazioni più copiose si sono avute sull'intero bacino del Magra con cumulate medie areali di circa 190 mm nelle 24 ore e massimi puntuali tra 300 e quasi 500 mm in 6 ore.

I livelli idrometrici registrati hanno mostrato decisi innalzamenti coerentemente con le precipitazioni osservate. Si sono verificate portate consistenti che hanno condotto all'esondazione del fiume Magra in diversi punti e di alcuni piccoli rivi della fascia costiera della provincia della Spezia, nei comuni di Bonassola, Levante, Monterosso e Vernazza con diffusi e ingenti danni sul territorio.

L'evento è stato caratterizzato da una ventilazione piuttosto sostenuta e raffinata con due regimi nettamente distinti tra il settore centro-occidentale della regione, sferzato da forti venti settentrionali, ed il settore orientale, interessato invece da un forte flusso prevalentemente sciroccale.

Legenda

a) Definizione dei limiti territoriali delle zone di allertamento:



b) Soglie di precipitazione puntuale:

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

		QUANTITA' (basata su tempi di ritorno 1-4 anni)			
		Scarse	Significative	Elevate	Molto elevate
Durata	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 $> 0.5 \text{ mm}/24\text{h}$ (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.



Impressioni
immagini
ricordi

Vernazza



5. Impressioni, immagini, ricordi





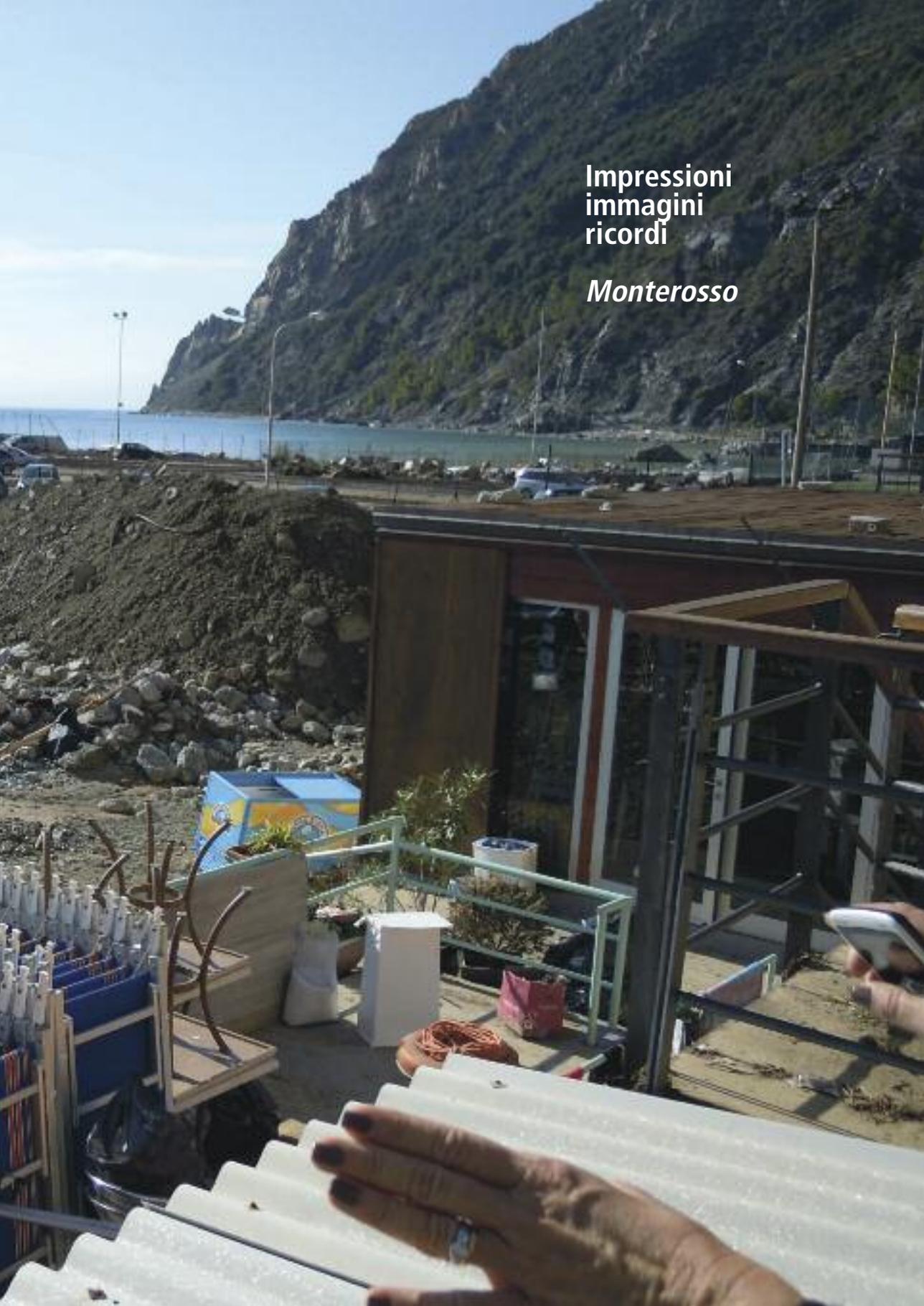
Impressioni
immagini
ricordi

Monterosso



Impressioni
immagini
ricordi

Monterosso





Impressioni
immagini
ricordi

Monterosso





Impressioni
immagini
ricordi

Val di Vara





Impressioni
immagini
ricordi

Vernazza

Impressioni
immagini
ricordi

Vernazza





Impressioni
immagini
ricordi

Vernazza

Impressioni
immagini
ricordi

Vernazza



Impressioni
immagini
ricordi

Vernazza



Impressioni
immagini
ricordi

Vernazza







Impressioni
immagini
ricordi

Vernazza

Sul tema delle alluvioni Arpal è stata impegnata non soltanto nel campo della prevenzione meteorologico: nello spezzino, l'intervento diretto dell'Agenzia è stato richiesto dalla prefettura su diverse e specifiche necessità.

Nel secondo giorno dopo la tragica alluvione, la prefettura ha potuto attivare in alta Val di Vara le squadre operative sul territorio: geologi ed ispettori dell'Agenzia, insieme all'Università di Firenze e al CNR di Perugia, hanno raggiunto Brugneto e Pignone. «Siamo passati sfruttando parte dell'autostrada, riaperta solo per i mezzi di soccorso – ricorda Fabrizia Colonna, il direttore del dipartimento Arpal della Spezia che ha seguito l'emergenza dall'interno della sala operativa della prefettura –. Siamo stati incaricati di contribuire alla valutazione della stabilità dei versanti e delle frane, e la pericolosità delle zone a rischio smottamento». I tecnici Arpal sono arrivati anche a Vernazza, accessibile per lungo tempo soltanto via mare. E nei giorni successivi da Genova sono stati inviati geologi ed esperti del servizio territoriale, opportunamente equipaggiati con mezzi e attrezzature per affrontare un simile disastro.

«Di fronte a questa devastazione – aveva commentato “a caldo” l'assessore Assessore Regionale di Protezione civile Renata Briano – dobbiamo essere vicino a chi ha perso tutto, soffre ed è in difficoltà, decidere e agire tempestivamente. Purtroppo la pioggia da noi è sempre più spesso eccezionale. Quello che dobbiamo fare è prestare un'eccezionale attenzione al territorio, sistematica e quotidiana; ma ci vorrà tempo».

Dopo il lavoro dei geologi, che hanno contribuito alla valutazione del rischio e della stabilità dei versanti, la priorità è diventata lo smaltimento dell'immensa mole di detriti e rifiuti: la Commissione Prefettizia (di cui fanno parte tra l'altro Prefetto, Protezione civile, Regione, Provincia e Arpal) aveva subito emanato un'ordinanza con le indicazioni per procedere al recupero e smaltimento dei detriti, puntando all'allontanamento dei materiali per evitare ulteriori pericoli.

"Per evitare di aggravare ulteriormente la situazione – ha continuato ancora Renata

Briano – sono state emanate indicazioni, comuni ad alle altre emergenze alluvionali, per la gestione dei detriti sulla base di leggi vigenti. Si tratta di raggruppare, in via speditiva e per quanto possibile, terra, fango detriti e rocce da una parte, separandoli da legno e dai rifiuti ingombranti e inquinanti”. Le prime due categorie possono così essere immediatamente allontanate e in parte avviate verso le zone di riempimento o le colmate portuali, mentre i rifiuti che non si possono differenziare devono essere stoccati in siti temporanei sul territorio individuati dai comuni e quindi successivamente trasportati in discarica, peraltro, con altissimi costi.

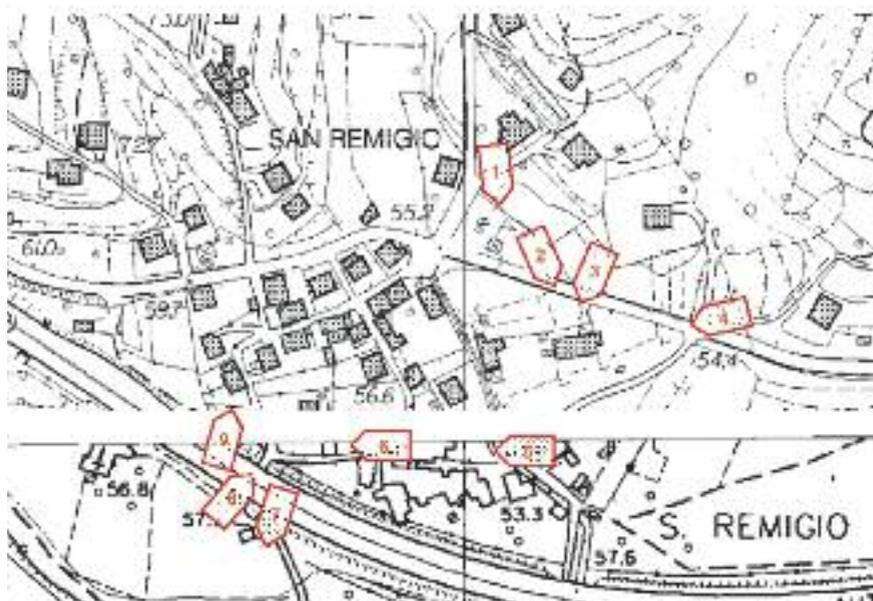
Per venire incontro alle esigenze dei sindaci, Arpal ha istituito turni di 24 ore su 24, feriali e festivi, sia per il personale sul territorio per supportare i comuni nella individuazione delle aree di stoccaggio e per i campionamenti e le caratterizzazioni, sia in laboratorio per le analisi. Anche grazie a questo febbrile lavoro, durante l'estate 2012, Vernazza ha potuto fruire di una nuova spiaggia, realizzata con un ripascimento strutturale che ha permesso la sistemazione di buona parte dei detriti riutilizzabili.

Per quanto riguarda invece le attività nelle zone alluvionate della Val di Vara, sono stati monitorati 60 Km² di terreno.

Si è trattato di un lavoro richiesto dalla Regione ad Arpal, con attività di rilevamento, analisi e compilazione: rilevamento sul terreno e mappatura delle zone esondate dei fondovalle e dei corpi franosi, con geologi che hanno effettuato sopralluoghi per un totale di alcune centinaia di ore/uomo; il monitoraggio ha comportato il rilevamento sul terreno su base topografica CTR a scala 1:5.000 di 2 aree di circa 30 km² ciascuna, precedentemente definite da Regione, con mappatura delle aree che sono risultate inondate dalle acque nel corso dell'evento alluvionale.

Allo scopo, sono state ricercate e individuate sul terreno tutte le tracce indicatrici del passaggio delle acque di piena (linee lasciate dalle acque sugli edifici, le strutture e i manufatti in genere, o danni agli stessi, vegetazione piegata o asportata, incisioni o depositi fangosi o sabbioso-ghiaiosi sui terreni ecc.). Contestualmente, sono state rilevate l'estensione e le caratteristiche delle zone in frana segnalate nel corso dei primi sopralluoghi effettuati dagli Enti nel corso e immediatamente dopo l'evento; la mappatura effettuata in campagna è stata informatizzata.

È stata anche prodotta una notevole quantità di documentazione fotografica, in parte riportata nelle pagine successive.





Distributore carburante (le linee rosse indicano le quote raggiunte dall'acqua)

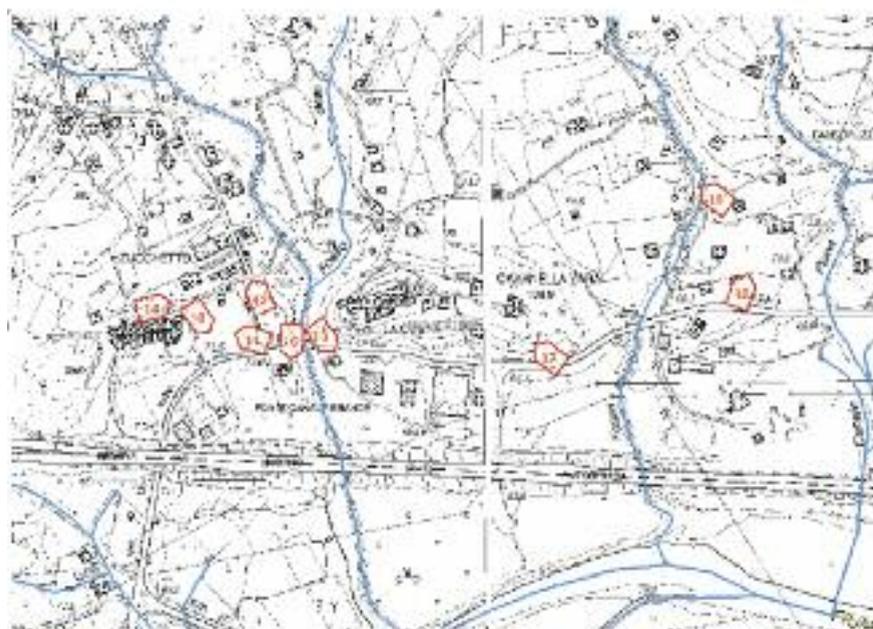


Zona inferiore del nucleo storico (la linea rossa indica la quota raggiunta dall'acqua)



Zona inferiore del nucleo storico a monte del rilevato autostradale (la linea rossa indica la quota raggiunta dall'acqua)

Località Zucchetto – La Costa (Comune di Beverino)





Quota raggiunta dall'acqua nell'abitato di Zucchetto in comune di Beverino



Indicazione quota raggiunta dall'acqua



Erosione in sponda ds del Canal Grande di Graveglia a valle del ponte sulla provinciale, con scalzamento e crollo di parte del muro d'argine





Insedimento produttivo nella zona golenale di confluenza Vara - Riccò totalmente allagato durante la piena



Consistente sovralluvionamento del Rio Brocelli alla confluenza nel f. Vara, a monte del ponte sulla S.P. 10 della Val di Vara



Quota raggiunta dall'acqua nelle case in sponda sx del f. Vara presso l'abitato di Beverino



Il rischio idrogeologico in Liguria

"E circa la fine di ottobre 1407 fu a Genova un grandissimo diluvio d'acqua e gettò a terra la Porta di Fontana Marosa e ruinò una parte delle muraglie; ruinò in molti luoghi il condotto sotterraneo di Susilia e entrò l'acqua sotto le case della Fontana Marosa infino al ponte della Mercanzia..."

dagli Annali di Giustiniani

In Italia il dissesto idrogeologico rappresenta un problema di rilevanza nazionale. Diversi sono i fattori naturali e antropici che concorrono a creare una situazione critica.

La Liguria è una delle regioni maggiormente esposta:

- a) la presenza di un mare relativamente caldo (specie nel periodo autunnale) rispetto alle correnti atlantiche più fresche costituisce un bacino di umidità ed energia che crea e alimenta strutture meteorologiche potenzialmente pericolose;
- b) i rilievi a ridosso della costa innescano moti ascensionali che favoriscono fenomeni convettivi profondi, anche molto localizzati e differenti da vallata a vallata;
- c) i corsi d'acqua a regime torrentizio, di piccola o piccolissima estensione, sono i più esposti al rischio di esondazioni improvvise conseguenti a scrosci intensi anche di breve durata (flash flood, alluvioni lampo);
- d) l'intensa urbanizzazione accresce la vulnerabilità del territorio.

Gli esiti possono essere devastanti per l'uomo e l'ambiente: perdita di vite umane, danni alle infrastrutture, esondazioni, frane, colate di detriti e di fango lungo i versanti.

Avvenimenti di questo tipo sono una caratteristica distintiva della nostra regione, come già documentato in tempi storici. Dal secolo scorso si contano numerosi episodi alluvionali: il più tragico rimane quello del 7-8 ottobre 1970, quando in seguito a piogge eccezionalmente intense e localizzate su aree molto ristrette, Genova venne inondata dai fiumi Polcevera, Leiro e Bisagno, che superarono gli argini in più punti provocando 44 vittime (35 morti, 8 dispersi, e un ferito), oltre 2000 sfollati e almeno 185 senzatetto. In quell'occasione la stazione di Bolzaneto misurò una cumulata di 950 mm di pioggia (ovvero 950 litri d'acqua per metro quadrato), corrispondenti al 90% della pioggia media che cade annualmente sul capoluogo ligure.

Il sistema di allertamento in Liguria

A fronte delle criticità, presenti a livello sia nazionale sia regionale, la normativa ha individuato, accanto alle misure di prevenzione strutturali, l'esigenza di costituire un sistema di protezione civile integrato, con ruoli e competenze diversificati a livello tecnico e territoriale.

Questi i protagonisti del sistema integrato.

ARPAL gestisce per conto della Regione Liguria il **Centro Funzionale** Meteo-idrologico di Protezione Civile della Regione Liguria (CFMI-PC), che fa parte della rete nazionale dei Centri Funzionali ed effettua le previsioni e il monitoraggio meteorologico sul territorio regionale, producendo la necessaria messaggistica tecnica (bollettini di vigilanza e avvisi).

Il **Settore Emergenza e Protezione Civile della Regione Liguria** (PC-RL) riceve e adotta queste informazioni, le integra con le proprie valutazioni sul rischio geologico, emana messaggistica di allerta e, in coordinamento con le altre strutture di protezione civile, gestisce l'emergenza a livello regionale. La Regione Liguria pubblica gli allerta sul sito <http://servizi-meteoliguria.arpal.gov.it/protezione-civile/index.html> e li inoltra via fax alle prefetture e alle strutture operative previste dalle L. 225/92

I **prefetti** ricevono i messaggi regionali, li trasmettono ai Comuni della provincia e attivano, quando è necessario, il coordinamento dell'emergenza a livello provinciale.

Il **sindaco**, in base alla L. 225/92, è l'autorità comunale di protezione civile: sulla base del Piano comunale di emergenza elaborato in funzione delle criticità specifiche del territorio, informa la cittadinanza, attiva i presidi territoriali ed espleta le attività di prevenzione, soccorso e superamento dell'emergenza, eventualmente coadiuvato dai livelli provinciale e/o regionale quando non riesca a far fronte all'emergenza con i propri mezzi.

I **cittadini**, informati dal sindaco, devono seguire le prescrizioni e mettere in atto le misure di auto protezione.

Il ruolo di ARPAL: il Centro Funzionale

Il Centro Funzionale Meteo-Idrologico di Protezione Civile della Regione Liguria (CFMI-PC), è la struttura di Arpal, dipendente funzionalmente dal Settore Protezione Civile ed Emergenza della Regione Liguria, che si occupa di **meteorologia** (monitoraggio e previsione delle condizioni meteorologiche e meteomarine), **idrologia** (valutazione degli effetti idrologici delle precipitazioni sui corsi d'acqua) e **climatologia** (validazione, archiviazione ed elaborazione statistica dei dati meteoidrologici).

Dopo l'alluvione del 1994, la Regione Liguria aveva incaricato l'Università di Genova di costituire il Centro Meteo-Idrologico della Regione Liguria (CIMRL), per associare alla previsione meteorologica la previsione idrologica. Il CIMRL diventò operativo nel 1997 e la Liguria fu la prima regione in Italia a ottenere l'autonomia nell'emanazione degli allerta sul proprio territorio dal Dipartimento di Protezione Civile Nazionale. Dal 2001 il CFMI-PC è inserito in Arpal, mentre nel 2003, con l'integrazione nel CIMRL dell'ex Ufficio Idrografico e Mareografico di Genova (SIMGE) e del suo patrimonio di centraline di rilevamento, fu realizzato l'attuale Osservatorio Meteo-Idrologico della Regione Liguria (OMIRL), una tra le reti osservative più capillari in Italia. Nel 2005, il CIMRL venne riconosciuto come Centro Funzionale di Protezione Civile (CFMI-PC) dal Dipartimento di Protezione Civile Nazionale e fa parte di una rete composta da strutture regionali e nazionali.

Il CF elabora i dati raccolti; gestisce e sviluppa gli strumenti e le tecnologie necessarie per realizzare la catena modellistica meteo-idrogeologica ad alta risoluzione, in collaborazione con enti di ricerca (CNR-ISAC di Bologna per i modelli meteorologici BOLAM-MOLOCH, Fondazione CIMA di Savona per il modello idrologico DriFted). Il compito del CF si esplica in due fasi: **previsione** meteo-idrologica e meteo-marina, volta a definire preventivamente il possibile superamento o meno di determinate soglie associate ai fenomeni meteorologici, a valutarne quantitativamente gli effetti al suolo e a prefigurare scenari di rischio; **monitoraggio** della situazione meteo-idrologica, attraverso l'analisi e l'integrazione di dati qualitativi e quantitativi rilevati sul territorio e provenienti da diverse fonti (rete meteo-idro-pluviometrica OMIRL, rete radarmeteorologica nazionale, satelliti meteorologici, reti di rilevazione dei fulmini, boe on-dametriche, presidi territoriali comunali, ecc.). Le valutazioni del CF sono riportate in messaggi tecnici che definiscono su scala regionale le tempistiche, la localizzazione e l'intensità dei fenomeni previsti o in corso (Bollettino di vigilanza, Avviso meteorologico, Avviso di criticità idrologico).

Questi messaggi sono trasmessi da Arpal al sistema di Protezione Civile integrato e pubblicati sul sito Allerta On Line <http://servizi-meteoriguria.arpal.gov.it/protezionecivile/index.html>.

Le aree di allertamento

La Liguria è suddivisa in 5 Zone di Allerta che rispettano sia gli ambiti territoriali di bacino idrografico che criteri di omogeneità climatologica.



- A Bacini Liguri Marittimi di Ponente
- B Bacini Liguri Marittimi di Centro
- C Bacini Liguri Marittimi di Levante
- D Bacini Liguri Padani di Ponente
- E Bacini Liguri Padani di Levante

Siti internet:

www.arpal.gov.it

www.meteoliguria.it

www.regione.liguria.it

Allerta-on-line:

<http://servizi-meteoliguria.arpal.gov.it/protezione-civile/index.html>

I livelli di allerta meteo-idrogeologica

FENOMENO: AVVISO METEO PER TEMPORALI FORTI E ORGANIZZATI

alta probabilità di temporali forti e organizzati in strutture temporalesche estese e diffuse, in grado di determinare **Criticità Idrologica Ordinaria diffusa**.

SCENARIO

PIENE IMPROVVISE DI PICCOLI RII/BACINI; ALLAGAMENTI LOCALIZZATI e/o fenomeni di rigurgito del sistema di smaltimento delle acque piovane con coinvolgimento delle aree urbane più depresse. Allagamenti e danni ai locali interrati, provvisoria interruzione della viabilità, specie nelle zone più depresse, scorrimento superficiale nelle sedi stradali urbane ed extraurbane ed eventuale innesco di LOCALI SMOTTAMENTI SUPERFICIALI dei versanti. Danni a strutture provvisorie ed alla vegetazione causati da forti COLPI DI VENTO O TROMBE D'ARIA, GRANDINE E FULMINI. OCCASIONALE PERICOLOSITÀ per l'incolumità delle persone e beni.

FENOMENO: ALLERTA IDROGEOLOGICA DI LIVELLO 1

precipitazioni diffuse di intensità (picchi su scala oraria) e/o persistenza (cumulate su scala giornaliera) tali da prevedere **Criticità Idrologica Moderata**

SCENARIO

ALLAGAMENTI DIFFUSI dovuti a ristagno delle acque e/o incapacità di drenaggio da parte della rete fognaria, SCORRIMENTO SUPERFICIALE nelle sedi stradali urbane ed extraurbane perifluviali ed innalzamento dei livelli idrici nei corsi d'acqua che possono provocare INONDAZIONI LOCALIZZATE nelle aree contigue all'alveo. Danni ai locali interrati, provvisoria interruzione della viabilità, specie nelle zone più depresse. Possibilità di innesco di FRANE e SMOTTAMENTI LOCALIZZATI dei versanti. MODERATA PERICOLOSITÀ per l'incolumità delle persone e beni.

FENOMENO: ALLERTA IDROGEOLOGICA DI LIVELLO 2

precipitazioni diffuse di intensità (picchi su scala oraria) e/o persistenza (cumulate su scala giornaliera) tali da prevedere **Criticità Idrologica Elevata**.

SCENARIO

innalzamenti significativi dei livelli idrici negli alvei e tali da provocare FUORIUSCITA DELLE ACQUE, EROSIONI SPONDALI, ROTTURA DEGLI ARGINI, SORMONTO DI PASSERELLE E PONTI, INONDAZIONE DELLE AREE CIRCOSTANTI E DEI CENTRI ABITATI. Probabile innesco di FRANE e SMOTTAMENTI dei versanti in maniera diffusa ed estesa; ELEVATA PERICOLOSITÀ per l'incolumità delle persone e dei beni.

Misure di autoprotezione

La popolazione, informata della dichiarazione dello STATO DI ALLERTA, prima dell'evento deve:

- A Per i residenti in aree riconosciute a rischio di inondazione evitare di soggiornare a livelli inondabili;
- B Predisporre paratie a protezione dei locali situati al piano strada, chiudere/ bloccare le porte di cantine e seminterrati e salvaguardare i beni mobili collocati in locali allagabili;
- C Porre al sicuro la propria autovettura in zone non raggiungibili dall'allagamento;
- D Prestare attenzione alle indicazioni fornite dalle autorità, dalla radio o dalla TV;
- E Verificare gli aggiornamenti dei pannelli luminosi ove siano disposti;
- F Consultare il sito regionale del Centro Funzionale della Protezione Civile della Regione Liguria (www.meteoliguria.it previsioni avvisi) dove è illustrato il livello di Allerta Comune per Comune e la situazione meteo (www.meteoliguria.it/datimeteo.html) in tempo reale.

Qualora l'**EVENTO SIA IN CORSO**, la popolazione deve:

- A Non soggiornare a livelli inondabili;
- B Non sostare su passerelle e ponti e/o nei pressi di argini di fiumi e torrenti;
- C Rinunciare a mettere in salvo qualunque bene o materiale e trasferirsi subito in ambiente sicuro;
- D Staccare l'interruttore della corrente e chiudere la valvola del gas;
- E Non tentare di raggiungere la propria destinazione, ma cercare riparo presso lo stabile più vicino e sicuro;
- F Prestare attenzione alle indicazioni fornite dalle Autorità, dalla radio o dalla TV;
- G Verificare gli aggiornamenti dei pannelli luminosi ove siano disposti;
- H Prima di abbandonare la zona di sicurezza accertarsi che sia dichiarato ufficialmente il CESSATO ALLERTA

Stampato su carta senza legno e a zero impatto ambientale



dalle Arti Grafiche Giuseppe Lang
per conto di Redazione srl
Genova, ottobre 2012

€ 14,00  Edizione fuori commercio

ISBN 978-88-95470-41-2