

RAPPORTO DI EVENTO METEOROLOGICO

del 22-25/12/2009

(redatto da B. Turato, F. Giannoni, P. Gollo, V. Queirolo, L. Napolitano)

<u>Abstract.....</u>	<u>1</u>
<u>1 Analisi meteorologica.....</u>	<u>1</u>
<u>2 Dati Osservati.....</u>	<u>4</u>
<u>2.1 Analisi Pluviometrica.....</u>	<u>4</u>
<u>2.1.1 Analisi dei dati a scala areale</u>	<u>4</u>
<u>2.1.2 Analisi dei dati puntuali.....</u>	<u>7</u>
<u>2.2 Analisi idrometrica e delle portate.....</u>	<u>10</u>
<u>2.3 Analisi anemometrica</u>	<u>16</u>
<u>2.4 Mare.....</u>	<u>18</u>
<u>2.5 Effetti al suolo e danni rilevanti</u>	<u>19</u>
<u>2.6 Conclusioni</u>	<u>20</u>

Abstract

L'evento meteorologico che ha interessato la regione il 22-25 dicembre 2009 ha fatto registrare piogge con quantitativi molto elevati (oltre 400 mm su C ed E) con intensità deboli o al più moderate, associate al transito di una sequenza di strutture frontali in rapida successione. Tale evento, preceduto nel corso del mese di dicembre da altri eventi precipitativi di rilievo, ha determinato un innalzamento molto importante dei livelli idrici dei corsi d'acqua del Ponente e dell'estremo Levante. In particolare il bacino del Magra ha destato molte preoccupazioni obbligando all'evacuazione gli edifici siti nelle zone di foce. Si sono verificate esondazioni e danni ingenti. L'evento è stato caratterizzato non solo da precipitazioni abbondanti ma anche da venti forti e rafficati, particolarmente intensi al largo, e da due mareggiate che hanno interessato la costa ligure nell'arco di 48 ore.

1 Analisi meteorologica

Nel periodo tra il 21 ed il 25 dicembre l'Atlantico settentrionale e buona parte del continente europeo sono stati interessati da una vasta circolazione depressionaria all'interno della quale erano identificabili alcune profonde strutture cicloniche. Essa si estendeva su buona parte dell'Atlantico fino alle coste canadesi, spingendosi a Nord fino oltre la latitudine 70N e a Est sul Mediterraneo occidentale. A partire dal 22 una serie di cicloni atlantici si sono susseguiti lungo il fianco della saccatura principale determinando un persistente flusso di aria umida ed il rapido transito di una sequenza di strutture frontali sul Mediterraneo Occidentale.

La prima di queste strutture, legata alla formazione di un minimo secondario sulla Francia orientale, è transitata sulle regioni alpine tra il pomeriggio del 22 dicembre e le prime ore del 23 dicembre determinando una intensa avvezione di aria umida sulla Liguria (Figura 1, Figura 2, Figura 3 e Figura 4) ed un primo importato evento precipitativo.

Nella giornata del 23 dicembre sull'Atlantico settentrionale si potevano distinguere almeno 6 minimi depressionari, tutti molto profondi, con pressione al suolo inferiore al 990 hPa (Figura 2). In particolare, il minimo sui 987hPa situato fin dalle prime ore della giornata sui Pirenei si è spostato rapidamente verso le Alpi nella notte tra il 23 ed il 24 dicembre (Figura 7) favorendo nuovamente precipitazioni diffuse e abbondanti sul Nord Italia, con particolare insistenza, ancora una volta, dapprima su Liguria e Toscana e successivamente sul Nord-Est.

A distanza di poche ore un terzo minimo, localizzabile al largo del Portogallo già alle 00 del 23 (Figura 2), è transitato un po' più a Nord, passando su Biscaglia e sulla Francia per dirigersi verso il Belgio tra la sera del 24 e le prime ore del 25 dicembre, determinando la formazione di un minimo secondario sul Ligure (Figura 7, Figura 8, Figura 9, Figura 10, Figura 11). Ancora una volta si sono osservate precipitazioni diffuse e abbondanti che questa volta hanno interessato, oltre che la Liguria, anche le regioni centrali.

Il conseguente rinforzo del gradiente barico sul Mediterraneo occidentale ha portato venti molto forti di Libeccio o Scirocco (Figura 12) ed un rapido aumento del moto ondoso sul Golfo Ligure.

Evento del 22-23 Dicembre

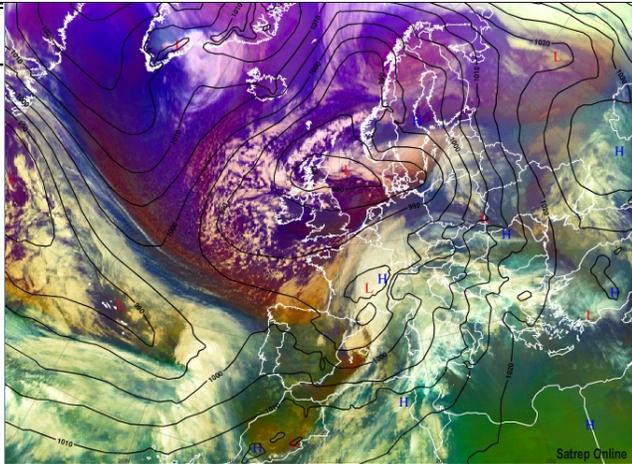


Figura 1 Immagine dal satellite MSG (composizione RGB Airmass) riferita alle 18 UTC del 22 dicembre 2009 in sovrapposizione di Brackets riferita alle 12 UTC del 24 dicembre 2009 (dati ECMWF. Elaborazione SatRep Online)

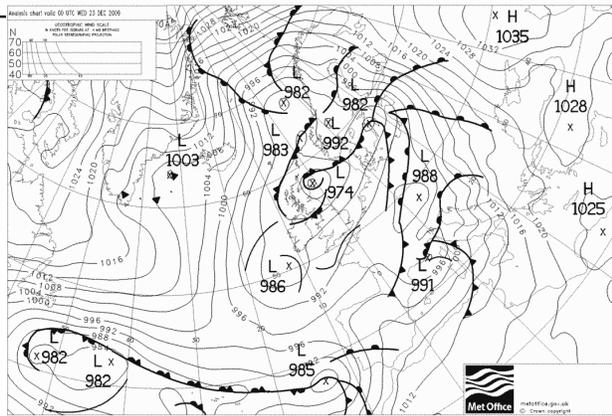


Figura 2 Analisi dei fronti di Brackets riferita alla posizione 2009 in sovrapposizione di Brackets riferita alla posizione 2009; in sovrapposizione il campo di pressione al suolo del modello globale ECMWF. Elaborazione

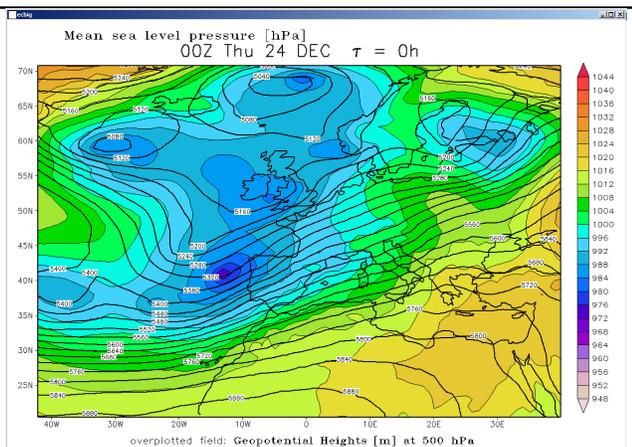


Figura 3 Analisi al suolo riferita alle 21UTC del 22 dicembre 2009 (elaborazione Metacentro del mare) e geopotenziale a 500hPa riferita alle 00UTC del 23 dicembre 2009. Analisi del modello ECRUIN

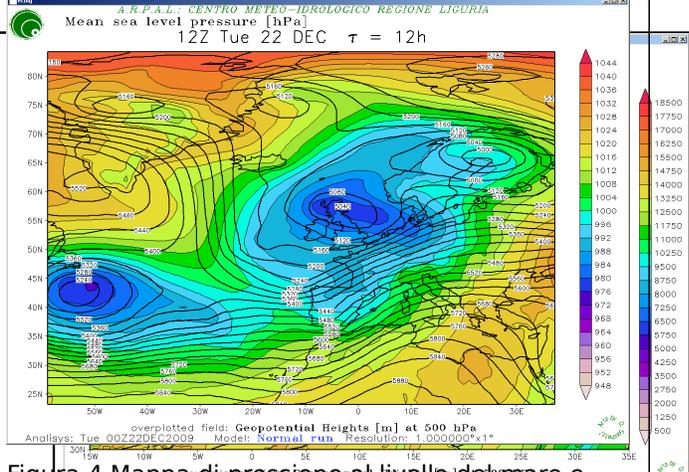


Figura 4 Mappa di pressione al livello del mare e geopotenziale a 500hPa riferita alle 12UTC del 22 Dicembre 2009. Mappa Altezza di Geopotenziale alla tropopausa di Geopotenziale riferita alle 00UTC del 23 dicembre 2009

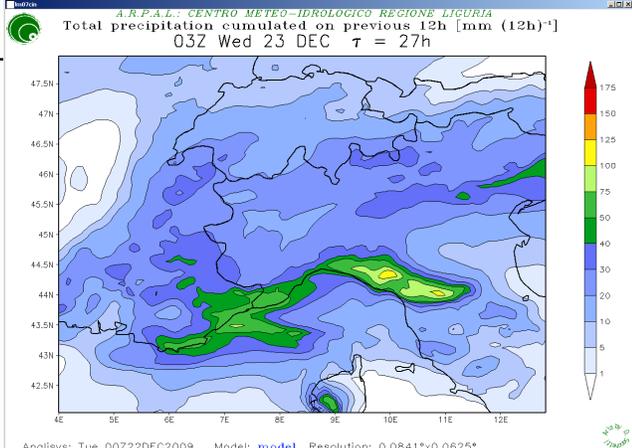


Figura 5 Mappa precipitazione cumulata nelle 12 ore precedenti le 03UTC del 23 Dicembre 2009. Previsione del modello LOKALL MODEL inizializzato alle 00UTC del 22 dicembre 2009

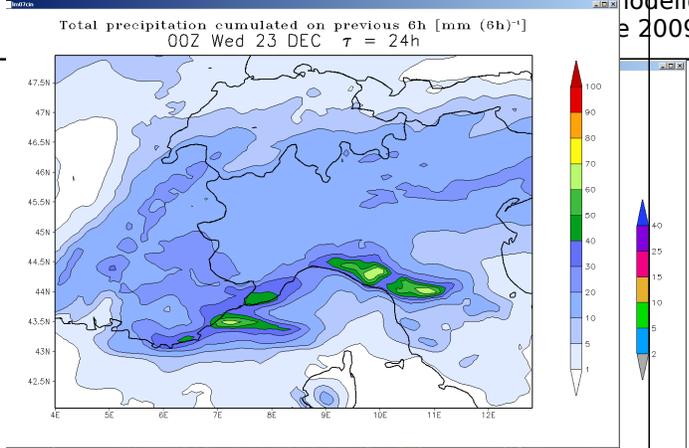


Figura 6 Mappa precipitazione cumulata nelle 6 ore precedenti le 00UTC del 23 Dicembre 2009. Previsione del modello LOKALL MODEL inizializzato alle 00UTC del 22 dicembre 2009

Figura 11 Mappa di pressione al livello del mare riferita alle 12UTC del 24 Dicembre 2009. Previsione del modello ECRUN inizializzato alle 00UTC del 24 dicembre 2009. In evidenza il marcato gradiente barico sul Mediterraneo

Figura 12 Mappa di vento a 10m riferita alle 00UTC del 24 Dicembre 2009. Previsione del modello LOKALL MODEL inizializzato alle 00UTC del 23 dicembre 2009

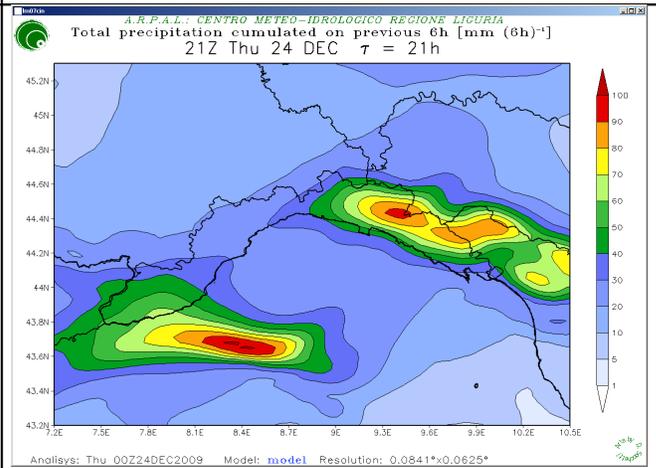
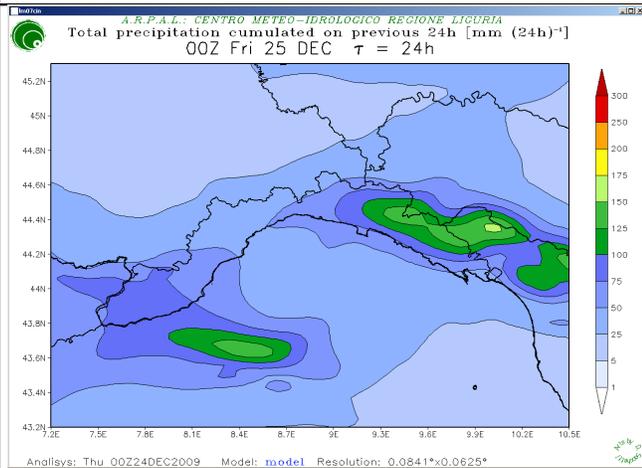


Figura 13 Mappa precipitazione cumulata nelle 24 ore precedenti le 00UTC del 25 Dicembre 2009. Previsione del modello LOKALL MODEL inizializzato alle 00UTC del 24 dicembre 2009

Figura 14 Mappa precipitazione cumulata nelle 6 ore precedenti le 21UTC del 24 Dicembre 2009. Previsione del modello LOKALL MODEL inizializzato alle 00UTC del 24 dicembre 2009

2 Dati Osservati

2.1 Analisi Pluviometrica

L'evento meteorologico in esame è stato uno tra gli eventi più importanti osservati negli ultimi anni. L'intensità della precipitazione mediamente non ha destato particolari preoccupazioni, ma la persistenza dei fenomeni, associata ai quantitativi occorsi, lo ha reso particolarmente gravoso soprattutto sui bacini medio grandi. È importante sottolineare che esso si è verificato immediatamente a ridosso di altri eventi precipitativi di rilievo (29 novembre 2009 e 7-8 dicembre 2009), tali da aver reso il suolo saturo in una stagione in cui i processi di evapotraspirazione sono praticamente nulli.

L'evento, che ha interessato la regione dalle 12 UTC del 22 dicembre alle 00 UTC del 25 dicembre, ha fatto registrare al suo interno due momenti di particolare insistenza, intervallati da brevi periodi caratterizzati da assenza di precipitazioni o da piogge molto deboli.

Il primo fenomeno precipitativo di rilievo è iniziato il 22 dicembre intorno alle 12 UTC sull'estremo ponente e si è esteso nel corso della pomeriggio verso levante, interessando in maniera persistente l'estremo levante nella notte del 22.

Nel corso della giornata del 23 si è verificata una sensibile attenuazione dei fenomeni seguita da una nuova intensificazione nella giornata del 24 dicembre; le precipitazioni si sono esaurite definitivamente soltanto dalle prime ore del 25 dicembre.

In totale si sono registrati quantitativi molto elevati. Localmente si sono superati nel complesso dell'evento i 470 mm in 84 ore sulla zona E ed i 440 mm in 84 ore su C; nelle 24 ore sono stati superati i 200 mm sia su C che su E. Le intensità sono state sempre deboli, senza mai superare i 15-20 mm/h.

2.1.1 Analisi dei dati a scala areale

Dal punto di vista delle precipitazioni l'evento in esame può considerarsi un evento diffuso. Le piogge sono risultate particolarmente insistenti sulle zone E e C, poco meno su A e B, mentre sulla zona D esse sono state decisamente inferiori.

Su E, la zona più colpita, sono state raggiunte medie areali di 285 mm sulla durata totale dell'evento (dalle 00 del 22 dicembre alle 12 del 25 dicembre); su C sono stati raggiunte comunque cumulate di poco inferiori, fino a circa 240 mm in 84 ore. Le precipitazioni sono nel seguito dettagliate:

Zona allert a	1h (mm)	3h (mm)	6h (mm)	12h (mm)	24h (mm)	Durata evento (mm in 84h)

A	12.95 22/12/2009 22:05	33.55 22/12/2009 23:00	54.64 22/12/2009 23:35	71.53 24/12/2009 22:25	87.00 24/12/2009 20:40	175.10 26/12/2009 00:00
B	9.35 24/12/2009 13:55	24.15 24/12/2009 15:50	40.29 24/12/2009 18:30	61.61 24/12/2009 22:10	79.30 24/12/2009 21:00	141.48 26/12/2009 00:00
C	13.34 24/12/2009 18:30	36.02 24/12/2009 20:00	62.87 24/12/2009 21:00	91.60 24/12/2009 23:45	107.58 25/12/2009 09:30	238.37 26/12/2009 00:00
D	7.40 24/12/2009 13:45	19.80 24/12/2009 15:45	32.00 24/12/2009 18:35	42.40 24/12/2009 20:55	57.80 24/12/2009 20:35	97.18 26/12/2009 00:00
E	17.20 24/12/2009 18:15	45.71 24/12/2009 20:15	80.14 24/12/2009 20:45	120.66 25/12/2009 00:45	149.54 25/12/2009 09:15	285.67 26/12/2009 00:00

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

Di seguito si riportano le mappe di precipitazione cumulata areale relative ai giorni 22 e 24 dicembre 2009. Tali mappe sono ottenute dai dati puntuali registrati dalla rete di misura OMIRL, mediante algoritmo di interpolazione con l'inverso della distanza al quadrato.

Come evidenziato in precedenza e come appare anche dalle mappe di precipitazione sotto riportate, l'evento, che ha colpito in modo particolare le zone E e C, pur avendo interessato nel complesso l'intero territorio regionale, è stato caratterizzato principalmente da due momenti di particolare insistenza.

Le prime 12 ore particolarmente gravose dal punto di vista della precipitazioni cumulata sono state registrate tra le 12 UTC del 22 e le 00 UTC del 23 (Figura 15). Un secondo momento ancora più importante del precedente, è stato osservato tra il pomeriggio e la notte a cavallo del 24-25 dicembre (Figura 16).

La mappa relativa all'intero evento (84 ore) ne evidenzia l'importanza dal punto di vista pluviometrico.

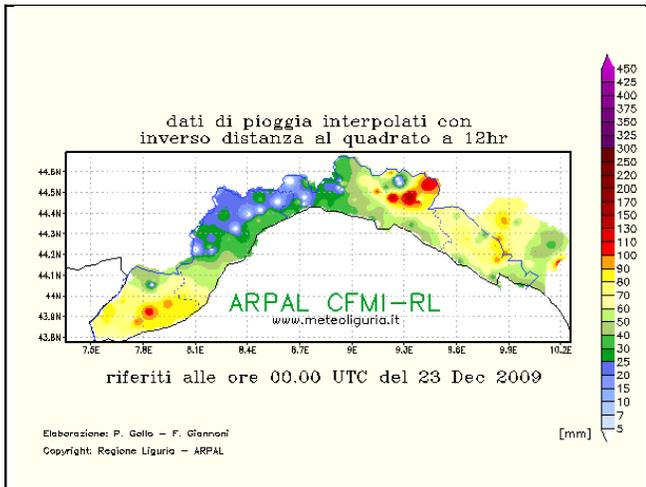


Figura 15 Piogge cumulate in 12 ore il 22 dicembre 2009

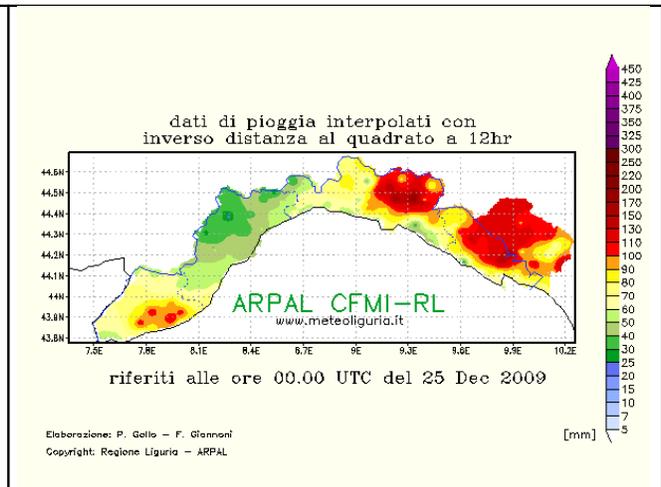


Figura 16 Piogge cumulate in 12 ore il 24 dicembre 2009

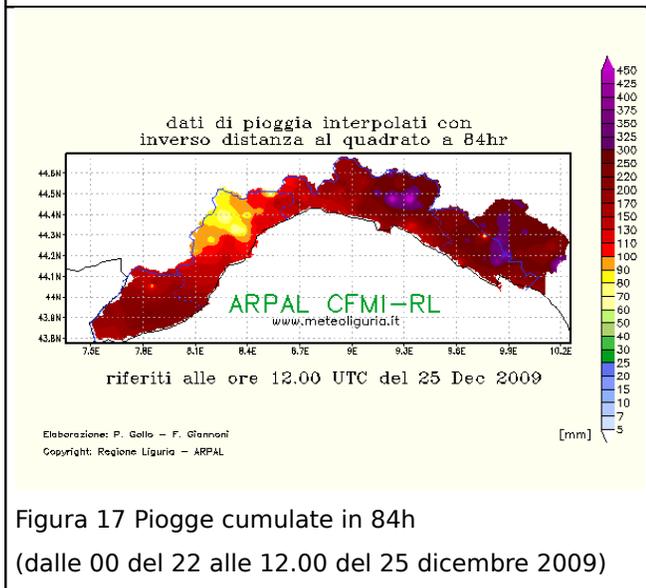


Figura 17 Piogge cumulate in 84h
(dalle 00 del 22 alle 12.00 del 25 dicembre 2009)

2.1.2 Analisi dei dati puntuali

Dall'analisi dei valori puntuali osservati ai pluviometri risultano precipitazioni persistenti ma non particolarmente intense sulle brevi durate (tempi di ritorno inferiori ai 2-3 anni) riconducibili alle due diverse fasi di pioggia intensa.

La Tabella 2 riportata i valori massimi PUNTUALI di precipitazione registrati nel periodo tra le 00UTC del 22 dicembre e le 12UTC del 25 dicembre 2009, distinti per zone di allertamento e per diverse durate.

La precipitazione massima si è registrata sulla zona E a Cabanne (bacino dell'Aveto) dove sono stati superati i 500 mm sulla durata dell'intero evento, e a Minucciano (bacino del Magra - zona C), dove sono stati superati i 400 mm. Sul periodo di 12 ore si sono superati i 200 mm sia a Cabanne sia a Minucciano. E' importante comunque rimarcare che la gravità dell'evento è da ricercarsi nel susseguirsi a breve distanza temporale di due eventi precipitativi caratterizzati da piogge molto abbondanti, intervallati da momenti di attenuazione dei fenomeni di breve durata.

AREA	(mm/1h)	(mm/3h)	(mm/6h)	(mm/12h)	(mm/24h)	Durata Evento (mm/84h)
A	28.4 Albenga - Isolabella (ISBLL) 24/12/2009 13:05	62.8 Montalto Ligure (MONTL) 22/12/2009 23:10	95 Montalto Ligure (MONTL) 22/12/2009 23:20	114 Dolcedo (DOLCE) 24/12/2009 22:20	132.2 Dolcedo (DOLCE) 24/12/2009 20:55	257.2 Montalto Ligure (MONTL) 25/12/2009 12:00
B	23.2 La Presa (LAPRS) 23/12/2009 20:05	41 Bargagli (SALBE) 24/12/2009 20:00	69 Bargagli (SALBE) 24/12/2009 21:05	102.4 Bargagli (SALBE) 24/12/2009 22:40	139.6 Bargagli (SALBE) 25/12/2009 09:30	257.8 Bargagli (SALBE) 25/12/2009 12:00
C	26.6 Cichero (CCHER) 23/12/2009 00:15	65.4 Cichero (CCHER) 24/12/2009 19:40	116 Cuccarello (CUCCA) 24/12/2009 21:00	172 Novegigola (NOVGA) 25/12/2009 01:30	207 Cuccarello (CUCCA) 24/12/2009 23:45	438.6 Minucciano (MINUC) 25/12/2009 12:00
D	22.8 Piampaludo (PIAMP) 23/12/2009 11:30	42.4 Piampaludo (PIAMP) 23/12/2009 13:10	61 Piampaludo (PIAMP) 23/12/2009 16:00	73.2 Piampaludo (PIAMP) 23/12/2009 22:00	94.6 Piampaludo (PIAMP) 24/12/2009 09:40	156.8 Piampaludo (PIAMP) 25/12/2009 12:00
E	34.2 Busalla (BUSAL) 23/12/2009 10:00	67.8 Barbagelata (BRGEL) 24/12/2009 20:30	121.2 Barbagelata (BRGEL) 24/12/2009 20:40	175.8 Barbagelata (BRGEL) 24/12/2009 23:30	215.4 Barbagelata (BRGEL) 24/12/2009 23:40	469.4 Barbagelata (BRGEL) 25/12/2009 12:00

Tabella 2 Valori massimi PUNTUALI di precipitazione registrati dai pluviometri della rete OMIRL nel periodo tra le 00UTC del 22 dicembre e le 12del 25 UTC dicembre 2009, distinti per zone di allertamento e per diverse durate.

Si riportano di seguito gli ietogrammi significativi relativi ad alcune stazioni che hanno registrato i valori massimi puntuali. Tali valori di pioggia sono stati caratterizzati da intensità deboli/moderate in accordo con le soglie definite dal CFMI-PC.

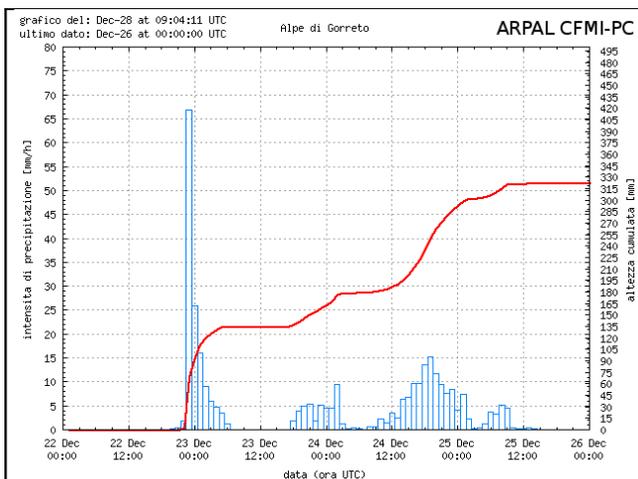


Figura 18 letogramma e cumulata di Alpe di Gorreto
INTENSITA': moderata (mm/1h, mm/3h)
QUANTITA': molto elevata (mm/6h, mm/12h, mm/24h)

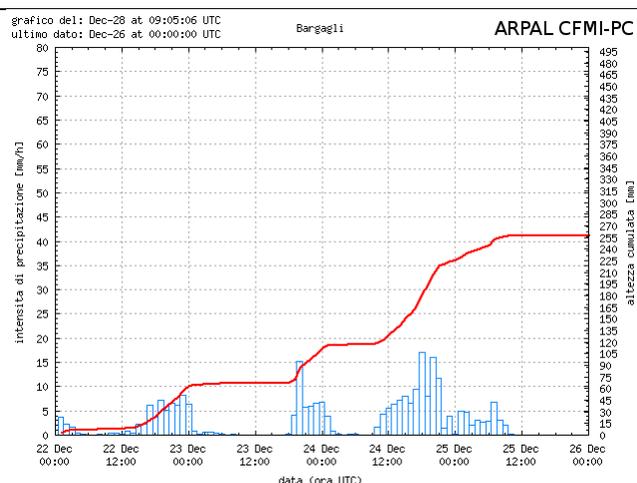


Figura 19 letogramma e cumulata di Bargagli
INTENSITA': debole (mm/1h, mm/3h)
QUANTITA': molto elevata (mm/6h, mm/12h, mm/24h)

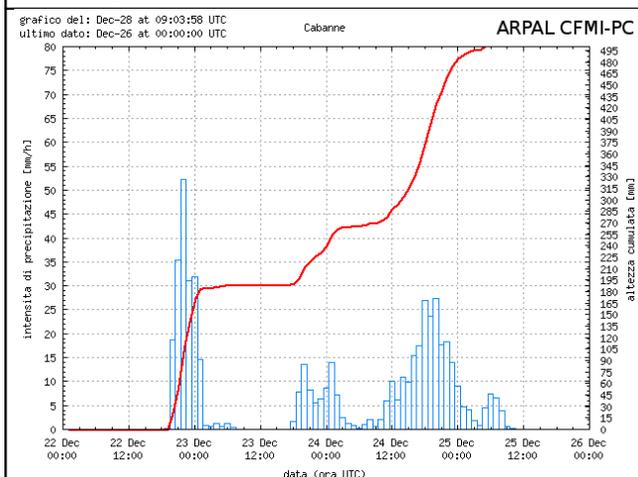


Figura 20 letogramma e cumulata di Cabanne
INTENSITA': moderata (mm/1h, mm/3h)
QUANTITA': molto elevata (mm/6h, mm/12h, mm/24h)

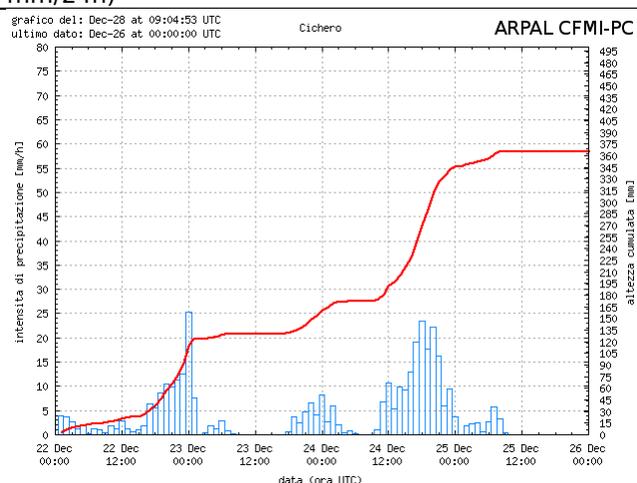


Figura 21 letogramma e cumulata di Cichero
INTENSITA': moderata (mm/1h, mm/3h)
QUANTITA': molto elevata (mm/6h, mm/12h, mm/24h)

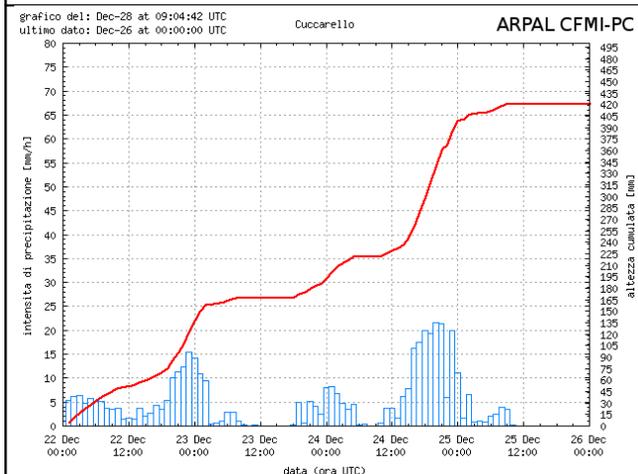


Figura 22 letogramma e cumulata di Cuccarello
INTENSITA': debole (mm/1h, mm/3h)
QUANTITA': molto elevata (mm/6h, mm/12h, mm/24h)

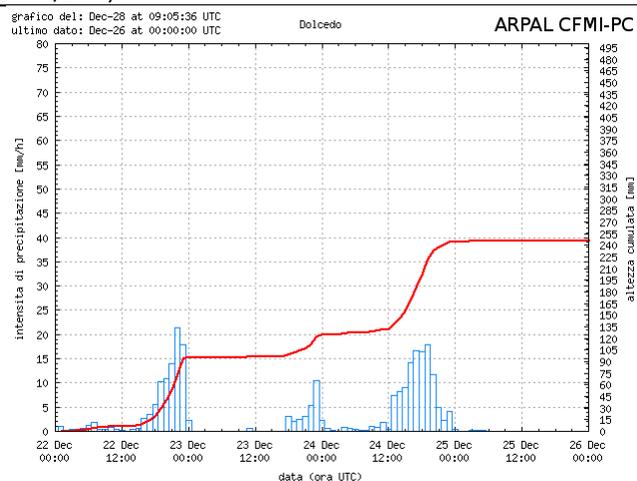


Figura 23 letogramma e cumulata di Dolcedo
INTENSITA': debole (mm/1h, mm/3h)
QUANTITA': molto elevata (mm/6h, mm/12h, mm/24h)

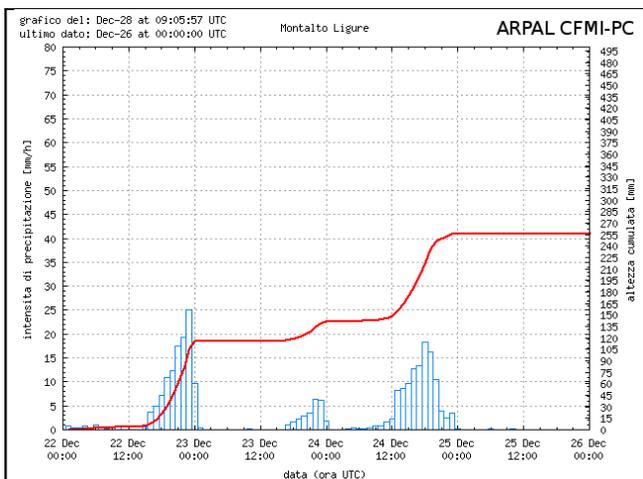


Figura 24 Ietogramma e cumulata di Montalto ligure
INTENSITA': debole (mm/1h, mm/3h)
QUANTITA': molto elevata (mm/6h, mm/12h, mm/24h)

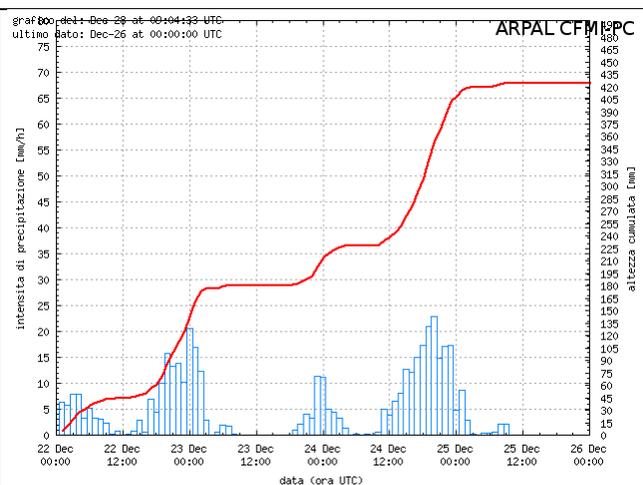


Figura 25 Ietogramma e cumulata di Novegigola
INTENSITA': debole (mm/1h, mm/3h)
QUANTITA': molto elevata (mm/6h, mm/12h, mm/24h)

Da un'analisi statistica delle precipitazioni a sito singolo risultano i tempi di ritorno descritti in Tabella 3.

durata	Stazione [zona di allertamento]	Valore registrato [mm]	Tempo di ritorno ¹ (anni)
1h	Cichero	26	<2
3h	Cichero	67	2-3
6h	Barbagelata	120	10
12h	Barbagelata	175	18
24h	Barbagelata	215	14

Tabella 3 Tempi di ritorno delle massime intensità puntuali registrate durante l'evento per diverse durate

Si evidenzia che in Tabella 3 non sono riportati i dati delle stazioni di Alpe di Gorreto (Figura 18) e Cabanne (Figura 20) in quanto hanno fatto registrare intensità non coerenti con la tipologia della precipitazione e poco coerenti con le stazioni limitrofe. Tra l'altro, osservando l'andamento della temperatura nelle medesime stazioni si evidenzia un innalzamento repentino di circa 10°C nelle ore serali. E' pertanto molto probabile che lo scioglimento della neve e del ghiaccio precedentemente presenti nell'imbutto del pluviometro a causa delle precipitazioni solide verificatesi nei giorni precedenti, abbia fornito un contributo importante alla precipitazione misurata dal pluviometro. Tuttavia tali dati, pur non essendo stati considerati nella statistica delle precipitazioni, non sono stati esclusi dalle simulazioni idrologiche in quanto rappresentano comunque acqua che ha sollecitato il bacino idrografico.

E' inoltre utile riflettere sulla distribuzione temporale della precipitazione. Le precipitazioni sulle brevi durate non sono state particolarmente rare. Sicuramente sono stati osservati eventi precipitativi più rari che hanno però condotto ad effetti al suolo decisamente più limitati. Si sottolinea nuovamente che una possibile spiegazione dell'entità della risposta dei bacini idrografici è da ricercare nella persistenza della precipitazione, caratterizzata da intensità debole o al più moderata ma continuata per un lungo intervallo temporale, associata alla rapida successione di eventi precipitativi importanti che hanno interessato la regione tra la fine di Novembre e la fine di Dicembre, insistendo in particolare sul Levante ligure.

¹ Stima da procedura di regionalizzazione del CIMA

2.2 Analisi idrometrica e delle portate

A seguito di precipitazioni di intensità debole o al più moderata, con quantitativi elevati e molto elevati se cumulati sull'intero evento, come sopra descritto, si sono registrati innalzamenti molto consistenti dei livelli idrici sia sull'estremo ponente, sia sul levante ed estremo levante (bacini dell'Argentina, Nervia, Merula, Entella, Magra e suoi affluenti), in particolare:

Bacino e sezione	[zona allerta]	Livello idrometrico osservato (m) 23/12/09	Incremento di livello osservato (m) 23/12/09	Livello idrometrico osservato (m) 25/12/09	Incremento di livello osservato (m) 25/12/09
Armea a Valle Armea	A	1.46	1.27	1.62	1.14
Neva a Cisano	A	1.74	0.76	2.3	0.92
Argentina a Merelli	A	3.35	2.74	2.85	1.26
Argentina a Montalto L.	A	5.38	4.15	5.9	3.67
Centa a molino Branca	A	3.05	2.27	3.45	2.01
Arroscia a Pogli	A	3.27	3.03	3.49	2.45
Impero a Rugge	A	1.81	1.77	2.96	2.66
Lavagna a Carasco	C	3.47	2.81	5.18	3.66
Entella a Panesi	C	3.08	3.67	4.92	4.35
Bagnone a Bagnone	C	2.39	1.64	2.66	2.03
Vara a Brugnato	C	3.97	2.8	4.17	2.24
Vara a La Macchia	C	1.46	0.59	1.5	0.59
Vara a Piana Battola	C	2.36	2.99	2.64	2.44
Magr a S. Giustina	C	3.83	2.76	4.08	2.33
Magra a Piccatello	C	3.01	1.8	3.05	1.47
Magra a Calamazza	C	6.41	5.42	7.26	4.65
Aulella a Soliera	C	4.18	3.1	4.82	2.66
Magra Fornola	C	5.65	4.95	6.11	3.52
Magra a Ponte Colombiera	C	3.00	2.47	3.73	2.96

Tabella 4 Livelli idrometrici registrati da alcuni idrometri liguri

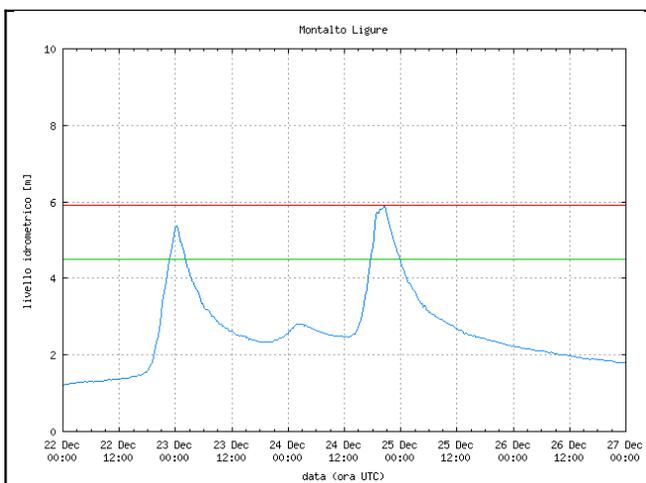


Figura 26 Livello idrometrico (Argentina a Montalto L.)

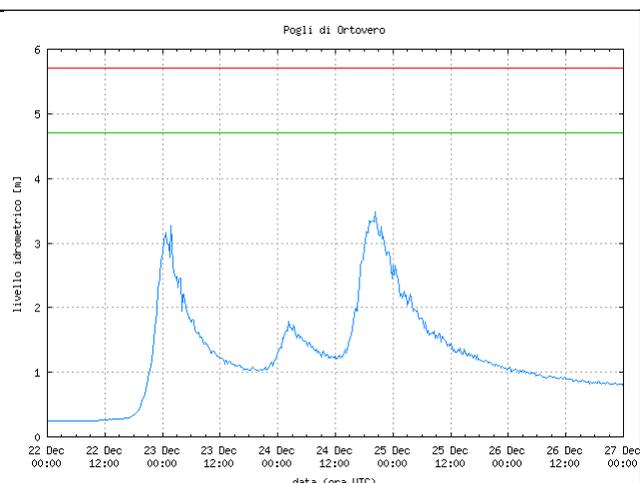


Figura 27 Livello idrometrico (Arroscia a Pogli)

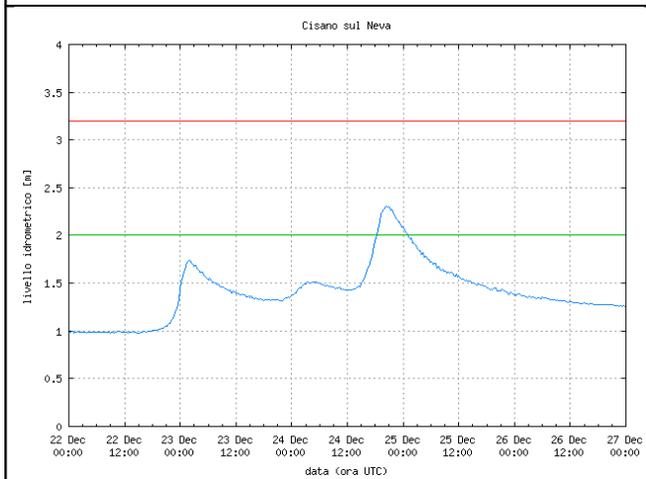


Figura 28 Livello idrometrico (Neva a Cisano)

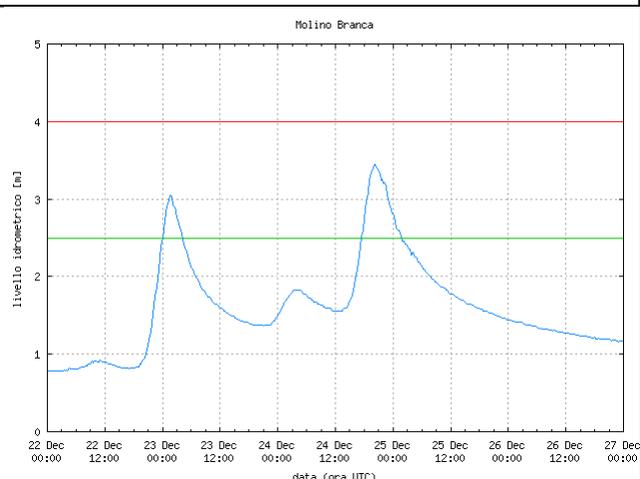


Figura 29 Livello idrometrico (Centa a Molino Branca)

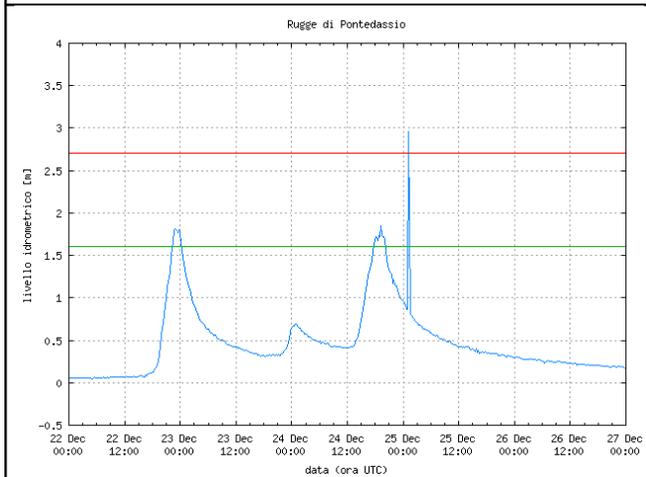


Figura 30 Livello idrometrico (Impero a Rugge)

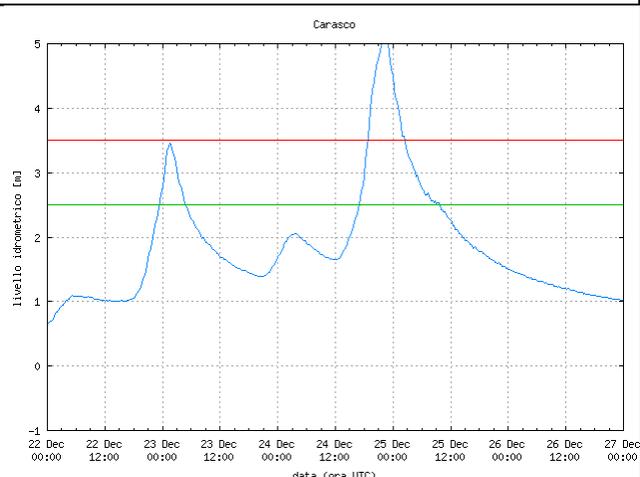


Figura 31 Livello idrometrico (Lavagna a Carasco)

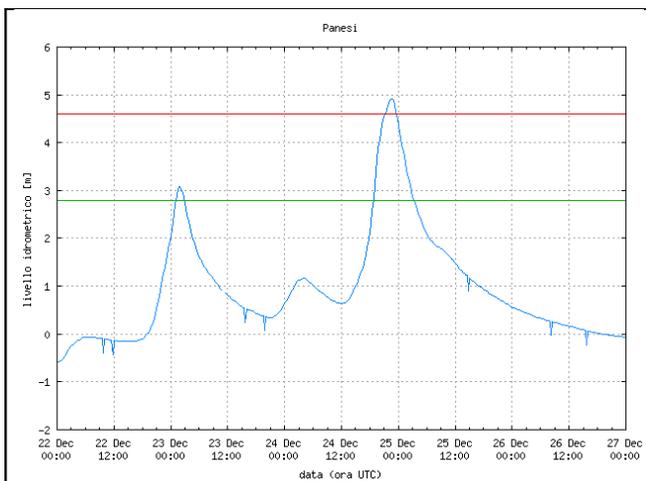


Figura 32 Livello idrometrico (Lavagna a Panesi)

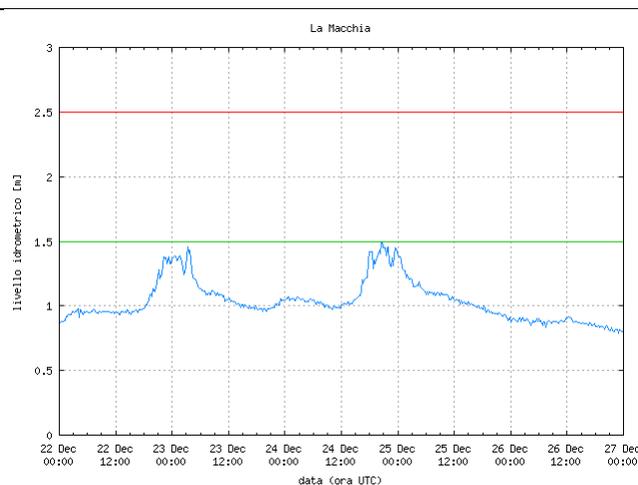


Figura 33 Livello idrometrico (Vara a La Macchia)

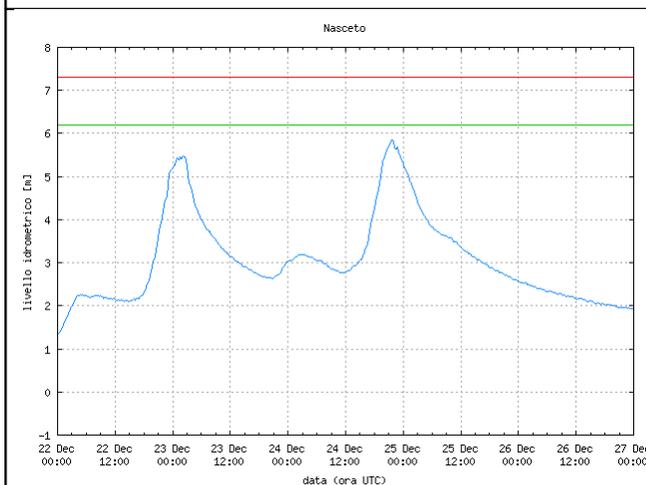


Figura 34 Livello idrometrico (Vara a Nasceto)

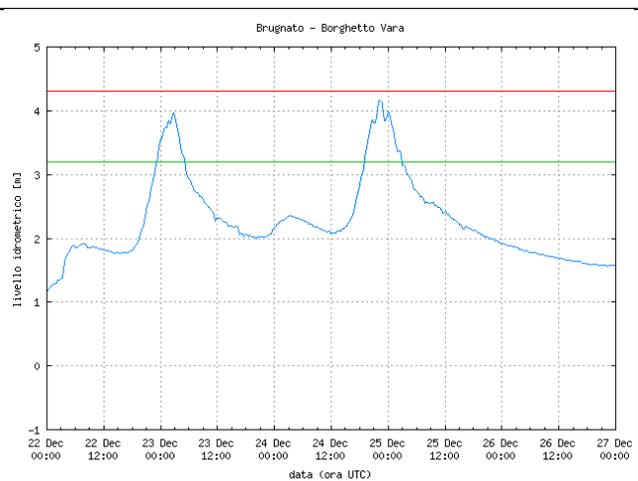


Figura 35 Livello idrometrico (Vara a Brugnato)

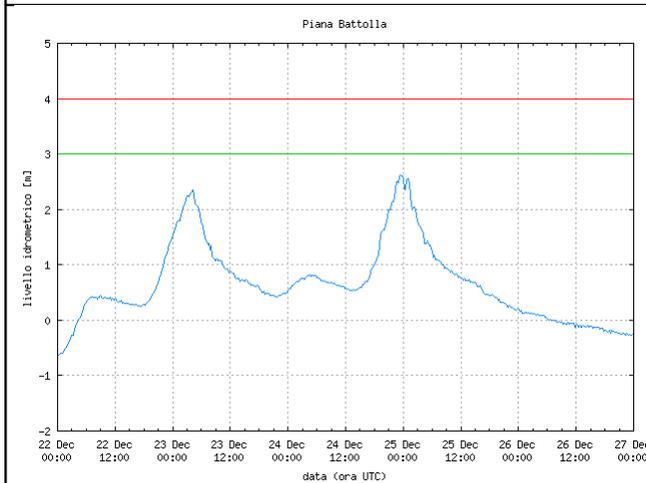


Figura 36 Livello idrometrico (Vara a Piana Battolla)

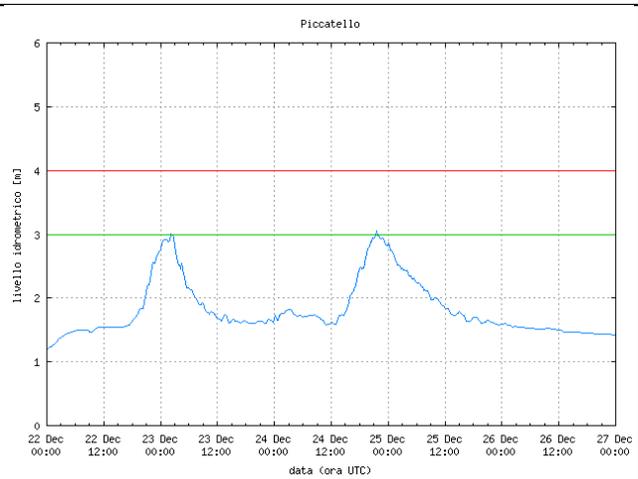


Figura 37 Livello idrometrico (Magra a Piccatello)

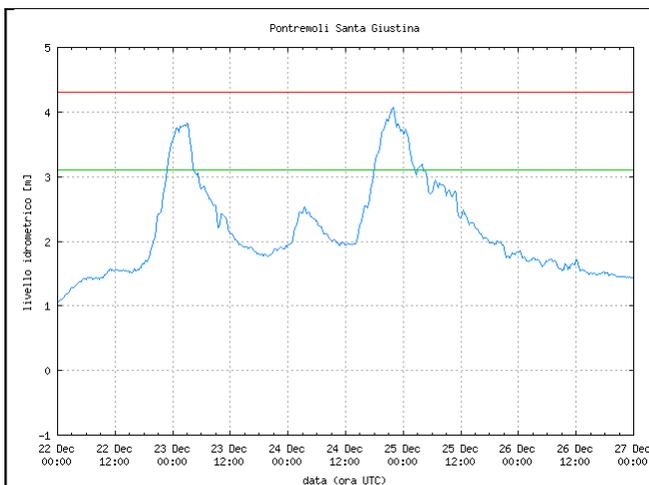


Figura 38 Livello idrometrico (Magra a Santa Giustina)

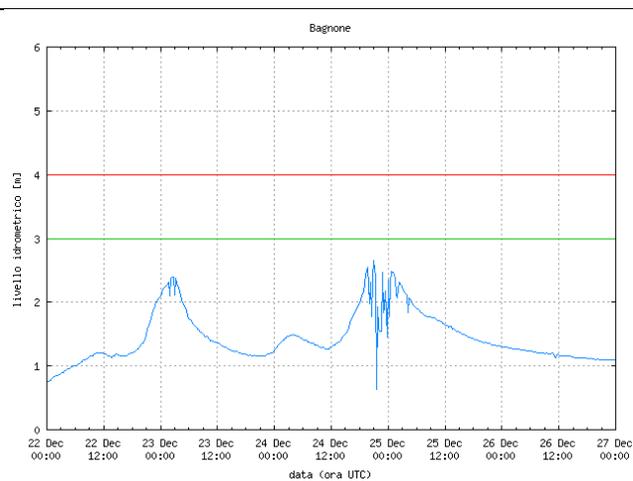


Figura 39 Livello idrometrico (Bagnone a Bagnone)

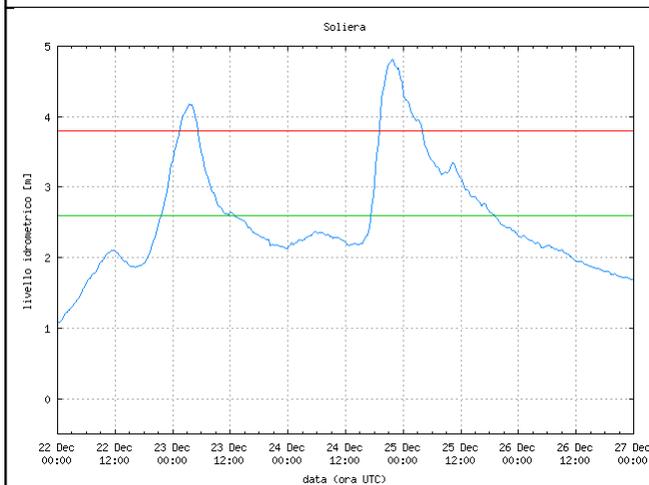


Figura 40 Livello idrometrico (Aulella a Soliera)

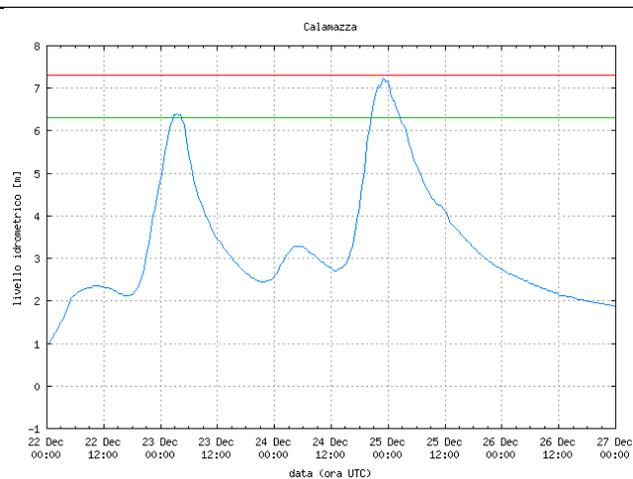


Figura 41 Livello idrometrico (Magra a Calamazza)

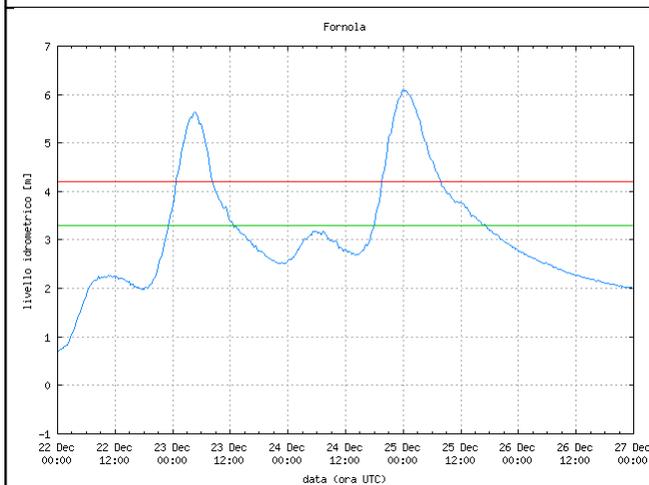


Figura 42 Livello idrometrico (Magra a Fornola)

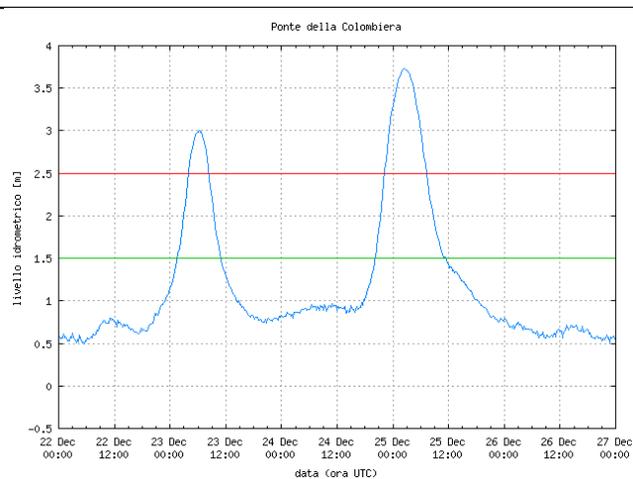


Figura 43 Livello idrometrico (Magra a Ponte della Colombiera)

Si precisa che nelle precedenti figure, la linea verde si riferisce al livello di portata ordinaria e la linea rossa il livello di portata straordinaria.

NOTA 1: nella Figura 30 (Impero a Ruggie di Pontedassio) è presente un dato istantaneo anomalo di quasi 3m dovuto ad un momentaneo malfunzionamento del sensore;

NOTA 2: nella Figura 39 (Bagnone a Bagnone) è evidente un periodo di circa 6 ore durante le quali il sensore non è riuscito ad identificare correttamente il livello idrometrico: ciò pare dovuto alle ondulazioni eccessive del pelo libero della corrente, che "ingannano" il sensore ad ultrasuoni con un segnale troppo disturbato. Il malfunzionamento (evidente in particolare a cavallo del passaggio del picco di piena) in questo caso non consente una quantificazione precisa del valore di livello massimo registrato.

Per alcune sezioni dove negli anni passati è stata determinata una scala di deflusso, si riportano di seguito gli idrogrammi ottenuti trasformando (attraverso l'applicazione della scala di deflusso stessa) i livelli idrometrici osservati. Si ricorda che tali scale di deflusso sono state determinate in via teorica, utilizzando una modellazione idraulica a partire da rilievi topografici eseguiti, in alcuni casi, molti anni addietro. Questo vale in particolare per tutte le scale di deflusso relative al bacino del Magra, determinate sulla base di rilievi topografici degli anni 2001-2002 e quindi antecedenti la costruzione delle nuove arginature nel tratto terminale.

In particolare, per quanto riguarda l'idrometro del Ponte della Colombiera, Figura 46, il range di validità della scala di deflusso citata è limitato superiormente a 2.54 m s.z.i., corrispondenti a circa 2000 m³s⁻¹. Tale livello, secondo il rilievo del 2001, risulta essere il massimo contenuto in alveo, oltre il quale ha luogo l'esondazione del fiume. Nel corso dell'evento oggetto del presente rapporto, il livello idrometrico ha raggiunto un massimo valore decisamente superiore (3.73 m s.z.i.), rendendo pertanto impossibile una stima direttamente tramite scala di deflusso della portata transitata basata sulla sola osservazione del livello idrometrico.

Una stima della massima piena transitata alla foce del Magra è stata ottenuta a posteriori, attraverso l'applicazione del modello afflussi-deflussi DRiFt in due differenti versioni (DRiFt e DRiFt_H) sollecitato con le precipitazioni osservate alla rete pluviometrica durante l'evento. Da tale simulazione si ritiene che i picchi di piena abbiano raggiunto una portata di circa 2000 m³s⁻¹ il 23 dicembre e circa 4000 m³s⁻¹ il 25 dicembre. Si riporta nella Figura 47 il risultato della simulazione: in blu la portata ottenuta trasformando il livello idrometrico osservato; in magenta ed in verde sono invece riportati gli andamenti della portata simulati con le due versioni del modello DRiFt (in magenta DRiFt, in verde DRiFt_H). In entrambi i casi la portata di piena simulata si attesta intorno ai 4000 m³s⁻¹.

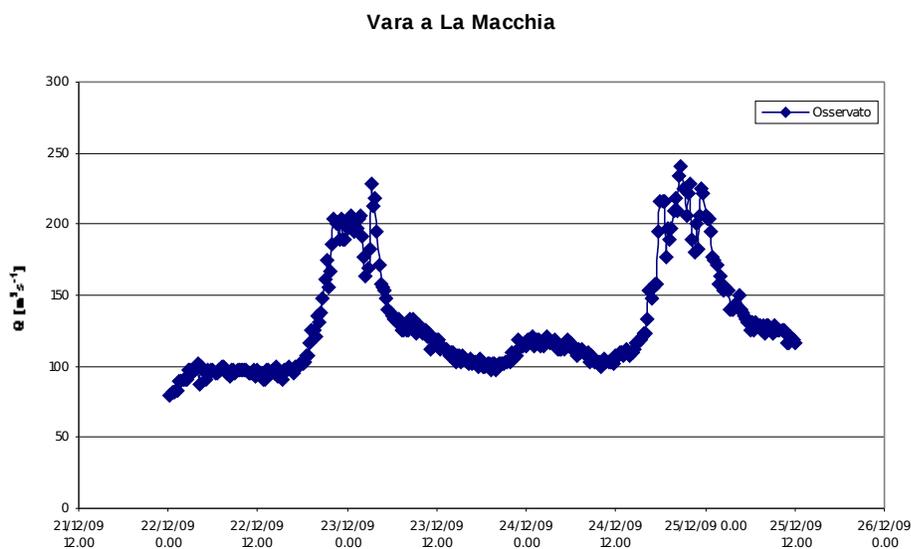


Figura 44 Portata osservata: Vara a La Macchia

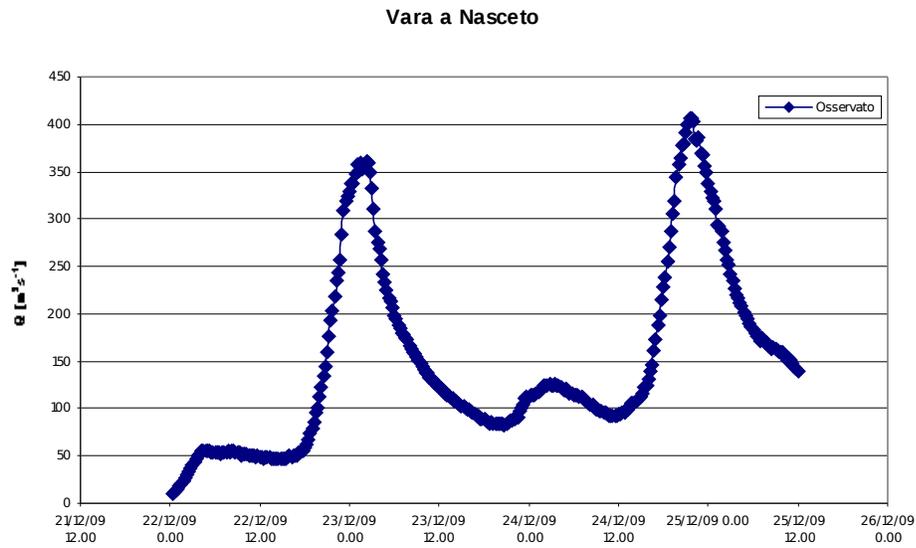


Figura 45 Portata osservata: Vara a Nasceto

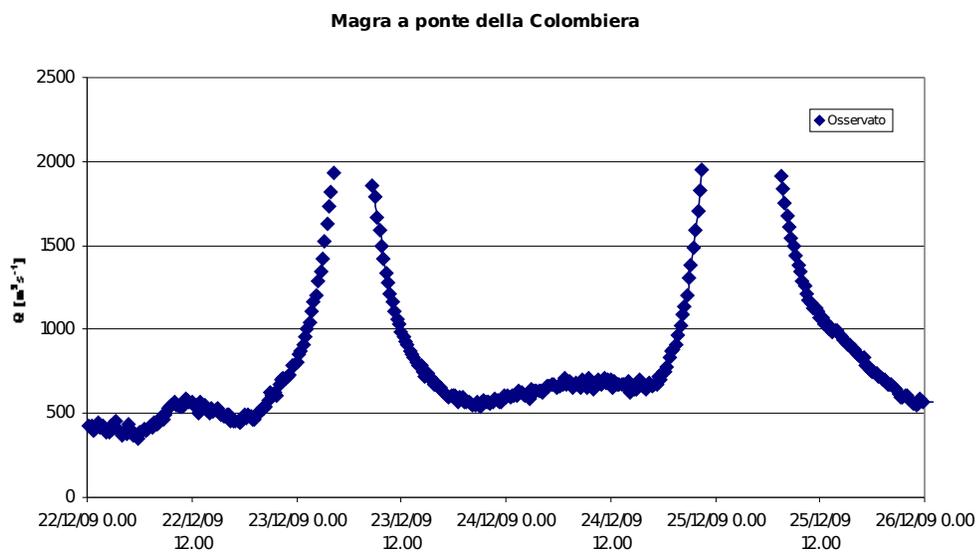


Figura 46 Portata osservata: Magra Ponte della Colombiera, l'idrogramma "osservato" è interrotto fuori dai campi di validità della scala di deflusso teorica

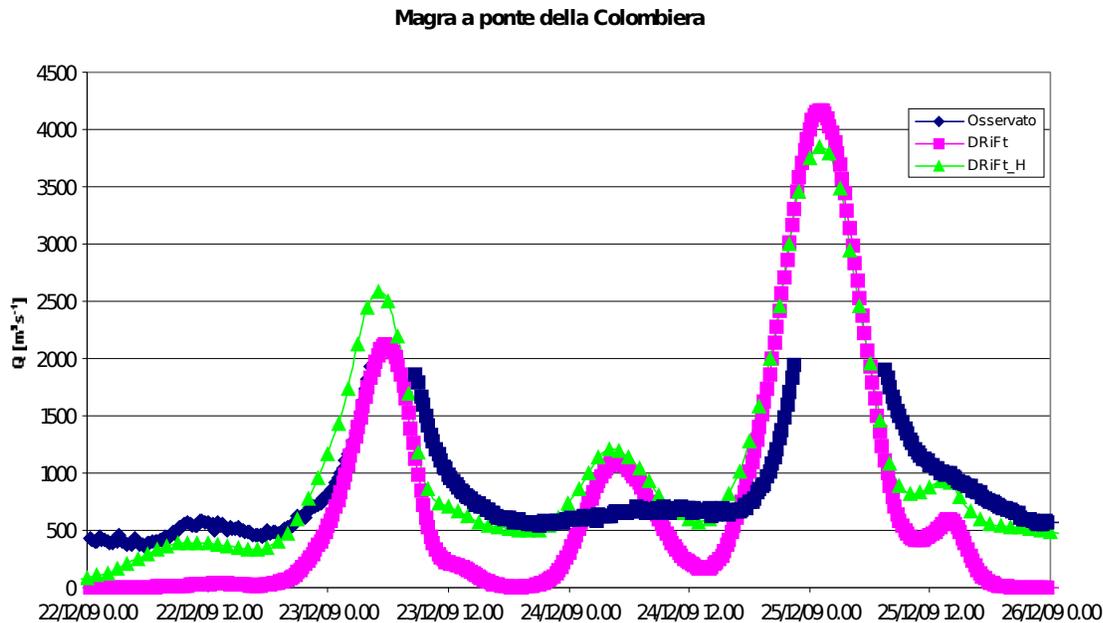


Figura 47 Portate: Magra a Ponte della Colombiera; l'idrogramma osservato è tagliato fuori dal campo di validità della scala di deflusso

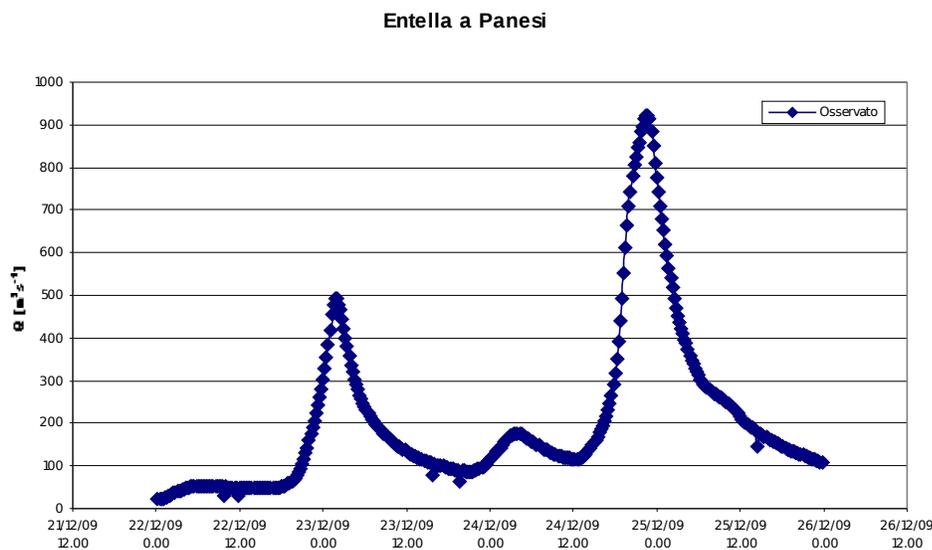


Figura 48 Portata: Entella a Panesi

2.3 Analisi anemometrica

Il periodo compreso tra il 22 ed il 25 dicembre è stato caratterizzato dalla presenza di un forte gradiente barico sul Mediterraneo che ha favorito venti forti anche sulla Liguria.

Nella giornata del 22 dicembre sono stati osservati venti forti settentrionali sulla parte orientale di A e su B con rinforzi fino burrasca e raffiche di burrasca forte (Figura 53 e Figura 54). Anche al largo si sono registrati venti forti con raffiche di burrasca (Figura 57, Figura 58) ma in prevalenza da Sud-Ovest.

Nella giornata del 23 dicembre i venti si sono mantenuti in prevalenza meridionali, rinforzando fino a 50/60 km/h soprattutto sul Levante (Figura 49, Figura 50, Figura 51, Figura 52) Il rinforzo è stato più deciso dal pomeriggio del 24 dicembre quando alcune stazioni hanno registrato valori di vento medio prossimi ai 90 km/h con raffiche oltre i 110 km/h.

In Tabella 5 si riportano i valori più significativi:

stazione[zona allertamento] di	Vento medio massimo (km/h)	Data e Ora	Direzione prevalente del vento medio massimo	Raffica massima (km/h) (direzione)
Capo Vado [B]	77	22 dicembre 2009 ore 00.10	NNW	114
Casoni di Suvero [C]	68,8	22 dicembre 2009 ore 21.20	SSW	86,4
Corniolo [C]	60,8	22 dicembre 2009 ore 23.20	SE	72,7
Corniolo [C]	60,1	24 dicembre 2009 ore 20	SE	92,9
Fontana Fresca [B]	67,7	24 dicembre 2009 ore 17.10	S	91,2
Fontana Fresca [B]	72,7	24 dicembre 2009 ore 22.50	SW	96,8
Lago Giacopiane [E]	86,8	24 dicembre 2009 ore 20.10	SW	121
La Spezia [C]	59,4	22 dicembre 2009 ore 23.50	S	87,1
La Spezia [C]	61,6	24 dicembre 2009 ore 22.10	S, SE	86
Monte Maure [A]	78,8	22 dicembre 2009 ore 22.20	S	95,4
Poggio Fearza [A]	70,2	22 dicembre 2009 ore 4.40	SE	103
Capo Mele [A]	88,9	24 dicembre 2009 ore 19.55	NW	116,6

Tabella 5 Vento medio massimo e raffica massima osservati su alcune stazioni anemometriche significative

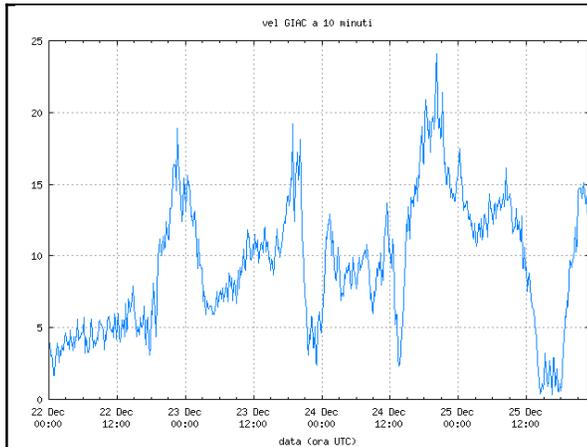


Figura 49 Intensità del vento medio misurato a Giacopiane tra le 00UTC del 22 e le 00UTC del 26 dicembre 2009

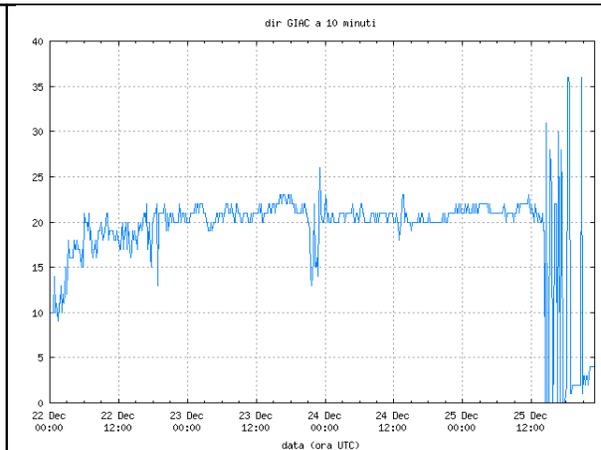


Figura 50 Direzione del vento medio a Giacopiane tra le 00UTC del 22 e le 00UTC del 26 dicembre 2009

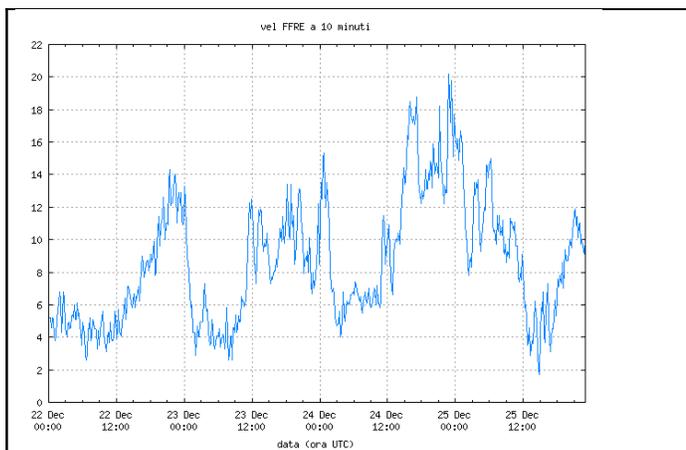


Figura 51 Intensità del vento medio misurato a Fontana Fresca tra le 00UTC del 22 e le 00UTC del 26 dicembre 2009

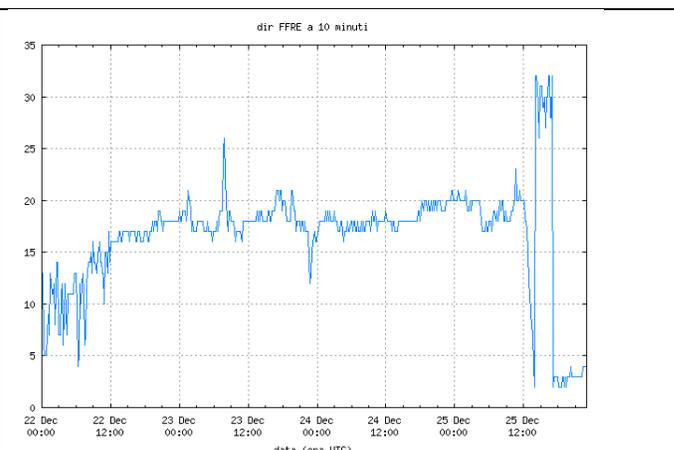


Figura 52 Direzione del vento medio a Fontana Fresca tra le 00UTC del 22 e le 00UTC del 26 dicembre 2009

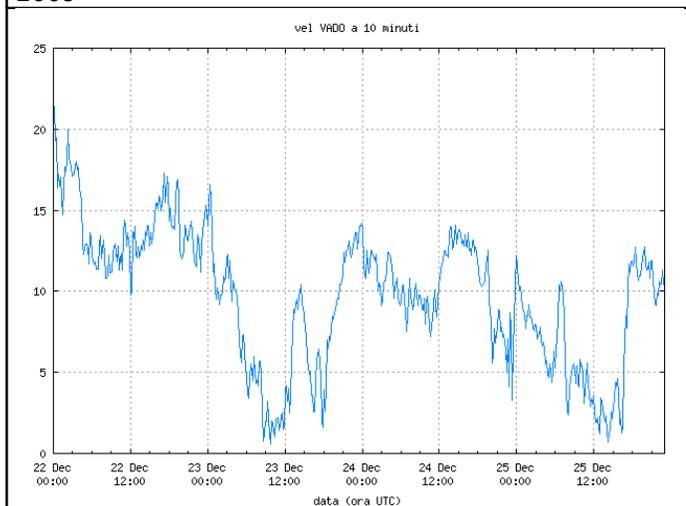


Figura 53 Intensità del vento medio misurato a Capo Vado tra le 00UTC del 22 e le 00UTC del 26 dicembre 2009

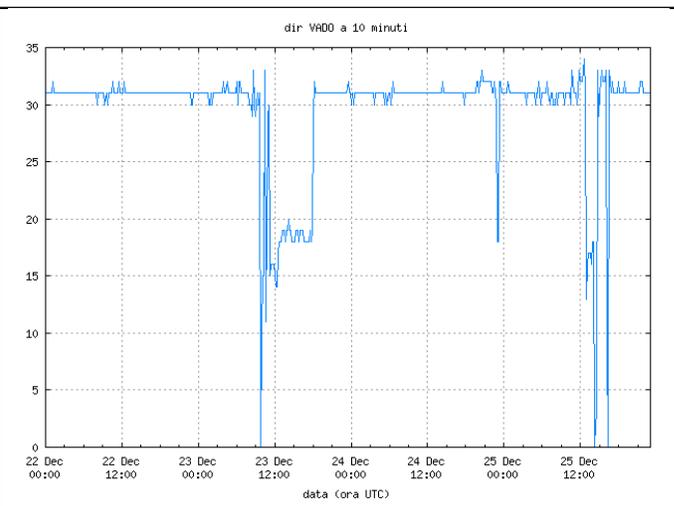


Figura 54 Direzione del vento medio a Capo Vado tra le 00UTC del 22 e le 00UTC del 26 dicembre 2009

2.4 Mare

Nelle giornate del 23 e 25 dicembre, in seguito al deciso rinforzo dei venti sud-occidentali al largo, si è avuto un rapido aumento del moto ondoso anche sulla costa ligure. La Boa di XXMiglia ha registrato in entrambi i casi un'altezza d'onda significativa tra i 3 ed i 3.5m per un periodo relativamente lungo (tra 6 e 12 ore), con un periodo d'onda tra 7 e 8 s. Non ci sono dati di altezza d'onda significativa misurata in prossimità della costa. I mass media hanno riportato notizie di mareggiate sul Ponente (in particolare a Sanremo) nella giornata del 23.

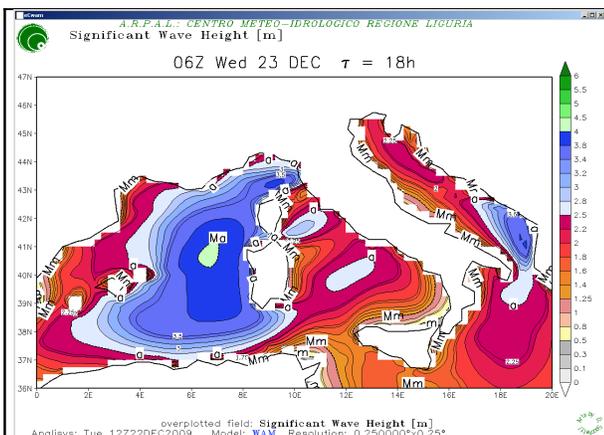


Figura 55 Altezza onda significativa prevista dal modello ECWAM (inizializzato alle 12UTC del 22 dicembre) per le 06UTC del 23 dicembre 2009

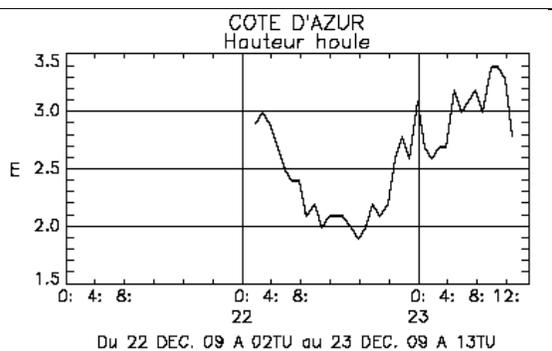


Figura 56 Altezza onda significativa registrata dalla boa di XXMiglia tra le 02UTC del 22 Dicembre e le 13 UTC del 23 dicembre 2009

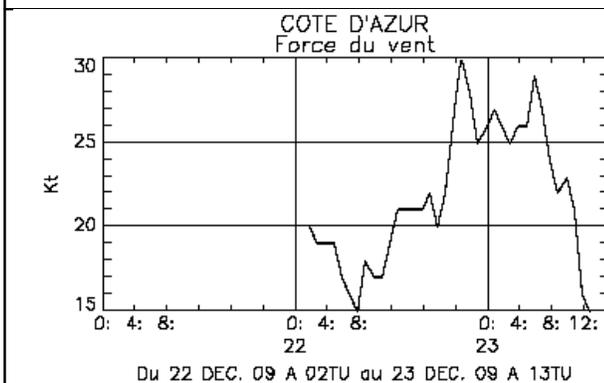


Figura 57 Intensità del vento medio (kt) registrata dalla boa di XXMiglia tra le 02UTC del 22 Dicembre e le 13 UTC del 23 dicembre 2009

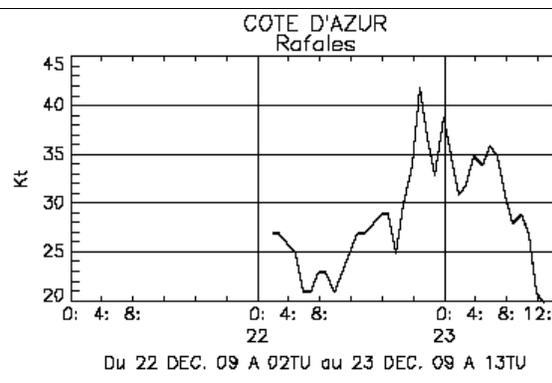


Figura 58 Intensità di raffica del vento (kt) registrata dalla boa di XXMiglia tra le 02UTC del 22 Dicembre e le 13 UTC del 23 dicembre 2009

2.5 Effetti al suolo e danni rilevanti

Nel corso dell'evento si sono registrati innalzamenti molto significativi sui corsi d'acqua sia del Ponente sia del Levante.

Mentre a Ponente non si sono verificate particolari criticità e non sono stati segnalati danni, il Levante ligure è stato invece colpito intensamente dall'evento. Danni dovuti ad allagamenti e frane si sono verificati in tutta la provincia della Spezia. In particolare le zone foci del fiume Magra sono state invase dalle acque provocando ingenti danni alle abitazioni private e alle attività produttive; danni anche nella zona del Ponte della Colombiera dove la viabilità è stata interrotta.

2.6 Conclusioni

L'evento meteorologico che ha interessato la regione il 22-25 dicembre 2009 è stato associato al transito di 2 sistemi frontali in rapida successione, inseriti in una vasta area depressionaria presente sull'area euroatlantica. Esso ha fatto registrare piogge di intensità debole o al più moderata e quantitativi cumulati molto elevati, a cui sono seguiti innalzamenti molto significativi dei livelli idrici dei corsi d'acqua di seconda e terza categoria delle zone A, C ed E: in particolare i corsi d'acqua Argentina, Merula, Centa, Entella, Magra e relativi affluenti.

Le piogge registrate tra il 22 e il 25 dicembre 2009 si sono concentrate prevalentemente sulle zone A, C ed E. Sono state osservate due fasi particolarmente intense nelle serate del 22 e del 24 dicembre, intervallate da un periodo di 24-36 ore durante il quale i fenomeni precipitativi si sono attenuati senza tuttavia aver mai cessato.

Sull'intera durata dell'evento (3 giorni e mezzo, ossia 84 ore) si sono raggiunte cumulate medie areali di oltre 240 mm su C e 280 mm su E con massimi puntuali superiori ai 400 mm sulle stesse aree, caratterizzati da intensità debole, quasi sempre inferiore ai 15-20mm/h.

I livelli idrometrici registrati hanno mostrato innalzamenti molto importanti, coerentemente con le precipitazioni osservate. Tali innalzamenti non hanno condotto ad esondazione nel ponente ligure. Per contro, le portate consistenti sul Magra hanno condotto ad esondazione alla foce, interessando in maniera più o meno grave tutti i Comuni dell'asta terminale.

Nel corso dell'evento i venti, in prevalenza meridionali, si sono mantenuti al di sopra dei 50/60 km/h per intervalli temporali relativamente lunghi, evidenziando raffiche di burrasca forte soprattutto sui rilievi e sui capi, nonché al largo. Come conseguenza si sono registrate due mareggiate sulle coste liguri per onda da Sud-Ovest che ha raggiunto in entrambi i casi altezze significative tra i 3 e i 3.5 m al largo (boa di XXMiglia). La prima mareggiata è stata osservata il 23 dicembre, e la stampa ha riportato notizia di danni soprattutto sull'estremo ponente; della seconda, osservata il 25 dicembre, non si sono avute segnalazioni di danni da parte dei mezzi di informazione.

LEGENDA

Definizione dei limiti territoriali delle zone di allertamento:

