



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO



Perturbazione eccezionale del 27- 29 ottobre 2018

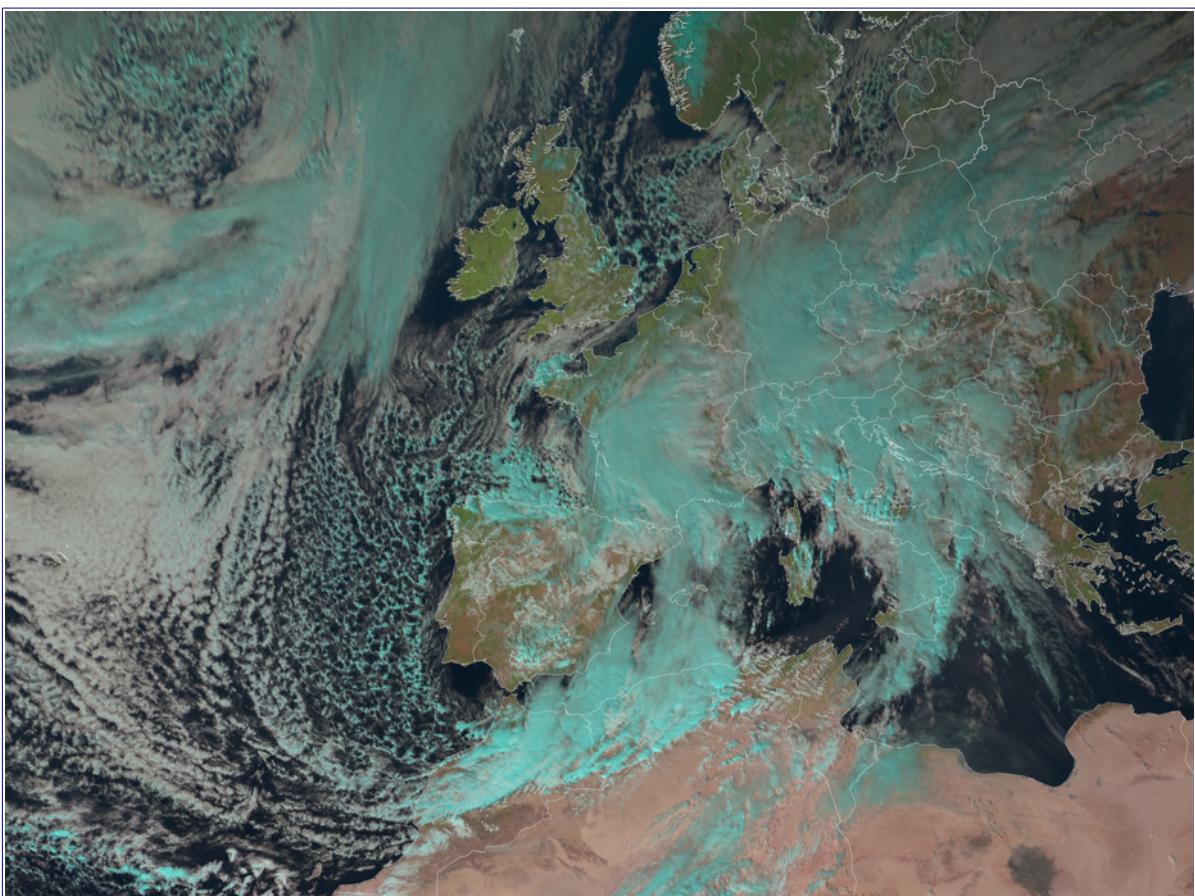


Immagine satellitare (@Eumetsat) del 28 ottobre 2018 alle ore 14:00

(Trento, 16 novembre 2018)

Il Direttore
- dott. Alberto Trenti -

INDICE

<i>1. Analisi meteorologica</i>	<i>1</i>
<i>2. Precipitazioni</i>	<i>6</i>
<i>2.1 Immagini radar</i>	<i>6</i>
<i>2.2 Dati pluviometrici</i>	<i>10</i>
<i>2.3 Neve</i>	<i>15</i>
<i>3. Fulmini</i>	<i>18</i>
<i>4. Vento</i>	<i>20</i>
<i>5. Temperature</i>	<i>24</i>
<i>6. Precedenti storici e conclusioni</i>	<i>27</i>

Allegati:

I – Piogge complessive in 3 + 9 giorni di precipitazione

II – Pluviogrammi orari di alcune stazioni significative

III – Piogge giornaliere misurate presso 74 stazioni meteorologiche

IV – Raffiche di vento più intense registrate in 40 località

1. Analisi meteorologica

Il mese di ottobre 2018 è stato caratterizzato per gran parte da condizioni di stabilità con assenza di precipitazioni e temperature elevate che hanno raggiunto il loro apice il giorno 24, quando un intenso flusso settentrionale ha determinato forti venti di foehn; quel giorno la quota dello zero termico si è attestata oltre i 4000 m ed ha reso il foehn particolarmente caldo nei fondovalle, con temperature massime decisamente inusuali per questo mese in molte località (28,5 °C a Trento; 28,6 °C a Rovereto; 27,2 °C a Malé; 26,8 °C a Tione; 23,6 °C a Predazzo).

A partire dal giorno 26 sull'Europa orientale si è rafforzato un campo di alta pressione mentre sull'Europa occidentale si è approfondita una saccatura atlantica. Il regime meteorologico sulle Alpi è quindi passato rapidamente da una configurazione meridiana ad una detta "di blocco", che è rimasta stazionaria per diversi giorni.

Tale circolazione è tipica delle situazioni alluvionali sul nord Italia perché determina il persistere di intensi flussi meridionali; infatti sulle Alpi, dalla sera del 26, si sono via via intensificate umide e miti correnti meridionali che nella giornata di sabato 27 e domenica 28 hanno determinato precipitazioni diffusamente abbondanti, localmente molto abbondanti e spesso persistenti.

Nella figura 1.1 a pagina seguente è riportata la mappa della superficie geopotenziale 500 hPa delle ore 02:00 del 28 ottobre 2018; si può chiaramente osservare la profonda saccatura che si estende ampiamente fino all'Africa nord-occidentale.

Dalla sera di domenica 28 e fino al primo mattino di lunedì 29 non si registrano precipitazioni significative perché il Trentino si trova confinato tra il fronte caldo appena transitato e quello freddo in arrivo da ovest, che col suo insediarsi determina una forte ripresa delle precipitazioni già dal mattino e per tutta la giornata del 29.

Il fronte freddo è stato preceduto da un intenso e caldo "low level jet" che ha indotto un repentino innalzamento delle temperature, dapprima in quota e poi anche in valle, e venti con velocità eccezionalmente elevate dal pomeriggio-sera del 29 al cuore della notte successiva. Si sono infatti misurate raffiche superiori a 120 km/h in molte zone di montagna (con massimo di circa 190 km/h a passo Manghen) e diffusamente superiori agli 80 km/h nei fondovalle. Le raffiche più violente hanno interessato in particolare i settori orientali del Trentino, dove sono state abbattute vaste aree boscate e scoperchiate alcune abitazioni.

Nella figura 1.2 a pagina seguente è riportata la mappa della superficie geopotenziale 500 hPa delle ore 19:00 del 29 ottobre. Si nota qui un eccezionale gradiente del geopotenziale in prossimità del fronte freddo sull'Italia centro-settentrionale.

La quota neve si è attestata mediamente oltre i 2300 m, e solo per brevi momenti è risultata più bassa, specie ad ovest ad inizio evento e durante la fasi di precipitazione più intense; le nevicate significative a più bassa quota si sono verificate attorno ai 1800-1900 di Passo Tonale e dell'alta Rendena. Solo col fronte freddo la neve è scesa attorno ai 1500 m di quota. Le variazioni della quota neve hanno determinato in alcune fasi, relativamente brevi, condizioni di pioggia sulla neve precedentemente caduta, senza tuttavia provocarne un apprezzabile scioglimento.

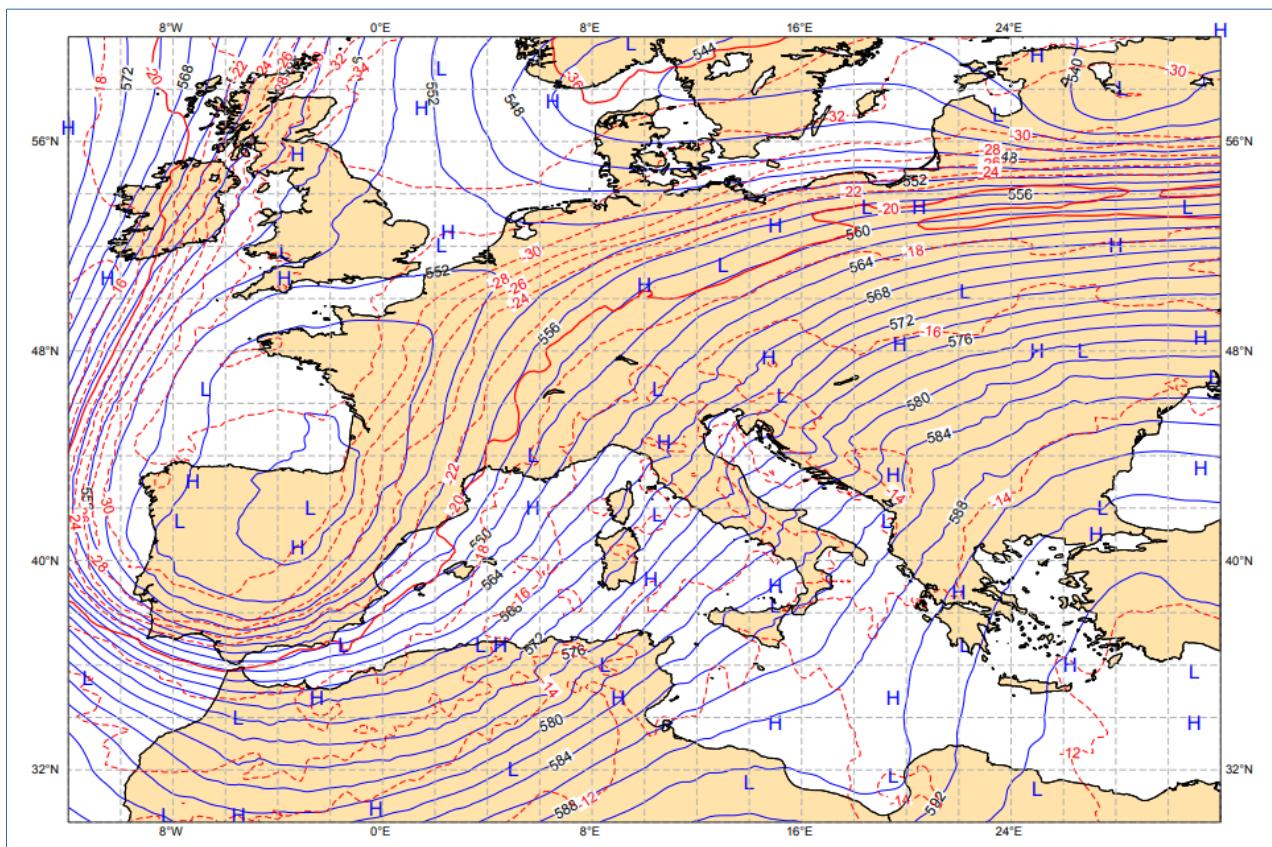


Figura 1.1: Mappa della superficie geopotenziale 500 hPa delle ore 02:00 del 28 ottobre 2018.

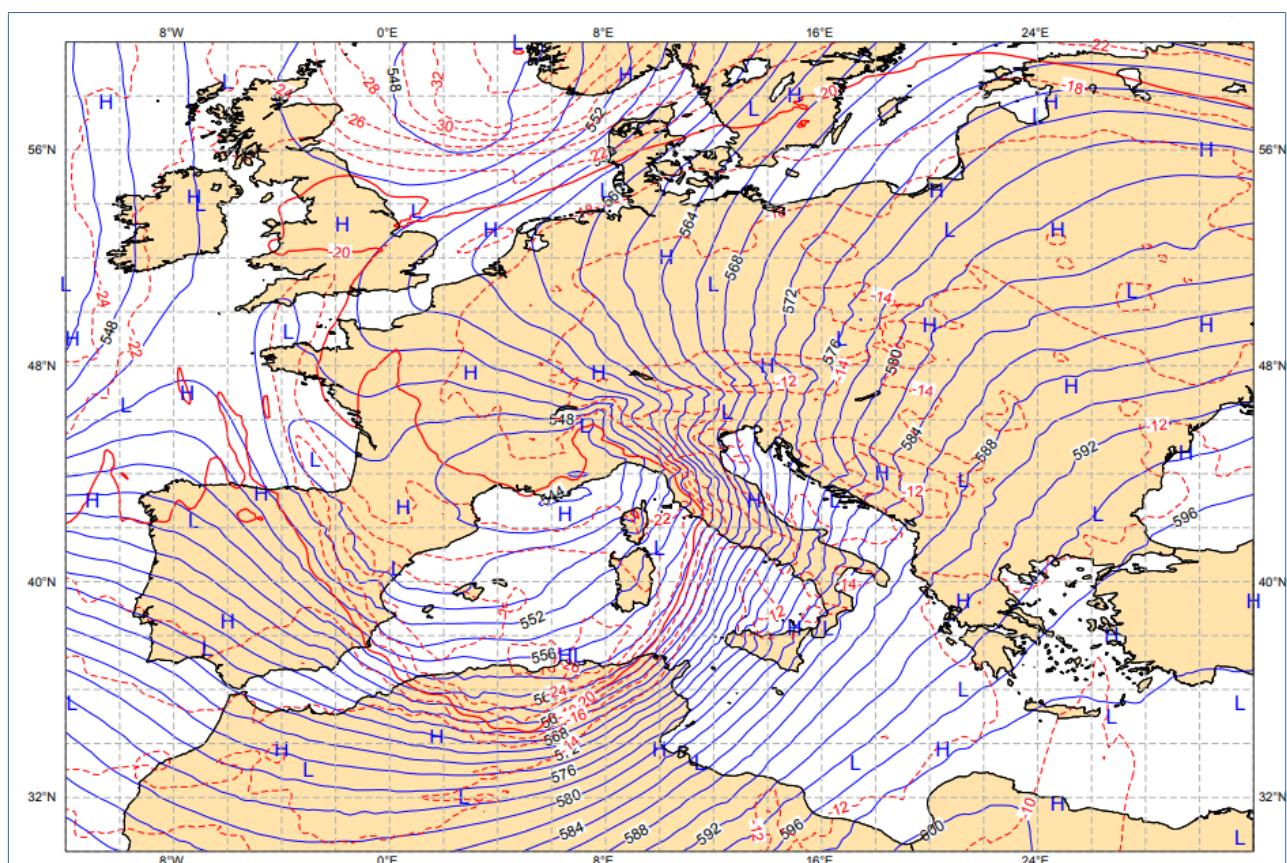


Figura 1.2: Mappa della superficie geopotenziale 500 hPa delle ore 19:00 del 28 ottobre 2018.

Nella seguente figura 1.3 è riportata l'immagine del satellite Meteosat delle ore 15:00 del 29 ottobre, dove è ben visibile la conformazione del fronte freddo (linea azzurra tratteggiata) che si estende in senso meridiano dal Piemonte alla Sicilia e determina fenomeni violenti associati a un'intensa attività elettrica su tutta l'Italia ed i relativi mari.

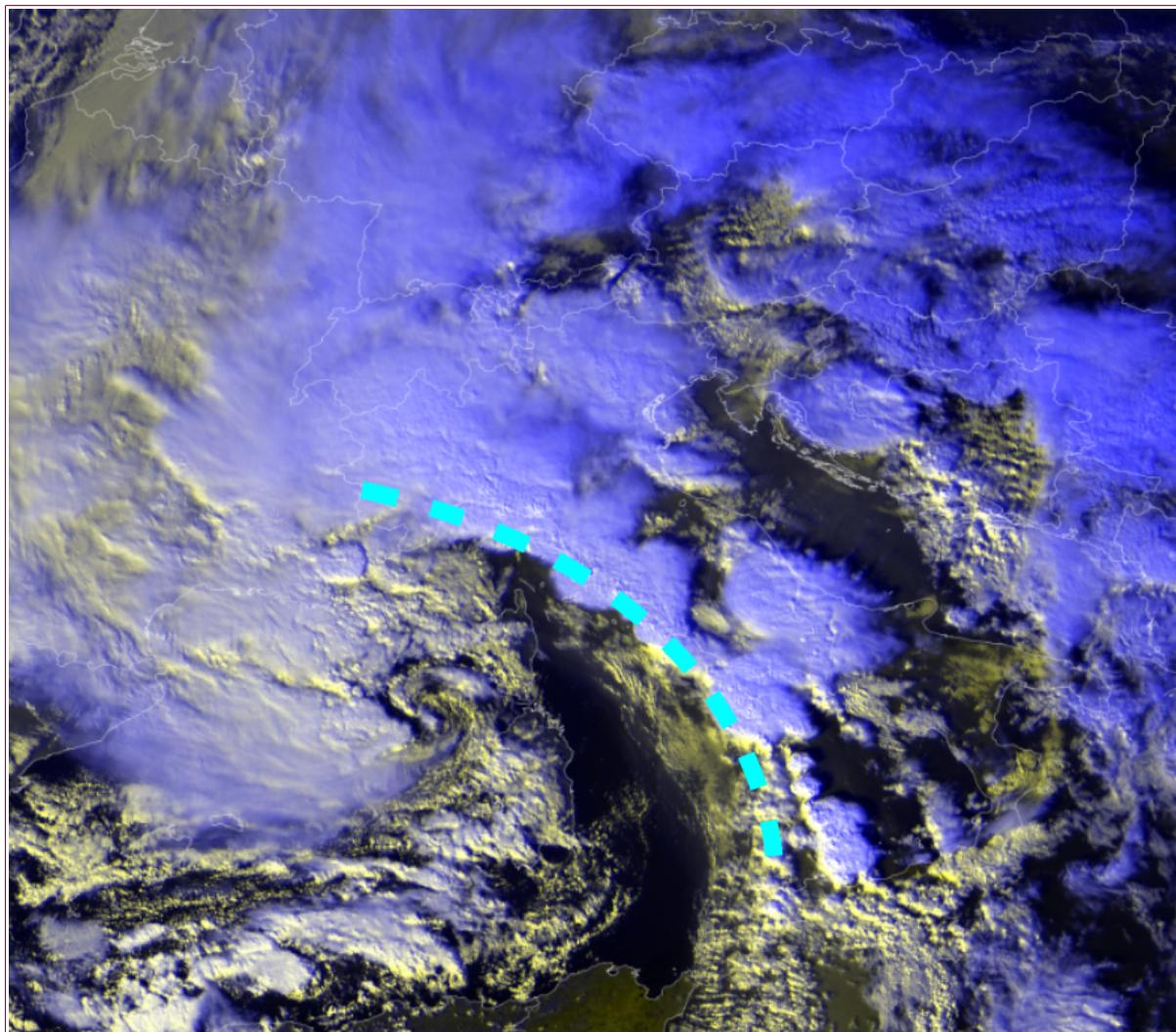


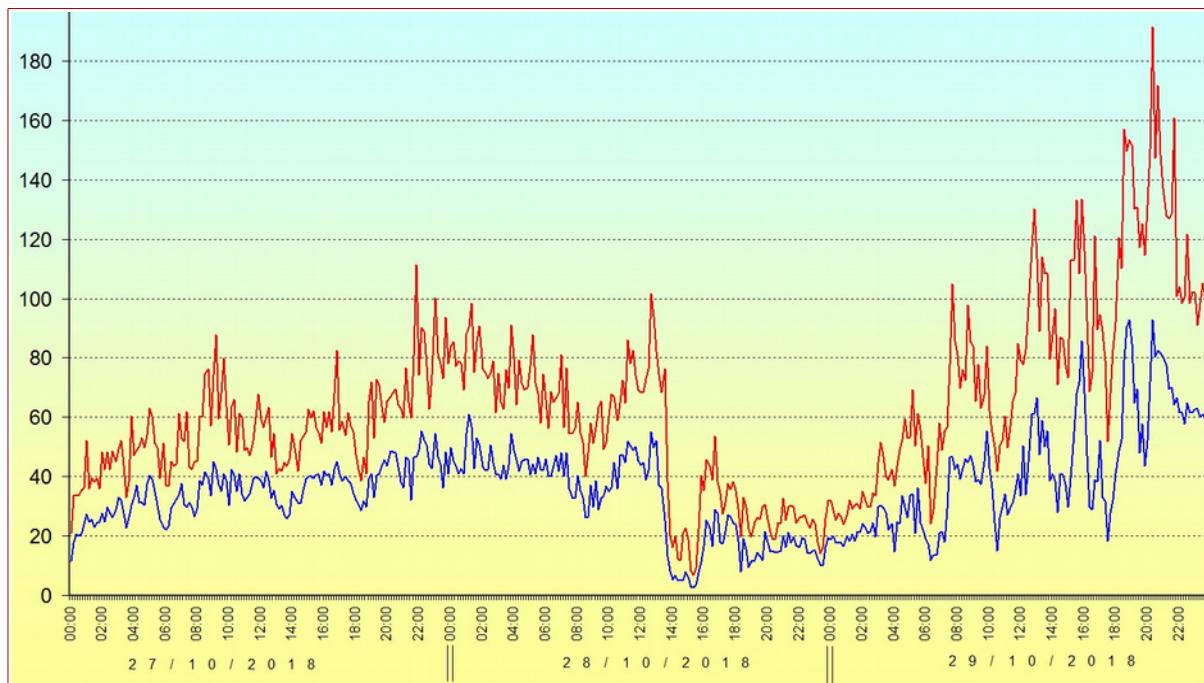
Figura 1.3: Immagine satellitare (@Eumetsat) del 29 ottobre 2018 alle ore 15:00.

L'eccezionale intensità dei venti misurata in molte località è essenzialmente dovuta al forte gradiente barico che si è formato in concomitanza del passaggio frontale ed alla fortissima componente catabatica del fronte freddo. Proprio la componente catabatica ha determinato i venti più intensi sui versanti sottovento. A ciò, localmente, si sono aggiunte raffiche associate ai temporali che a diverse ondate hanno interessato un po' tutto il territorio.

La vastità delle superfici boschive abbattute indica chiaramente che l'intensità dei venti è stata eccezionale su ampia scala e non può essere ricondotta semplicemente a fenomeni quali i "downslope winds" o i "downburst" che solitamente colpiscono aree decisamente ristrette. Ciò non toglie che in alcune specifiche località di limitata estensione si possano essere sviluppate trombe d'aria, anche legate a fenomeni di downslope winds o di downburst.

Va al riguardo evidenziato che ai fini di una corretta classificazione dei venti secondo la scala Beaufort è necessario fare riferimento alla velocità media degli stessi nell'arco temporale di 10 minuti e non alle raffiche istantanee; nel nostro caso la massima velocità media si è verificata a

Passo Manghen con due picchi nella serata del 29 ottobre che hanno superato leggermente i 90 km/h (vedi figura 1.4) e che quindi ricadono nel grado 10 della suddetta scala (venti di tempesta).



*Figura 1.4: Massime velocità di vento (km/h) a Passo Manghen
(valori ogni dieci minuti, raffiche in rosso e velocità media in blu).*

Per completare l'inquadramento meteorologico dell'evento, nella figura 1.5 di pagina seguente si riportano infine le mappe di distribuzione delle piogge giornaliere di questa eccezionale perturbazione. Si può notare che nella prima giornata sono state maggiormente concentrate sui settori sud-occidentali, per poi espandersi sempre più ad est e colpire pesantemente anche il quadrante nord-occidentale.

Nei giorni seguenti al 29 ottobre è proseguito il flusso atmosferico meridionale con fasi di precipitazioni, anche localmente intense, intervallate a significative pause con parziali schiarite. Le precipitazioni si sono definitivamente esaurite solo nella serata del 7 novembre. La pioggia complessivamente misurata presso tutte le stazioni meteorologiche del Trentino è riportata in Allegato I.

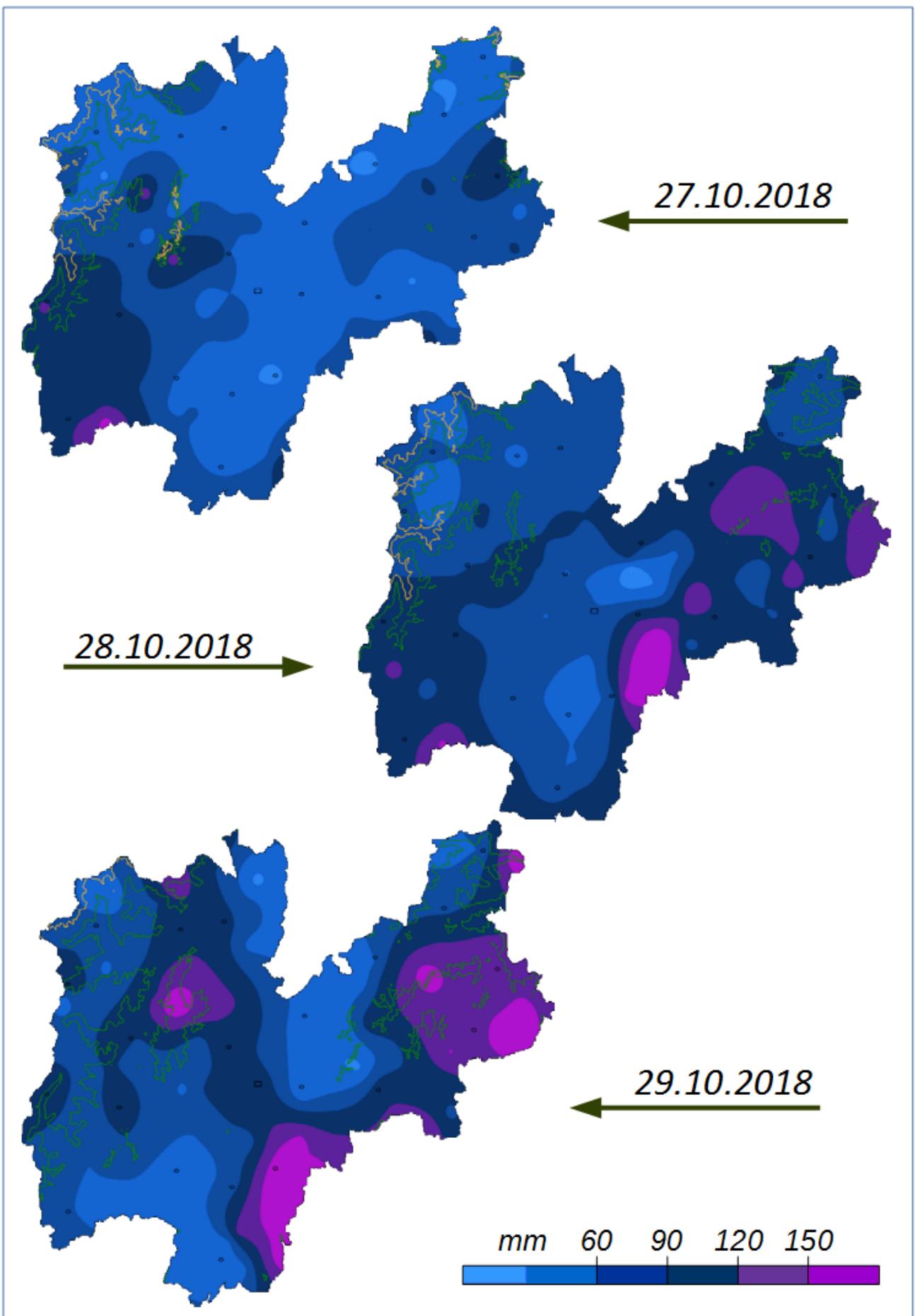


Figura 1.5: Spazializzazione della piovosità giornaliera.

2. Precipitazioni

2.1. Immagini radar

Il radar meteorologico di Monte Macaion, collocato in alta Valle di Non a circa 1.800 metri di quota in posizione baricentrica per l'intera regione Trentino-AltoAdige, ha rilevato le prime deboli precipitazioni dell'evento in esame nella serata di venerdì 26 ottobre sull'Alto Garda e poi gradualmente verso la Valsugana e via via tutte le altre vallate.

Nei giorni 27 e 28 le precipitazioni hanno assunto carattere prevalentemente stratiforme con fasi molto persistenti, soprattutto nelle ore serali e notturne, e locali rovesci anche forti; i fenomeni più violenti si sono però verificati nella giornata del 29 (temporali e fulminazioni).

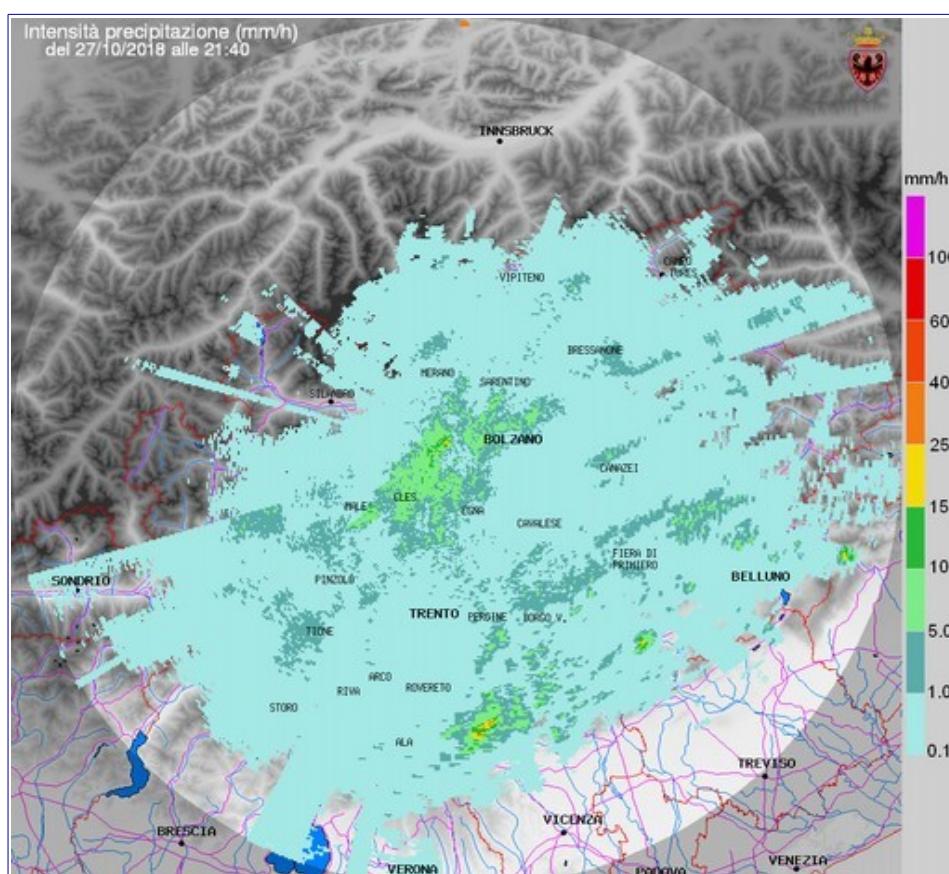
Di seguito si riportano le immagini di intensità di precipitazione per le principali fasi della perturbazione, la scala cromatica esprime i valori di pioggia oraria (mm/h) proporzionati all'intensità che il radar rileva in un intervallo di cinque minuti.

Va tenuto presente al riguardo che a causa dell'orografia (sbarramenti montuosi) lo strumento non è in grado di osservare gli strati più bassi dell'atmosfera in tutte le direzioni e che la rilevazione della pioggia può essere disturbata dalla presenza di nevicate a quote prossime a quella di osservazione.

Possono conseguentemente apparire nelle immagini alcune strutture anomale dovute ad errori sistematici, come ad esempio la presenza di fasce prive di precipitazione con andamento radiale, l'intensificazioni del segnale vicino al radar o l'eccessiva attenuazione lontano da esso.

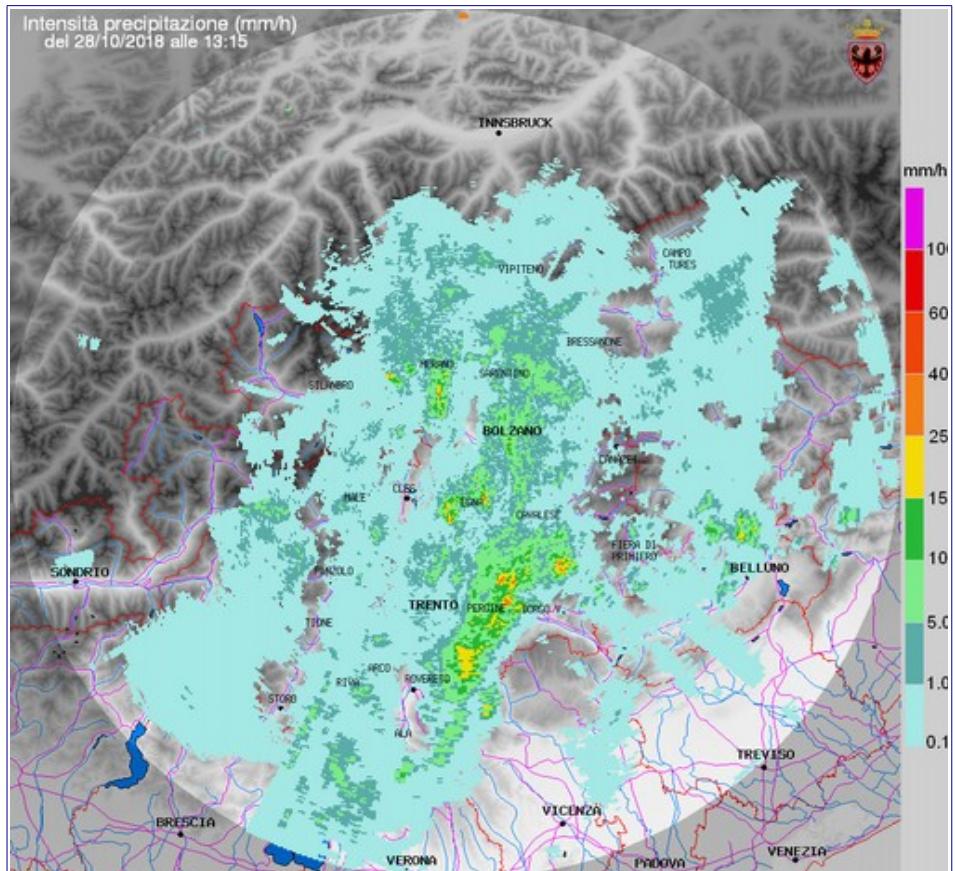
Sabato 27
ore 21:40

Precipitazioni diffuse con fenomeni localmente intensi.



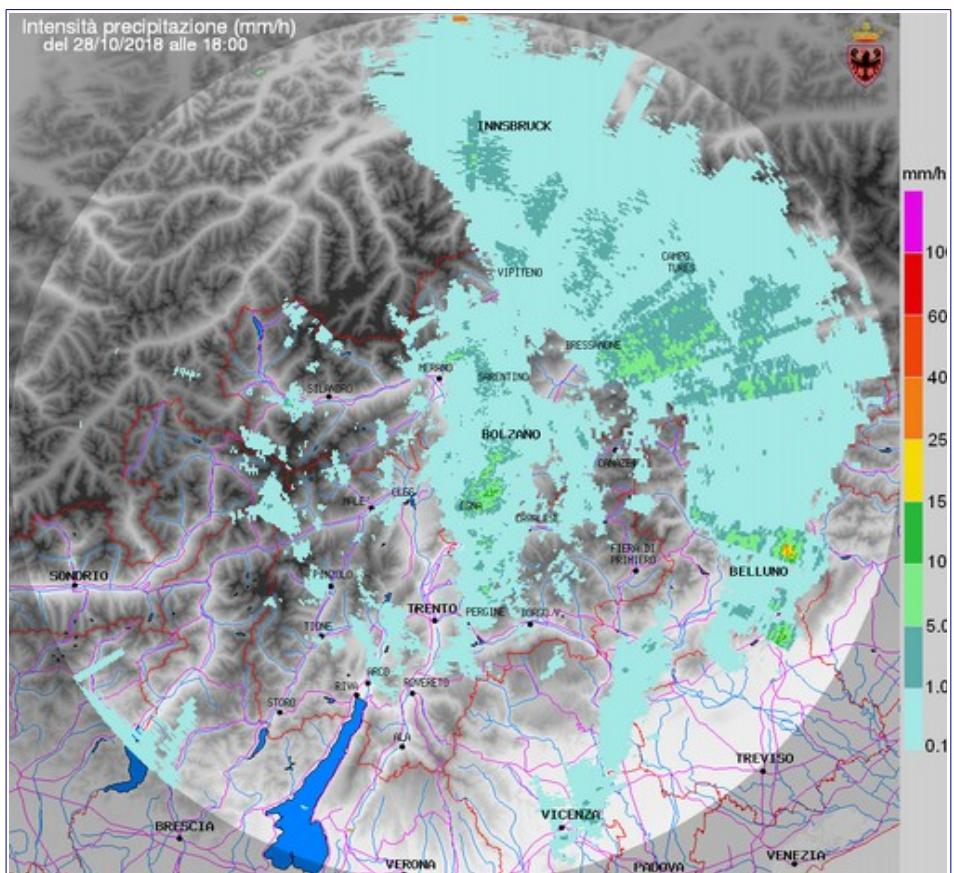
Domenica 28 ore 13:15

Dopo una parziale attenuazione dei fenomeni sui settori meridionali nella mattinata, le piogge si intensificano con forti rovesci soprattutto nelle zone di Folgaria-Lavarone-Alta Valsugana-Valle dei Mocheni e Lagorai.



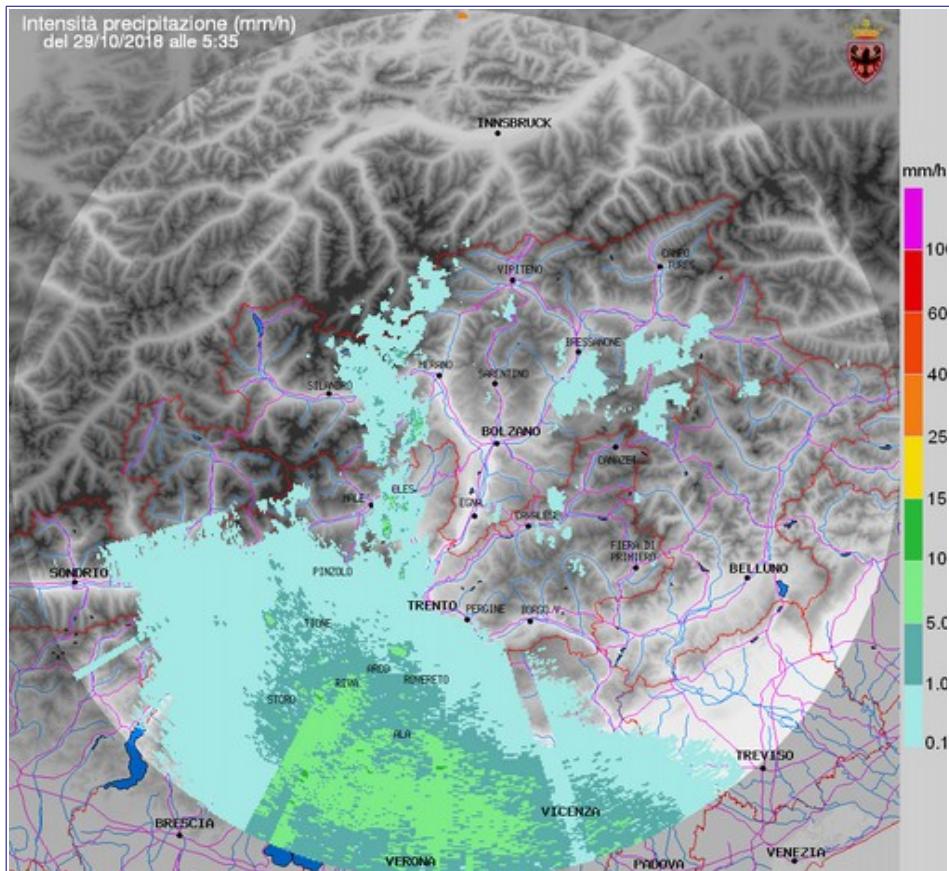
Domenica 28 ore 18:00

Diffusa attenuazione verso sera fino ad esaurimento su gran parte del Trentino.



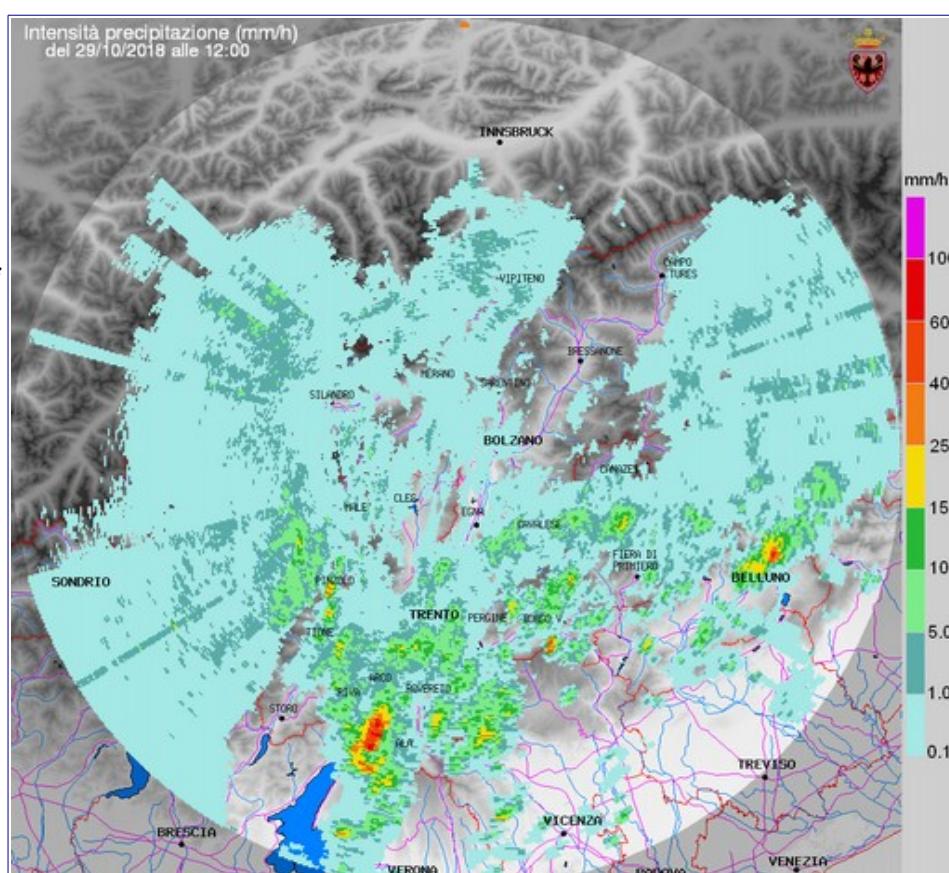
Lunedì 29
ore 5:35

Diffusa ripresa delle precipitazioni con l'arrivo del fronte freddo dalle prime ore del mattino.



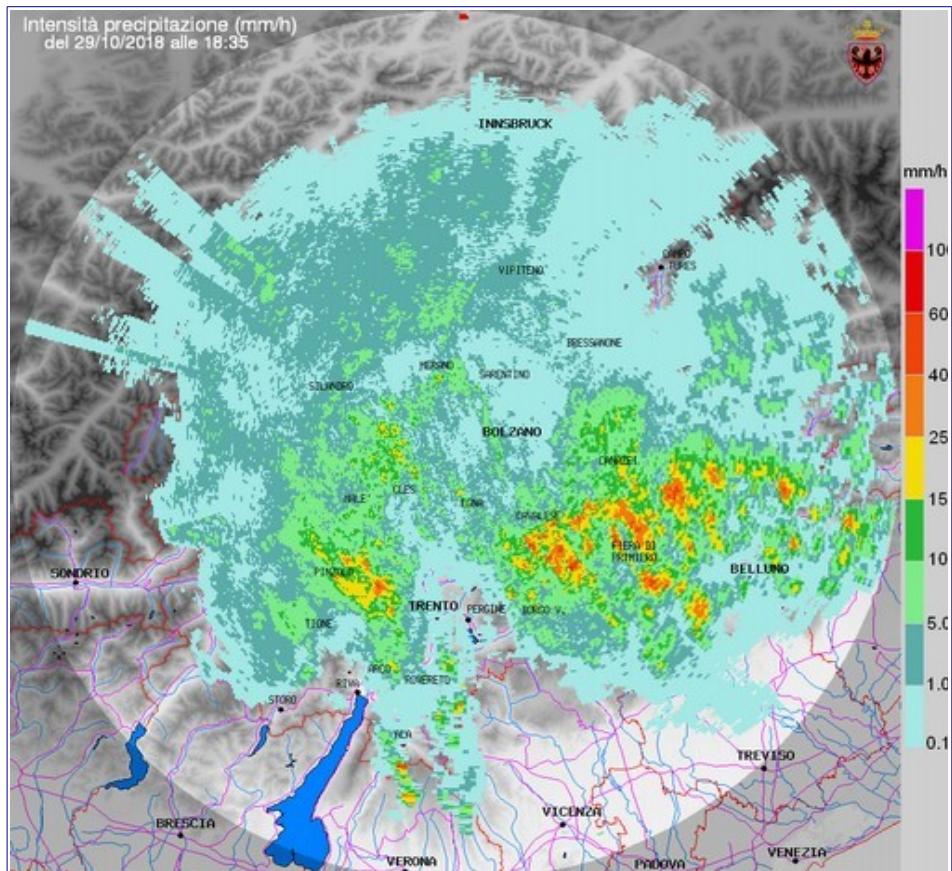
Lunedì 29
ore 12:00

Significativa insorgenza di fenomeni convettivi che inducono precipitazioni localmente molto intense, qui particolarmente vistose nell'area del Monte Baldo.



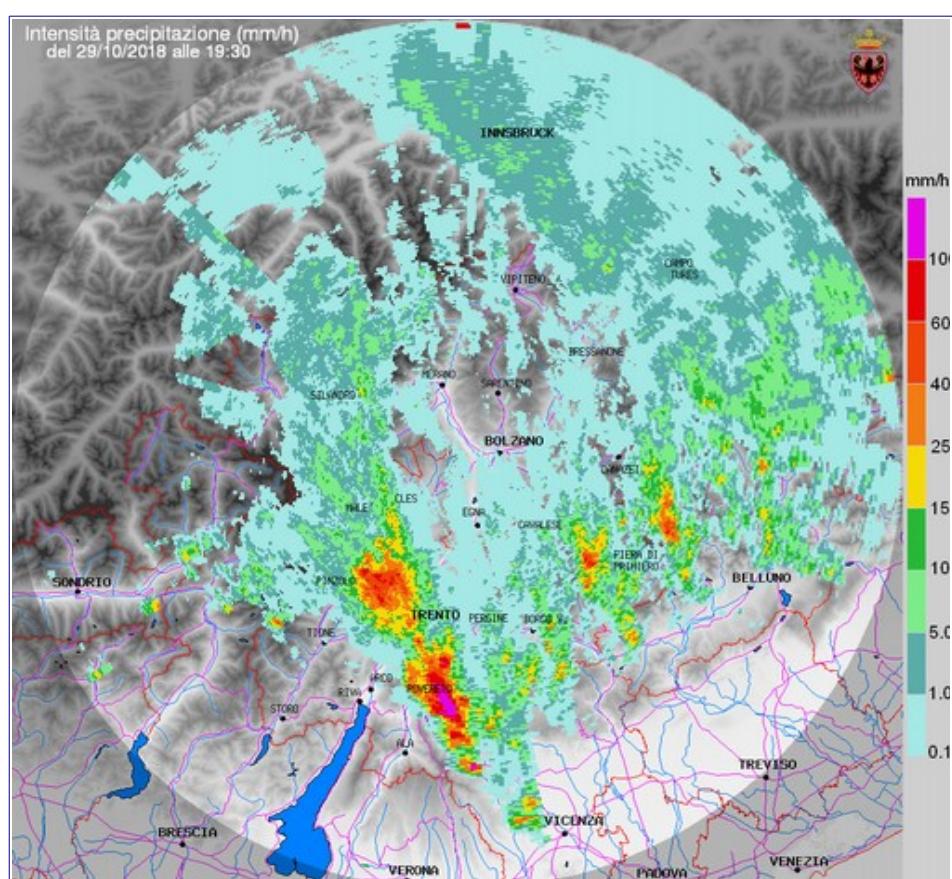
Lunedì 29
ore 18:35

Per tutto il pomeriggio-
sera si susseguono e si
intensificano le
precipitazioni, con
rovesci e temporali anche
molto intensi; tra questi
anche quello che in Val di
Sole ha innescato
l'enorme colata detritica
del Rio Rotian, che ha
invaso l'abitato di Dimaro
con circa 160.000 metri
cubi di fango e detriti
(provocando anche la
morte di una donna nella
propria abitazione).



ore 19:30

Violenti rovesci e
temporali anche sui
settori orientali, specie in
Vallarsa, Altopiani di
Folgaria e Lavarone,
Valsugana, Vanoi,
Primiero, Valli di Fiemme
e Fassa.



Solo dalla tarda serata di lunedì 29 e nella notte seguente i rovesci e temporali si sono gradualmente ridotti di numero, estensione e intensità, lasciando spazio per diversi giorni successivi a precipitazioni decisamente meno intense e più discontinue.

2.2. Dati pluviometrici

Tutti i pluviometri presenti nelle 97 stazioni meteorologiche che hanno funzionato correttamente durante tutto l'evento mostrano chiaramente la distinzione delle due fasi principali di precipitazione già descritte, ovvero quella più distribuita ed omogenea associata al fronte caldo dei primi due giorni e quella più concentrata e localmente molto intensa dovuta al fronte freddo di lunedì 29; esse sono state separate da una pausa di 6-10 ore a seconda delle zone, contraddistinta da piogge molto deboli o del tutto assenti.

I quantitativi di pioggia complessivamente caduti in 72 ore sul Trentino sono decisamente eccezionali e danno conto di un valore medio per tutto il territorio pari a circa **275 mm**, con punte massime superiori ai **600 mm** in due stazioni (*Passo Cereda e Pian delle Fugazze*); in ben trenta località sono caduti **da 300 a 500 mm** di pioggia e in altre cinquanta **da 200 a 300 mm**; solo una decina di stazioni ha misurato meno di 200 mm, con valori minimi che comunque si sono attestati sui **170 mm**.

Si tratta di un quadro assolutamente rilevante, basti infatti considerare che in Trentino cadono mediamente 1.100 mm di pioggia all'anno, con differenze che, sempre su base annua, vanno dai 6-700 mm della *Valle di Non* ai circa 1500 mm di alcuni settori meridionali e orientali; in Trentino sono già piuttosto rare e foriere di non poca preoccupazione le piogge di 120-150 mm.

Di seguito i 40 valori di pioggia più elevati misurati in 3 giorni:

STAZIONE	pioggia 72 h (mm)	STAZIONE	pioggia 72 h (mm)
P.so Pian delle Fugazze	627,4	Val d'Ambiez	328,6
Passo Cereda	604,6	Rif. Graffer (M.te Grosté)	327,4
Val Noana	514,6	Vallarsa (Parrocchia)	325,8
Lavarone	421,6	Rifugio Gork	318,0
Passo Sommo	407,4	Paganella Malga Terlago	315,0
Ziano (Malga Sadole)	404,8	Malga Casinot	313,2
Tremalzo	381,8	Malga Bordolona	312,2
Centa San Nicolò	375,8	Cermis	310,6
Grigno (Barricata)	363,0	Daone (Pracul)	308,2
Tonadico (Castelpietra)	360,6	Passo Valles	305,4
Passo Rolle	353,2	Terragnolo	304,2
Caoria	352,8	Predazzo	302,6
Rifugio Viviani (Pradalago)	352,0	Tione	301,2
Passo Brocon	351,0	Ponte Arnò	293,6
Mezzano	351,0	Lago di Calaita	289,6
Malga Bissina	347,8	Forte d'Ampola	289,4
Levico Terme	342,4	Spormaggiore	283,4
Pian Fedaia (diga)	339,6	Storo	282,8
Canal San Bovo	337,8	Folgaria	280,2
S. Martino di Castrozza	331,4	Pinzolo (Malga Zeledria)	277,2

Nelle figure che seguono si riportano i pluviogrammi orari delle stazioni risultate più piovose sui settori occidentale e orientale del Trentino (altri grafici analoghi in allegato III).

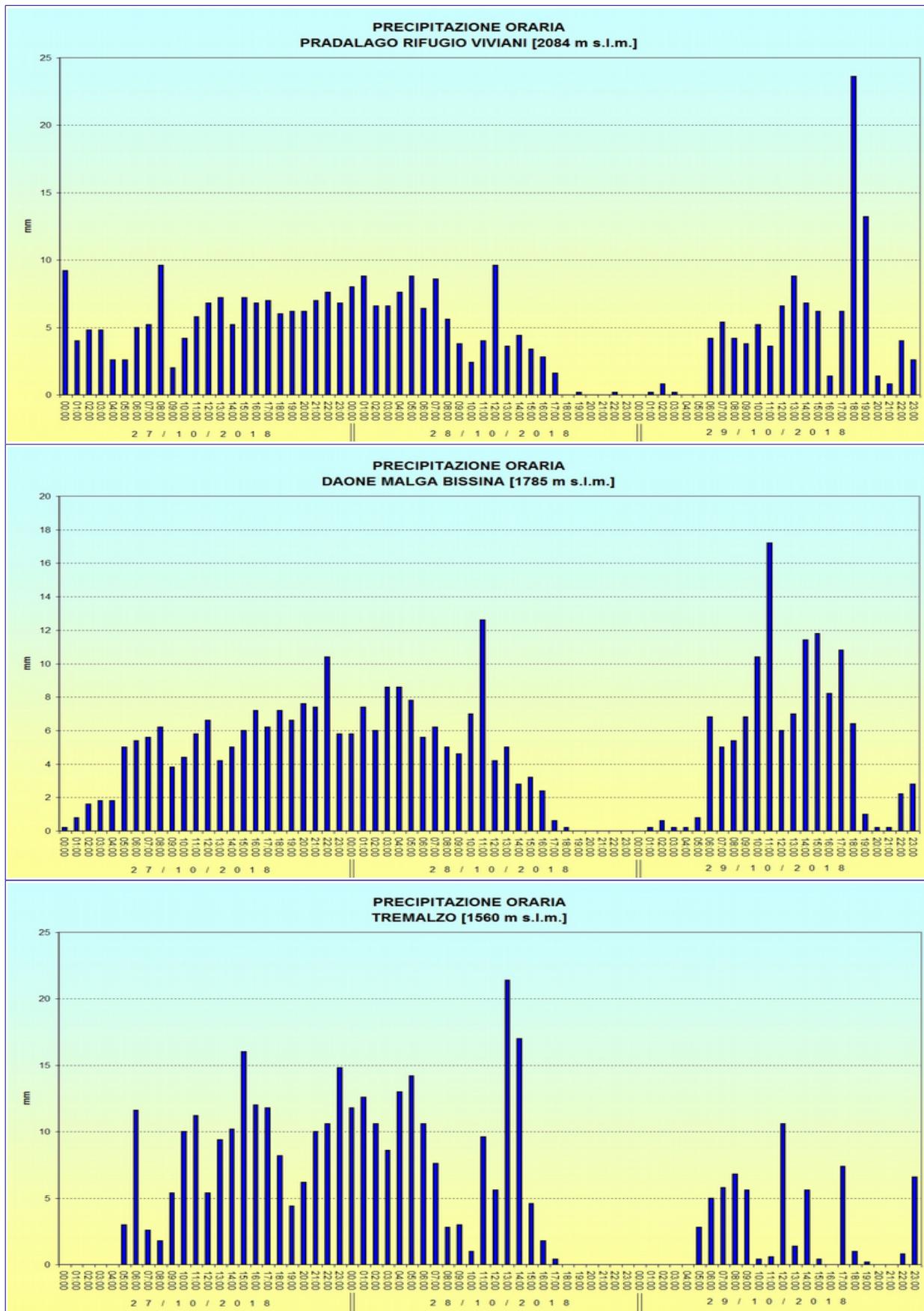


Figura 2.2.1: Piogge orarie (mm) nelle 3 stazioni più piovose del Trentino occidentale.

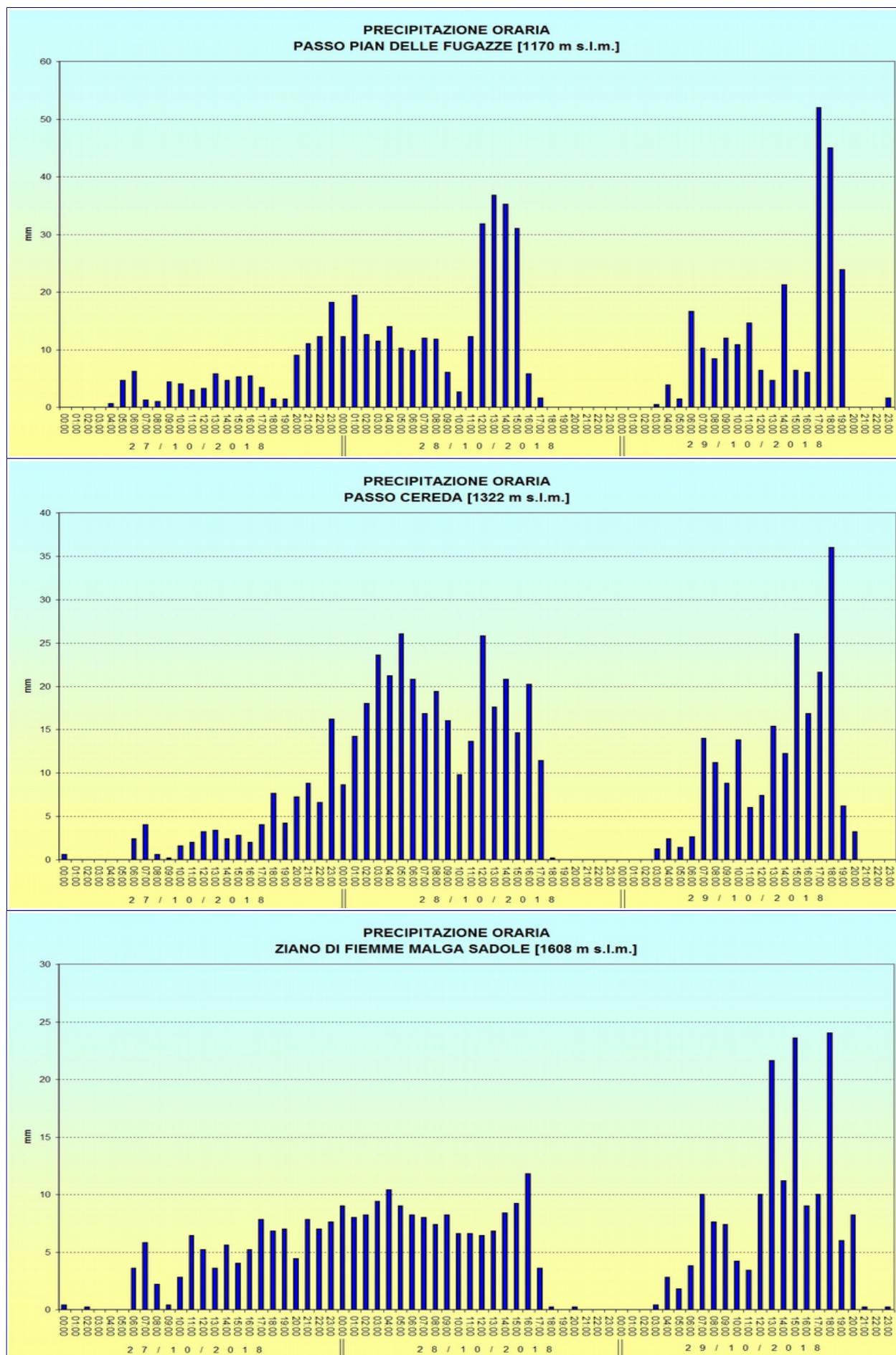


Figura 2.2.2: Piogge orarie (mm) nelle 3 stazioni più piovose del Trentino orientale.

Si notano distintamente le due fasi della perturbazione precedentemente descritte, con episodi di significativa intensità soprattutto nella seconda (terzo giorno); si noti in particolare il pluviogramma in alto della figura 2.2.1 (Rifugio Viviani - geograficamente attiguo al bacino idrografico del Rio Rotian), che mostra una netta intensificazione delle piogge tra le 18:00 e le 20:00 di lunedì 29, con circa 35 mm in due ore.

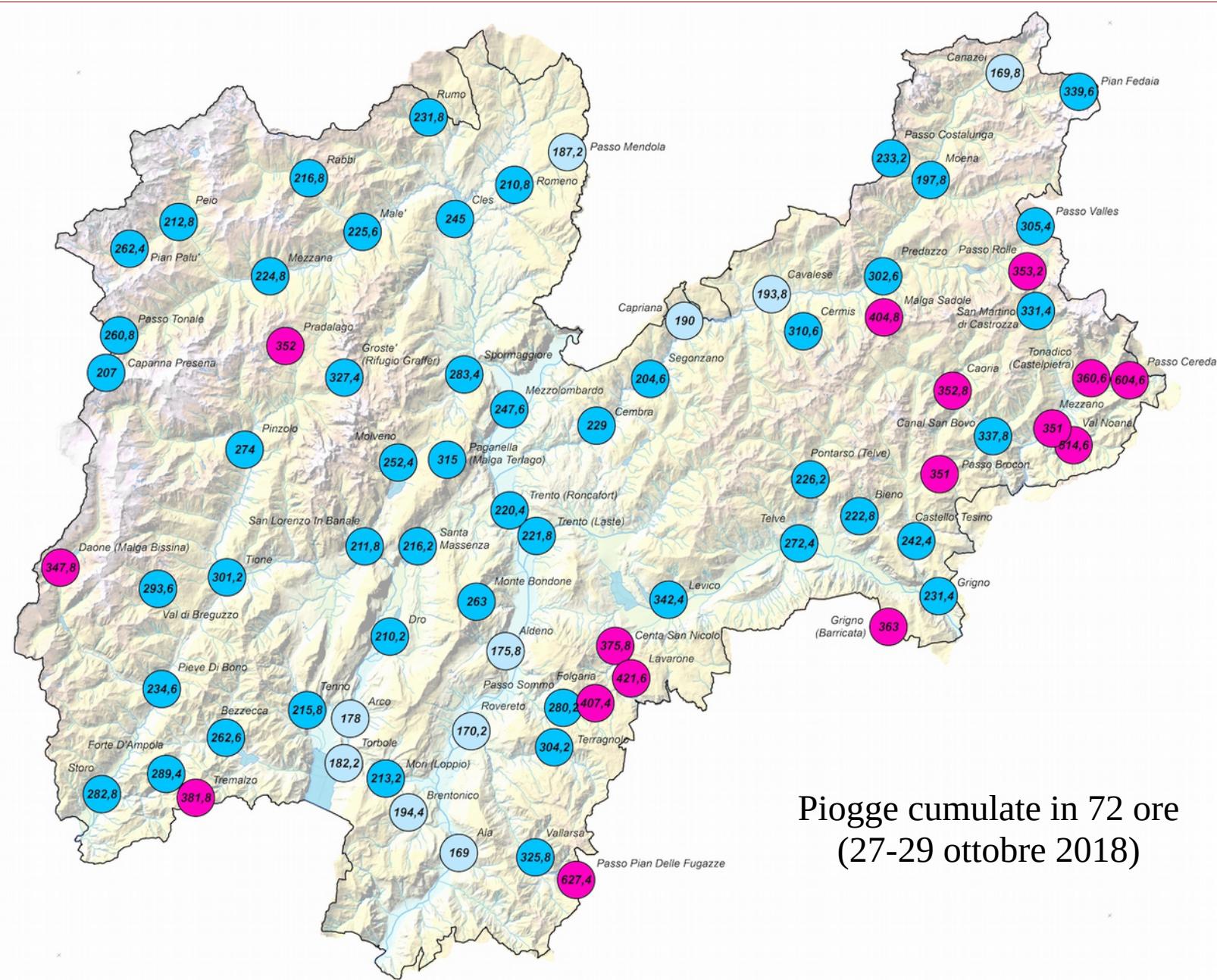
Questo intenso flusso ha sovraccaricato un territorio già fortemente gravato da quasi tre giorni di abbondanti precipitazioni, provocando il citato dissesto idrogeologico che ha gravemente colpito il paese di Dimaro in Val di Sole e che, assieme alle distruzioni forestali dovute al forte vento in molte altre località, è assurto a simbolo delle iniziative di sensibilizzazione promosse dall'Amministrazione provinciale.



Nella figura di pagina seguente sono riportati i valori pioggia totali misurata in tre giorni presso 74 stazioni distribuite su tutto il territorio; per un maggiore dettaglio sulla distribuzione giornaliera degli eventi si rimanda all'allegato III dove sono presenti tre mappe con le piogge cumulate ogni 24 ore per le stesse stazioni.

Come già accennato, dopo le prime tre giornate decisamente intense, la perturbazione si è protratta fino al 7 novembre con caratteristiche più deboli e intermittenti, che nel complesso hanno tuttavia apportato in 9 giorni una quantità di acqua mediamente pari al 35% di quella caduta nei primi tre giorni.

Si è così ulteriormente rafforzata l'assoluta eccezionalità di quanto accaduto, con quantitativi di pioggia che in 12 giorni sono arrivati ad un massimo che supera leggermente i 1.000 millimetri (si vedano i dati riportati in allegato I).



2.3. Neve

Come evidenziato nel primo capitolo, le precipitazioni nevose hanno interessato il territorio provinciale mediamente sopra i 2300 metri di quota, con apporti decisamente abbondanti oltre i 2500 m dove sono caduti da 80 a 150 cm di neve fresca.

Spessori di neve al suolo maggiori sono stati misurati sopra i 3000 m presso le stazioni nivometriche poste in zone glaciali, dove prima dell'evento in esame era comunque già presente un manto nevoso di 40-60 cm, risultanti dalle precedenti nevicate di fine agosto e inizio settembre.

Durante la fase della perturbazione dominata dal fronte caldo (27 e 28 ottobre) le nevicate più intense si sono verificate a cavallo dei due giorni (80 cm di neve fresca sul ghiacciaio *Presena*, 90 cm sul *Monte Cavaion* in Cavedale, 50 cm a *Sass del Mul* in Marmolada). Il limite delle nevicate si è mantenuto abbastanza alto e solo localmente su alcuni settori occidentali la neve si è abbassata sotto i 2000 metri di quota, depositando al suolo circa 10-20 cm attorno ai 1800-1900 metri (a Passo Tonale 20 cm in sei ore).

A questa fase è poi seguita, tra domenica sera e lunedì mattina, un'attenuazione dei fenomeni culminata con un significativo rialzo termico (associato al *low level jet*), si sono così verificate moderate precipitazioni liquide nelle fasce altitudinali più basse poco prima innevate, senza tuttavia determinare significativi fenomeni di scioglimento nivale.

Col successivo rapido passaggio del fronte freddo dalla mattina di lunedì 29 si è verificata un'ulteriore intensificazione dei fenomeni nevosi associati a venti molto forti fino alla serata, con graduale abbassamento della quota neve che nelle fasi finali ha imbiancato fino a circa 1500 metri di quota diverse aree in tutti i settori del trentino; a queste quote i quantitativi sono risultati decisamente modesti e si sono rapidamente scolti col reinsediarsi delle correnti meridionali già a partire dalla mattina di martedì 30.

Nella seguente figura 2.3.1 sono riportati gli andamenti dell'altezza di neve al suolo (*Hs*) presso alcune stazioni significative durante le tre giornate di perturbazione; nella successiva figura 2.3.3 sono invece rappresentate le fasce altimetriche maggiormente interessate dalle nevicate, nonché le massime altezze di neve al suolo misurate nelle stazioni di rilevamento presenti in quota.

Nel complesso i pericoli di natura valanghiva associati alle sudette nevicate sono rimasti confinati sopra i 2400-2500 metri ed hanno riguardato principalmente le zone di cresta ed i canaloni più incisi; il forte vento ha inoltre prodotto grandi accumuli di neve instabile. Le sfavorevoli condizioni atmosferiche, protrattesi anche nei giorni successivi hanno di fatto impedito le escursioni in alta quota, cosicché non si sono verificati incidenti.

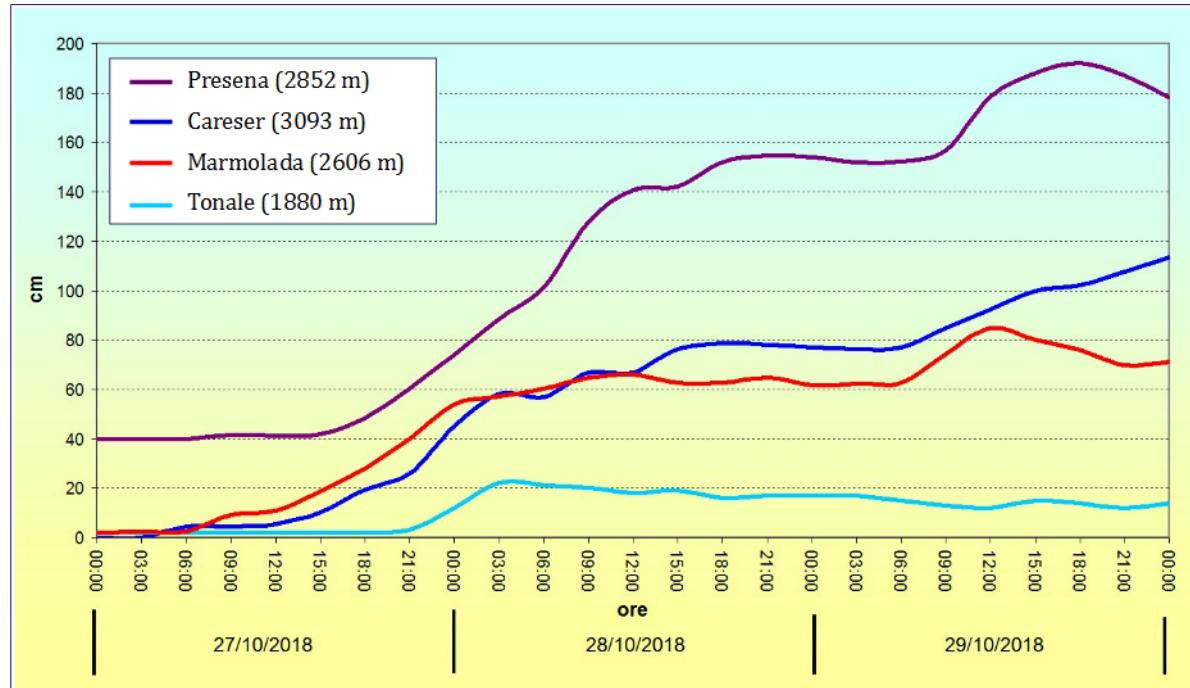


Figura 2.3.1: Andamento dell'altezza di neve al suolo nei 3 giorni di perturbazione.

Dopo quasi due settimane dalle fasi più intense di precipitazione si è potuto realizzare, grazie alle condizioni di bel tempo associate ad un'alta pressione, un profilo stratigrafico del manto nevoso in alta quota (zona Adamello a 3.100 m) riscontrando buone condizioni di stabilità.

Oltre ai 50 cm di neve basale già presenti al suolo da quasi due mesi, erano presenti circa 170 cm di neve recente già caratterizzata da processi di compattazione e trasformazione (vedi figura a fianco).

In essa si distinguono chiaramente tra strati principali:

- A:** neve depositata nelle prime fasi dell'evento (27 ottobre) con cristalli ormai trasformati da processi di fusione e rigelo.
- B:** strato corrispondente agli episodi più intensi del flusso sciroccale, contenente polveri sahariane trasportate dal vento, particolarmente concentrate nei sottostrati 1 e 2; è composto da neve pallottolare (*graupel*) compattata;
- C:** manto depositato dal passaggio del fronte freddo (29 ottobre) e delle precipitazioni più moderate dei giorni successivi. Qui la neve si presenta in forma di grani arrotondati e in parte sfaccettati.

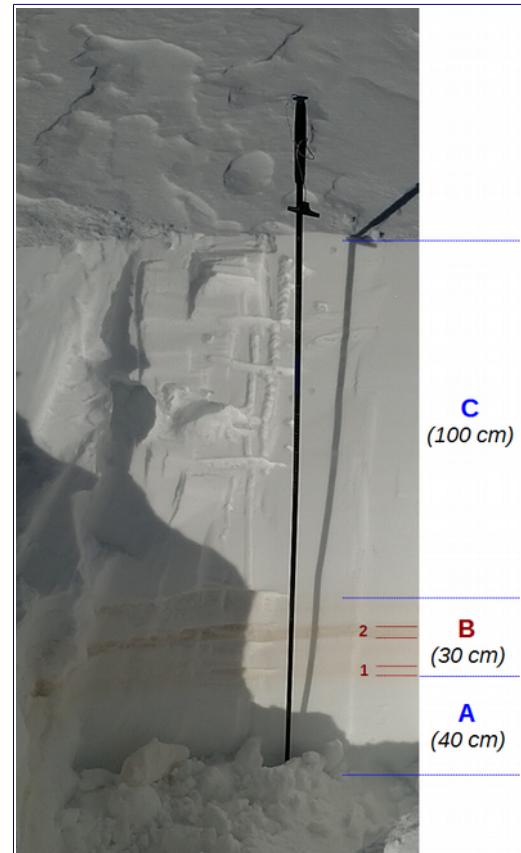


Figura 2.3.2: Parte superiore del manto nevoso rilevato in Adamello a 3.100 metri di quota il 14.11.2018.

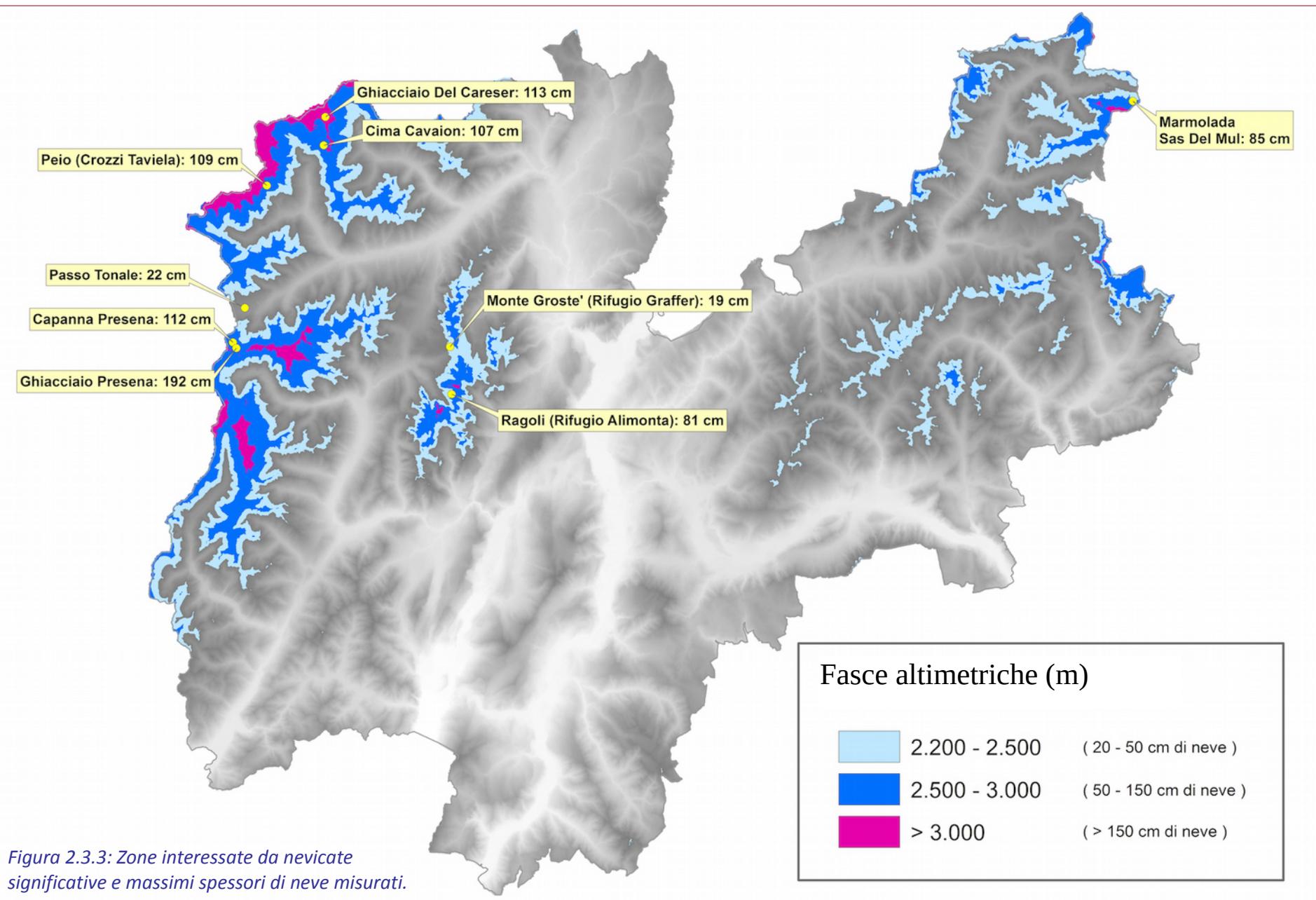


Figura 2.3.3: Zone interessate da nevicate significative e massimi spessori di neve misurati.

3. Fulmini

Solitamente, specie nei mesi più freddi, i fronti caldi non sono accompagnati da fulminazioni e sono caratterizzati da estese precipitazioni di debole o moderata intensità. Tuttavia, nel caso del fronte caldo transitato tra il 27-28 ottobre 2018 si sono registrate alcune fulminazioni a causa della notevole intensità dei flussi atmosferici e delle precipitazioni; decisamente più normali sono invece state le scariche elettriche associate al fronte freddo di lunedì 29.

E' infatti nel pomeriggio-sera di quest'ultimo giorno che è caduta la quasi totalità dei fulmini rilevati nell'intero evento, essi sono rappresentati nelle successive figure 3.1 e 3.2 rispettivamente per l'intera regione euromediterranea (oltre 300.000 fulmini) e per il territorio trentino (370 fulmini). Uno dei pochissimi fulmini caduti nel primo pomeriggio, ovvero verso le ore 13:40, ha colpito un uomo nella zona di Dardine in Val di Non (prontamente ricoverato e purtroppo deceduto pochi giorni dopo in ospedale), si è trattato di fulmine composto da un'unica scarica negativa di intensità relativamente modesta (7,4 kAmpere).

I citati 370 fulmini sono, per una giornata di ottobre, il secondo valore più elevato fra i dati storici disponibili (ultimi 18 anni) e risultano solo lievemente inferiori al massimo giornaliero di 379 rilevato nel 2003; nella successiva figura 3.3 si riportano per ciascun anno a partire dal 2001 il maggior numero di fulmini registrato in un giorno ottobrino, si riscontrano notevoli differenze tra un anno e l'altro senza apprezzabili segnali di tendenza.

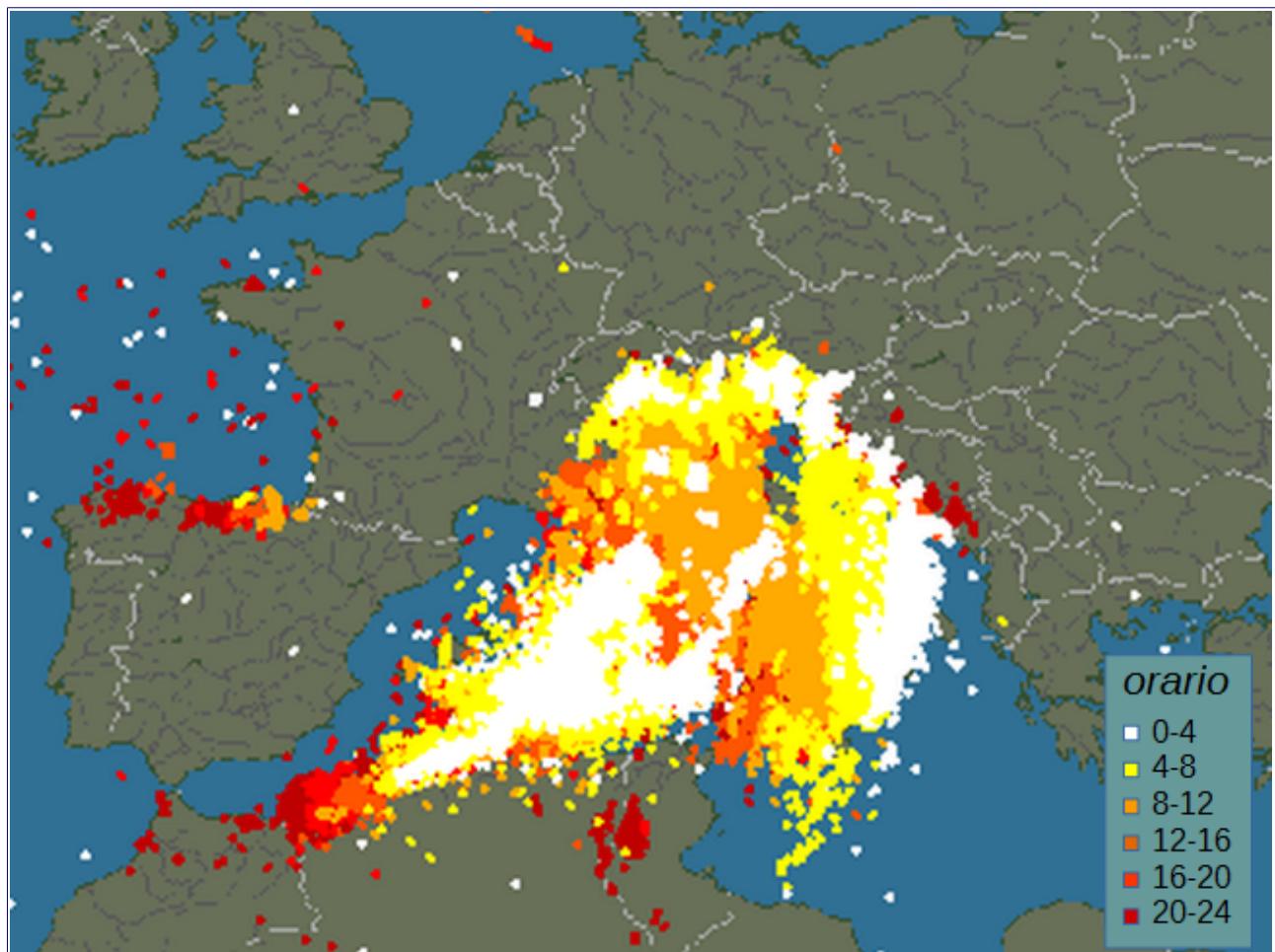


Figura 3.1: Distribuzione dei circa 317.000 fulmini rilevati sull'euromediterraneo lunedì 29 ottobre 2018.

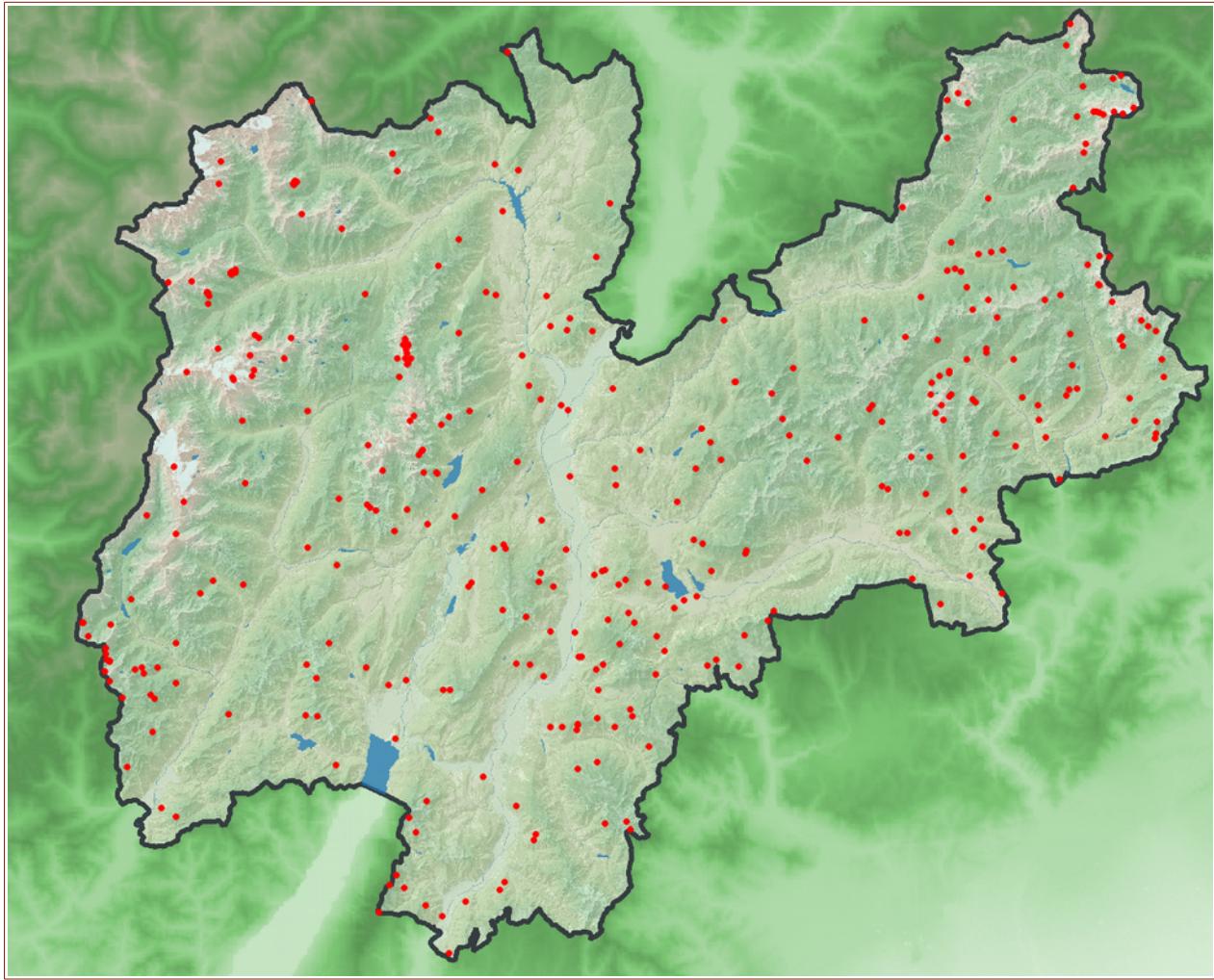


Figura 3.2: Distribuzione dei 370 fulmini rilevati sul trentino lunedì 29 ottobre 2018.

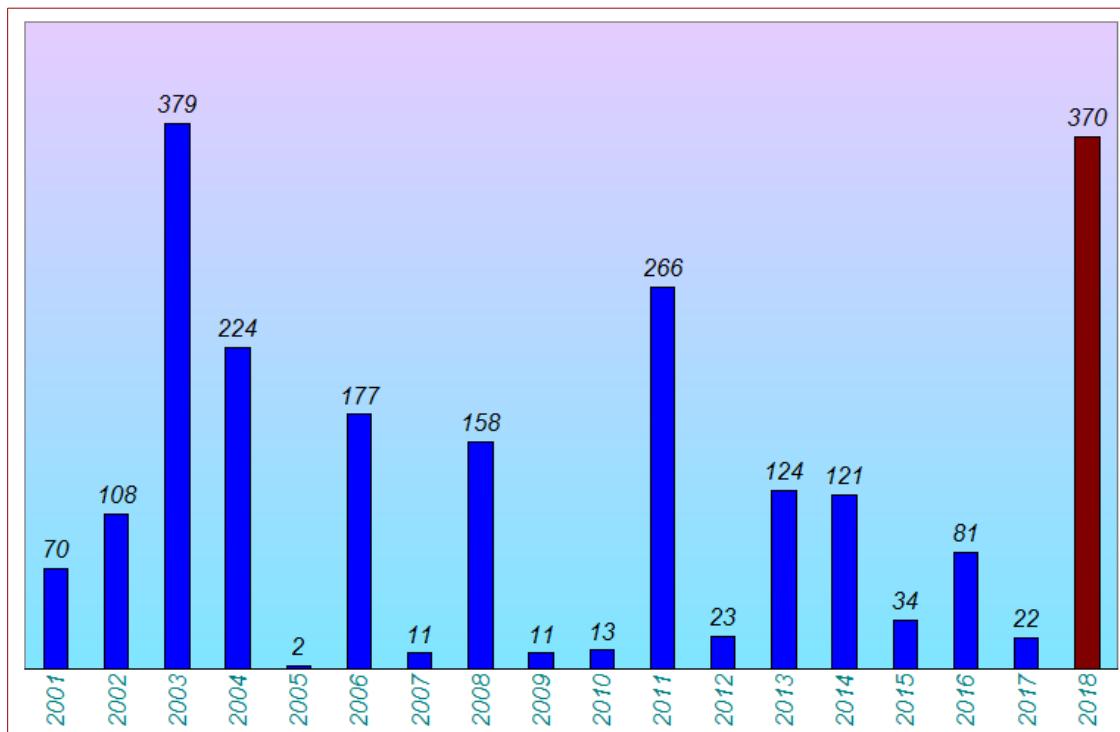


Figura 3.3: Massimo giornaliero di fulmini nei mesi di ottobre negli ultimi 18 anni.

4. Vento

Il vento eccezionalmente forte che ha interessato le Alpi il 29 ottobre 2018 è stato causato dal passaggio di un fronte freddo. Un considerevole gradiente barico sia in quota che al suolo ha determinato le altissime velocità delle masse d'aria; le raffiche più violente si sono verificate in montagna per lo più sui settori orientali, ma con significativi episodi anche su quelli occidentali come si può dedurre dalla seguente figura.

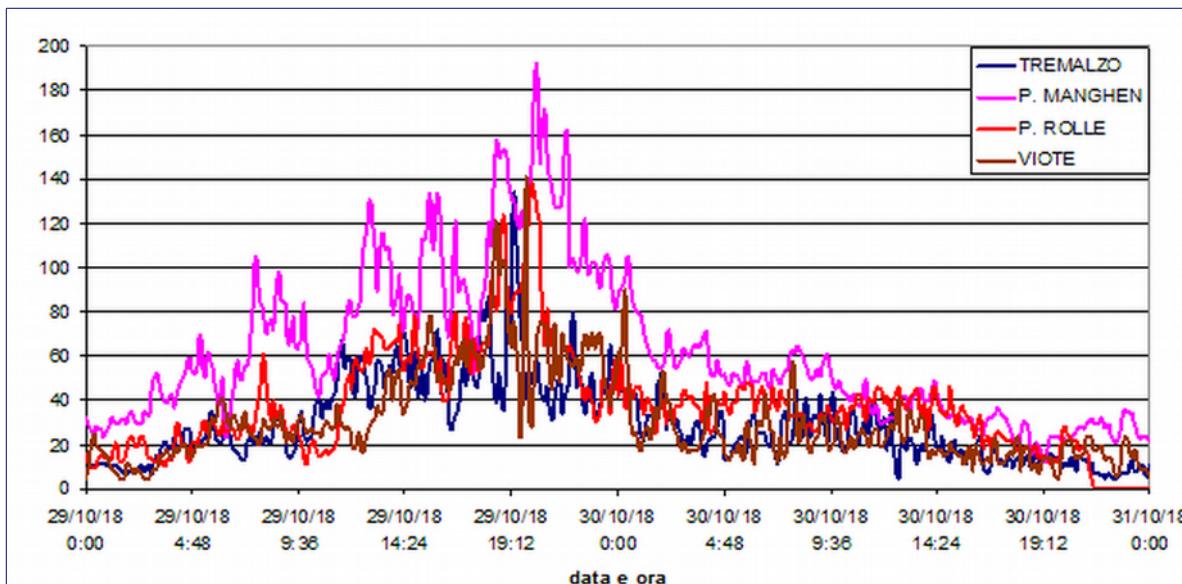


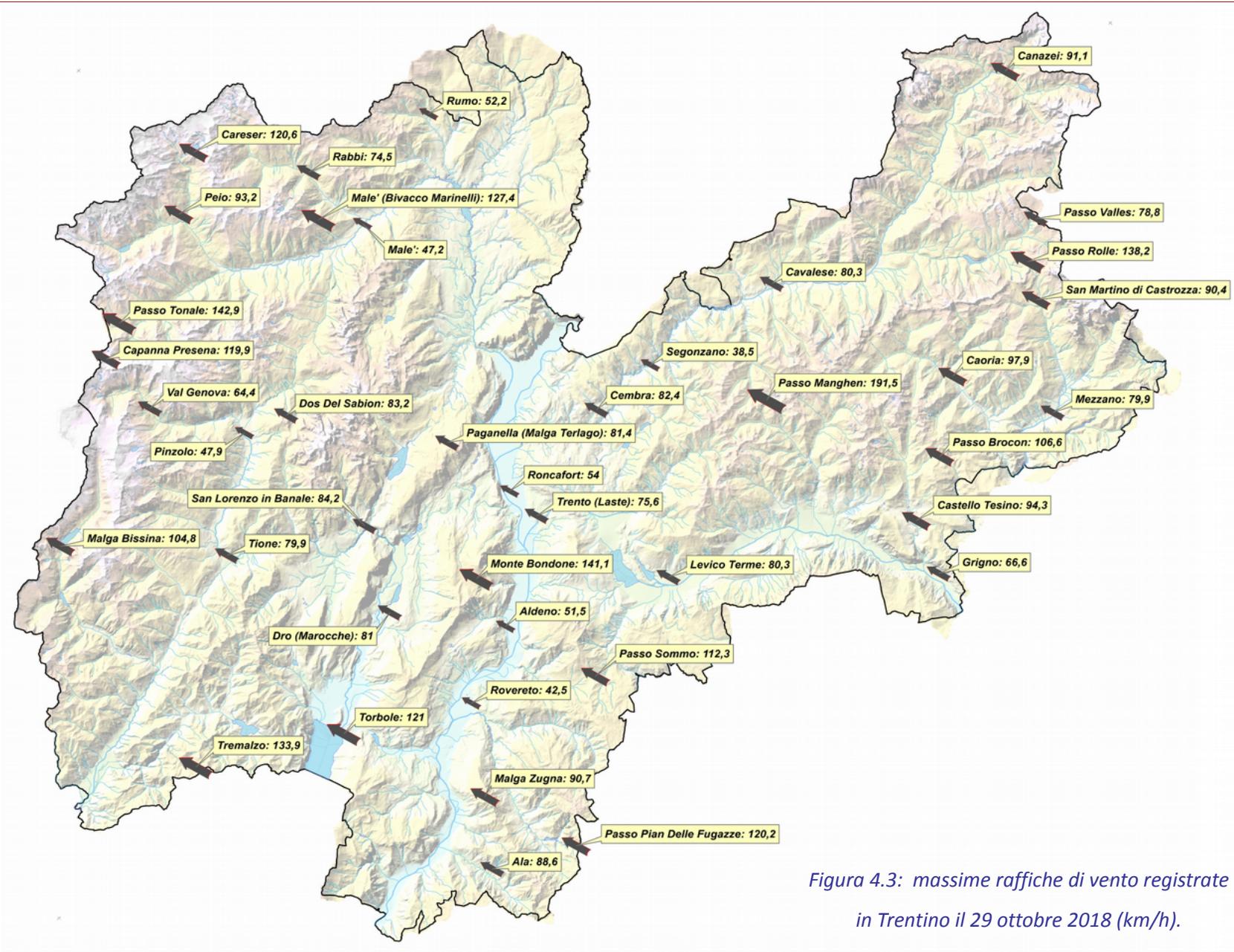
Figura 4.1: Raffiche di vento massime (km/h) nei giorni 29 e 30 ottobre.

A seguito dell'importante componente catabatica (descendente) di cui si è già detto, subito dopo il passaggio frontale le raffiche di vento hanno raggiunto velocità molto elevate anche in alcuni fondonelle e sui versanti; la seguente figura 4.2 mostra al riguardo l'andamento della pressione misurata a Trento Roncafort (in ascissa le fasce orarie), il minimo è qui stato toccato tra le 19:00 e le 20:00 di lunedì 29, ovvero proprio in corrispondenza del passaggio del fronte freddo (valore misurato: 962 hPa, che riportato a livello del mare ammonta a 981 hPa).



Figura 4.2: Pressione atmosferica (hPa) a Trento Roncafort (190 m) nei giorni 29 e 30 ottobre.

Nella pagina seguente sono invece mappate le massime velocità di raffica misurate in diverse località del Trentino (in allegato IV sono elencate le massime raffiche per 40 località).



*Figura 4.3: massime raffiche di vento registrate
in Trentino il 29 ottobre 2018 (km/h).*

Nelle stazioni più colpite si sono spesso superati i massimi storici conosciuti, vi sono tuttavia alcuni casi che in passato hanno registrato raffiche di intensità superiore a quelle dell'evento in esame; nella tabella che segue si riportano alcuni dati relativi a queste due casistiche, fanno ad esempio parte della prima Passo Manghen e Tremalzo, mentre della seconda Torbole e Careser Diga.

STAZIONE	quota (m)	raffiche max 29-10-2018 (km/h)	altri massimi storici	
			km/h	data
Passo Manghen	2.035	191,5	153,7	09 feb 2015
			142,6	08 feb 2015
			136,4	10 gen 2015
			134,3	27 mar 2015
Monte Bondone	1.490	141,1	109,4	16 nov 2002
			99,4	20 set 2000
			90,0	30 ott 2018
			86,8	21 set 2000
Passo Rolle	2.012	138,2	127,4	06 gen 2012
			120,6	24 ott 2018
			118,1	10 gen 2015
			108,7	16 mar 2014
Tremalzo	1.560	133,9	97,9	12 gen 2015
			84,2	20 mar 2007
			83,2	01 nov 2003
			80,3	19 nov 2004
Torbole	90	121,0	136,8	06 ago 2017
			132,8	10 dic 2017
			121,0	29 ott 2018
			113,0	09 ago 2018
Careser (Diga)	2.600	120,6	141,1	10 gen 2015
			140,8	27 mar 2015
			139,0	03 feb 2013
			139,0	16 mar 2014
Passo Pian delle Fugazze	1.170	120,2	93,2	03 nov 2013
			88,2	15 nov 2014
			85,3	16 mag 2013
			85,3	06 feb 2015

In molte località del Trentino, specie ad est, l'eccezionale violenza del vento dello scorso fine ottobre ha provocato danni significativi per molti edifici e totale distruzione di ampiissime superfici forestali, anche in zone di pregio assoluto come quella di Paneveggio (dalle prime ricognizioni si stimano circa 2.800.000 metri cubi di legname schiantato in tutto il Trentino).

Nella pagina che segue si riportano due immagini significative di questa vera e propria catastrofe, che oltre al danno economico avrà perduranti conseguenze negative in ambito idrogeologico e valanghivo.



Boschi rasi al suolo sopra l'abitato di Forno in Val di Fassa (tra Predazzo e Moena)



Schianti nel Parco Asburgico di Levico

5. Temperature

Già a partire dalle ore centrali di venerdì 26 ottobre l'avvento di correnti sciroccali sul territorio trentino ha determinato un generalizzato aumento delle temperature, che sono rapidamente balzate in alto di 2-6 gradi centigradi a seconda delle zone e delle quote.

Con l'inizio delle precipitazioni, nella serata dello stesso venerdì, i termometri hanno poi subito ovunque una graduale flessione che si è protratta per l'intera giornata di sabato e, specie alle quote inferiori, anche per le ore notturne di domenica, mantenendosi tuttavia sempre un po' superiore alla media del periodo.

Nella giornata di lunedì 29 si sono infine registrate due brusche variazioni termiche associate al già descritto *low level jet* ed al *fronte freddo*; il primo ha rapidamente risollevato le temperature di 4-6 gradi centigradi con punte anche di 8, portandole a raggiungere nel pomeriggio i massimi valori di tutto l'evento; verso sera è poi stato il secondo fenomeno a invertire drasticamente la rotta facendo crollare le temperature di 8-10 gradi entro la mezzanotte (o al più nelle primissime ore notturne di martedì 30).

Nella seguente figura 5.1 è rappresentata la spazializzazione delle temperature registrate in queste due fasi molto ravvicinate in cui si è di fatto passati da un estremo termico all'altro nell'arco di 6-8 ore di buio (quindi senza effetti radiativi diretti del Sole).

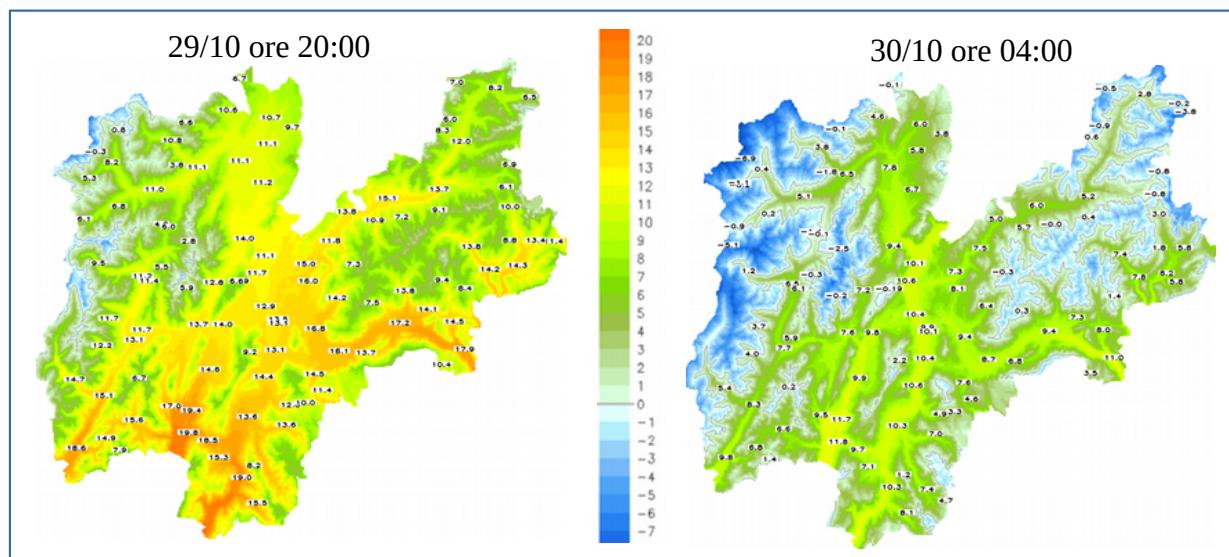


Figura 5.1: Spazializzazione delle fasi più calde e più fredde dell'evento (°C).

Le brusche variazioni di temperatura sono chiaramente visibili anche nelle successive figure 5.2, 5.3 e 5.4 che ne riproducono l'andamento fra le ore centrali del 26 ottobre e quelle di martedì 30, esse si riferiscono a dodici diverse località distinte per quota e settore geografico.

Dopo il passaggio del fronte freddo le temperature si sono gradualmente rialzate attestandosi per diversi giorni su valori relativamente miti e con poca escursione termica giornaliera a causa, come già più volte detto, della persistenza di cielo prevalentemente coperto con precipitazioni intermittenenti da deboli a moderate.

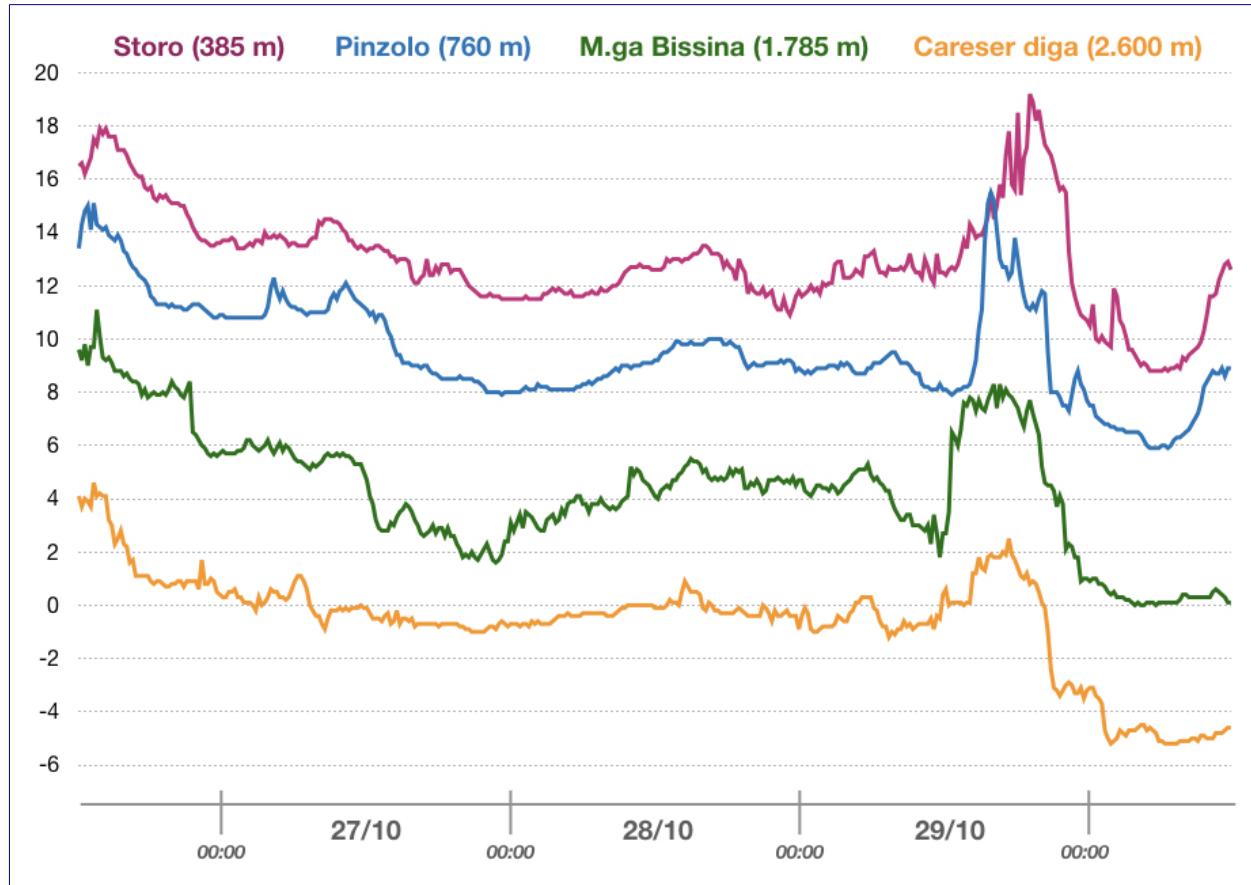


Figura 5.2: Temperature (°C) rilevate a diverse quote nel settore occidentale del Trentino.

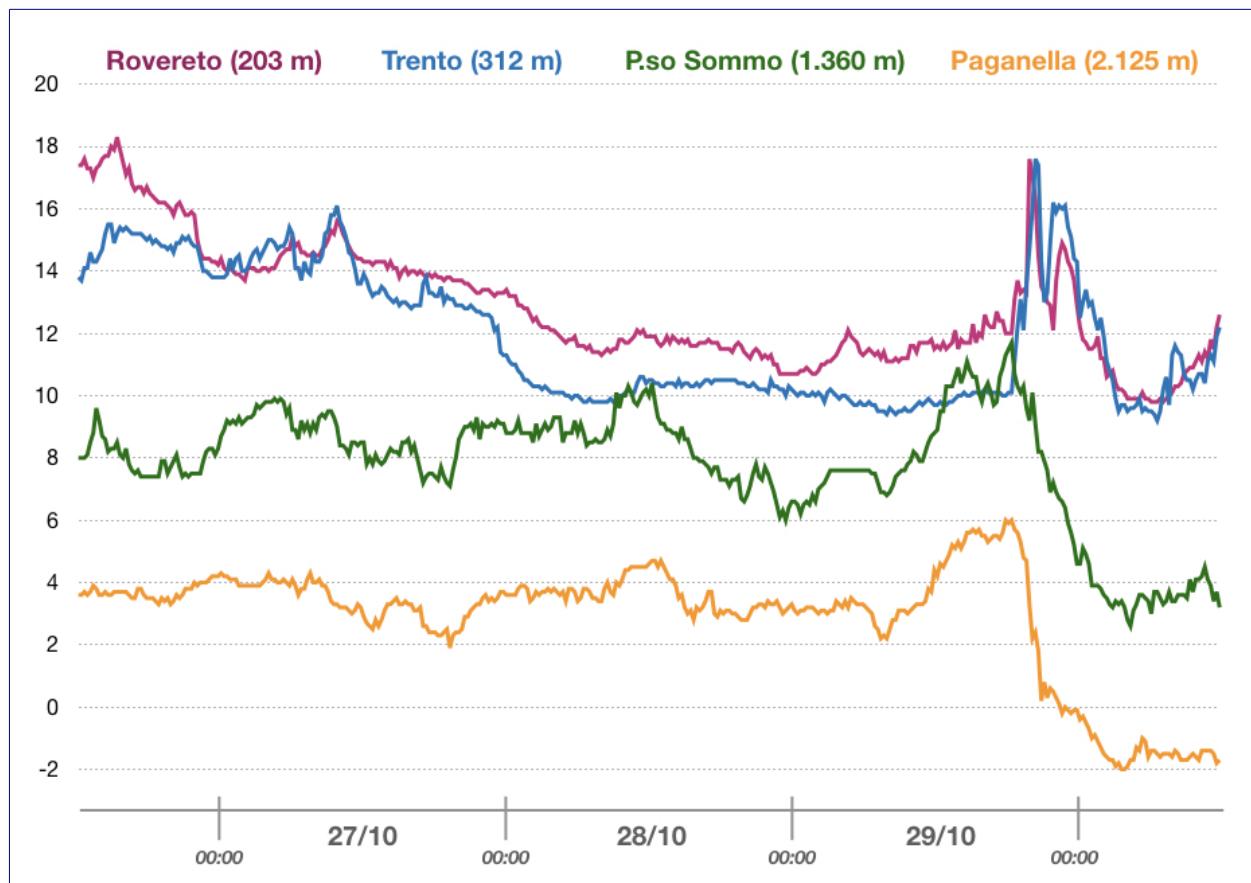


Figura 5.3: Temperature (°C) rilevate a diverse quote nel settore centrale del Trentino.

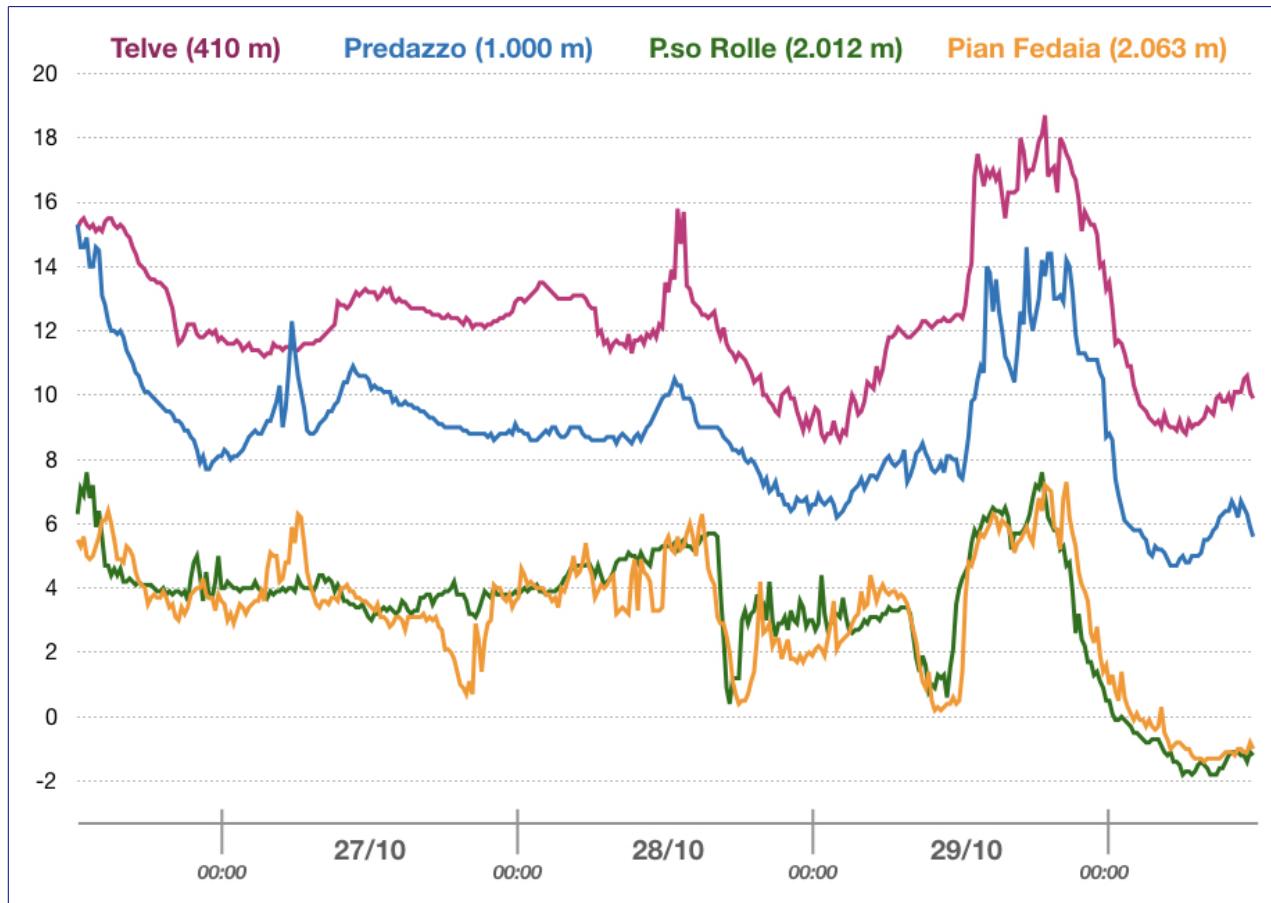


Figura 5.4: Temperature ($^{\circ}\text{C}$) rilevate a diverse quote nel settore orientale del Trentino.

6. Precedenti storici e conclusioni

Ogni evento meteorologico fa un po' storia a sè per via delle numerose variabili, sia atmosferiche che terrestri, che inevitabilmente entrano in gioco sia durante la genesi che nelle dinamiche di manifestazione; così ad esempio due eventi con pari quantità di pioggia possono avere effetti anche molto diversi in base alla reciproca durata o se ad esempio hanno fase più intensa all'inizio, a metà o alla fine, o ancora in relazione alla presenza, durata e cronologia di temporanee attenuazioni/cessazioni; è inoltre rilevante per la caratterizzazione delle precipitazioni anche l'andamento delle temperature e della ventosità.

L'evento del 27-29 ottobre 2018 si è contraddistinto per la concatenazione di due diverse fasi intervallate da una pausa di circa 8-10 ore che ha separato le prime 48 ore del fronte caldo dalle successive 12 di quello freddo; essendo stati entrambi i fronti particolarmente ricchi di umidità e conseguenti precipitazioni, tanto da configurarsi anche singolarmente come eventi molto intensi, hanno conferito all'insieme dell'evento una rilevanza assolutamente eccezionale.

Per averne conto basti esaminare la seguente tabella dove sono riportate le massime piogge cadute in 3 giorni negli ultimi 150 anni. Va tenuto presente al riguardo che storicamente era disponibile un minor numero di stazioni rispetto ad oggi (per il 1882 abbiamo conto di sole 11 località) e che il loro funzionamento era manuale con registrazione del dato solo ogni 24 ore (a fronte dei 5 minuti delle attuali stazioni automatiche).

Anno	Periodo (3 gg)	n. stazioni disponibili	Pioggia mediamente caduta (mm/72h)
2018	27-29 ottobre	97	273,8
1882	15-17 settembre	11	232,6
1926	15-17 maggio	47	196,1
1966	4-6 novembre	59	185,1
2014	5-7 novembre	94	184,9
1992	4-6 ottobre	95	179,9
1959	28-30 ottobre	59	149,7
1942	26-28 settembre	54	148,1
1965	1-3 settembre	64	147,6
2002	15-17 novembre	87	147,4
1986	30 gen – 1 feb	90	146,0
1960	17-19 settembre	67	144,5
1925	14-16 febbraio	45	134,4
2007	23-25 novembre	68	125,5

Come è normale attendersi per le caratteristiche climatiche della catena alpina, si tratta per lo più di eventi autunnali, eccezione fatta per quello di maggio 1926 e per due fenomeni invernali (1925 e 1986) dovuti a intensi e miti flussi atmosferici meridionali.

E' interessante osservare in particolare che la quantità media di pioggia misurata quest'anno supera nettamente quella delle maggiori alluvioni storiche che si ricordano in Trentino (1882 e 1966); va tenuta presente al riguardo, oltre alla nettamente diversa base di dati disponibili, la citata specificità di ogni evento; in particolare sia le piogge del 1882 che quelle del 1996 sono state accompagnate da un marcato rialzo termico che ha indotto la fusione di neve depositata in quota nei giorni precedenti.

Ne sono conseguiti in molti corsi d'acqua livelli di portata superiori a quelli che la sola pioggia avrebbe indotto, con conseguenti fenomeni alluvionali che hanno coinvolto moltissimi torrenti ed i principali fiumi, tra cui anche l'Adige a Trento.

E' necessario considerare che l'esondazione dei corsi d'acqua minori dipende spesso da eventi localizzati (ad esempio violenti temporali estivi) che spesso si verificano anche nell'ambito di ampie perturbazioni; la seguente tabella mostra ad esempio alcune località con valori storici superiori a quelli del 2018 (sempre per eventi di 3 giorni).

STAZIONE	Piogge 27-29 2018 (mm/72 h)	Precedenti storici superiori	
		mm/72 h	data
Terragnolo	304,2	376,4	4-6 ottobre 1992
Predazzo	302,6	332,8	4-6 novembre 1966
Folgaria	280,2	372,2 314,0	4-6 ottobre 1992 29-31 ottobre 1976
Cles	245,0	275,0	14-16 febbraio 1925
Telte (Pontarso)	226,2	275,0	4-6 ottobre 1992
Bieno	222,8	237,7 225,6	4-6 novembre 1966 15-17 maggio 1926
Ronchi di Ala	220,6	417,8 256,6 249,4 228,2	4-6 ottobre 1992 11-13 novembre 1958 26-28 ottobre 1953 13-15 gennaio 1978
Pejo	212,8	278,8 278,4	15-17 novembre 2002 15-17 settembre 1882
Val Cadino	204,8	241,5 208,2	4-6 novembre 1966 1-3 settembre 1965
Brentonico	194,4	214,0 204,2	23-25 novembre 2007 28-30 ottobre 1959
Passo Mendola	187,2	199,0	15-17 maggio 1926

STAZIONE	Piogge 27-29 2018 (mm/72 h)	Precedenti storici superiori	
Aldeno	175,8	246,8	26-28 settembre 1942
		218,0	4-6 ottobre 1992
		208,6	15-17 maggio 1926
		197,9	30 gen-1 feb 1986
		185,1	28-30 ottobre 1959
		177,1	7-9 agosto 1945
Rovereto	170,2	253,8	15-17 settembre 1882
		221,2	31 gen-2 feb 1986
Ala	169,0	221,3	15-17 settembre 1882

In particolare per Ronchi di Ala e Folgaria si riscontrano superiorità storiche decisamente notevoli.

Tornando all'evento del corrente anno, i circa **275 mm** di pioggia mediamente caduti in 3 giorni su tutto il Trentino (con 40 stazioni che li hanno superati, arrivando localmente anche oltre i 600 mm – vedi allegato I) hanno messo a dura prova gli equilibri idrogeologici del territorio, che infatti in alcune località sono saltati, con conseguenze anche estreme. In molte altre situazioni l'onda d'urto è stata invece ben assorbita senza conseguenze negative.

L'ulteriore elemento che ha caratterizzato l'evento in esame è stato indubbiamente il forte vento che ha imperversato il Trentino con manifestazioni particolarmente violente soprattutto al passaggio del fronte freddo il 29 ottobre.

Sia le raffiche istantanee che le velocità medie sono risultate decisamente eccezionali, superando in molte località, anche abbondantemente, i massimi valori storici conosciuti (tenendo in ogni caso presente che per il vento le serie storiche sono molto più limitate rispetto alle piogge).

La particolare violenza del vento è dipesa dagli elevati gradienti barici (differenze di pressione) che si sono instaurati sia in quota che in valle; le masse d'aria si sono quindi spostate con inusuale velocità ed hanno poi in molti casi subito un'ulteriore accelerazione nelle vallate a causa della conformazione morfologica del territorio (restringimenti e curvature). Il tutto ha provocato in molte aree devastazioni forestali senza precedenti.

Dalle rilevazioni effettuate è possibile classificare i venti più intensi del 29 ottobre come “*tempesta*” (grado 10 della scala Beaufort), avendo raggiunto verso sera a Passo Manghen una velocità media su dieci minuti di **90 km/h**; sono invece ovviamente state più violente le raffiche istantanee che hanno raggiunto nella stessa località i **191 km/h** (in allegato IV i dati di molte altre stazioni).

La tabella che segue illustra le raffiche di vento più intense del 29 ottobre scorso in rapporto ai massimi storici misurati (che contrariamente all'attuale flusso meridionale sono quasi sempre stati provocati dal *Foehn* proveniente da nord), si può facilmente notare la netta prevalenza di quanto successo quest'anno.

STAZIONE	quota (m)	Max raffica 29-10-2018 (km/h)	Massime raffiche precedenti	
			km/h	data
Passo Manghen	2.035	191,5	153,7	09 feb 2015
			142,6	08 feb 2015
			136,4	10 gen 2015
Passo Tonale	1.875	142,9	129,6	17 mag 2013
			128,2	1 ott 2000
			127,8	15 set 2001
Monte Bondone	1.490	141,1	109,4	16 nov 2002
			99,4	20 set 2000
			90,0	30 ott 2018
Passo Rolle	2.012	138,2	127,4	06 gen 2012
			120,6	24 ott 2018
			118,1	10 gen 2015
Tremalzo	1.560	133,9	97,9	12 gen 2015
			84,2	20 mar 2007
			83,2	01 nov 2003
Torbole	90	121,0	136,8	06 ago 2017
			132,8	10 dic 2017
			121,0	29 ott 2018
Careser (Diga)	2.600	120,6	141,1	10 gen 2015
			140,8	27 mar 2015
			139,0	03 feb 2013
Pian delle Fugazze	1.170	120,2	93,2	03 nov 2013
			88,2	15 nov 2014
			85,3	16 mag 2013

A livello generale in Trentino i fenomeni di pioggia e vento verificatisi tra il 27 e il 29 ottobre 2018 sono stati assolutamente eccezionali ed hanno superato i precedenti storici conosciuti, pur con le ovvie eccezioni individuabili a scala locale.

Trento, 16 novembre 2018

Alberto Trenti

Hanno contribuito all'analisi degli eventi

Andrea Piazza, Elvio Panettieri, Marta Pendesini e Marco Gadotti

ALLEGATO I

*Piogge complessive nei 3 + 9 giorni di precipitazione (27/10 - 7/11 2018)
(valori in mm, per totale decrescente)*

STAZIONE METEO	CUMULATA 3 gg (27-29 ott)	CUMULATA 9 gg (30 ott - 7 nov)	TOTALE 12 gg (27 ott - 7 nov)
Passo Pian delle Fugazze	627,4	396,2	1023,6
Passo Cereda	604,6	126,8	731,4
Val Noana	514,6	132,0	646,6
Lavarone	421,6	166,6	588,2
Passo Sommo	407,4	164,8	572,2
Ziano di Fiemme (Malga Sadole)	404,8	167,0	571,8
Grigno (Barricata)	363,0	156,0	519,0
Vallarsa	325,8	186,4	512,2
Centa San Nicolò	375,8	135,2	511,0
Tremalzo	381,8	113,2	495,0
Daone (Malga Bissina)	347,8	142,6	490,4
Val D'Ambiez	328,6	160,6	489,2
Monte Grosté (Rifugio Graffer)	327,4	144,4	471,8
Passo Brocon	351,0	114,8	465,8
Caoria	352,8	106,8	459,6
Terragnolo	304,2	151,8	456,0
Passo Rolle	353,2	97,6	450,8
Levico Terme	342,4	108,0	450,4
Tonadico (Castelpietra)	360,6	89,0	449,6
Zuclo (Malga Casinot)	313,2	131,2	444,4
Pradalago (Rifugio Viviani)	352,0	89,4	441,4
Paganella Malga Terlago	315,0	116,2	431,2
Villa Rendena (Rifugio Gork)	318,0	109,8	427,8
Canal San Bovo	337,8	89,8	427,6
Pian Fedaia	339,6	88,0	427,6
Mezzano	351,0	75,4	426,4
Bresimo (Malga Bordolona)	312,2	114,0	426,2
San Martino di Castrozza	331,4	91,4	422,8
Vermiglio (Capanna Presena)	207,0	205,6	412,6
Folgaria	280,2	129,8	410,0
Daone (Pracul)	308,2	101,4	409,6
Viote del Bondone	263,0	133,0	396,0
Passo Valles	305,4	90,2	395,6
Val di Breguzzo (Ponte Arnò)	293,6	99,6	393,2
Forte d'Ampola	289,4	99,8	389,2
Cermis	310,6	74,6	385,2

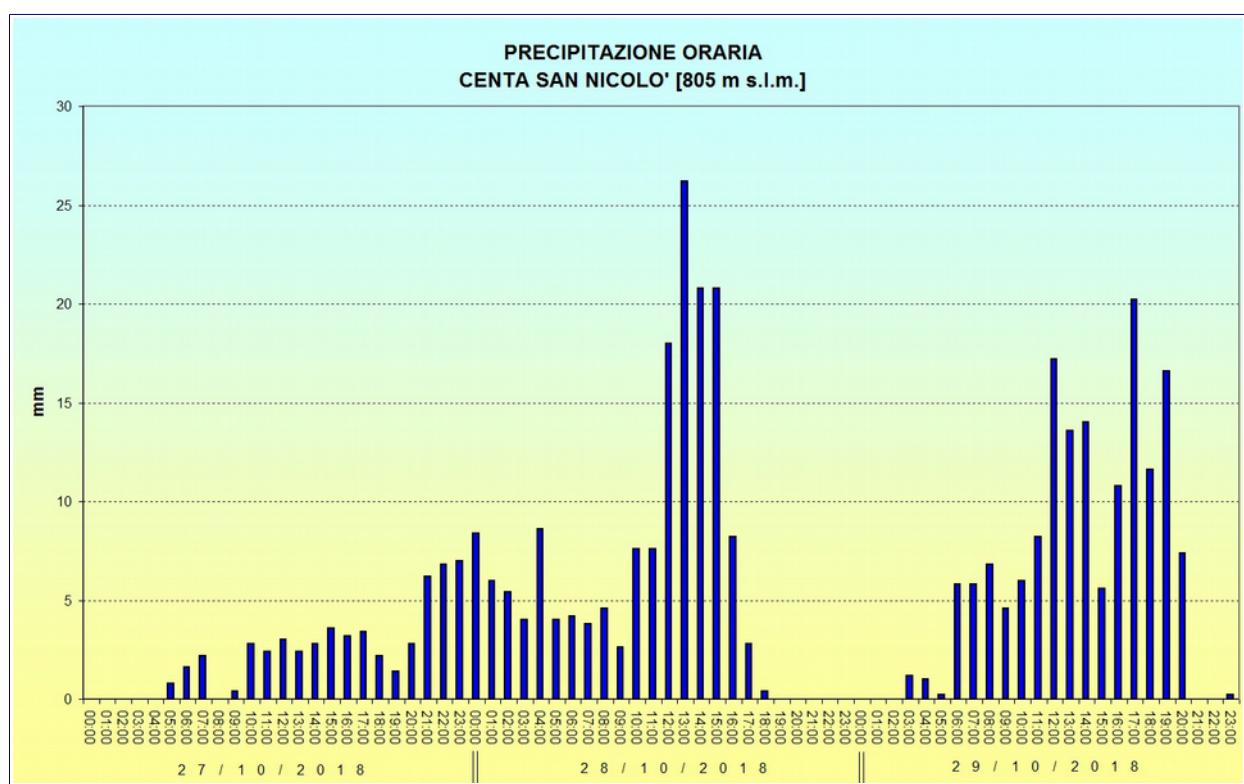
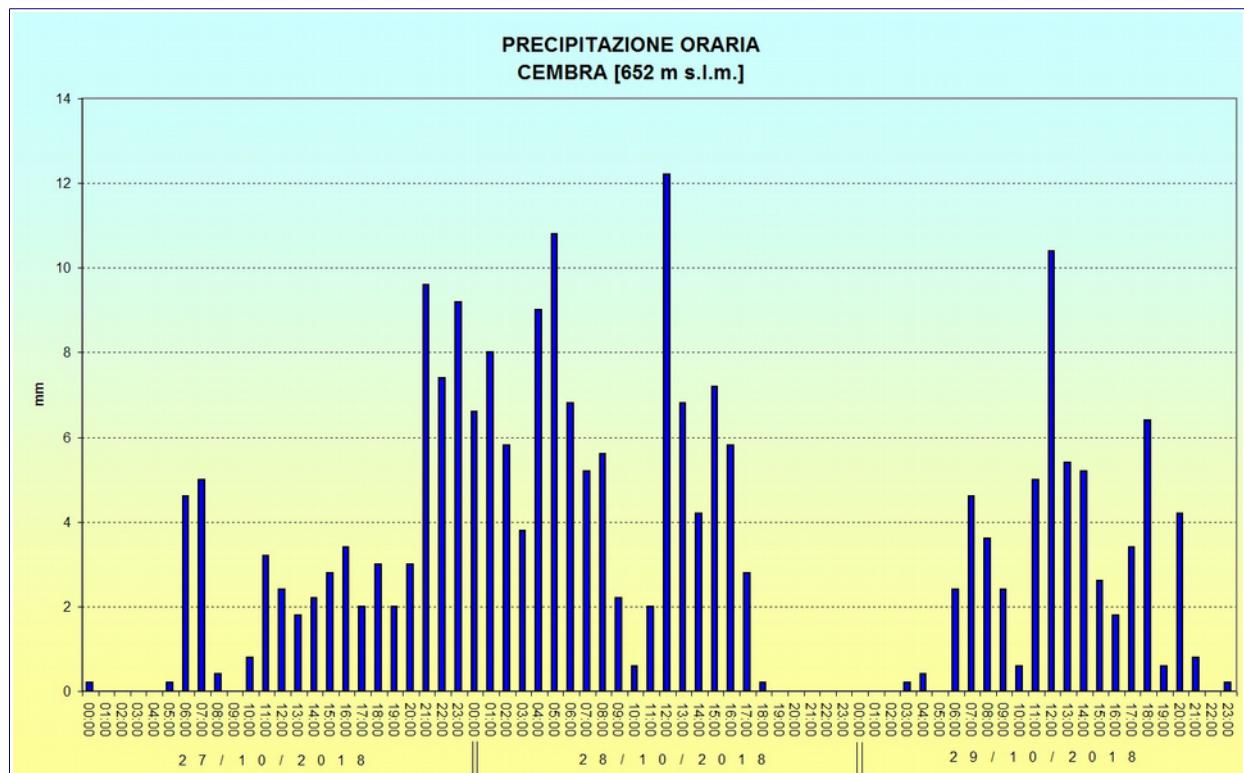
(segue)

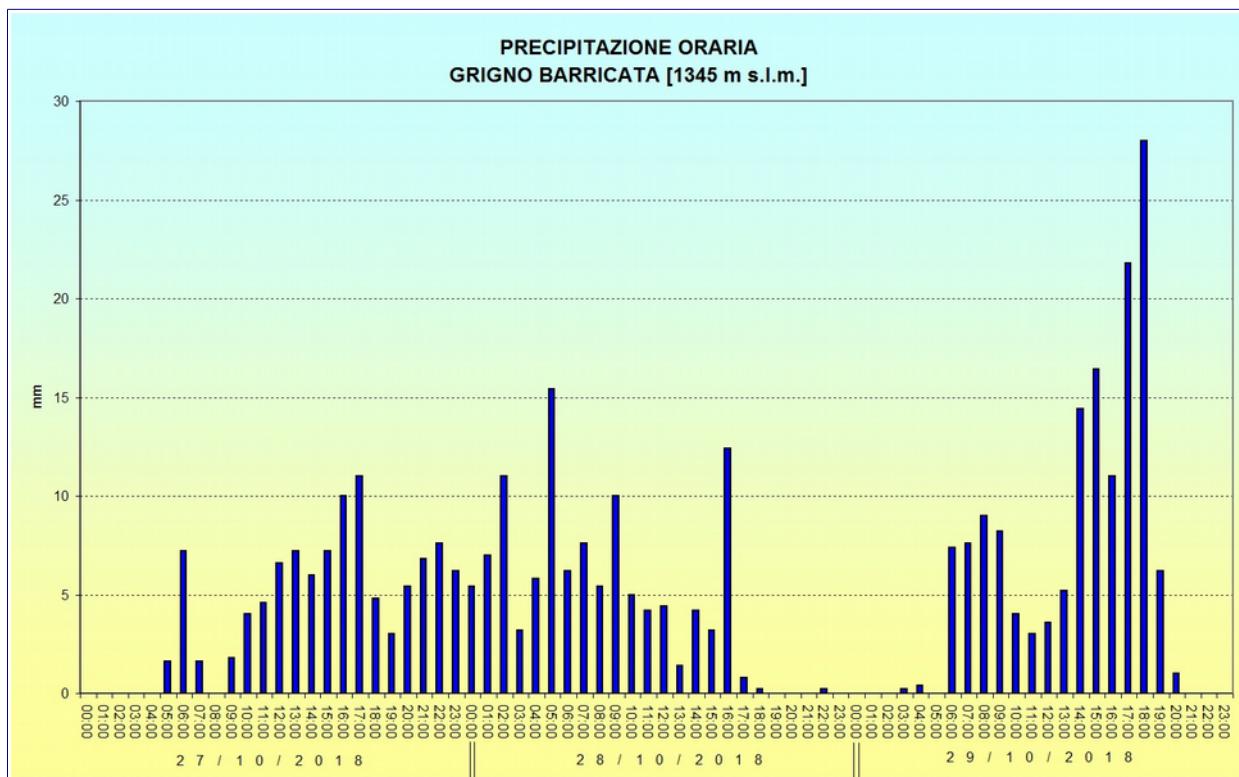
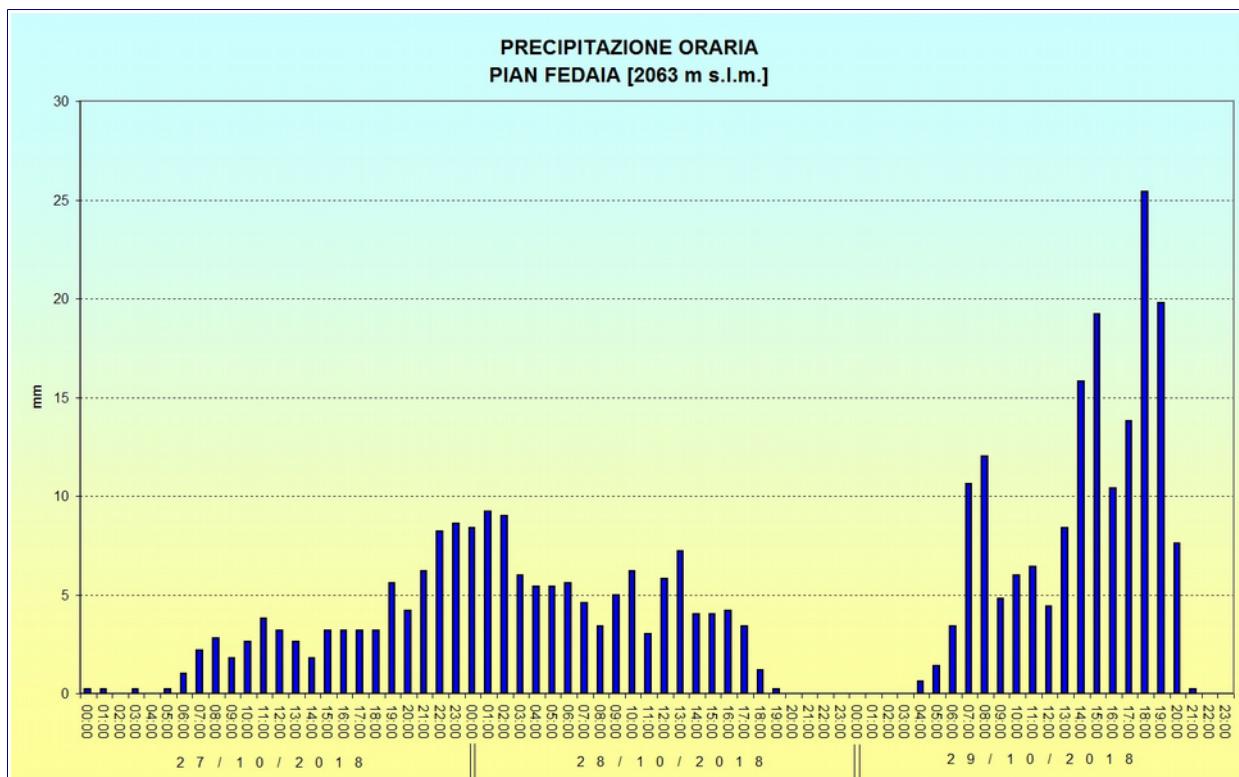
STAZIONE METEO	CUMULATA 3 gg (27-29 ott)	CUMULATA 9 gg (30 ott - 7 nov)	TOTALE 12 gg (27 ott - 7 nov)
Tione	301,2	83,4	384,6
Predazzo	302,6	71,6	374,2
Lago di Calaita	289,6	80,0	369,6
Storo	282,8	86,0	368,8
Spormaggiore	283,4	80,8	364,2
Pinzolo (Malga Zeledria)	277,2	82,0	359,2
Telve	272,4	86,8	359,2
Passo Tonale	260,8	96,8	357,6
Castelfondo (Malga Castrin)	244,8	109,8	354,6
Pinzolo	274,0	78,8	352,8
Rovereto (Malga Zugna)	239,8	106,0	345,8
Dos del Sabion (Monte Grual)	241,4	102,4	343,8
Pian Palù (Malga Giumella)	262,4	77,8	340,2
Grigno	231,4	101,0	332,4
Val Genova (Malga Caret)	231,8	99,8	331,6
Castello Tesino	242,4	88,6	331,0
Montagne	260,4	70,4	330,8
Bezzecca (Spessa)	262,6	65,8	328,4
Trento Aeroporto	234,2	92,4	326,6
Trento Galilei	226,2	98,4	324,6
Ronchi di Ala	220,6	104,0	324,6
Giustino	249,6	74,0	323,6
Mezzolombardo	247,6	75,0	322,6
Cles	245,0	74,2	319,2
Rumo	231,8	87,0	318,8
Molveno	252,4	64,8	317,2
Trento Laste	221,8	87,8	309,6
Pieve di Bono	234,6	75,0	309,6
Telve (Pontarso)	226,2	81,2	307,4
Bieno	222,8	84,4	307,2
Rabbi	216,8	88,8	305,6
Zambana	230,6	73,6	304,2
Pian Palù (Diga)	233,0	68,8	301,8
Mezzana	224,8	74,6	299,4
Paganella	218,8	78,8	297,6
Cembra	229,0	67,2	296,2
Trento Roncafort	220,4	74,8	295,2
Malé	225,6	65,6	291,2
Pejo	212,8	71,6	284,4
Mori (Loppio)	213,2	69,6	282,8

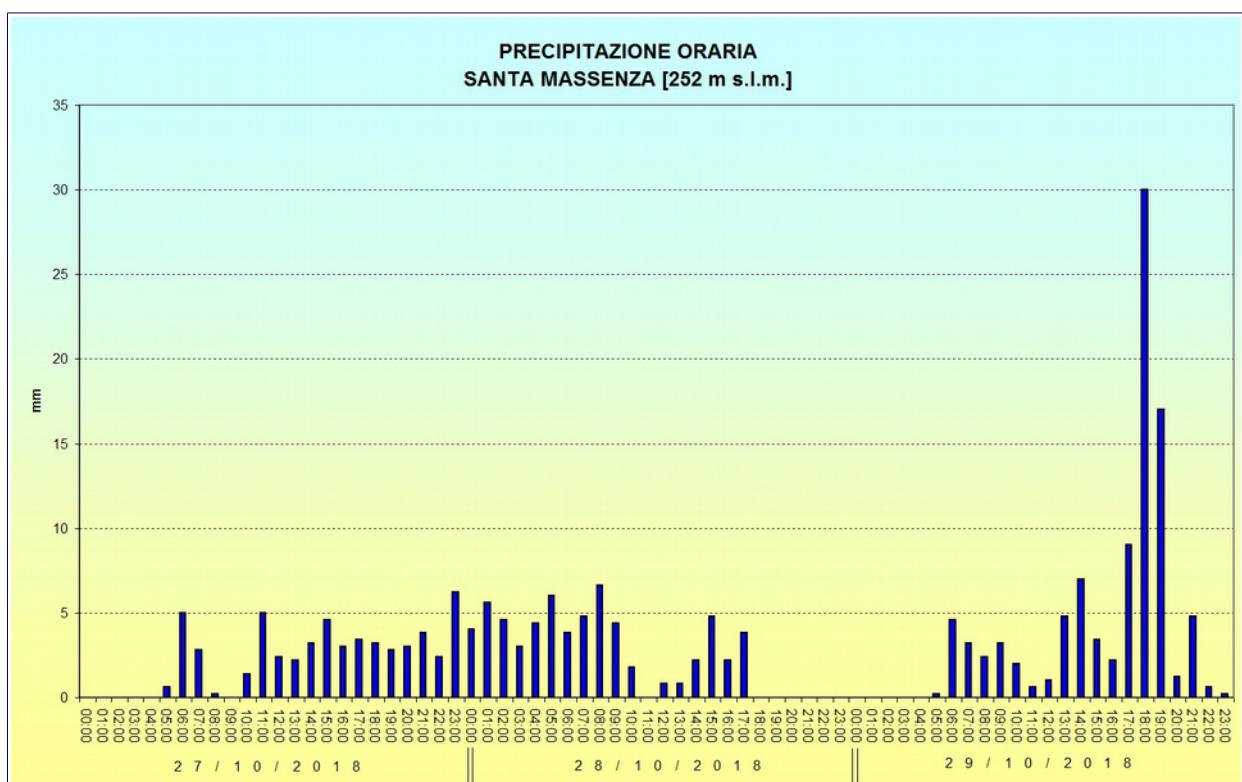
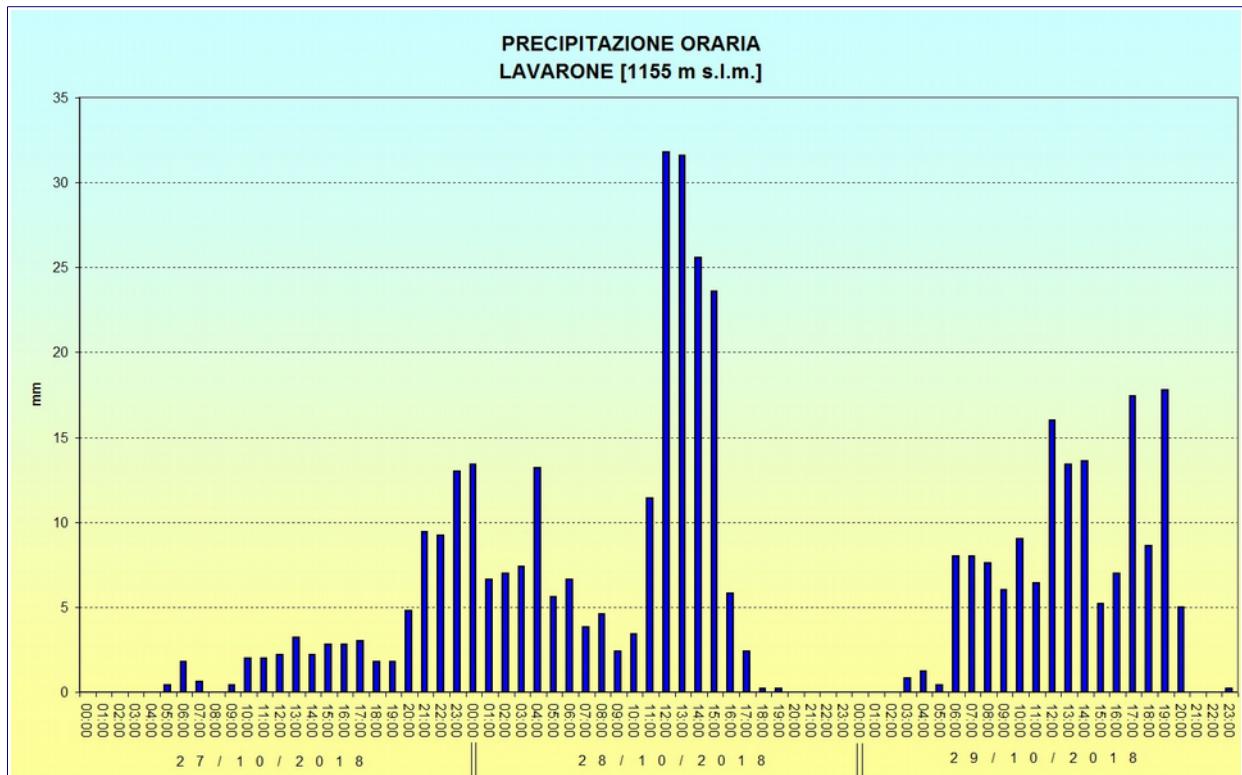
(segue)

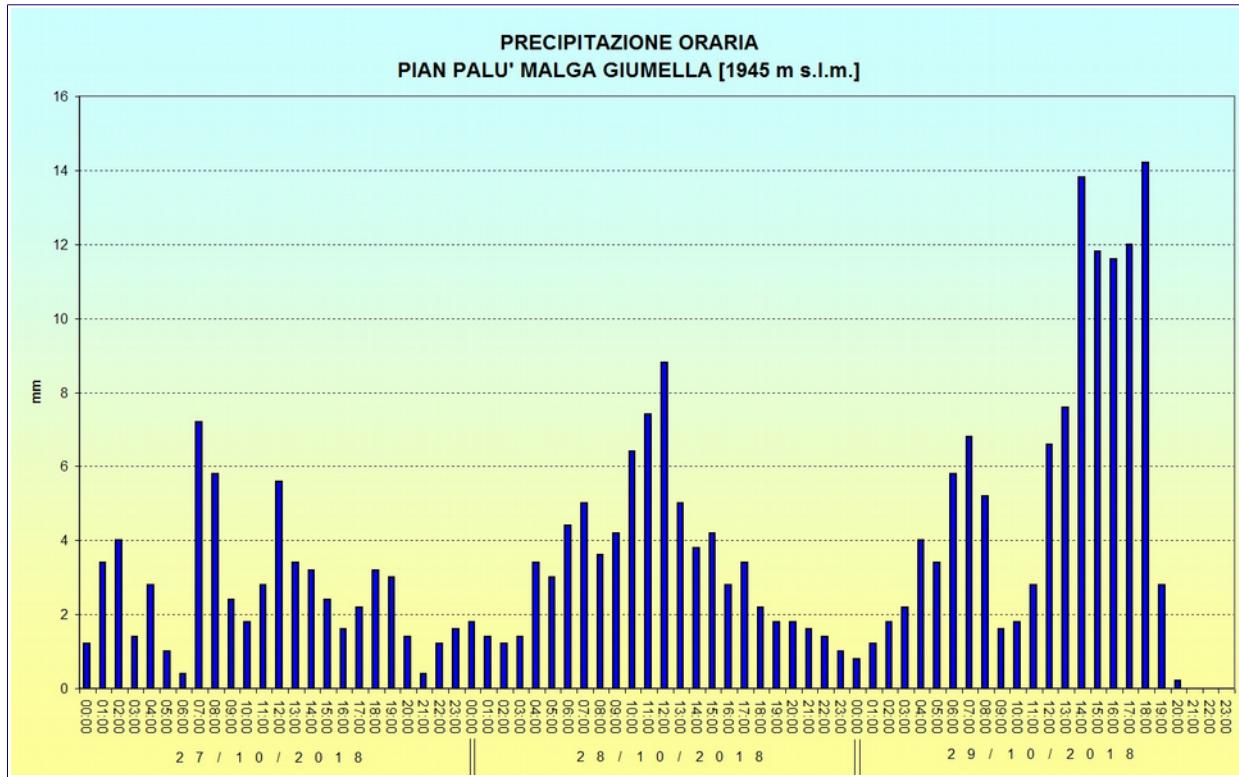
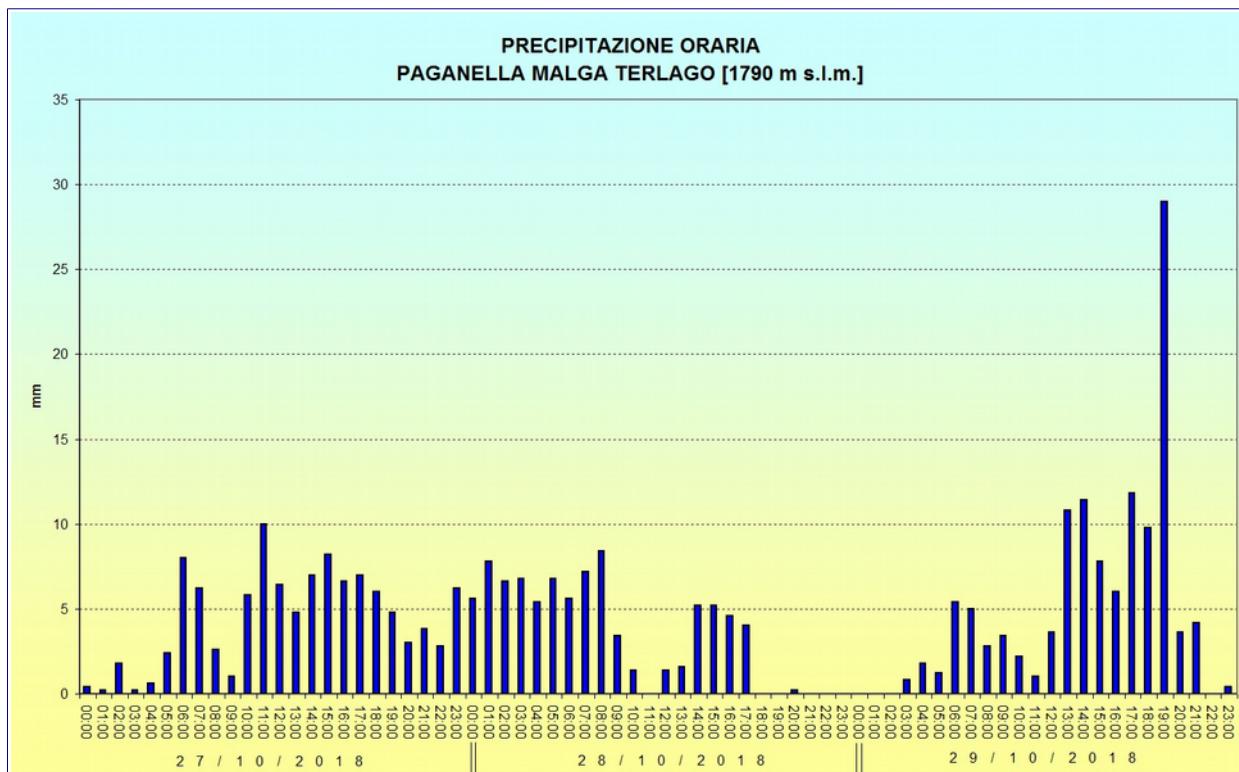
STAZIONE METEO	CUMULATA 3 gg (27-29 ott)	CUMULATA 9 gg (30 ott - 7 nov)	TOTALE 12 gg (27 ott - 7 nov)
Romeno	210,8	71,4	282,2
Tenno	215,8	62,4	278,2
San Lorenzo in Banale	211,8	65,4	277,2
Passo Costalunga	233,2	42,0	275,2
Brentonico	194,4	78,2	272,6
Campitello (Malga Do Col D'Aura)	225,0	45,6	270,6
Dro (Marocche)	210,2	51,6	261,8
Santa Massenza	216,2	44,4	260,6
Segonzano Gresta	204,6	52,4	257,0
Tres	189,6	65,6	255,2
Ala	169,0	80,4	249,4
Val Cadino	204,8	43,4	248,2
Aldeno	175,8	68,8	244,6
Moena (diga Pezzé)	197,8	44,2	242,0
Passo Mendola	187,2	54,6	241,8
Rovereto	170,2	62,8	233,0
Cavalese	193,8	38,6	232,4
Capriana	190,0	40,2	230,2
Vigo di Fassa (Stalon De Vael)	180,0	48,6	228,6
Torbole	182,2	46,2	228,4
Arco (Brutta gosto)	178,0	49,0	227,0
Canazei	169,8	39,2	209,0
MEDIA PROVINCIALE	273,8	93,8	367,6

ALLEGATO II
Pluviogrammi orari di alcune stazioni significative



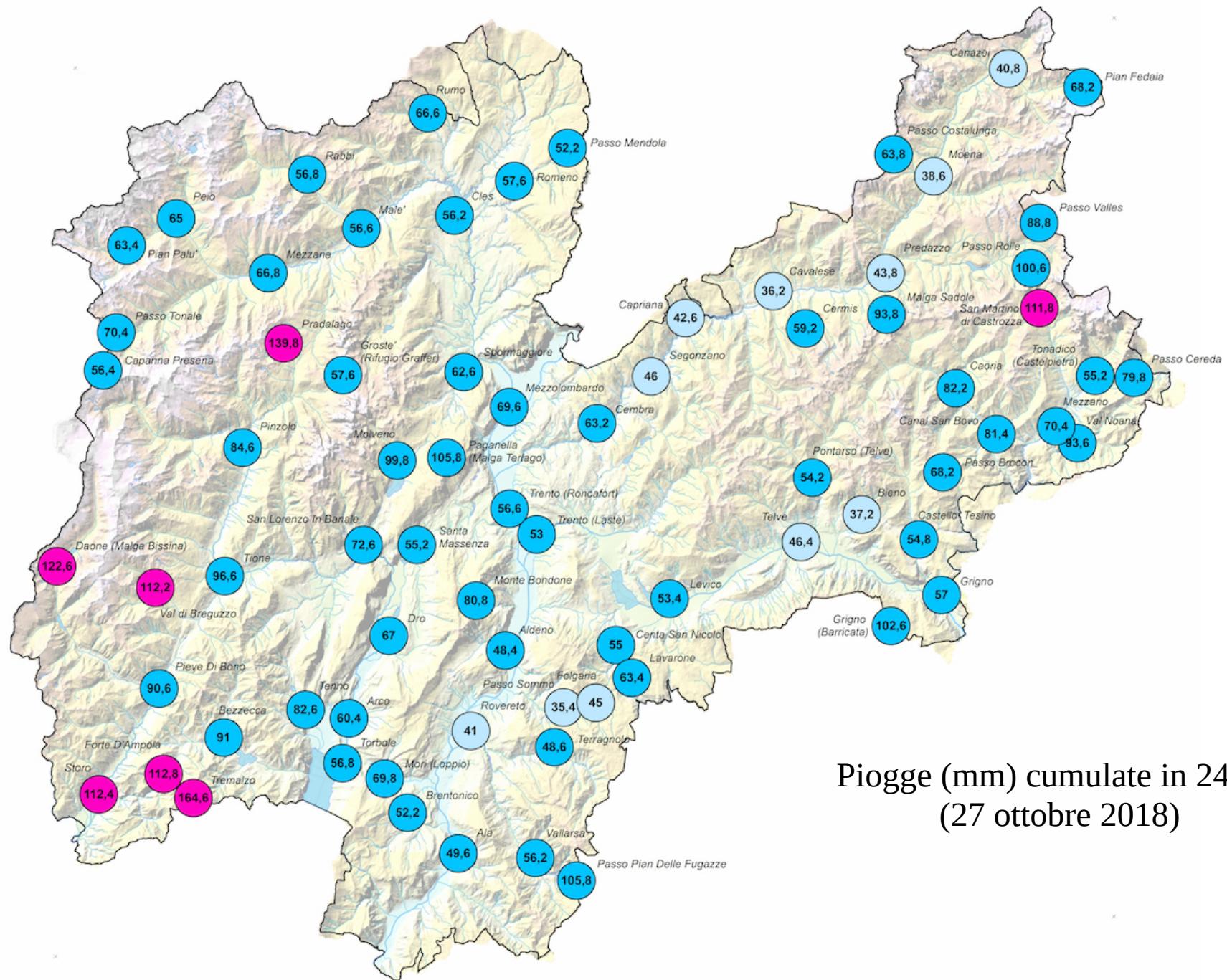




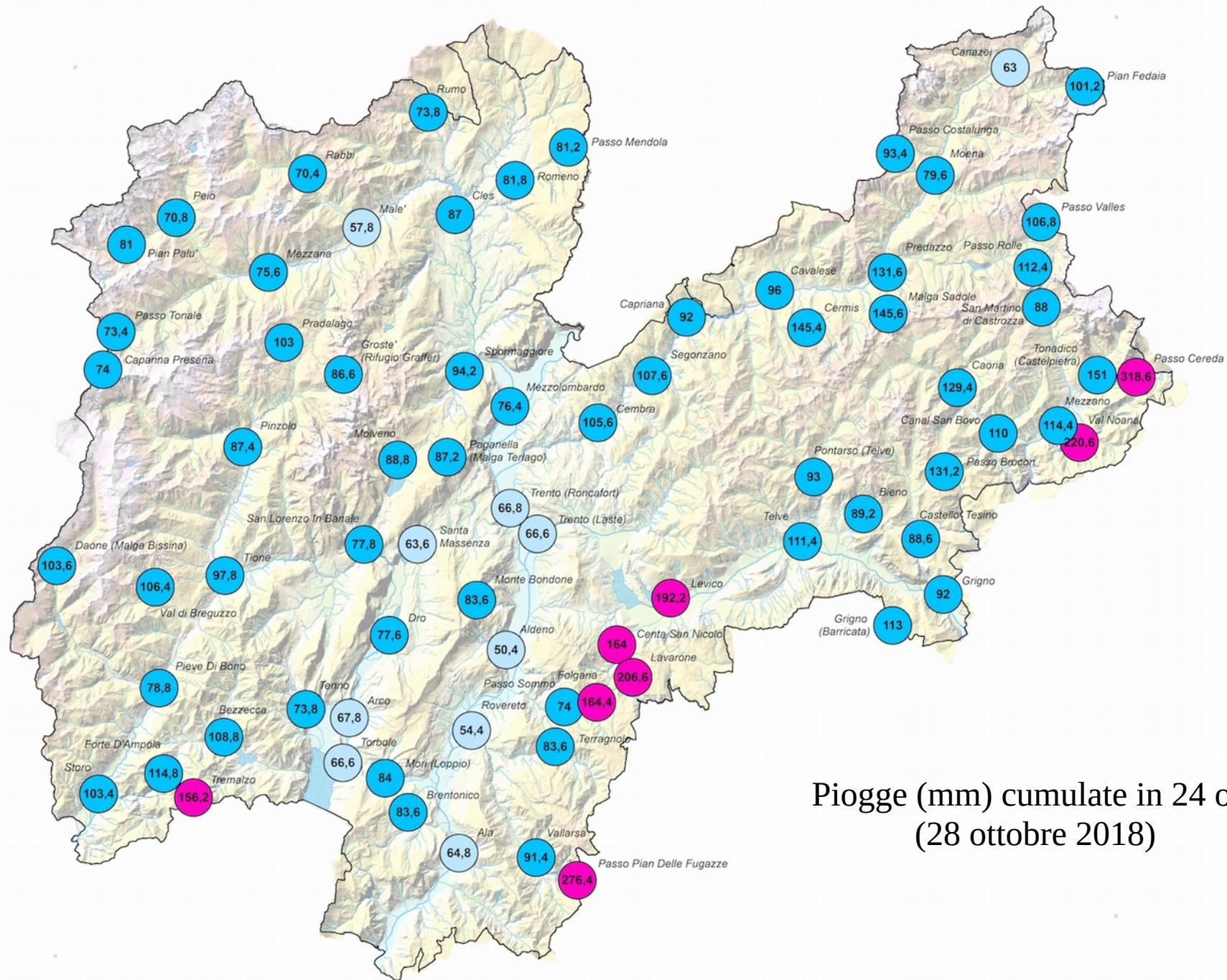


ALLEGATO III

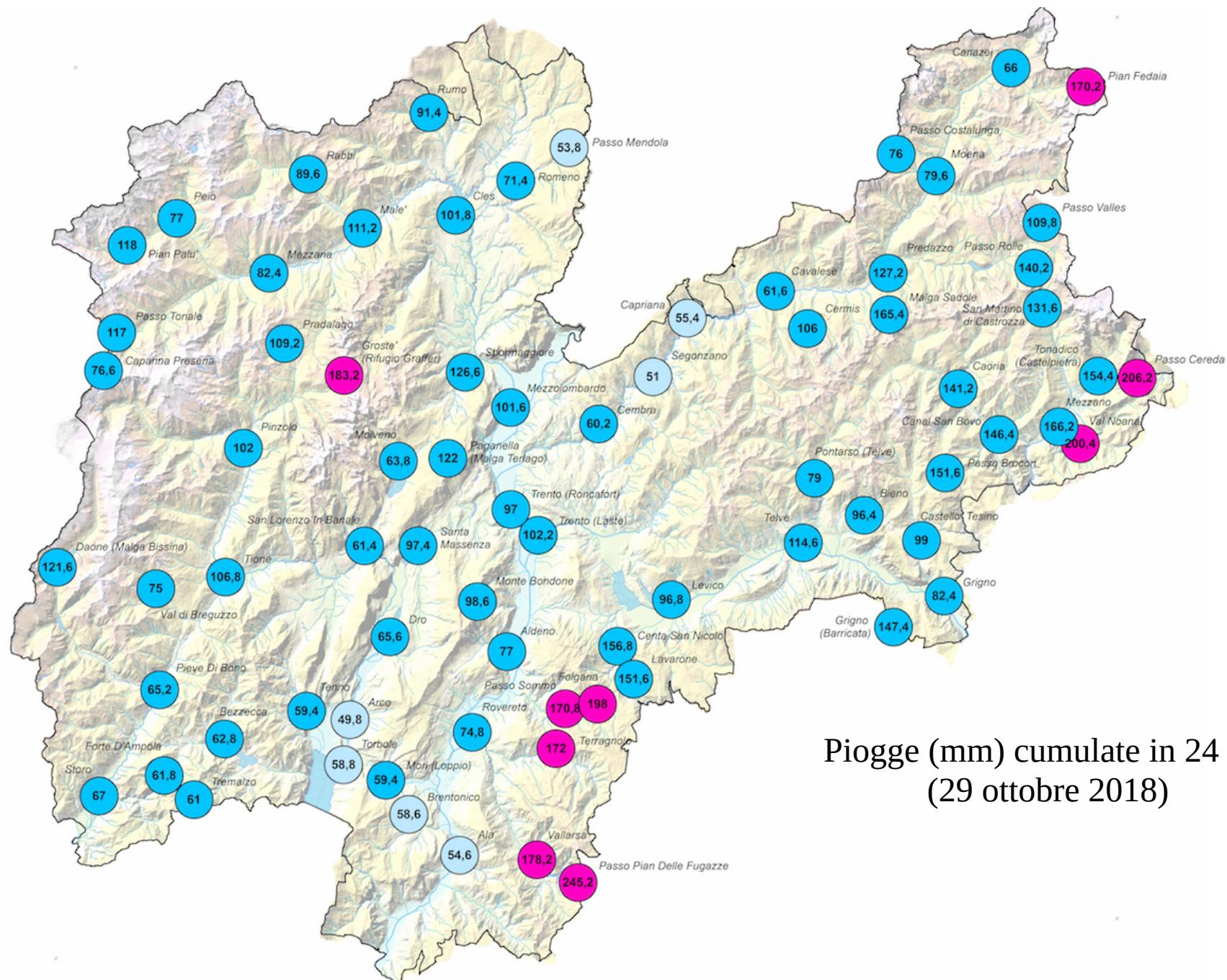
piogge giornaliere (mm) misurate presso 74 stazioni meteorologiche



Piogge (mm) cumulate in 24 ore
(27 ottobre 2018)



Piogge (mm) cumulate in 24 ore
(28 ottobre 2018)



Piogge (mm) cumulate in 24 ore
(29 ottobre 2018)

ALLEGATO IV - Raffiche di vento più intense registrate in 40 località

<i>stazione</i>	<i>quota (m)</i>	<i>Max raffica (km/h)</i>
Passo Manghen	2.035	191,5
Passo Tonale	1.875	142,9
Viote del Bondone	1.490	141,1
Passo Rolle	2.012	138,2
Tremalzo	1.560	133,9
Malè (Bivacco Marinelli)	2.100	127,4
Torbole	90	121,0
Careser (Diga)	2.600	120,6
Passo Pian delle Fugazze	1.170	120,2
Vermiglio (Capanna Presena)	2.735	119,9
Passo Sommo	1.360	112,3
Passo Brocon	1.610	106,6
Daone (Malga Bissina)	1.785	104,8
Caoria	803	97,9
Castello Tesino	801	94,3
Peio	1.585	93,2
Canazei	1.465	91,1
Rovereto (Malga Zugna)	1.620	90,7
San Martino di Castrozza	1.470	90,4
Ronchi di Ala	692	88,6
San Lorenzo in Banale	685	84,2
Dos del Sabion (Monte Grual)	1.899	83,2
Cembra	652	82,4
Paganella (Malga Terlago)	1.790	81,4
Dro (Marocche)	282	81,0
Cavalese	958	80,3
Levico Terme	502	80,3
Mezzano	640	79,9
Tione	533	79,9
Passo Valles	2.032	78,8
Trento Laste	312	75,6
Rabbi	1.132	74,5
Grigno	238	66,6
Val Genova (Malga Caret)	1.418	64,4
Trento Roncafort	255	54,0
Rumo	1.100	52,2
Aldeno	182	51,5
Pinzolo	760	47,9
Malè	720	47,2
Rovereto	203	42,5