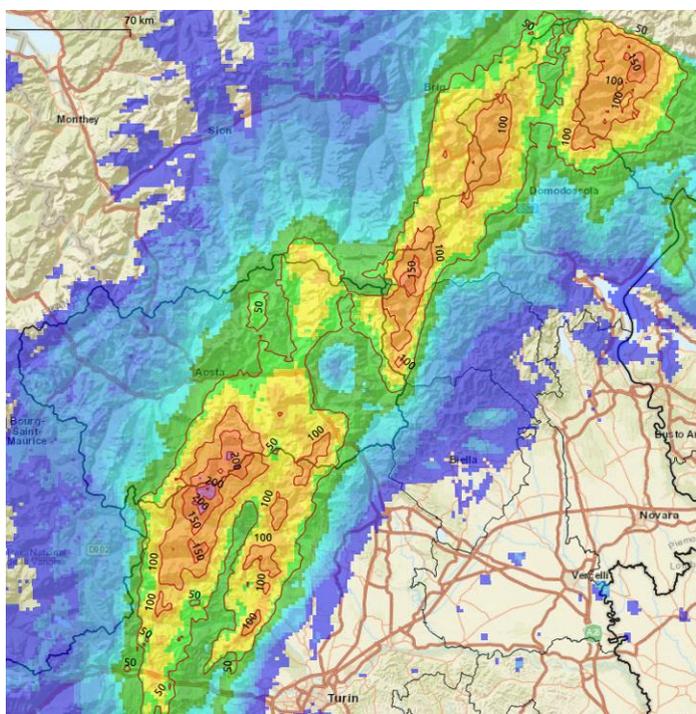


RAPPORTO EVENTO 29-30 giugno 2024

Aggiornamento settembre 2024



A cura del
Dipartimento Rischi Naturali e Ambientali

Torino, 19 settembre 2024

SOMMARIO

INTRODUZIONE	1
ANALISI METEOROLOGICA	2
ANALISI PLUVIOMETRICA	15
ANALISI IDROMETRICA	26
EFFETTI AL SUOLO	30
ATTIVITA' DEL CENTRO FUNZIONALE	67

In copertina: a sinistra precipitazione cumulata giornaliera del 29 e del 30 giugno 2024 in mm e stimata dai sistemi radarmeteorologici e corretta con i pluviometri della rete meteoidrografica regionale, a destra grandine grossa o gigante caduta nella zona tra Forno Canavese, Rivara, Castellamonte e Cuornè in provincia di Torino (fonte Pretemp).

INTRODUZIONE

Nel corso della giornata di sabato 29 giugno 2024, una circolazione depressionaria in arrivo dalla Penisola Iberica ha eroso il bordo occidentale di un promontorio di alta pressione nordafricana che si estendeva su tutta la penisola italiana e che, fino ad allora, stava determinando condizioni in gran parte stabili, con temperature massime che in pianura erano state localmente sui 32-34 °C nella giornata precedente. L'evoluzione a scala sinottica ha determinato un marcato aumento dell'instabilità atmosferica a partire dalle ore centrali, causata dalla decisa intensificazione delle correnti in quota dai quadranti sudoccidentali e, negli strati più bassi dell'atmosfera, prevalentemente da sud-sudest, in concomitanza ad infiltrazioni di aria più fresca in quota. I fenomeni più persistenti hanno interessato le zone di media e bassa valle nordoccidentali e settentrionali della regione e la fascia pedemontana adiacente, per interazione dei flussi instabili con l'orografia. La rigenerazione dei temporali è avvenuta per più ore sulle stesse zone, anche a causa dalla presenza del promontorio di alta pressione ad est che non ha favorito un movimento più rapido del sistema perturbato.

Precipitazioni abbondanti si sono verificate sulla fascia alpina soprattutto tra Alpi Graie e Lepontine. In particolare, sono stati registrati valori di pioggia cumulata anche superiori ai 150 mm nelle valli di Lanzo, in valle Orco e in valle Anzasca. Nella stazione di Noasca (TO) i valori massimi cumulati su 1, 3 e 6 ore corrispondono a tempi di ritorno di oltre 200 anni. Anche le precipitazioni registrate presso la stazione di Alpe Veglia (VB) risultano statisticamente significative: i valori massimi cumulati per le durate di 3 e 6 ore corrispondono rispettivamente a tempi di ritorno di 100 e 200 anni.

I primi consistenti innalzamenti dei corsi d'acqua si sono verificati nelle valli di Lanzo nella serata di sabato: la Stura di Valgrande a Cantoira (TO) e la Stura di Lanzo a Mezenile (TO) hanno superato repentinamente la soglia di pericolo raggiungendo il colmo alle 19:00 UTC (21:00 locali). Nelle stesse ore, il torrente Orco ha superato il livello di pericolo in corrispondenza della sezione di Spineto (TO). A valle, il colmo di piena del torrente è transitato a San Benigno (TO) nelle prime ore di domenica, raggiungendo la soglia di guardia. A seguito delle forti precipitazioni che hanno interessato la Valle d'Aosta, la Dora Baltea a Tavagnasco (TO) ha superato il livello di guardia nelle prime ore di domenica, raggiungendo il colmo di piena alle 2:30 UTC (4:30 locali).

Nella notte tra sabato e domenica anche nel Verbano ci sono stati importanti innalzamenti dei corsi d'acqua del reticolo secondario: a San Carlo (VB), il torrente Anza ha superato il livello di pericolo alle 20:30 UTC di sabato ed è tornato sotto il livello di guardia nella tarda mattinata di domenica. Anche il torrente Ovesca a Villadossola (VB) ha superato la soglia di pericolo, raggiungendo il colmo alle 00:00 UTC (2:00 locali) di domenica. Nelle stesse ore, il Toce a Domodossola (VB) ha raggiunto il livello di guardia. Tutti i contributi sono defluiti alla chiusura del bacino del Toce, dove il colmo di piena ordinaria è transitato a Candoglia (VB) alle 4:00 UTC (6:00 locali) di domenica, determinando anche un incremento del livello del Lago Maggiore. Quest'ultimo si è mantenuto al di sotto della soglia di guardia e ha registrato presso la stazione di Pallanza (VB) il livello massimo di 4,7 metri alle 17:00 UTC (19:00 locali) di domenica. Le piogge intense hanno anche determinato l'attivazione di diversi dissesti. Le zone più colpite sono state quelle comprese tra le Valli di Lanzo, le valli Orco e Soana in provincia di Torino; le valli Anzasca, Sesia e Devero nel nord Piemonte.

Il presente documento riporta un'analisi delle condizioni meteorologiche, delle osservazioni del sistema di monitoraggio meteoidrografico di Arpa Piemonte e dei rilievi effettuati dal personale dell'Agenzia.

ANALISI METEOROLOGICA

Nelle giornate immediatamente precedenti a sabato 29 giugno, un promontorio di alta pressione di matrice nordafricana si è esteso sul Mar Mediterraneo fino all'Europa centrale. Ciò ha favorito il prevalere di condizioni stabili sulla nostra regione, con temperature massime, per la prima volta durante questa prima parte di stagione estiva, quasi ovunque al di sopra dei 30 °C in pianura e con punte di 32-34 °C. La quota dello zero termico si è portata oltre i 4500 m nella giornata di venerdì 28 giugno.

Nel corso della giornata di sabato 29 giugno, una circolazione depressionaria centrata tra la Spagna e le Baleari è risalita progressivamente sulla Francia orientale e le regioni alpine occidentali, richiamata dalla depressione principale presente sul nord-Europa, erodendo così il bordo più occidentale del campo di alta pressione (Figura 1).

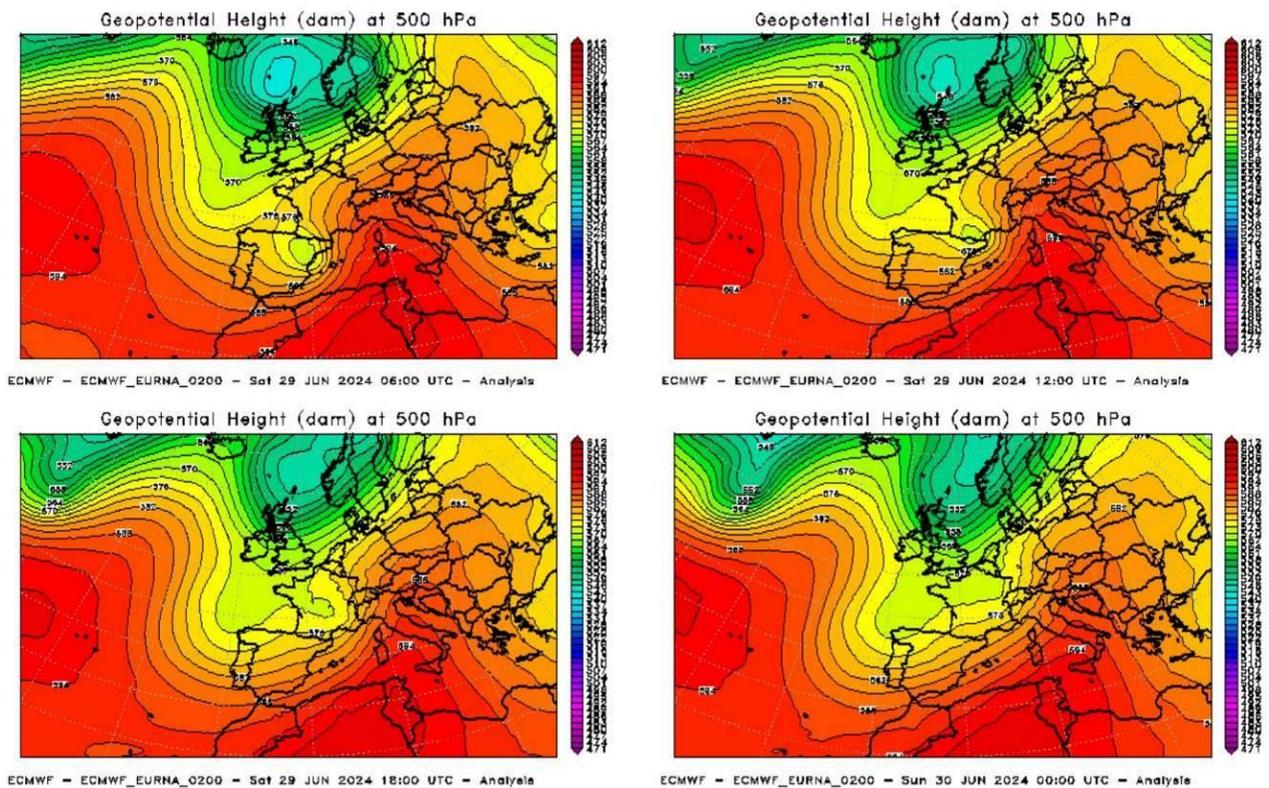


Figura 1 - Andamento dell'altezza di geopotenziale a 500 hPa (circa 5500 m) ogni 6 ore per la giornata di sabato 29 giugno 2024. Elaborazione di ARPA Piemonte su dati ECMWF

Il satellite geostazionario Meteosat ci mostra (Figura 2) l'avvicinamento del fronte e del minimo barico descritto dalla Figura 1: si nota infatti lo sviluppo della nuvolosità cumuliforme e, con il colore fucsia, si nota anche il trasporto di polvere proveniente dal Sahara, che progressivamente viene mascherata dalla nuvolosità sviluppatasi. Verso le ore 14 UTC dall'immagine in Figura 3 si nota la sommità tondeggiante (di colore bianco splendente) della *supercella* che ha determinato il picco di precipitazioni nel pomeriggio di sabato 29 sulla zona tra Alpi Graie e Pennine.

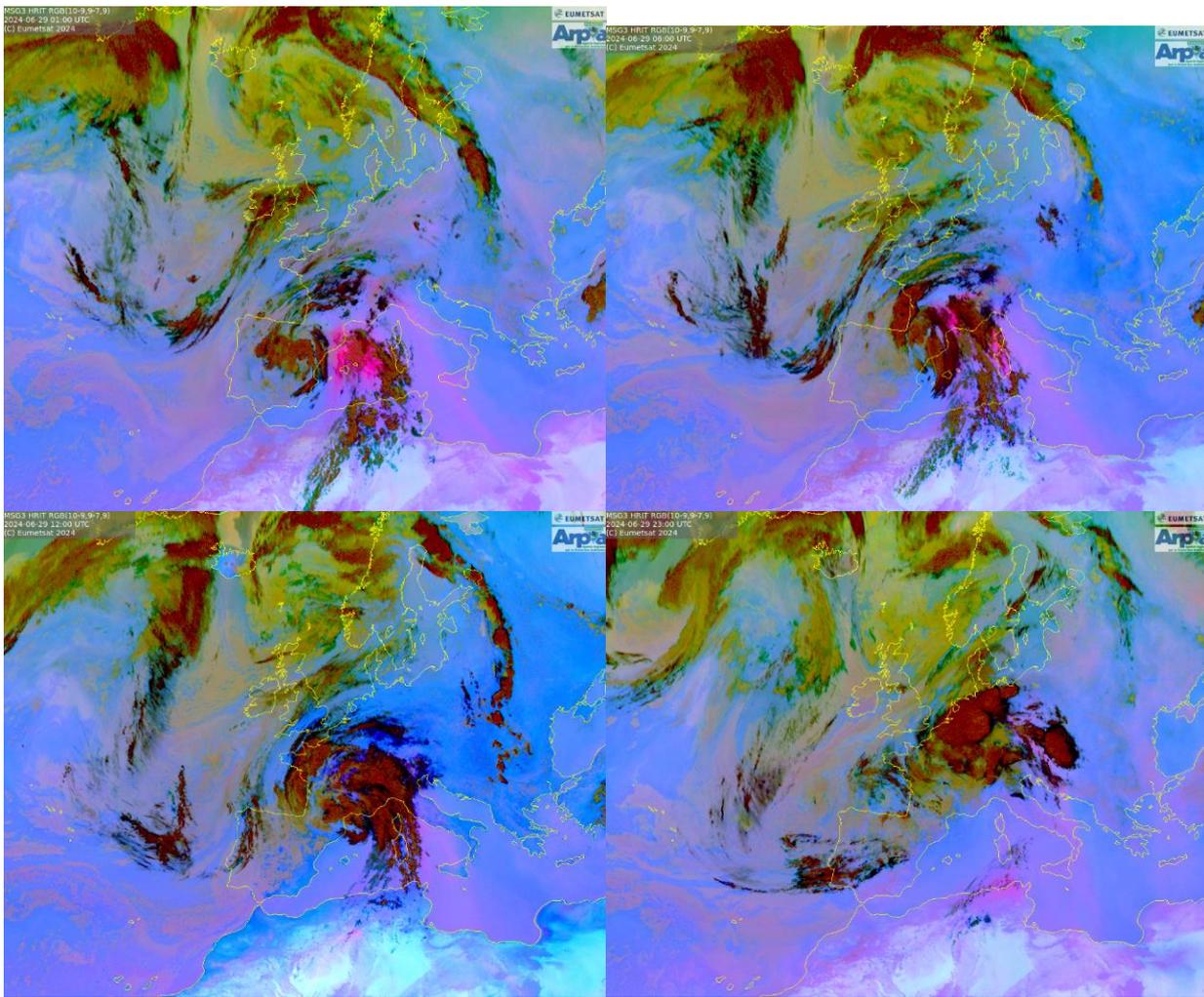


Figura 2 - Immagini del satellite geostazionario Meteosat nel composite RGB Dust alle ore 1, 6, 12, 23 UTC del 29 giugno 2024

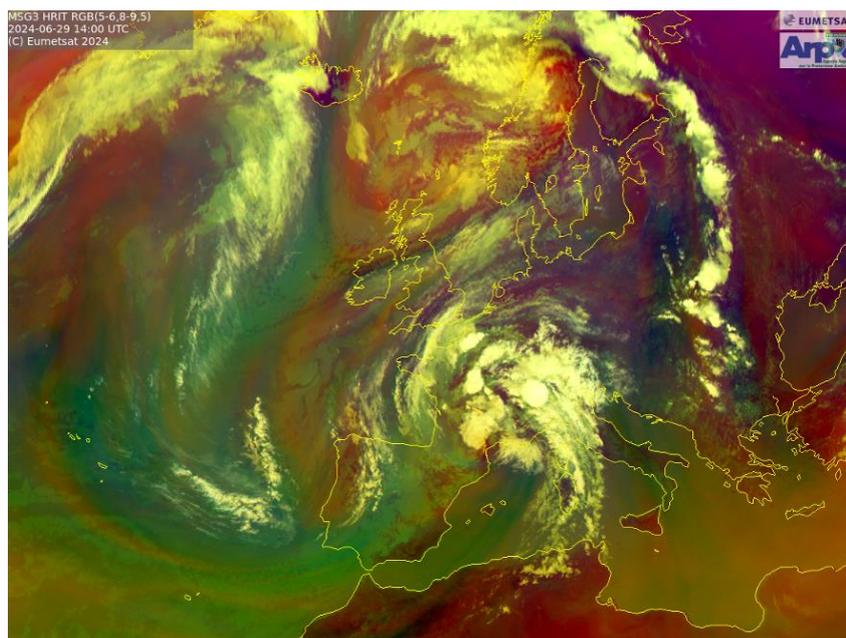


Figura 3 - Immagine del satellite geostazionario Meteosat nel composite RGB Airmass alle ore 14 UTC del 29 giugno

La bassa pressione era associata ad una goccia d'aria fredda in quota (Figura 4), anch'essa in movimento dalla Spagna verso nordest, seppur sia andata gradualmente incontro ad un parziale riscaldamento.

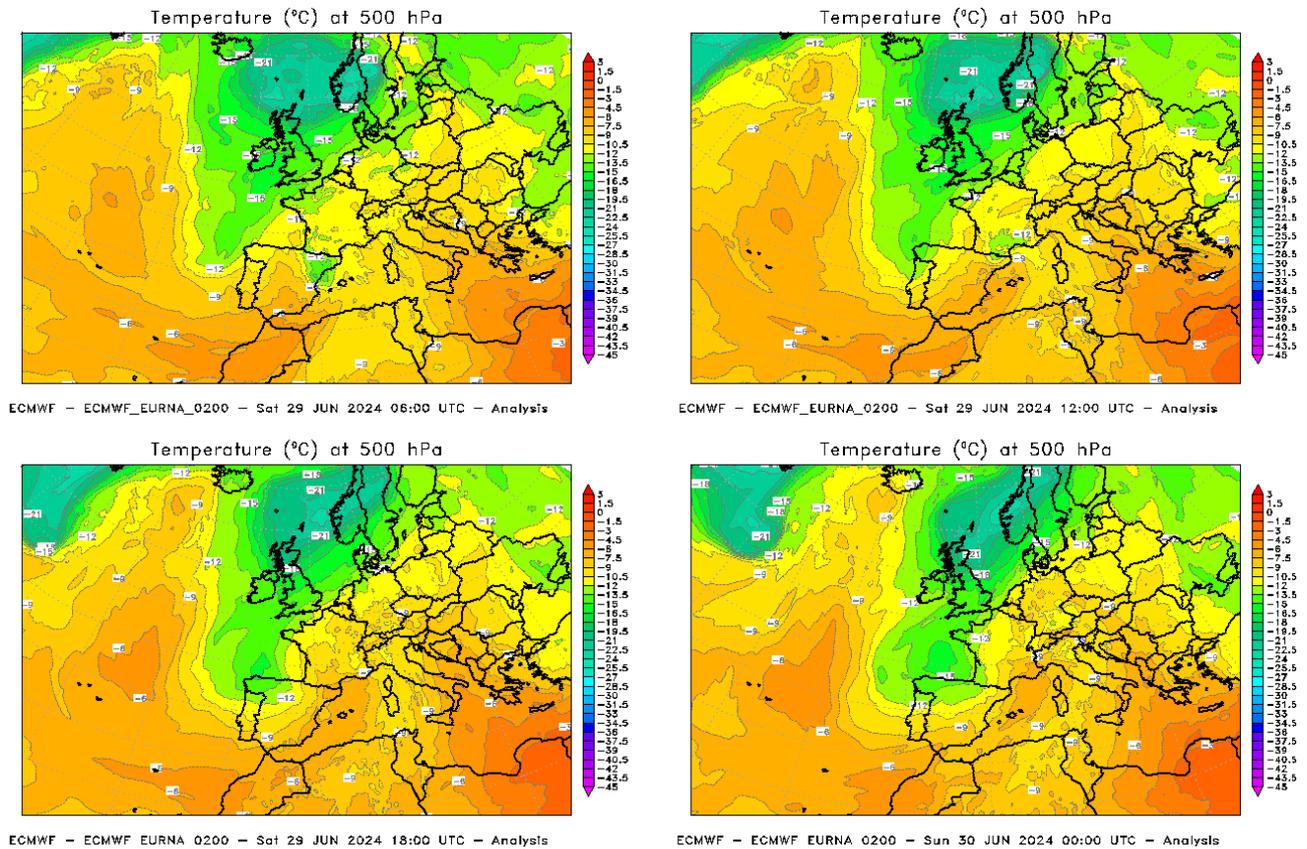


Figura 4 - Andamento della temperatura in quota, a 500 hPa (circa 5500 m), ogni 6 ore per la giornata di sabato 29 giugno 2024. Elaborazione di ARPA Piemonte su dati ECMWF

Il movimento della depressione, e dei sistemi frontali associati, ha portato ad una decisa intensificazione delle correnti, da sudovest negli strati più alti dell'atmosfera (Figura 5) e da sud-sudest negli strati medio-bassi (Figura 6), insieme ad infiltrazioni di aria relativamente più fresca in quota sui settori nordoccidentali e settentrionali della regione (Figura 7).

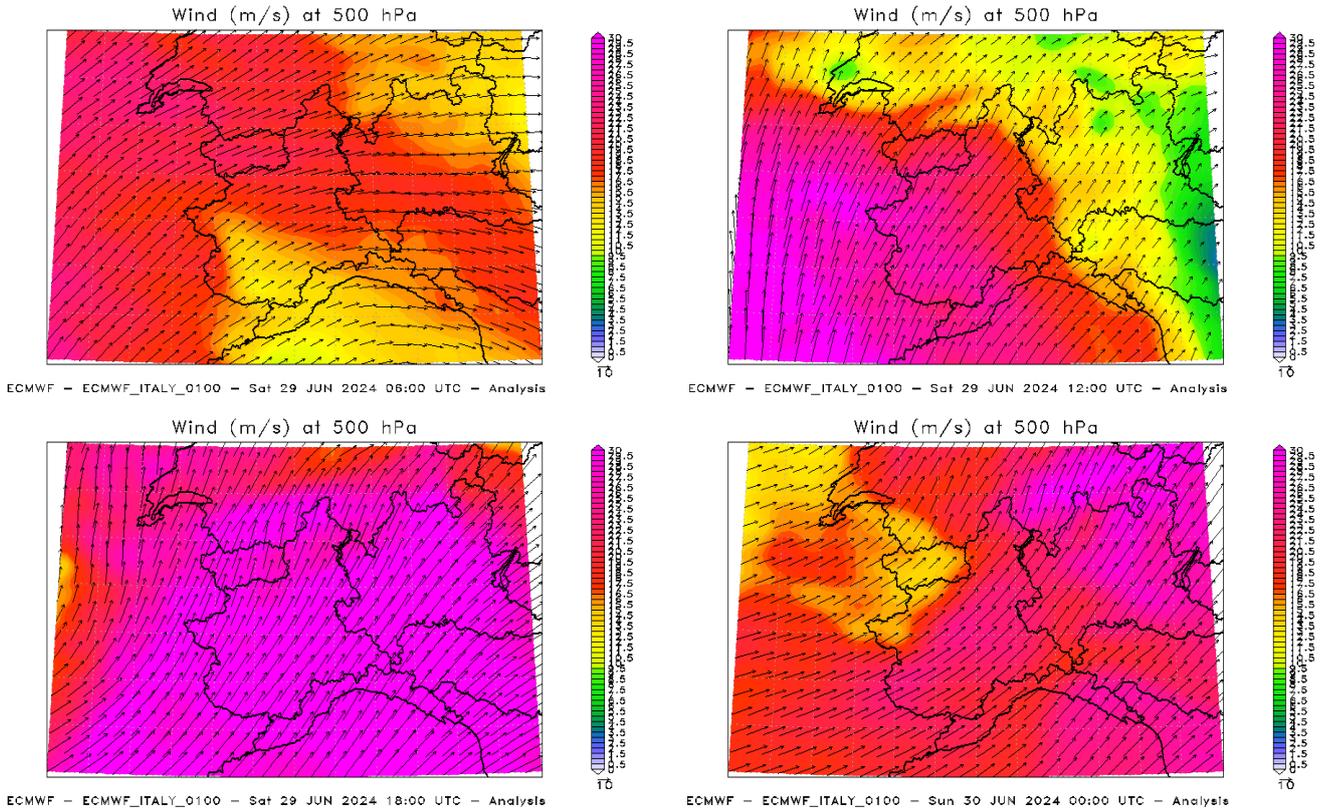


Figura 5 - Analisi ECMWF dell'evoluzione dei venti in quota a 500 hPa per sabato 29 giugno 2024

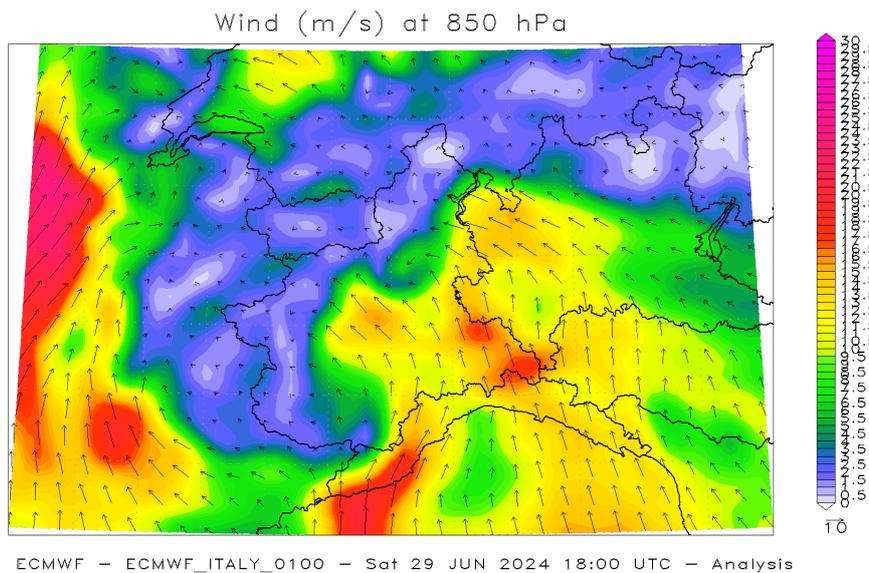


Figura 6 - Analisi ECMWF della mappa dei venti a 850 hPa per le ore 18 UTC di sabato 29 giugno 2024

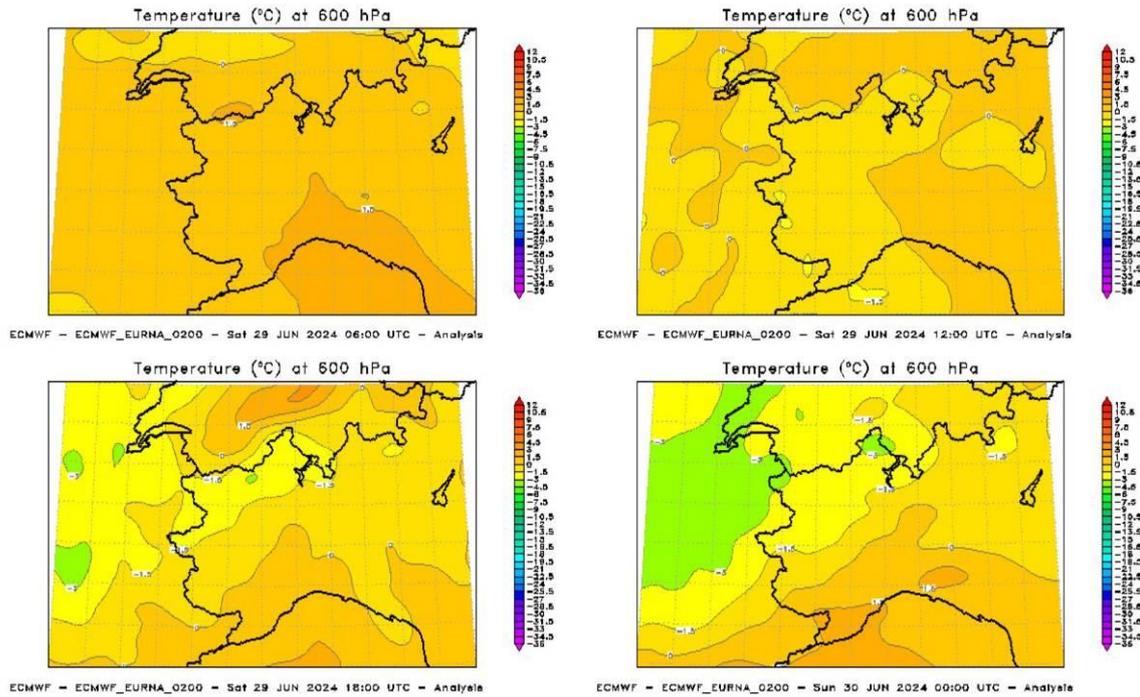


Figura 7 - Analisi ECMWF dell'evoluzione della temperatura a circa 4000 m nella giornata di sabato 29 giugno

Infatti, anche se il cuore freddo si attenuava parzialmente mentre saliva verso nord (Figura 4), in quota sul nordovest italiano è comunque giunta aria progressivamente più fredda di quella preesistente, in grado ad esempio di far calare l'altezza dello zero termico (Figura 8): lo zero termico misurato nel radiosondaggio di Novara Cameri è andato progressivamente scendendo dai 4490 m di sabato alle h00, ai 4330 m sabato alle h12 e infine 3920 m di domenica alle h00.

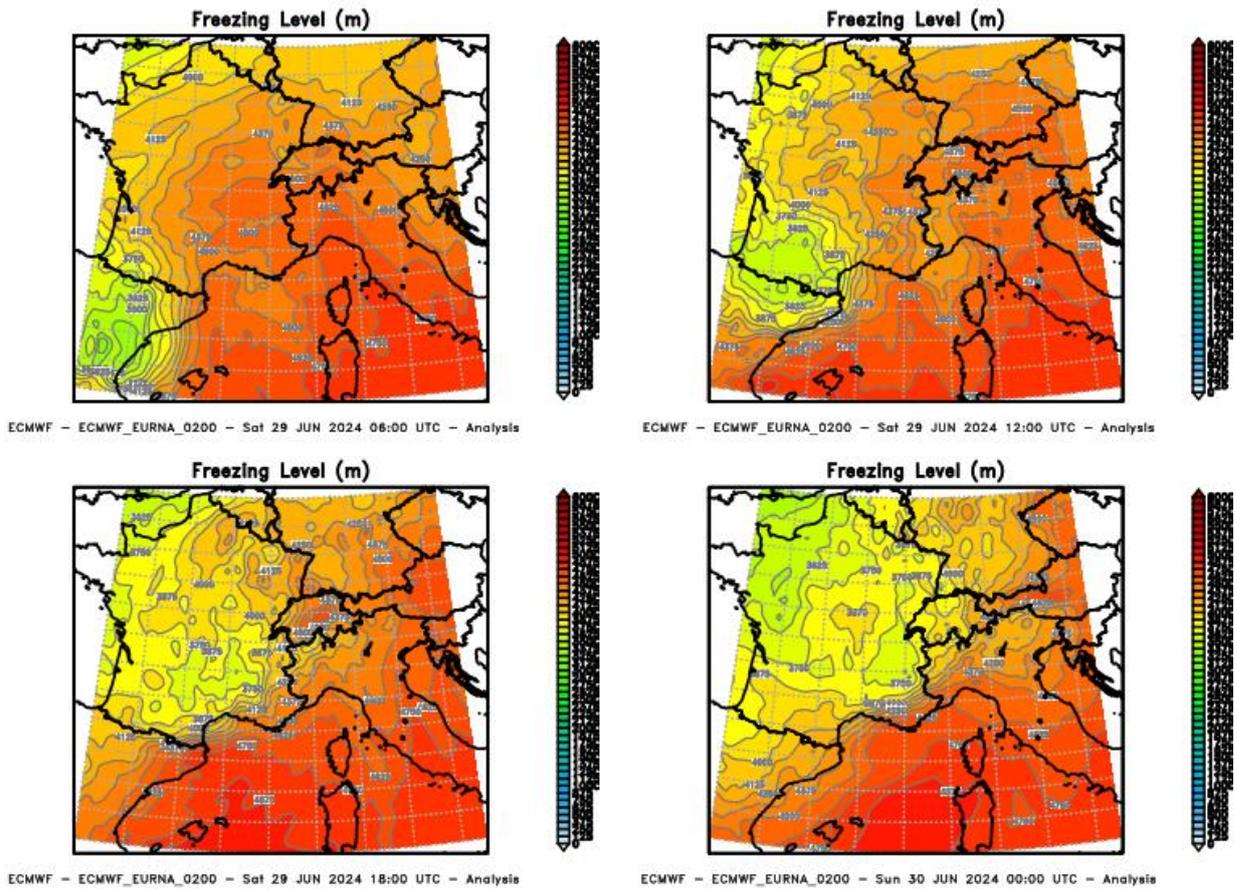


Figura 8 - Analisi ECMWF dell'evoluzione dello zero termico nella giornata di sabato 29 giugno 2024

Anche la formazione di un relativo minimo depressionario al suolo, in risalita dall'area dei Pirenei all'Alsazia, la Svizzera e poi la Germania (Figura 9), ha determinato la formazione di un marcato gradiente barico a cavallo dell'arco alpino, favorendo l'intensificazione negli strati medio-bassi dei venti sudorientali.

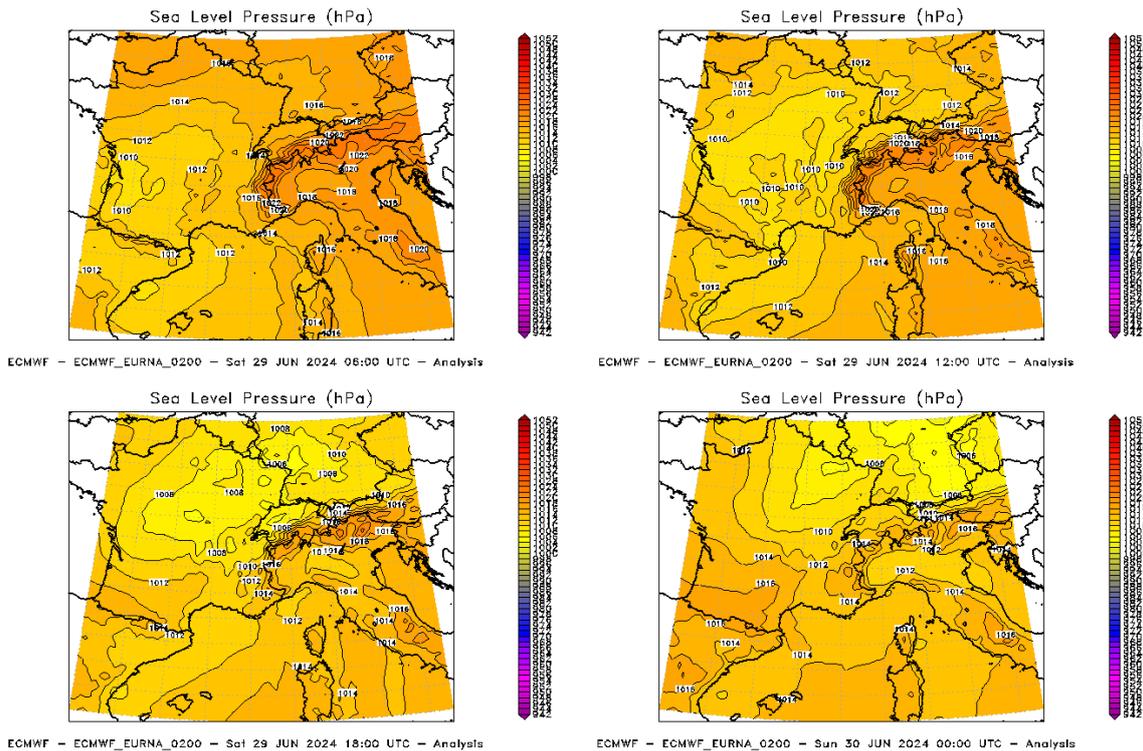


Figura 9 - Andamento della pressione al livello del mare ogni 6 ore per la giornata di sabato 29 giugno 2024

Tale evoluzione ha visto quindi l'azione congiunta di diversi fattori: l'interazione dei flussi sostenuti con l'orografia, l'ingresso di aria più fredda in quota e le preesistenti condizioni atmosferiche calde e umide determinatesi nelle due giornate precedenti, con un elevato accumulo di energia potenziale favorevole allo sviluppo di fenomeni temporaleschi intensi. La concomitanza di questi fattori ha determinato l'innesco di rovesci e temporali intensi sulle zone di media e bassa valle nordoccidentali e settentrionali e sulla fascia pedemontana adiacente; anche a causa del relativo blocco del campo di alta pressione, che non ha favorito il naturale spostamento del sistema perturbato verso est (seppur esso sia rimasto comunque libero di salire gradualmente verso nord), i temporali si sono generati per più ore sulle medesime zone, determinando piogge molto intense e localmente stazionarie.

Il radiosondaggio effettuato da Novara Cameri alle ore 12 UTC (Figura 10 e Figura 11) ci mostra un profilo dominato dai venti orientali fino a circa 1.5 km dal suolo e poi con venti occidentali o sud-occidentali nei restanti strati più alti fino alla tropopausa. È interessante notare l'elevata umidità dei primi 2 km di atmosfera, con temperatura di rugiada in superficie pari a 22.7 °C (e un valore decisamente alto di temperatura potenziale equivalente, pari a 357 K, sintomo di una massa d'aria molto calda e umida nei bassi strati pronta ad alimentare la convezione). Il livello di convezione libera è approssimativamente posizionato a 1 km dal suolo; tra circa 2 e 3 km di quota si trova una zona con umidità relativa di poco superiore al 50%, che poi si incrementa negli strati medio-alti della troposfera, portandosi a valori superiori al 75% tra 5 e 8 km, dove anche il profilo di temperatura segue la curva adiabatica saturata. Il CAPE (energia potenziale a disposizione della convezione) risulta essere molto elevato (>3500 J/kg) e l'inibizione sottostante nulla. Questo ha permesso la formazione di un flusso umido ascendente consistente, dimostrato dallo sviluppo delle nubi presentato in Figura 2 e Figura 3.

Nel complesso, l'umidità accumulata in atmosfera nei giorni precedenti, in particolare nei bassi strati, ha elevato consistentemente l'acqua a disposizione del sistema convettivo, raggiungendo un valore di acqua precipitabile totale pari a 42,8 mm.

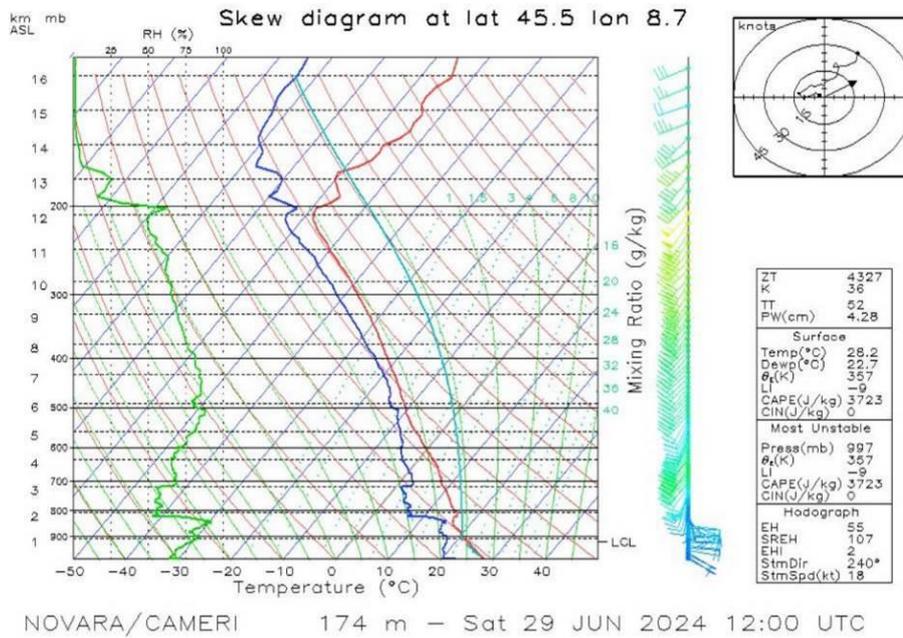


Figura 10 - Radiosondaggio effettuato presso l'aeroporto di Cameri alle ore 12 UTC di sabato 29 giugno 2024 che evidenzia gli elevati valori degli indici di instabilità (CAPE, Lifted index, K index), di acqua precipitabile (PW) ed un valore di CIN (eventuali condizioni inibenti la convezione) pari a 0.

WMO ID: 16064 (8.66 E 45.52 N), 29 Jun 2024 (Saturday) 1200 UTC

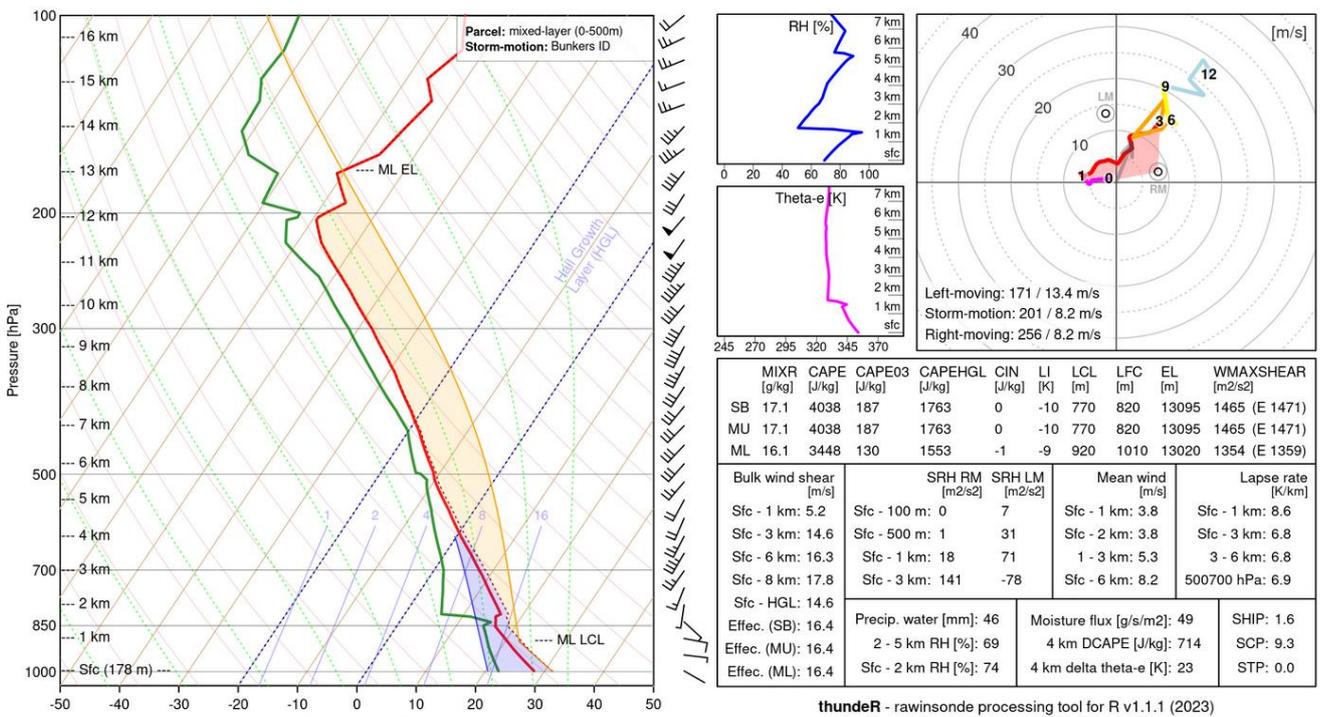


Figura 11 - Medesimo sondaggio della figura precedente, processato con il software online ThundeR (http://rawinsonde.com/thunder_app/)

Le condizioni di eccezionale instabilità e l'abbondanza di umidità a disposizione sono mostrate in modo ben corrispondente all'analisi della figura precedente. Inoltre, si possono osservare indici e dettagli aggiuntivi, come l'elevato shear (differenza vettoriale) del vento, superiore a 15 m/s tra la superficie e 6 km di quota, e l'abbondante CAPE nella fascia di accrescimento della grandine (CAPEHGL, calcolato tra le isoterme 0 e -20 °C). È interessante notare il profilo della temperatura potenziale equivalente: essa è decisamente elevata nei bassi strati (oltre i 340 K almeno nel primo km) e mostra una marcata differenza rispetto ai valori degli strati atmosferici superiori (libera atmosfera). Questa è un'indicazione di forte instabilità potenziale del profilo atmosferico.

L'immagine della riflettività osservata dal radar di Bric della Croce (Figura 12) evidenzia le precipitazioni intense che nel pomeriggio hanno insistito tra le medie valli dalle Alpi Cozie settentrionali fino alle Pennine, con picchi di precipitazione in particolare tra Valli di Lanzo, Orco e valle di Cogne in Valle d'Aosta. La rigenerazione delle celle è proseguita per diverse ore, ma la successiva traslazione del sistema verso nord-est ha fatto sì che le precipitazioni più intense interessassero poi la Valtournenche, la Valle Anzasca, l'alta Ossola e le vallate di confine in territorio svizzero. Nelle zone citate le piogge eccezionalmente intense hanno causato allagamenti, piene improvvise, colate detritiche ed erosioni spondali, localmente di grave intensità.

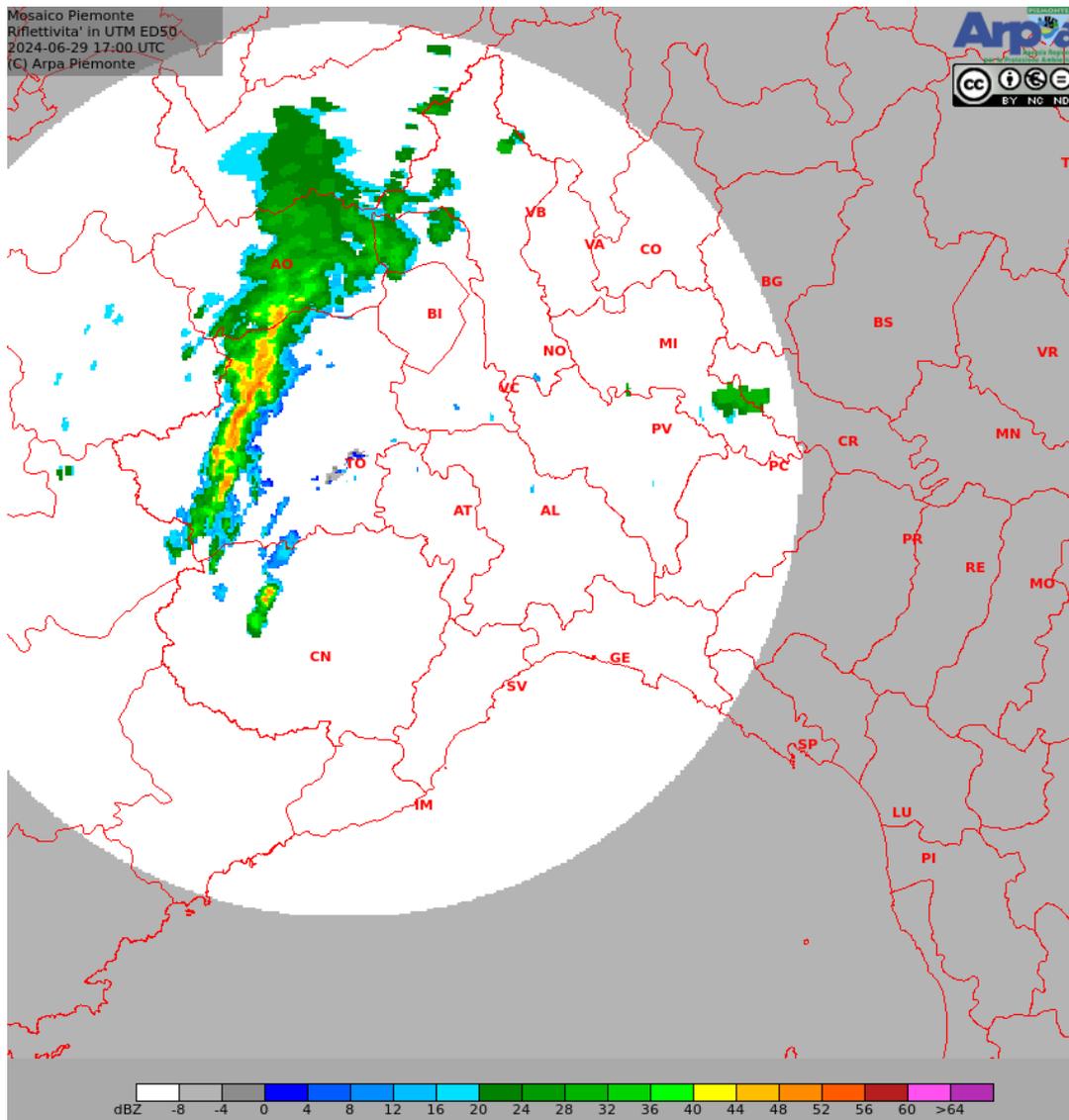
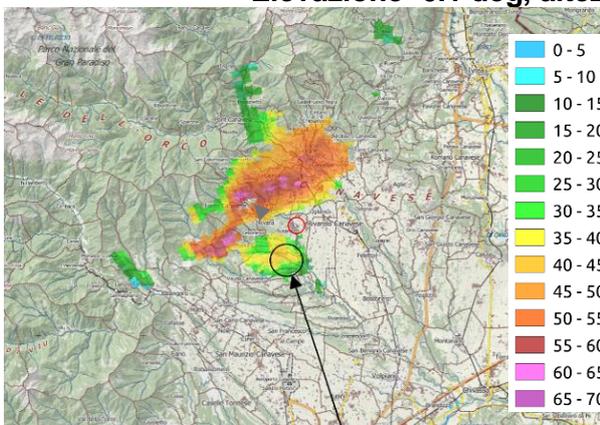


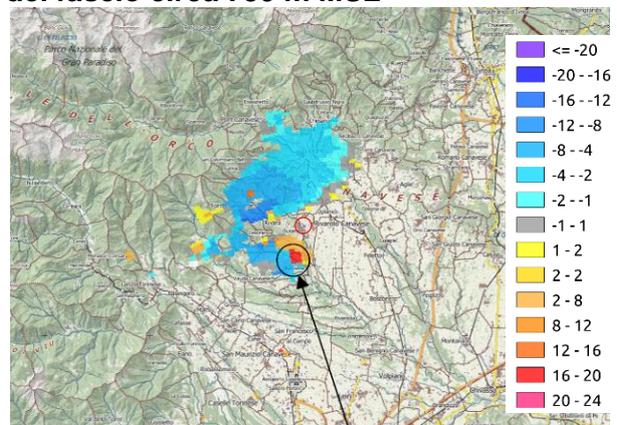
Figura 12 - Immagine della riflettività del radar di Bric della Croce alle ore 17 UTC del 29 giugno 2024

In serata, nella fascia oraria tra le 21 e le 23 locali circa, un altro evento convettivo eccezionale si è sviluppato sulla zona pedemontana del Torinese (Figura 13). Una cella temporalesca si è innescata sulla fascia pedemontana, tra valli Sangone e Chisone, e l'ha percorsa fino all'alto Canavese. Il temporale ha acquistato rapidamente il carattere di supercella di violenza eccezionale, in particolare nella zona compresa da Corio verso nord-est tra Forno Canavese, Busano, Castellamonte e Cuorgnè. Questa zona è stata interessata da grandinate eccezionali (Figura 14), con chicchi diffusamente oltre i 5-8 cm di diametro e fino a massimi di circa 11-12 cm, che per l'area rappresentano probabilmente tra i chicchi più grandi osservati a livello storico, se non forse il record assoluto. Oltre alla grandine, si registrano gravi danni locali da vento: un vento che, da primi sopralluoghi (fonte: Andrea Vuolo – Meteo in Piemonte e Pretemp), sembra più probabilmente a carattere lineare, ma senza escludere la possibilità di una parziale componente rotazionale.

Elevazione -0.1 deg, altezza del fascio circa 750 m MSL

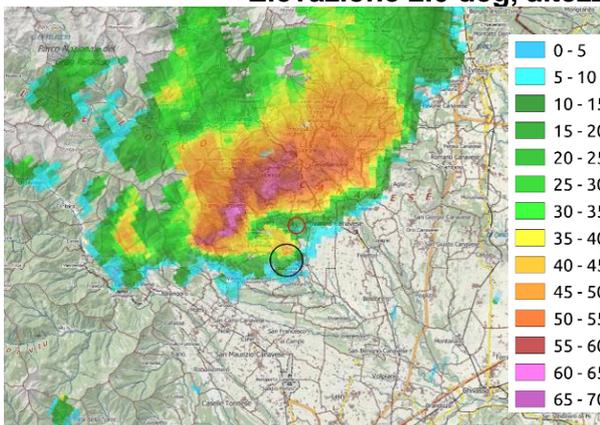


a) Riflettività (dBZ) alle 19:55 UTC



b) Velocità Doppler (m/s) alle 19:55 UTC:
 positiva (rosso) in allontanamento,
 negativa (blu) in avvicinamento

Elevazione 2.0 deg, altezza del fascio circa 2000 m MSL



c) Riflettività (dBZ) alle 19:55 UTC



d) Riflettività (dBZ) alle 20:00 UTC

Figura 13 - Mappe di osservazioni dal radar di Bric della Croce in occasione della supercella che ha interessato il Canavese attorno alle ore 20 UTC (22 locali) di sabato 29 giugno 2024

I dati osservati dal radar di Bric della Croce (Figura 13) alla prima elevazione (-0.1°, pannelli a e b) permettono l'osservazione dei fenomeni in prossimità del suolo (le misure si riferiscono ad un'altezza di circa 750 m s.l.m., ovvero circa 400 m sopra il livello del suolo), mentre l'elevazione di 2.0° (pannelli c e d) permette di apprezzare la morfologia della supercella in spostamento verso nord-est, al di sopra del territorio circostante.

La riflettività alle ore 19:55 UTC mostra valori oltre 65 dBZ fino in prossimità del suolo tra Rocca Canavese e Valperga, quindi ben superiore alla soglia tipicamente adottata per stimare la presenza di grandine (55 dBZ). La cella mostra inoltre in modo molto evidente la caratteristica forma a uncino (in inglese *hook echo*), causata dalla marcata rotazione del sistema temporalesco e sintomo della presenza di un mesociclone (corrente ascensionale rotante) strutturato. I dati di velocità radiale (Doppler, pannello *b*) mostrano una rotazione ciclonica ben definita in corrispondenza dell'uncino (cerchio nero in figura), con velocità radiale fino a circa 20 m/s. Questo pattern di velocità Doppler non si osserva in maniera altrettanto chiara agli istanti precedenti (19:50 UTC) e successivi (20:00 UTC), lasciando aperta la possibilità che nella zona si siano effettivamente verificate raffiche di vento molto forti con una componente vorticososa, anche se con un segnale di durata molto breve. La conferma che si sia sviluppato un vero e proprio tornado rimane invece più difficile e incerta. La traiettoria e le caratteristiche della cella derivate da radar alle ore 19:55-20:00 UTC sono comunque perfettamente sovrapponibili ai maggiori danni da vento, segnalati tra Busano e Salassa.



Figura 14 - Due esempi delle numerose segnalazioni di grandine grossa o gigante caduta nella zona tra Forno Canavese, Rivara, Castellamonte e Cuorgnè (segnalazioni da utenti del gruppo Telegram Andrea Vuolo – Meteo in Piemonte, successivamente inserite nel database Storm Report gestito da Pretemp e Meteonetwork).

Il diametro del chicco sulla sinistra, dal confronto con il diametro del piatto della bilancia, è stato stimato in circa 12 cm. Molto interessante anche l'informazione sulla sua massa, di ben 180 g circa

Le figure seguenti mostrano la distribuzione delle grandinate occorse nella giornata di sabato 29 giugno. Il fenomeno ha interessato le zone pedemontane nordoccidentali con dimensioni ed accumuli più significativi sul canavese (Figura 16) e sul Verbano (Figura 17).

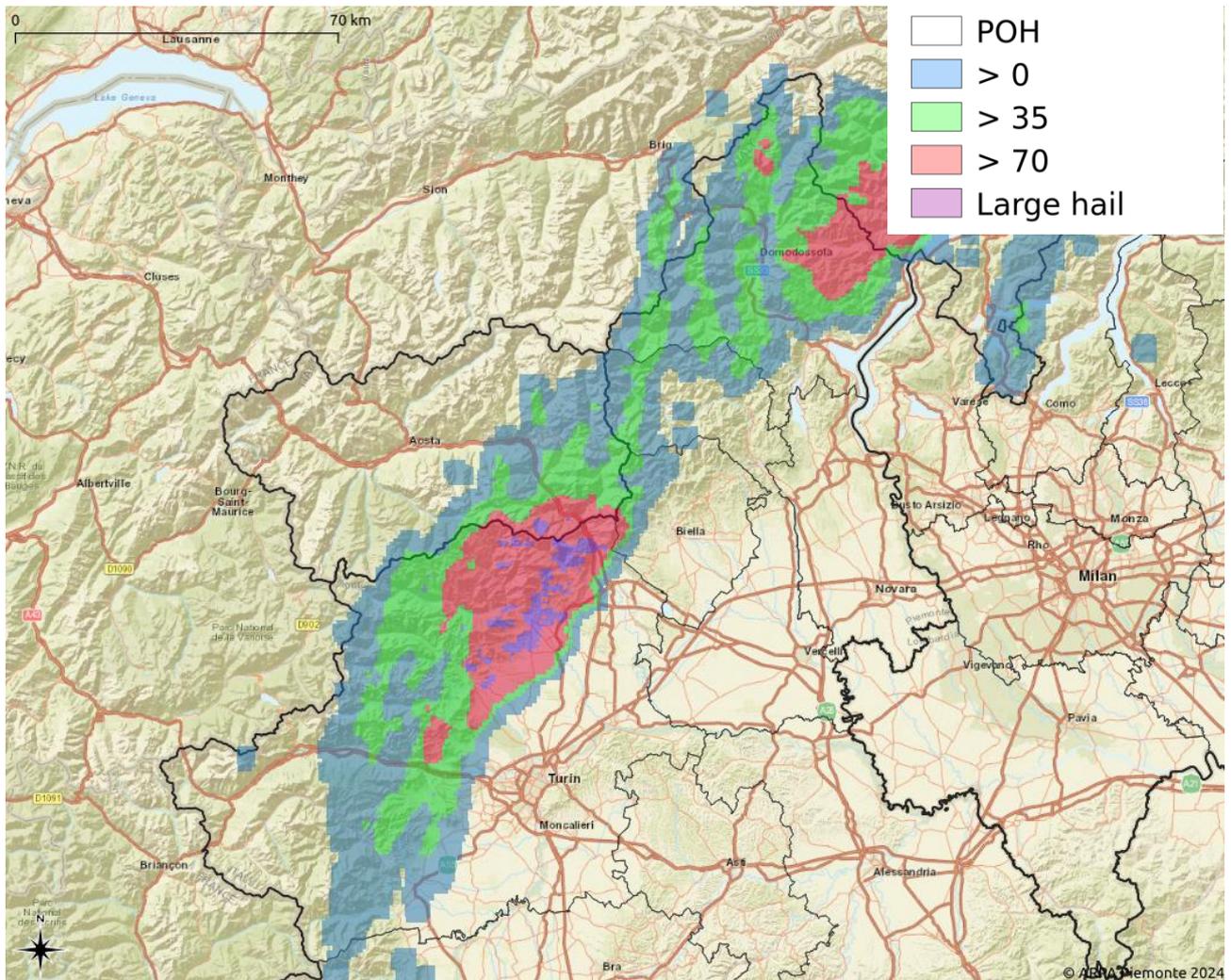


Figura 15 - Probabilità di grandine e aree interessate da grandine grossa. I colori blu, verde e rosso indicano le aree interessate da probabilità crescente; Il ciano scuro le zone interessate da grandine con diametro superiore a 2 cm.

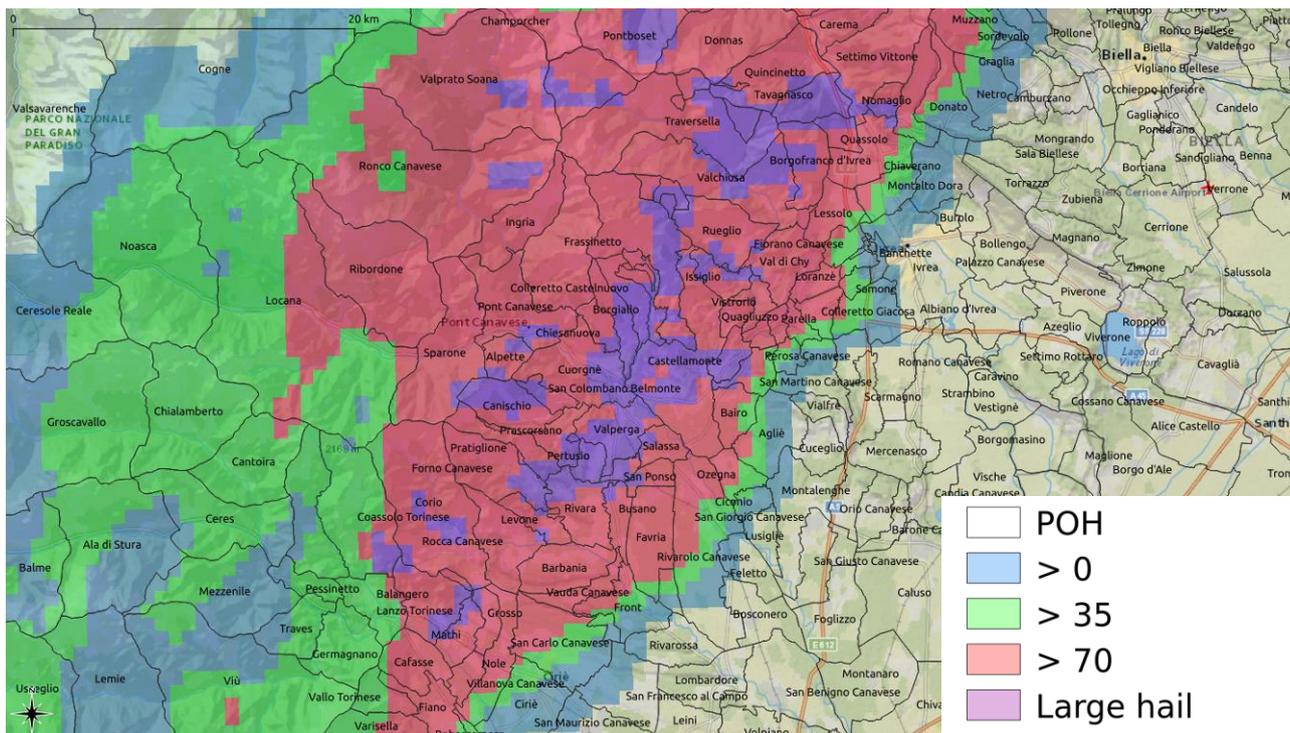


Figura 16 - Probabilità di grandine e aree interessate da grandine grossa. I colori blu, verde e rosso indicano le aree interessate da probabilità crescente; Il ciano scuro le zone interessate da grandine con diametro superiore a 2 cm; dettaglio sul Canavese.

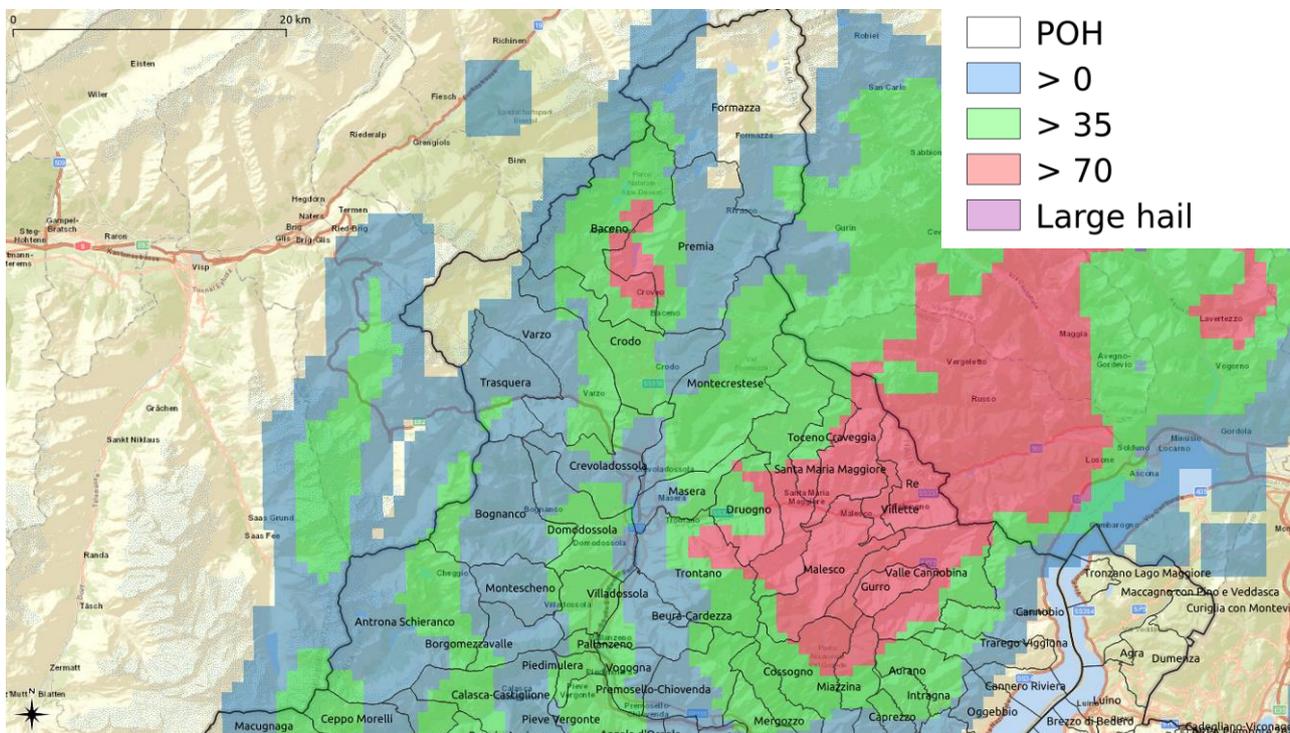


Figura 17 - Probabilità di grandine e aree interessate da grandine grossa. I colori blu, verde e rosso indicano le aree interessate da probabilità crescente; Il ciano scuro le zone interessate da grandine con diametro superiore a 2 cm; dettaglio sul Verbanese.

ANALISI PLUVIOMETRICA

A partire dal primo pomeriggio di sabato 29 giugno fino alle prime ore di domenica 30, forti temporali hanno interessato i settori alpini e prealpini nord-occidentali del Piemonte e le zone di pianura del Torinese. In Figura 18 è rappresentata la precipitazione cumulata delle giornate del 29 e 30 giugno. Precipitazioni abbondanti si sono verificate sulla fascia alpina soprattutto tra Alpi Graie e Lepontine. In particolare, sono stati registrati valori di pioggia cumulata anche superiori ai 150 mm nelle valli di Lanzo, in valle Orco e in valle Anzasca.

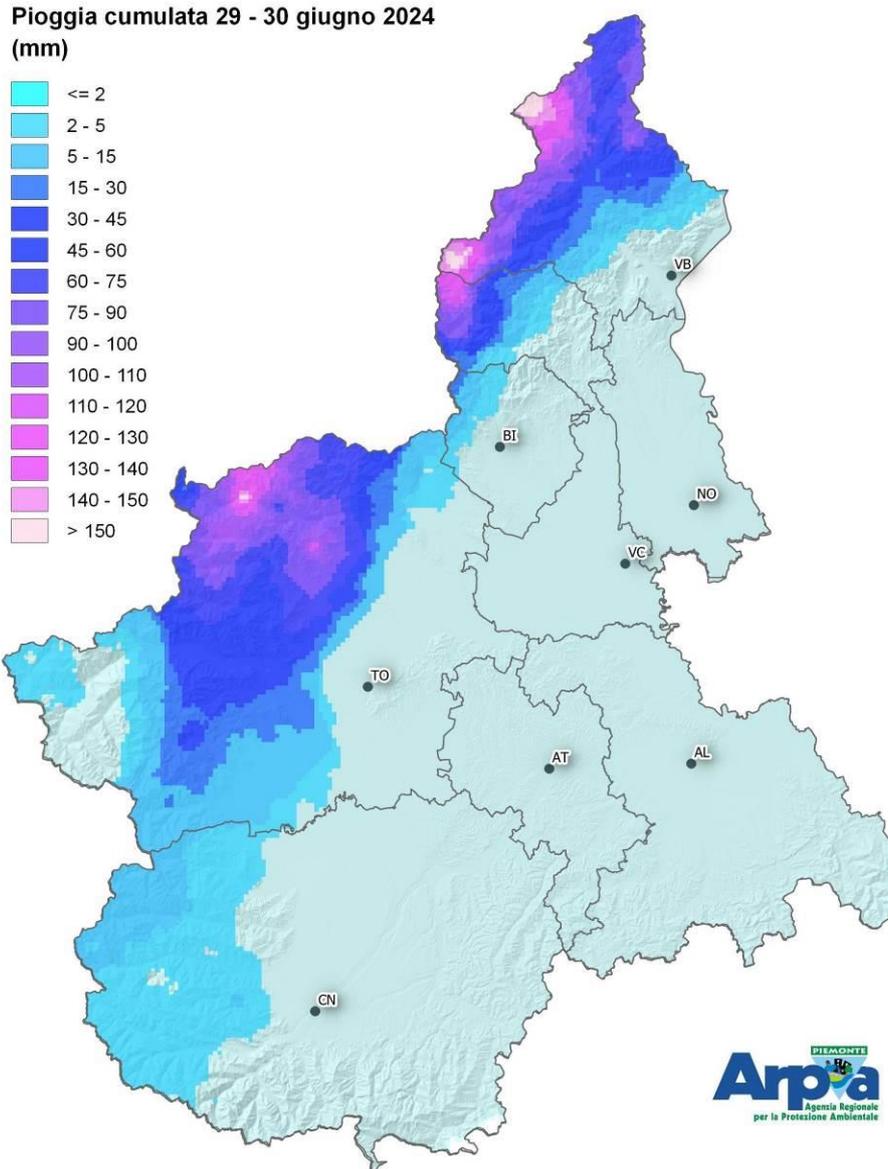


Figura 18 - Pioggia cumulata dal 29 al 30 giugno 2024

Per analizzare gli effetti delle precipitazioni sul reticolo idrografico della regione, si estende l'analisi pluviometrica oltre i confini regionali, includendo quelle porzioni di territorio che contribuiscono, con le loro precipitazioni, al deflusso dei corsi d'acqua piemontesi. Si riportano in Figura 19 i bacini idrografici considerati e in Tabella 1 i relativi valori medi areali delle precipitazioni sia giornaliere che totali dell'evento del 29 – 30 giugno. Tali valori sono ottenuti dall'interpolazione dei dati pluviometrici delle stazioni della rete meteoidrografica. Per ogni giornata sono evidenziati i quattro bacini con quantitativi di pioggia maggiori. Il valore di precipitazione riferito al bacino del Po a Ponte Becca rappresenta il valore medio sull'intero bacino idrografico.

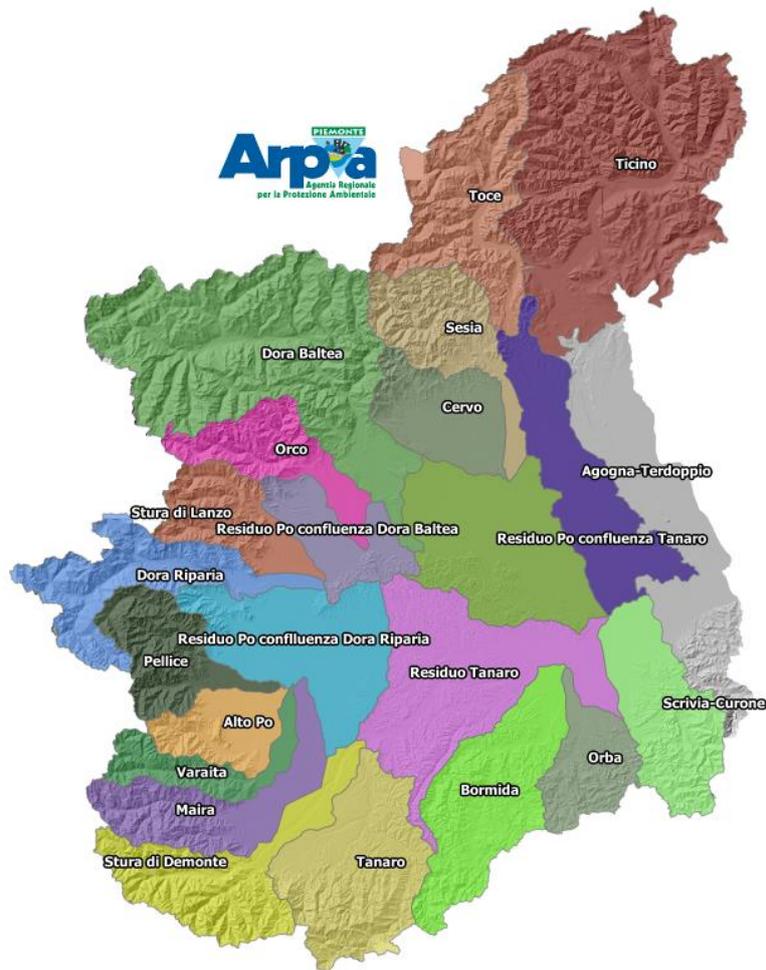


Figura 19 - Bacini idrografici piemontesi

Bacino	Pioggia [mm]		
	29 giugno	30 giugno	Totale
Agogna - Terdoppio	0	0	0
Alto Po	3,1	0	3,1
Bormida	0,2	0,1	0,3
Cervo	1,3	0,1	1,4
Dora Baltea	38,0	0,4	38,4
Dora Riparia	14,2	0,7	14,9
Maira	1,7	0	1,7
Orba	0	0,1	0,1
Orco	62,3	0,1	62,4
Pellice	11,7	0,3	12
Residuo Po confluenza Dora Baltea	18,8	0	18,8
Residuo Po confluenza Dora Riparia	6,0	0	6
Residuo Po confluenza Tanaro	0	0	0
Scrivia - Curone	0	0	0
Sesia	17,7	0,4	18,1
Stura di Demonte	1,5	0	1,5
Stura di Lanzo	59,3	0,5	59,8
Tanaro	0,4	0	0,4
Residuo Tanaro	0	0	0
Ticino Svizzero	18,6	9,3	27,9
Toce	67,3	2,6	69,9
Varaita	3,3	0	3,3
Bacino del Po a Ponte Becca (PV)	15,2	1,4	16,6

Tabella 1 - Valori di pioggia medi areali, espressi in millimetri, per bacino idrografico per le singole giornate e in totale dell'evento del 29 – 30 giugno 2024

I valori di precipitazione più elevati per l'intero evento sono stati registrati sui bacini settentrionali e nord-occidentali del Toce, dell'Orco, della Stura di Lanzo e della Dora Baltea. Le precipitazioni più abbondanti sono state registrate nella giornata di sabato, mentre nella prime ore di domenica le piogge si sono concentrate soprattutto nel nord del Piemonte, interessando principalmente i bacini del Toce e del Ticino Svizzero. Le mappe di precipitazione cumulata per le singole giornate dell'evento sono riportate in Figura 20.

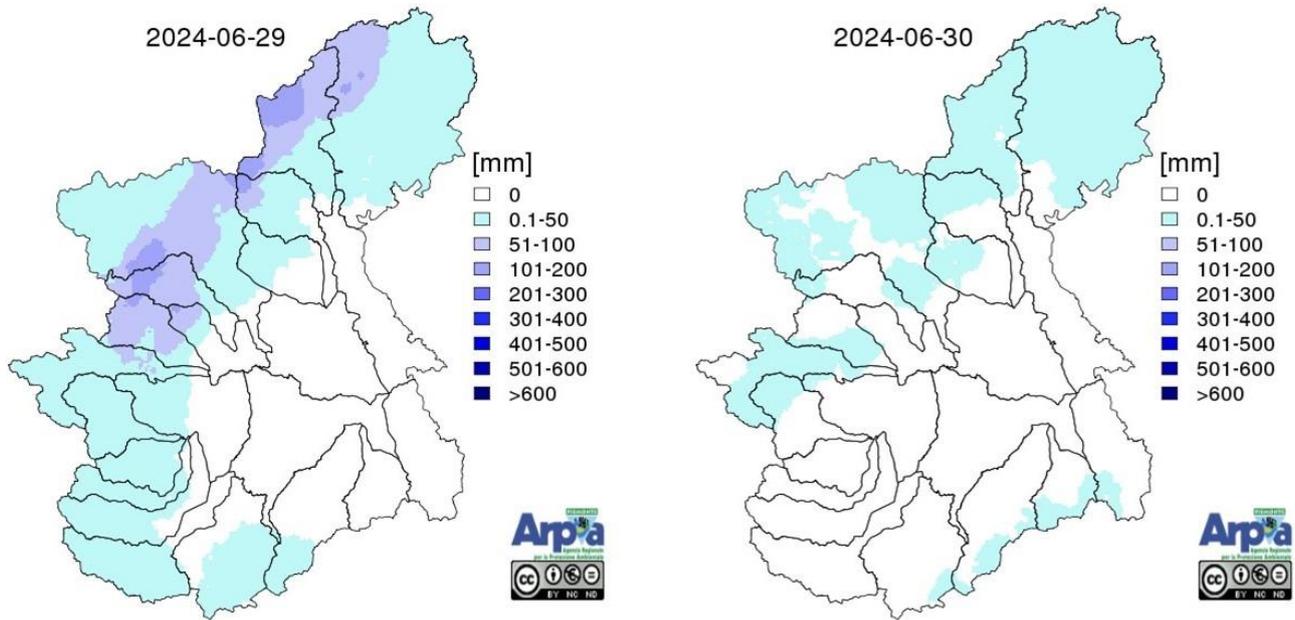


Figura 20 - Precipitazione cumulata giornaliera del 29 e del 30 giugno 2024

In una prima fase dell'evento le piogge hanno interessato principalmente il Torinese e il Canavese. Mentre nel nord Piemonte i temporali si sono verificati dal pomeriggio di sabato fino alle prime ore di domenica.

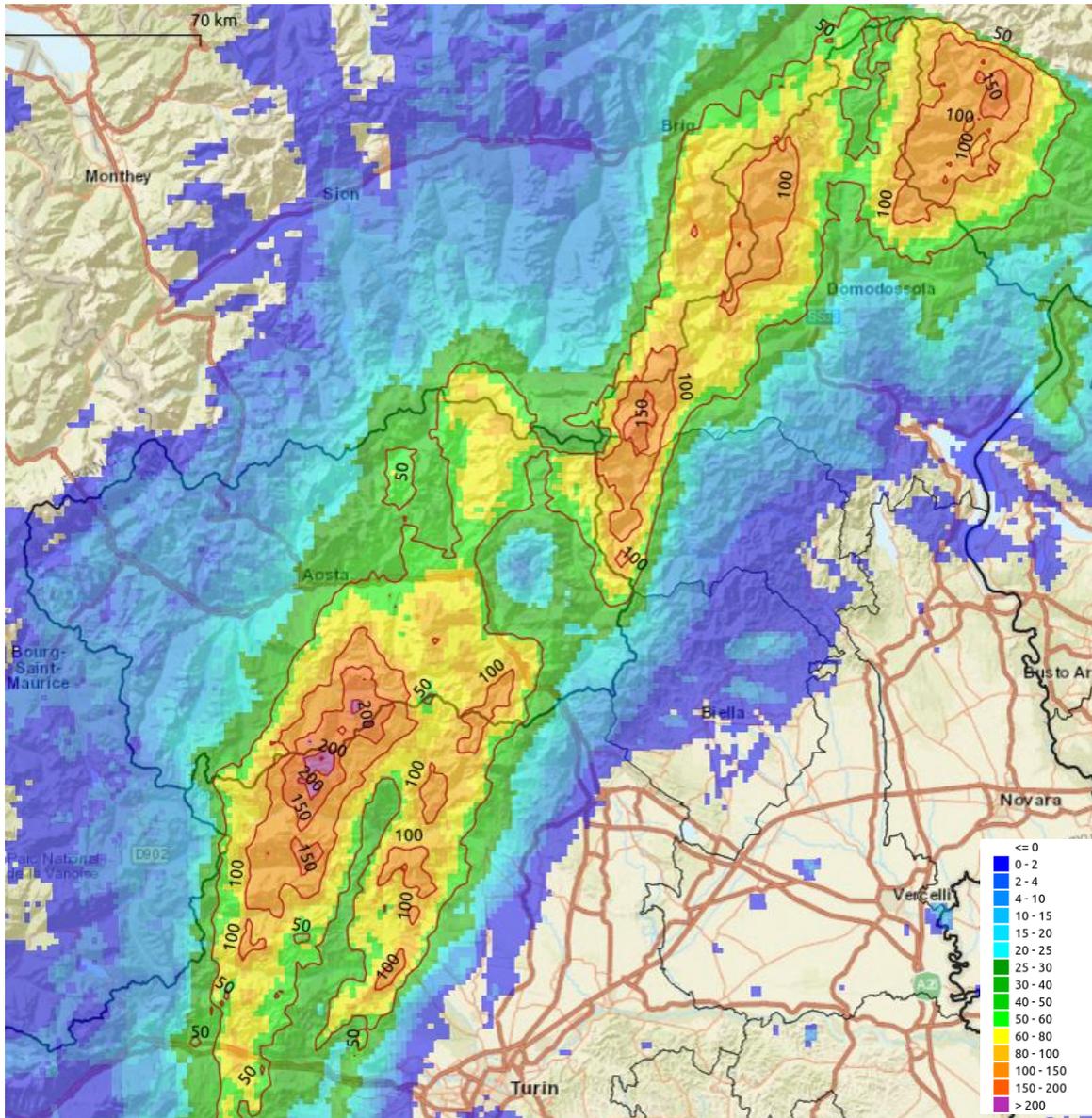


Figura 21 - Precipitazione cumulata giornaliera del 29 e del 30 giugno 2024 in mm e stimata dai sistemi radarmeteorologici e corretta con i pluviometri della rete meteoidrografica regionale

La figura precedente mostra la stima di precipitazione derivata dai sistemi radarmeteorologici e corretta con i pluviometri della rete meteoidrografica regionale. Dai dettagli sulle aree più colpite riportati in Figura 22 è apprezzabile la distribuzione spaziale delle precipitazioni e la collocazione dei pluviometri rispetto ad esse.

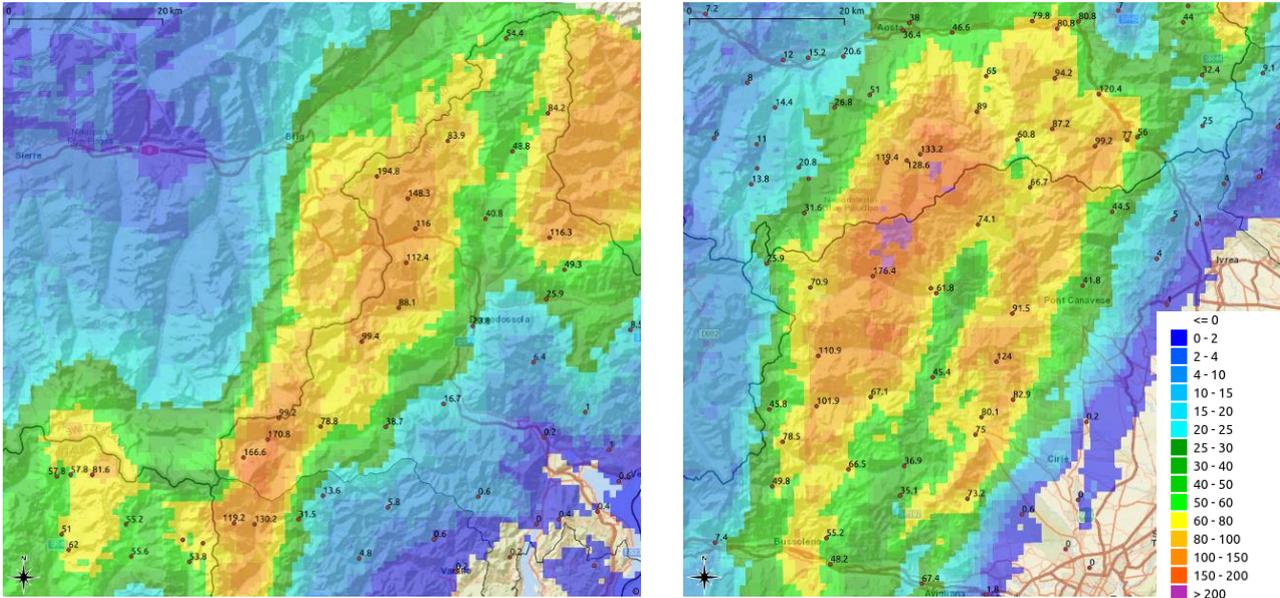


Figura 22 - Precipitazione cumulata giornaliera del 29 e del 30 giugno 2024 stimata dai sistemi radarmeteorologici e corretta con i pluviometri della rete meteorografica regionale dettaglio su valli di Lanzo ed Orco e Verbano: i valori riportati corrispondono alla cumulata di precipitazione in mm nel periodo.

Nella Tabella 2 sono riportate le stazioni pluviometriche della rete gestita da Arpa Piemonte che hanno registrato un totale di pioggia superiore a 70 mm. Si riportano anche i relativi quantitativi di precipitazione registrati nelle singole giornate. Per ogni zona di allerta è evidenziata la stazione con il totale di precipitazione più elevato. I dati riportati mostrano come le precipitazioni maggiori per l'intero evento siano state registrate principalmente nelle zone di allerta A e C, con i picchi più elevati nelle stazioni di Noasca (176 mm) e Piano Audi (124 mm) in zona C e nelle stazioni di Alpe Veglia (228 mm), Macugnaga Pecetto (179 mm) e Macugnaga Rifugio Zamboni (178 mm) in zona A.

Zona allertamento	Bacino	Comune	Provincia	Stazione	29 giugno	30 giugno	Totale
A	TOCE - TICINO	VARZO	VB	ALPE VEGLIA	194,8	33,9	228,7
A	TOCE - TICINO	MACUGNAGA	VB	MACUGNAGA PECETTO	170,8	8,2	179,0
A	TOCE - TICINO	MACUGNAGA	VB	MACUGNAGA RIFUGIO ZAMBONI	166,6	11,0	177,6
A	TOCE - TICINO	VARZO	VB	VARZO	148,3	5,2	153,5
A	TOCE - TICINO	TRASQUERA	VB	TRASQUERA	116,0	0,8	116,8
A	TOCE - TICINO	MONTECRESTESE	VB	LARECCHIO	116,3	0,2	116,5
A	TOCE - TICINO	BOGNANCO	VB	LAGO PAIONE	112,4	3,0	115,4
A	TOCE - TICINO	ANTRONA SCHIERANCO	VB	ALPE CHEGGIO	99,4	2,8	102,2
A	TOCE - TICINO	MACUGNAGA	VB	PASSO DEL MORO	99,2	2,6	101,8
A	TOCE - TICINO	BOGNANCO	VB	PIZZANCO	88,1	0,4	88,5
A	TOCE - TICINO	BACENO	VB	ALPE DEVERO	83,9	2,6	86,5
A	TOCE - TICINO	FORMAZZA	VB	FORMAZZA BRUGGI	84,2	0,6	84,8
A	TOCE - TICINO	CEPPO MORELLI	VB	CEPPO MORELLI	78,8	3,2	82,0
B	SEZIA	ALAGNA VALSEZIA	VC	ALAGNA	130,2	0,4	130,6
B	SEZIA	ALAGNA VALSEZIA	VC	BOCCHETTA DELLE PISSE	119,2	1,2	120,4
C	ORCO	NOASCA	TO	NOASCA	176,4	0	176,4
C	PO	CORIO	TO	PIANO AUDI	124,0	0,2	124,2
C	STURA DI LANZO	GROSCAVALLO	TO	FORNO ALPI GRAIE	110,9	0	110,9
C	STURA DI LANZO	BALME	TO	BALME	101,9	0	101,9
C	ORCO	SPARONE	TO	SPARONE	91,5	0,2	91,7
C	PO	CORIO	TO	CORIO	82,9	0	82,9
C	STURA DI LANZO	VARISELLA	TO	VARISELLA	73,2	7,2	80,4
C	PO	LANZO TORINESE	TO	LANZO	80,1	0	80,1
C	STURA DI LANZO	USSEGLIO	TO	LAGO DIETRO LA TORRE	78,5	0	78,5
C	STURA DI LANZO	LANZO TORINESE	TO	LANZO STURA DI LANZO	75,0	0,2	75,2
C	ORCO	RONCO CANAVESE	TO	FORZO	74,1	0	74,1
C	ORCO	CERESOLE REALE	TO	CERESOLE VILLA	70,9	0,2	71,1

Tabella 2 - Totali di pioggia, espressi in millimetri, per le singole giornate e per la durata totale dell'evento per le stazioni più significative

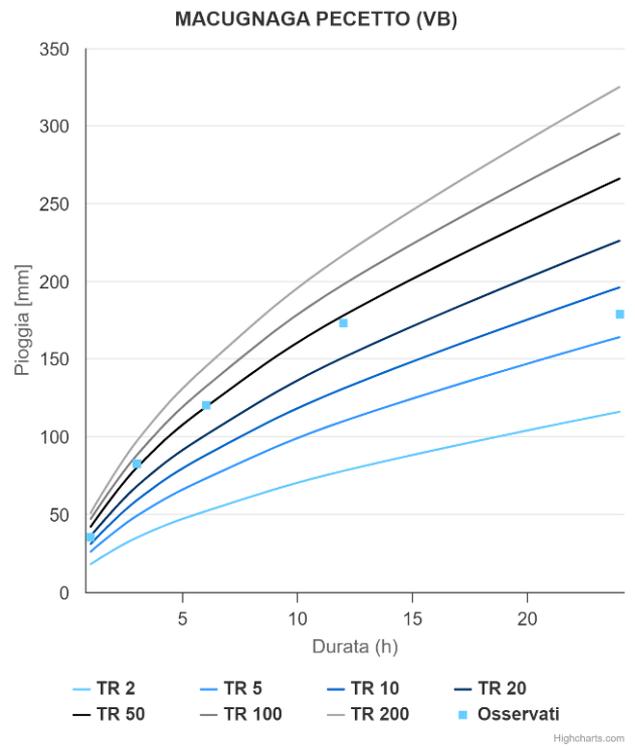
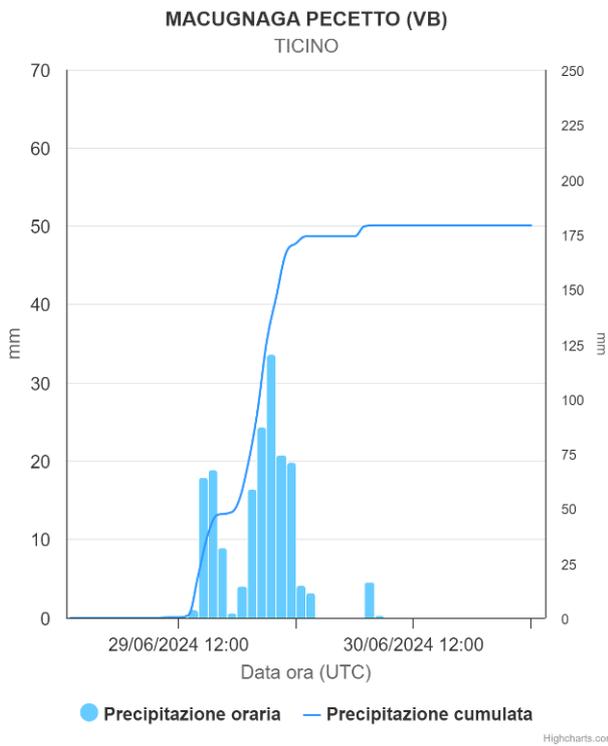
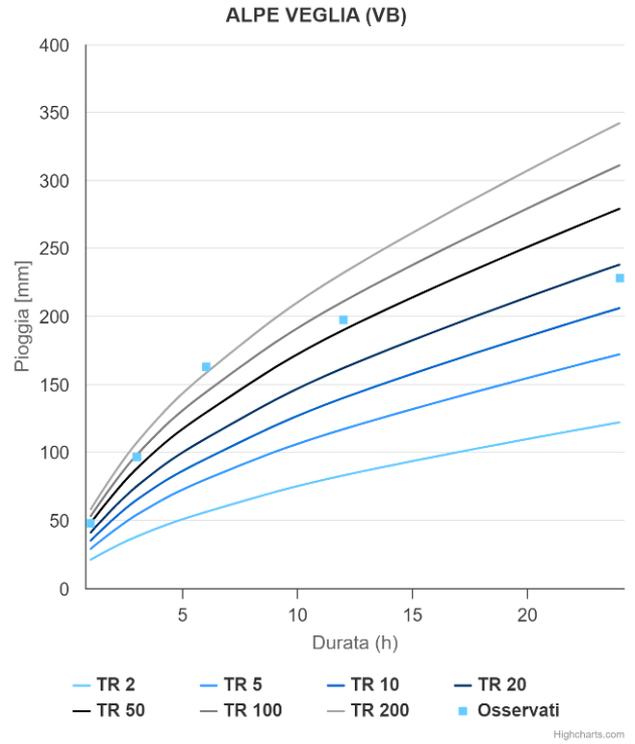
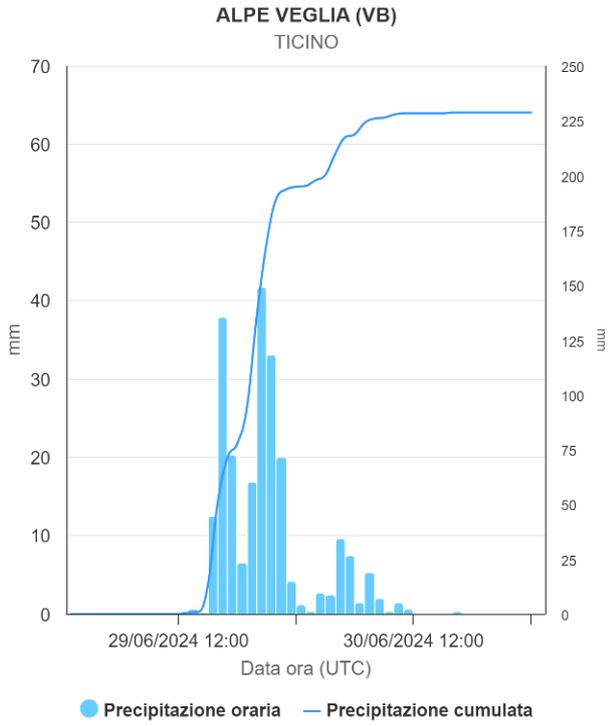
La Tabella 3 riporta i massimi pluviometrici più significativi registrati dalle stazioni della rete di monitoraggio meteorografico piemontese per le durate da 1 a 24 ore. In tabella sono evidenziati i maggiori valori registrati per ogni durata e per ogni zona di allerta.

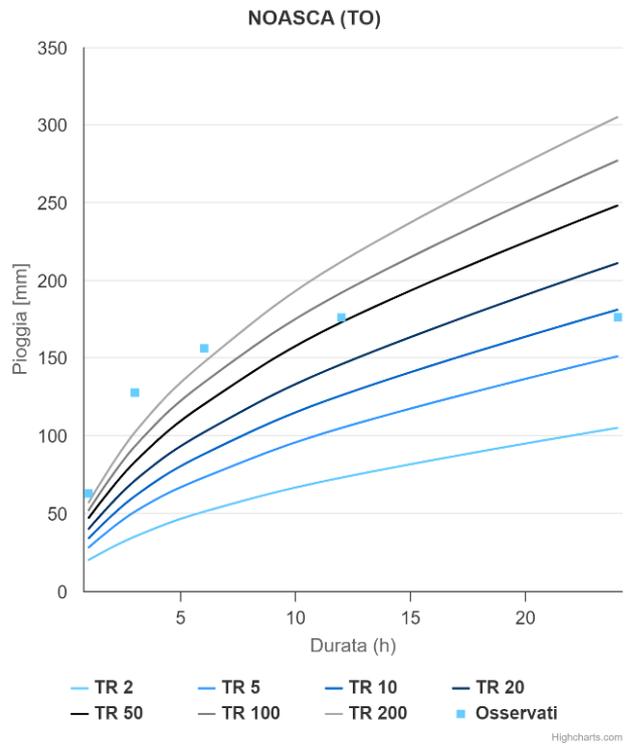
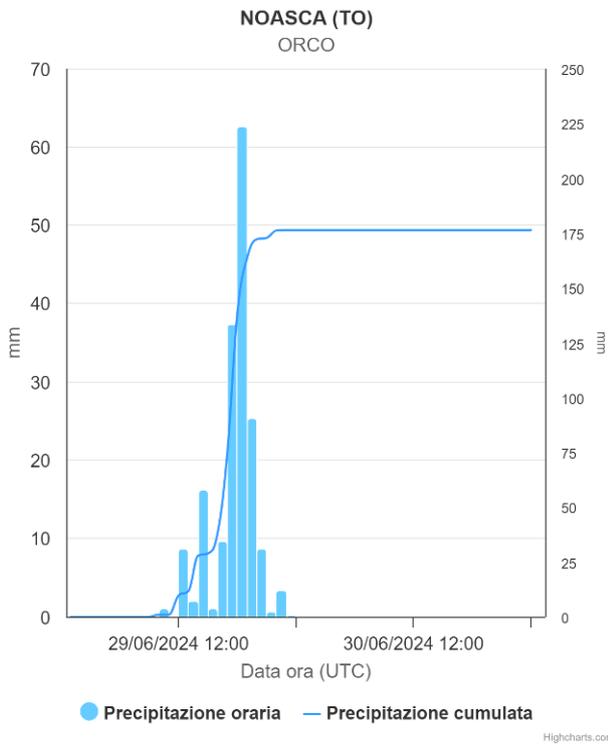
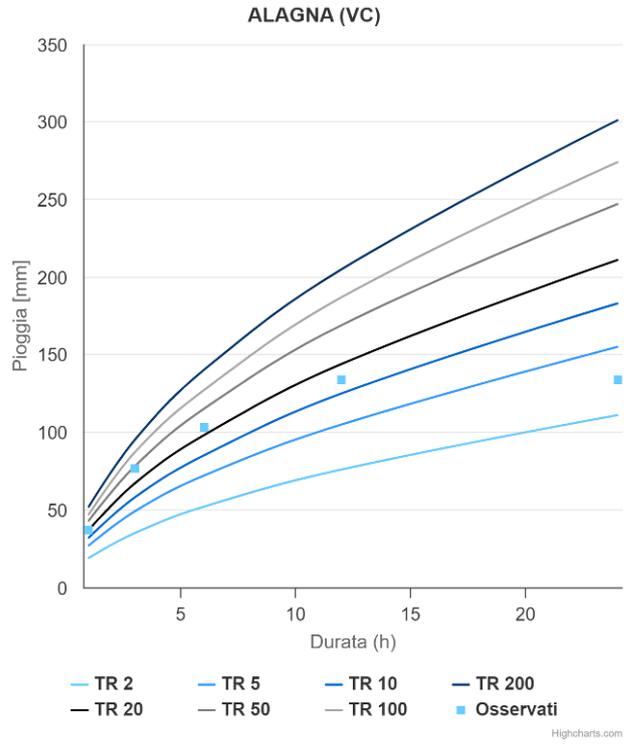
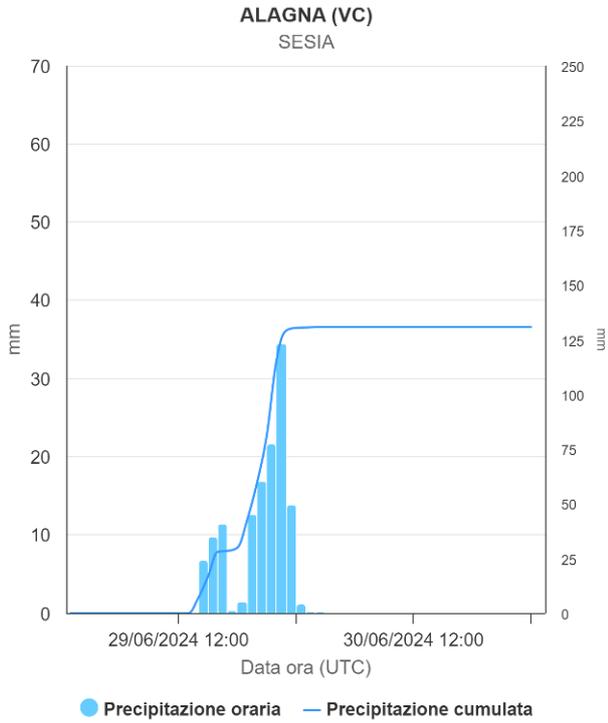
Zona	Bacino	Comune	Provincia	Stazione	Valore max 1h	Valore max 3h	Valore max 6h	Valore max 12h	Valore max 24h
A	TOCE - TICINO	VARZO	VB	ALPE VEGLIA	47,7	96,6	162,8	197,4	228,1
A	TOCE - TICINO	MACUGNAGA	VB	MACUGNAGA RIFUGIO ZAMBONI	39,3	81,0	125,4	181,2	184,8
A	TOCE - TICINO	MACUGNAGA	VB	MACUGNAGA PECETTO	35,3	82,6	120,2	173	178,8
A	TOCE - TICINO	VARZO	VB	VARZO	41,1	62,8	112,4	148,1	153,1
A	TOCE - TICINO	BOGNANCO	VB	LAGO PAIONE	23,6	59,5	92,2	114,8	117,6
A	TOCE - TICINO	TRASQUERA	VB	TRASQUERA	27,4	51,4	85,0	115,8	116,4
A	TOCE - TICINO	MONTECRESTESE	VB	LARECCHIO	62,0	86,9	113,9	115,3	115,3
A	TOCE - TICINO	ANTRONA SCHIERANCO	VB	ALPE CHEGGIO	33,8	62,1	76,4	102,35	104,4
A	TOCE - TICINO	MACUGNAGA	VB	PASSO DEL MORO	24,9	46,2	64,7	102,54	103,4
A	TOCE - TICINO	BOGNANCO	VB	PIZZANCO	24,6	54,1	75,5	87,9	88,3
A	TOCE - TICINO	BACENO	VB	ALPE DEVERO	22,4	41,3	55,1	83,7	86,3
A	TOCE - TICINO	FORMAZZA	VB	FORMAZZA BRUGGI	27,0	62,6	76,2	84,4	84,6
A	TOCE - TICINO	CEPPO MORELLI	VB	CEPPO MORELLI	21,7	34,6	52,8	81,3	83,3
B	SEZIA	ALAGNA VALSEZIA	VC	ALAGNA	37,0	76,6	103,1	133,7	133,7
B	SEZIA	ALAGNA VALSEZIA	VC	BOCCHETTA DELLE PISSE	30,3	67,0	92,6	122,3	122,7
C	ORCO	NOASCA	TO	NOASCA	62,8	127,7	156,1	176,0	176,2
C	PO	CORIO	TO	PIANO AUDI	61,0	76,4	81,2	123,8	124
C	STURA DI LANZO	GROSCAVALLO	TO	FORNO ALPI GRAIE	31,8	74,7	89,0	110,5	110,7
C	STURA DI LANZO	BALME	TO	BALME	41,3	83,4	94,3	101,7	101,7
C	ORCO	SPARONE	TO	SPARONE	39,5	45,6	50,4	91,3	91,5
C	PO	CORIO	TO	CORIO	54,1	66,4	68,2	82,7	82,7
C	PO	LANZO TORINESE	TO	LANZO	36,9	42,0	42,6	79,9	79,9
C	STURA DI LANZO	VARISELLA	TO	VARISELLA	28,1	37,7	47,0	73,9	78,7
C	STURA DI LANZO	USSEGLIO	TO	LAGO DIETRO LA TORRE	25,6	56,9	70,4	78,3	78,3
C	STURA DI LANZO	LANZO TORINESE	TO	LANZO STURA DI LANZO	33,5	46,33	47,1	78,1	78,3
C	ORCO	RONCO CANAVESE	TO	FORZO	24,1	33,1	37,1	72,8	73,2
C	ORCO	CERESOLE REALE	TO	CERESOLE VILLA	19,7	46,4	62,8	70,5	70,7

Tabella 3 - Massimi di pioggia, espressi in millimetri, per diverse durate per le stazioni più significative per l'evento del 29-30 giugno 2024

La caratterizzazione in termini statistici dell'evento si effettua mediante il confronto dei valori di altezza e durata delle precipitazioni registrate in corso d'evento con quelli relativi alle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica (LSPP) utilizzate nel sistema di allerta regionale.

Nella Figura 23 si riportano gli ietogrammi delle stazioni che hanno registrato le precipitazioni maggiori e le linee segnalatrici di possibilità pluviometrica per la determinazione del tempo di ritorno del fenomeno.





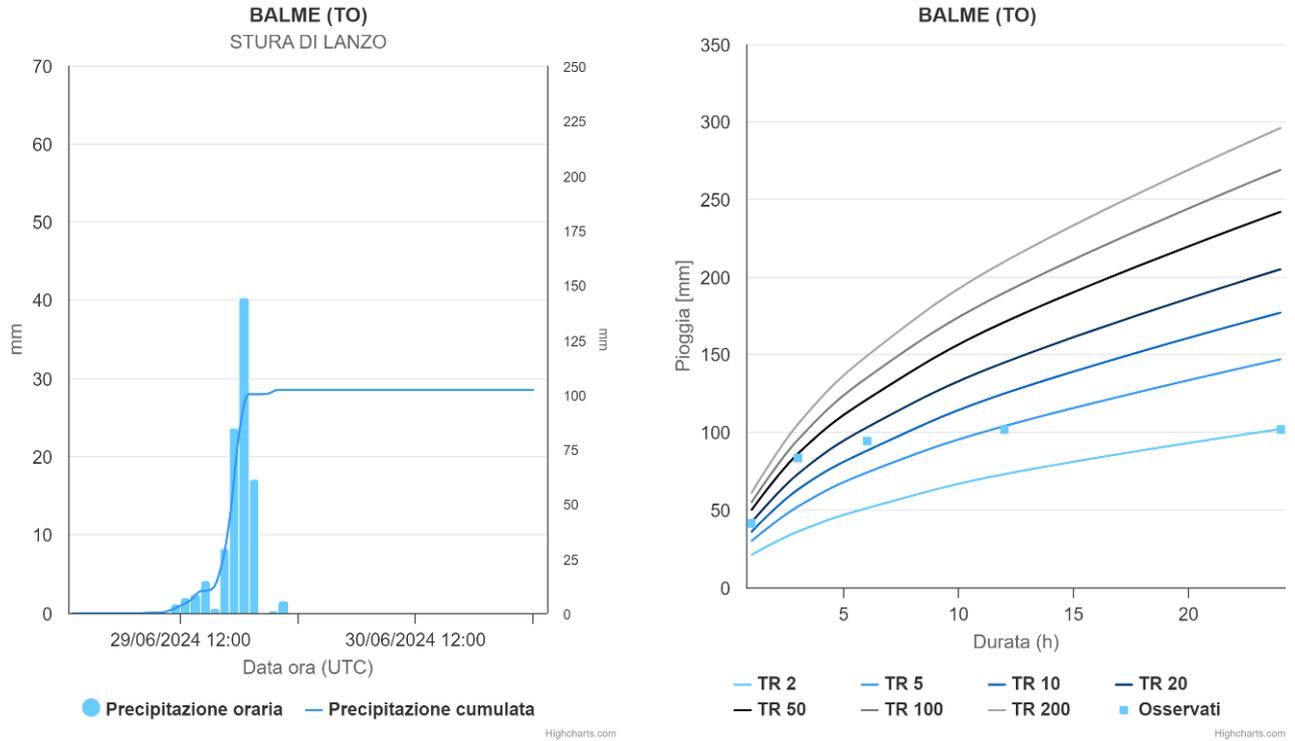


Figura 23 - Ietogrammi delle stazioni più significative per ogni zona di allerta e linee segnalatrici di possibilità pluviometrica per la determinazione del tempo di ritorno del fenomeno del 29 – 30 giugno 2024

I grafici rappresentano una sintesi della distribuzione dei valori di precipitazione osservati maggiormente significativi per le aree più colpite dall'evento pluviometrico. Nella stazione di Noasca (TO) i valori massimi cumulati sulle 1, 3 e 6 ore corrispondono a tempi di ritorno di oltre 200 anni. Anche le precipitazioni registrate presso la stazione di Alpe Veglia (VB) risultano statisticamente significative: i valori massimi cumulati per le durate di 3 e 6 ore corrispondono rispettivamente a tempi di ritorno di 100 e 200 anni.

ANALISI IDROMETRICA

Le intense precipitazioni che hanno interessato il Piemonte nord-occidentale a partire dal pomeriggio di sabato 29 giugno hanno determinato in quelle zone il repentino innalzamento dei corsi d'acqua del reticolo idrografico secondario e principale. Gli idrogrammi e i livelli massimi raggiunti per le sezioni più significative sono riportati rispettivamente in Figura 24 e in Tabella 4.

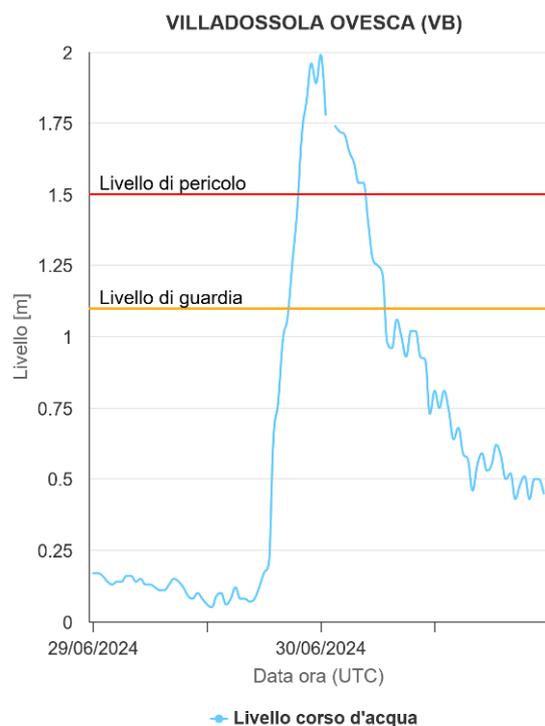
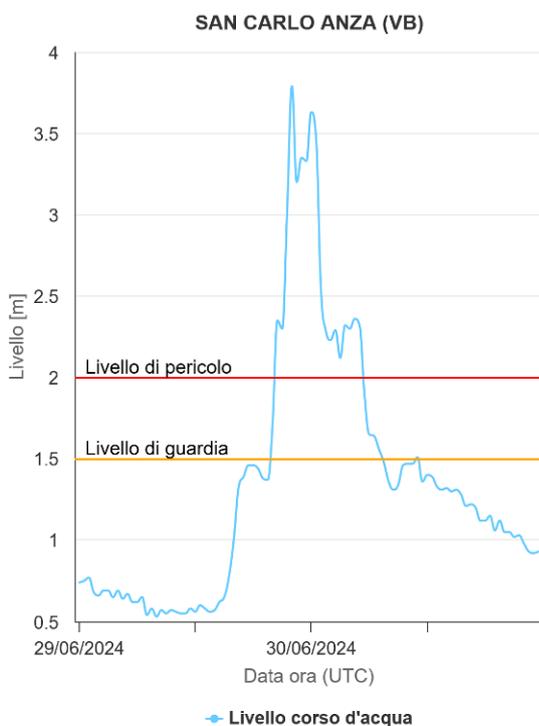
I primi consistenti innalzamenti dei corsi d'acqua si sono verificati nelle valli di Lanzo nella serata di sabato: la Stura di Valgrande a Cantoira (TO) e la Stura di Lanzo a Mezenile (TO) hanno superato repentinamente la soglia di pericolo raggiungendo il colmo alle 19:00 UTC. I livelli sono tornati al di sotto della soglia di guardia nella mattinata di domenica. Il colmo di piena della Stura di Lanzo è successivamente transitato alle 20:00 UTC a Lanzo (TO) senza superare il livello di guardia. Nelle stesse ore, il torrente Orco ha superato il livello di pericolo in corrispondenza della sezione di Spineto (TO). A valle, il colmo di piena del torrente è transitato a San Benigno (TO) nelle prime ore di domenica, raggiungendo la soglia di guardia. I contributi della Stura di Lanzo e del torrente Orco hanno determinato il transito di una piena ordinaria sul fiume Po alla sezione di San Sebastiano (TO), dove il colmo è transitato alle 4:00 UTC di domenica senza superare il livello di guardia.

A seguito delle forti precipitazioni che hanno interessato la Valle d'Aosta, la Dora Baltea a Tavagnasco (TO) ha superato il livello di guardia nelle prime ore di domenica, raggiungendo il colmo di piena alle 2:30 UTC.

Nella notte tra sabato e domenica anche nel Verbano ci sono stati importanti innalzamenti dei corsi d'acqua del reticolo secondario: a San Carlo (VB), il torrente Anza ha superato il livello di pericolo alle 20:30 UTC di sabato ed è tornato sotto il livello di guardia nella tarda mattinata di domenica. Anche il torrente Ovesca a Villadossola (VB) ha superato la soglia di pericolo, raggiungendo il colmo alle 00:00 UTC di domenica. Nelle stesse ore, il Toce a Domodossola (VB) ha raggiunto il livello di guardia. Tutti i contributi sono defluiti alla chiusura del bacino del Toce, dove il colmo di piena ordinaria è transitato a Candoglia (VB) alle 4:00 UTC di domenica, determinando anche un incremento del livello del Lago Maggiore. Quest'ultimo si è mantenuto al di sotto della soglia di guardia e ha registrato presso la stazione di Pallanza (VB) il livello massimo di 4,7 metri alle 17:00 UTC di domenica.

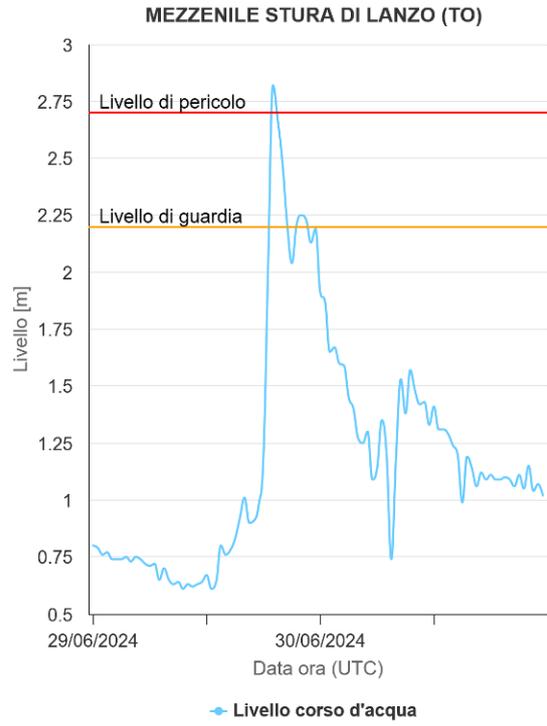
Bacino	Zona di allerta	Provincia	Stazione	Data e ora (UTC) livello massimo	Livello massimo raggiunto [m]	Livello guardia [m]	Livello pericolo [m]	Incremento totale [m] 29/06-30/06
TOCE - TICINO	A	VB	PONTEMAGLIO TOCE	30/06/2024 00:00	1,6	1,8	2,5	1,3
TOCE - TICINO	A	VB	DOMODOSSOLA TOCE	30/06/2024 00:00	2,3	2,3	2,7	1,1
TOCE - TICINO	A	VB	CANDOGLIA TOCE	30/06/2024 04:00	5,2	6,5	7,7	4,0
TOCE - TICINO	A	VB	SAN CARLO ANZA	30/06/2024 00:00	3,6	1,5	2,0	3,1
TOCE - TICINO	A	VB	VILLADOSSOLA OVESCA	30/06/2024 00:00	2,0	1,1	1,5	1,9
TOCE - TICINO	A	VB	PALLANZA LAGO MAGGIORE	30/06/2024 17:00	4,7	5,0	6,0	0,3
SEZIA	B	VC	CAMPERTOGNO SESIA	29/06/2024 23:00	3,4	2,5	4,0	2,7
DORA BALTEA	B	TO	TAVAGNASCO DORA BALTEA	30/06/2024 02:30	3,3	3,1	4,2	1,3
DORA BALTEA	I	TO	VEROLENGO DORA BALTEA	30/06/2024 15:30	3,0	3,1	3,9	1,1
STURA DI LANZO	C	TO	CANTOIRA STURA DI VAL GRANDE	29/06/2024 19:00	1,1	0,7	1,0	1,2
STURA DI LANZO	C	TO	MEZZENILE STURA DI LANZO	29/06/2024 19:00	2,8	2,2	2,7	2,2
STURA DI LANZO	C	TO	LANZO STURA DI LANZO	29/06/2024 20:00	2,5	2,8	3,7	2,0
ORCO	C	TO	SPINETO ORCO	30/06/2024 00:00	2,1	1,5	1,8	2,0
ORCO	L	TO	SAN BENIGNO ORCO	30/06/2024 02:30	2,9	2,9	3,5	1,5
PO	L	TO	SAN SEBASTIANO PO	30/06/2024 04:00	3,6	4,4	5,9	1,6

Tabella 4 - Colmi di piena e incrementi totali di livello (m) registrati per le stazioni idrometriche più significative nei giorni 29 e 30 giugno 2024. Le ore indicate si riferiscono all'Universal Time Coordinated (UTC). Sono evidenziati in rosso i livelli che hanno superato la soglia di pericolo e in arancione i livelli che hanno superato la soglia di guardia.

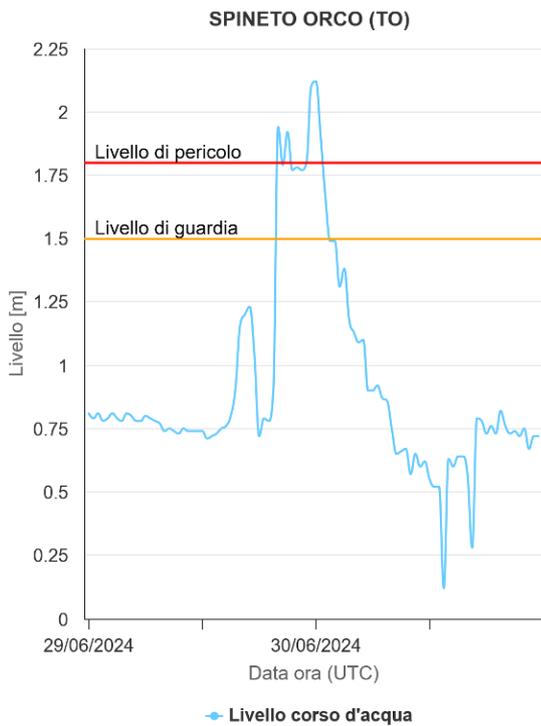




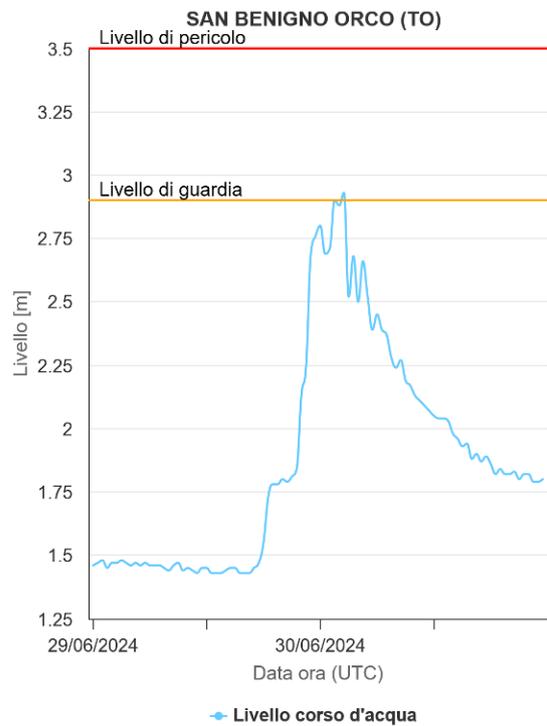
Highcharts.com



Highcharts.com



Highcharts.com



Highcharts.com

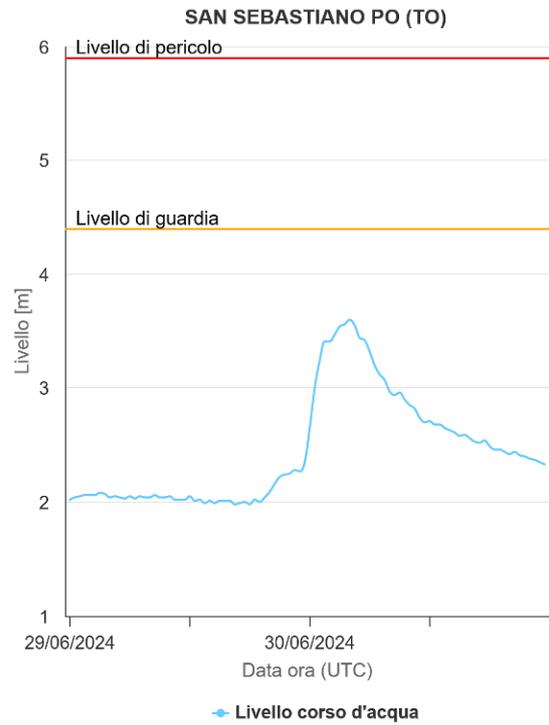
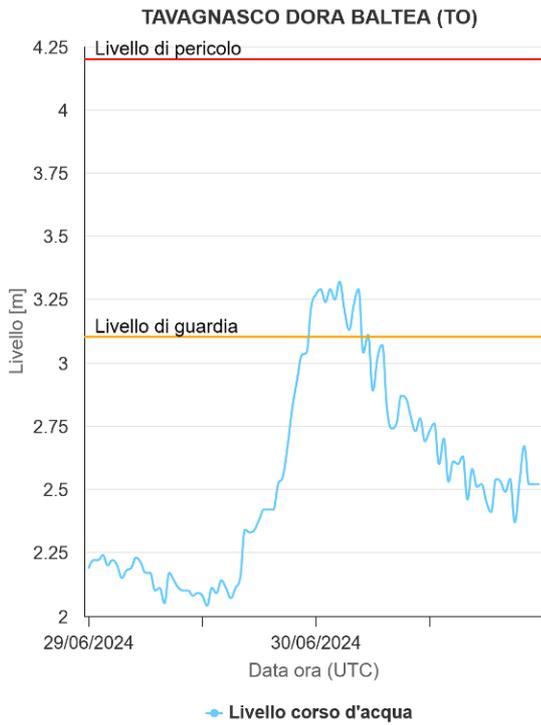


Figura 24 - Idrogrammi di livello delle stazioni idrometriche più significative per l'evento del 29–30 giugno 2024

EFFETTI AL SUOLO

Le piogge intense che nella giornata del 29 giugno hanno interessato il Piemonte nord-occidentale hanno determinato l'innalzamento dei livelli idrometrici di diversi corsi d'acqua e l'attivazione di diversi dissesti. Le zone più colpite sono state quelle comprese tra le Valli di Lanzo, le valli Orco e Soana in provincia di Torino; le valli Anzasca, Sesia e Devero nel nord Piemonte.

Di seguito viene riportata una sintesi delle principali segnalazioni raccolte da rassegna stampa.

Sono state segnalate alcune frane nei dintorni di Oulx (TO), in Valle Susa, in particolare in località Royeres verso Bardonecchia.

A Usseglio (TO) una frana ha bloccato la strada del vallone d'Arnas, intorno alle ore 20. Alcuni pastori sono rimasti isolati.

Una colata di fango e detriti ha interessato il torrente Vassola a Chialamberto (TO), nella val Grande di Lanzo determinando disagi in paese, con alcune persone evacuate dalle proprie abitazioni; è stato evacuato a titolo precauzionale un condominio con cinquanta persone.

In valle Orco nella zona delle cascate, il torrente Orco è fuoriuscito trascinando fango e detriti in centro al paese. Chiusa la strada tra Fornolosa (TO) e Noasca (TO) per una colata detritica che ha ostruito completamente la carreggiata.

In val Soana il torrente Arietta nel vallone dell'Azaria (TO) si è ostruito a causa di una frana riversando materiale sui pascoli e deviando il suo percorso. Una frana ha interessato la SP n. 47 all'altezza di Ingria.

Criticità in diverse località della val d'Ossola e nelle aree di confine in Svizzera, dove si sono verificati eventi franosi significativi. A San Domenico (VB) e Simplon Dorf, si sono verificate due grosse frane, con grandi quantità di fango e detriti che hanno invaso alcune strade e bloccato il transito stradale.

In Valsesia si sono verificati diversi dissesti: ad Alagna (VC) evacuate 13 persone rimaste bloccate ai rifugi Pastore, Barba Ferrero e Crespi Calderini. Molte le strade chiuse: quella per Pianalunga, Acqua Bianca, val Vogna (da Sant'Antonio a Peccia) e quella per Wittine (dalla frazione di Piane). In località Schennine è crollato un ponte e quello di Zam Tackj risulta inaccessibile. A Campertogno, una ventina di campeggiatori sono rimasti isolati.

A Macugnaga (VB) gran parte dell'abitato di Staffa e Pecetto è stata invasa da detriti e fango per l'esonazione del rio Tambach: diverse le abitazioni, attività, negozi e strutture ricettive coinvolte. Danneggiati anche i sottoservizi lasciando molte zone senza acqua potabile, luce e gas. Sempre a Macugnaga una trentina di turisti sono rimasti bloccati nei rifugi ai piedi del Monte Rosa a causa dell'uscita dall'alveo in diversi punti del fiume Anza nella zona dell'alpe Burki.

In valle Divedro una frana si è abbattuta a San Domenico di Varzo (VB), all'accesso al Veglia: l'alpe è isolata. Sono state evacuate in tutto 123 persone tra turisti e operatori alberghieri.

Segnalati anche vento forte e grandine che hanno causato disagi nelle zone di pianura. Nel canavese decine di auto danneggiate per la grandine, a Busano (TO) una casa è stata scoperchiata.

A Ivrea (TO) locali allagamenti in via delle Rocchette, in corrispondenza della prima parte della strada su cui si affacciano le abitazioni fronte Dora Baltea.

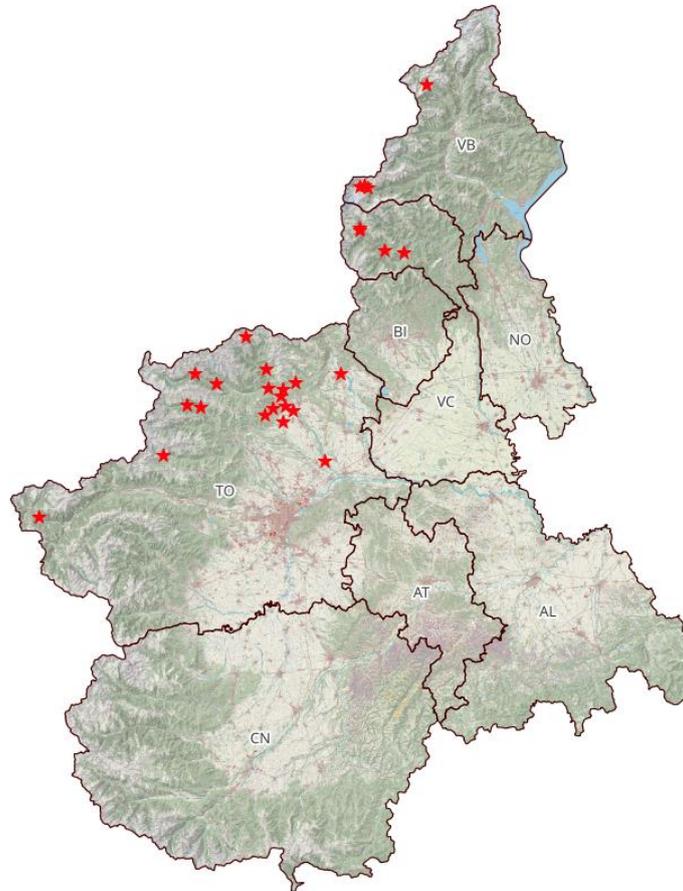


Figura 25 - Cartogramma con l'ubicazione delle principali segnalazioni raccolte da rassegna stampa o da altre fonti

Nei paragrafi seguenti sono riportate le informazioni raccolte dalle seguenti fonti:

- rilievi di terreno eseguiti nei giorni immediatamente successivi all'evento (1 e 2 luglio);
- immagini e ripresa durante il sorvolo con elicottero, reso disponibile dalla Protezione Civile del Piemonte, effettuato il 2 luglio 2024 in particolar modo su Macugnaga;
- analisi dei dati della piattaforma Copernicus, in particolare sono state visionate le immagini satellitari Sentinel-2 L2A post-evento e confrontate con immagini pre-evento;
- nuovi sopralluoghi nelle aree coinvolte, in particolare presso Macugnaga il 18 luglio 2024 durante il quale è stato effettuato, su richiesta di ARPA Piemonte, un rilievo con drone da parte di geologo della Regione Piemonte - Servizio Risorse Minerarie e attuazione art. 2.1.a L.R. 19/20 (già Difesa del Suolo);
- elaborazioni fotogrammetriche di alcune delle immagini riprese da elicottero e da drone;
- informazioni acquisite presso gli Enti del Territorio;
- altre informazioni raccolte in rete.

Comune di Ingria (TO) – Valle Soana

Nella serata di sabato 30 giugno 2024 una frana ha interessato la Strada Provinciale n. 47 della val Soana in corrispondenza del bivio per Ingria (TO). Si tratta di un fenomeno di saturazione e fluidificazione della coltre di copertura eluvio colluviale che si è innescato a quota 800m slm, immediatamente al di sotto della sede stradale comunale, all'ingresso del concentrico di Ingria. La frana ha interessato per oltre un metro i depositi eluvio colluviali, per un fronte di circa 10 metri di larghezza. I materiali fluidificati, di natura prevalentemente fine limoso-sabbiosa, si sono propagati lungo il ripido versante, invadendo la sede stradale in corrispondenza della viabilità comunale e della strada provinciale e proseguendo verso il torrente Soana. La maggior parte del materiale si è arrestato immediatamente al di sotto della strada provinciale e ha danneggiato le pertinenze stradali, i pali dell'illuminazione pubblica ed ha asportato parte del corrimano in ferro. In corrispondenza del tratto di versante coinvolto erano presenti alcuni ordini di gabbionate che sono state completamente scalzate alla base e coinvolte nel processo di colamento.

Dalla Banca Dati Eventi (BDE) di Arpa Piemonte si evince che la zona era già stata interessata da un fenomeno di colamento rapido simile nel corso dell'evento alluvionale del 13-16 ottobre del 2000 (ID processo 86073) e probabilmente da altri eventi simili in passato: la zona viene riportata infatti nel SIFRAP come "Area soggetta a frane superficiali diffuse"



Figura 26 - A sinistra, zona di distacco della frana poco al di sotto della strada comunale per Ingria; a destra zona di scorrimento del materiale detritico, che ha invaso la sottostante sede stradale della comunale e della provinciale.



Figura 27 - A sinistra, accumulo di materiale in corrispondenza della strada provinciale. A destra, parte del materiale è proseguito al di sotto della sede stradale, arrestandosi qualche decina di metri dopo.

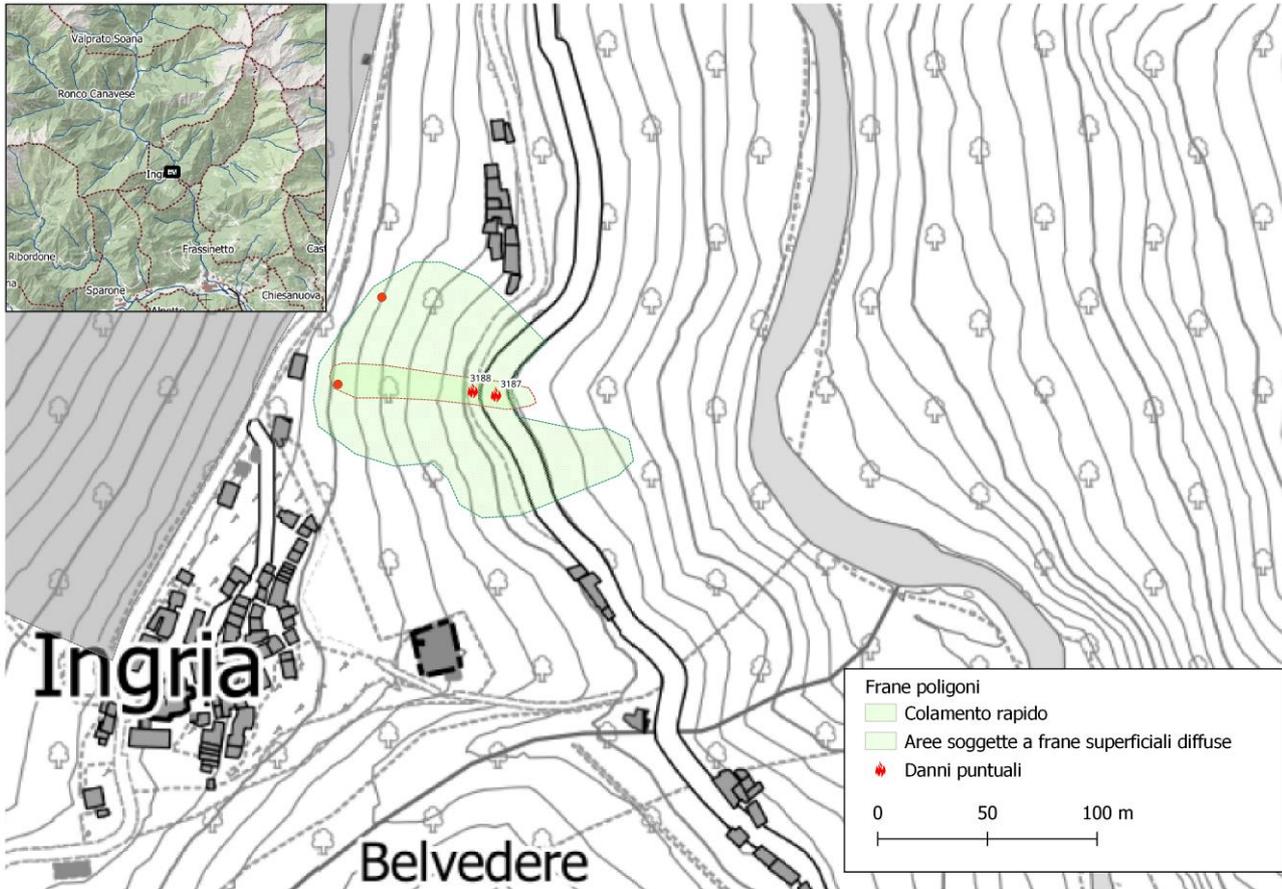


Figura 28 - Perimetrazione della frana per fluidificazione della coltre superficiale e ubicazione dei principali danni; nella stessa zona il SIFRAP (Sistema Informativo Frane in Piemonte) riporta un'area interessata da frane superficiali diffuse (codice 001-03105-00).

Comune di Locana (TO) valle Orco - (località Fornolosa)

Nella serata del 29 giugno una colata detritica incanalata ha interessato un tributario minore del t. Orco in corrispondenza di località Fornolosa (TO). Il materiale ha invaso la strada provinciale n. 460 del Gran Paradiso per circa 60 metri con materiale detritico generalmente di grosse dimensioni. Il materiale più grossolano si è quasi completamente arrestato lungo la sede stradale, mentre una porzione più limitata a granulometria sabbiosa-ciottolosa ha imboccato una strada di accesso a un'abitazione privata, invadendo le pertinenze a garage e deposito mezzi.

La colata ha completamente ostruito la carreggiata, impedendo la circolazione e lasciando così isolata la parte alta della valle. Nella mattinata del 1° luglio, in occasione del sopralluogo, il materiale era già stato completamente sgomberato ripristinando la circolazione a senso alternato. La parte superiore del versante da cui ha preso origine il fenomeno è fortemente vegetata ed è difficilmente accessibile. Da una prima analisi non si evidenziano dissesti di versante che abbiano interessato il bacino, il materiale pertanto sembra sia stato preso completamente in carico in alveo.

Da una prima stima preliminare il materiale coinvolto è di circa 3'000 mc. Secondo quanto riportato dal padrone dell'abitazione coinvolta la colata è avvenuta all'incirca tra le 21:00 e le 21:30.

L'esame delle immagini Sentinel2 ha confermato la morfologia individuata dal sopralluogo.

La stessa zona era stata già interessata in precedenza da un fenomeno di crollo nella primavera del 2014 (Fonte banca dati Arpa Piemonte, codice 330801: *Richiesta di interventi urgenti ed indifferibili e relazione preliminare di sopralluogo a firma del dott. Peccia Galletto Franco*). Anche a seguito dell'evento alluvionale del 13 ottobre 2000 nella stessa area sono stati segnalati fenomeni di piena torrentizia probabilmente causati dallo stesso affluente.

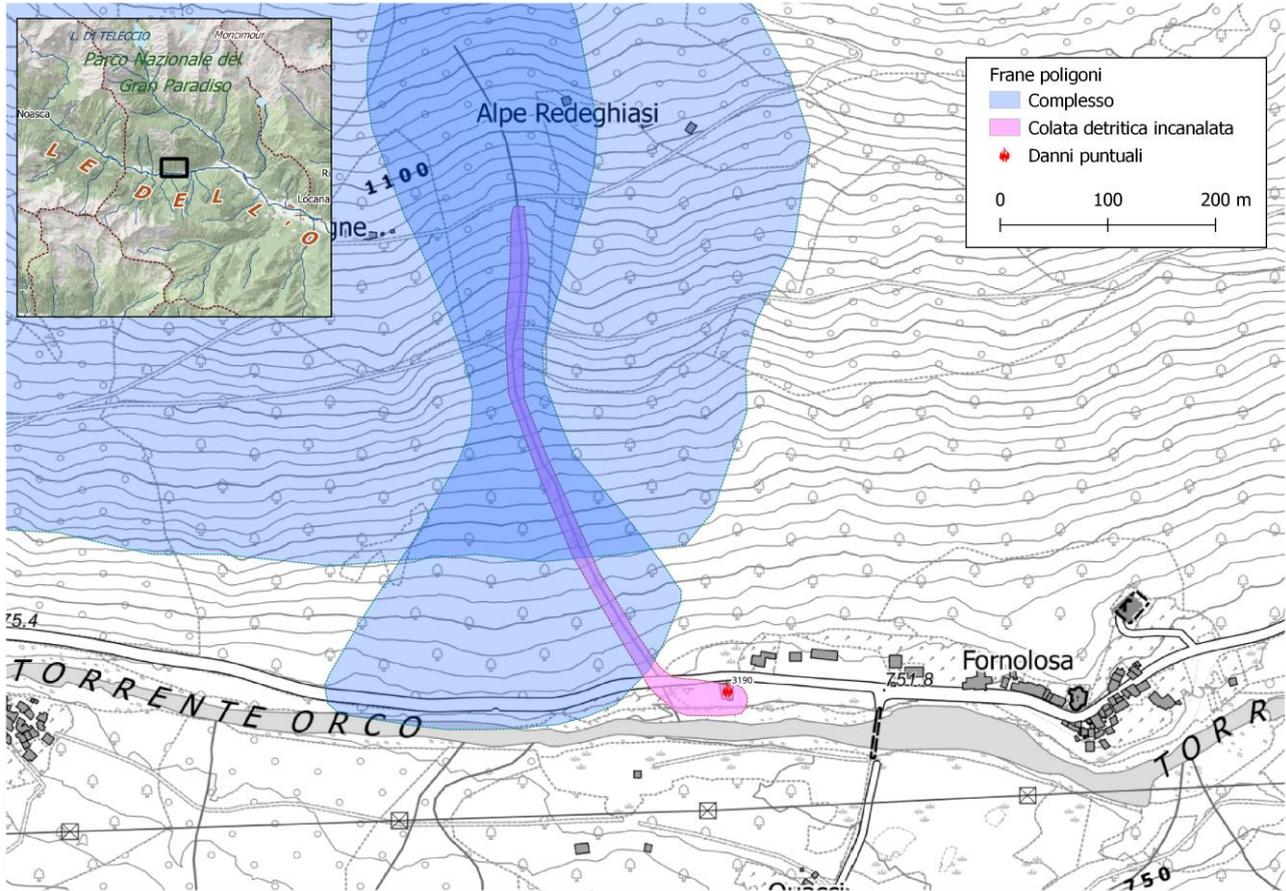


Figura 29 - Perimetrazione della colata detritica e ubicazione dei principali danni come riportata in SIFRAP (Sistema Informativo Frane in Piemonte)



Figura 30 - Il materiale detritico che ha invaso la sede stradale è stato ricollocato oltre il guard-rail per ripristinare la circolazione. A sinistra, vista da monte verso valle; a destra vista da valle verso monte.



Figura 31 - Intersezione del tributario secondario del t. Orco con la strada provinciale.



Figura 32 - Parte del materiale ha imboccato la strada di accesso per l'abitazione immediatamente a valle, invadendo le pertinenze adibite a garage e deposito mezzi.



Figura 33 - Vista dall'alto della zona interessata dalla colata detritica. In blu, tratto di alveo su cui si è verificato il trasporto di materiale; in rosso, indicazione del tratto di strada e dell'abitazione interessate dalla colata.

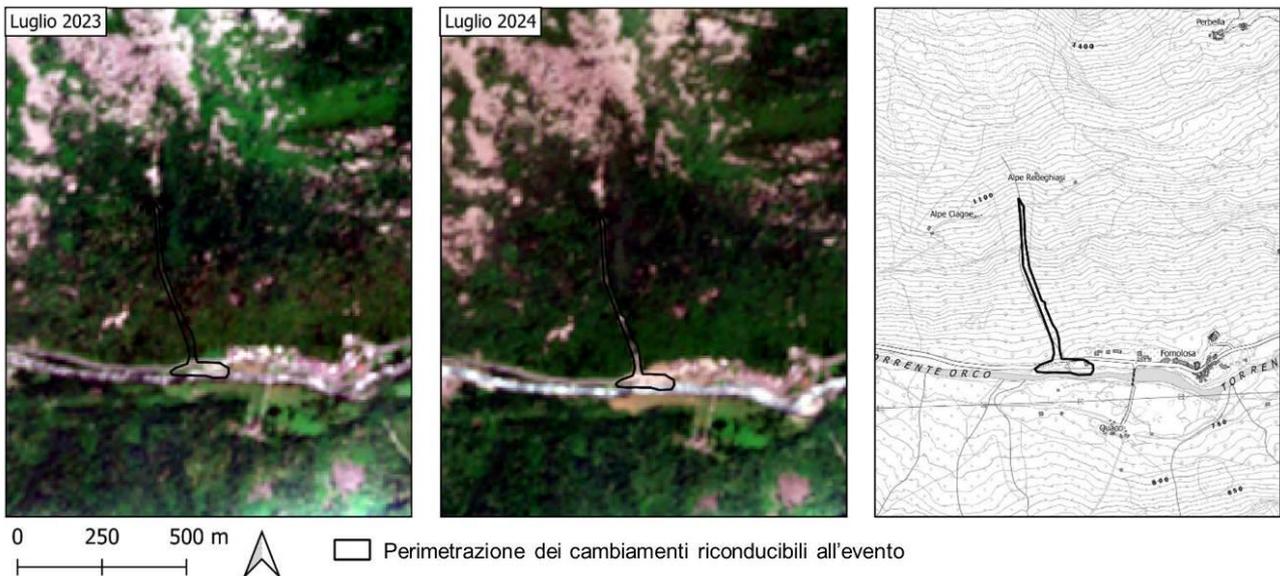


Figura 34 - Le due immagini a sinistra ed al centro sono ottenute dalla composizione tra le bande B4, B3, B2 acquisite dal satellite Sentinel-2 L2A e sono state utilizzate per individuare il perimetro delle aree coinvolte dall'evento. L'immagine di destra riporta la medesima perimetrazione del fenomeno su BDTRE.

Comune di Locana (TO), vallone di Piantonetto

Nel vallone di Piantonetto, laterale sinistra della valle Orco, sono stati segnalati alcuni fenomeni di dissesto; il principale è avvenuto immediatamente a monte di loc. S. Giacomo (TO), dove la sede stradale è stata completamente asportata.

Il fenomeno, di tipo complesso, si è originato lungo una serie di tributari minori in destra idrografica del rio principale. Le immagini satellitari evidenziano l'attivazione di processi erosivi e di trasporto solido in corrispondenza di almeno cinque linee di deflusso secondarie. Tre di queste confluiscono direttamente nel torrente Piantonetto. Non è da escludere oltre alla presa in carico del detrito in alveo, un ulteriore apporto di materiale a partire da movimenti franosi. Il risultato è consistito nella deposizione di ingenti quantità di detrito che hanno causato il temporaneo sbarramento del torrente Piantonetto e la deviazione del flusso delle acque in direzione del versante opposto.

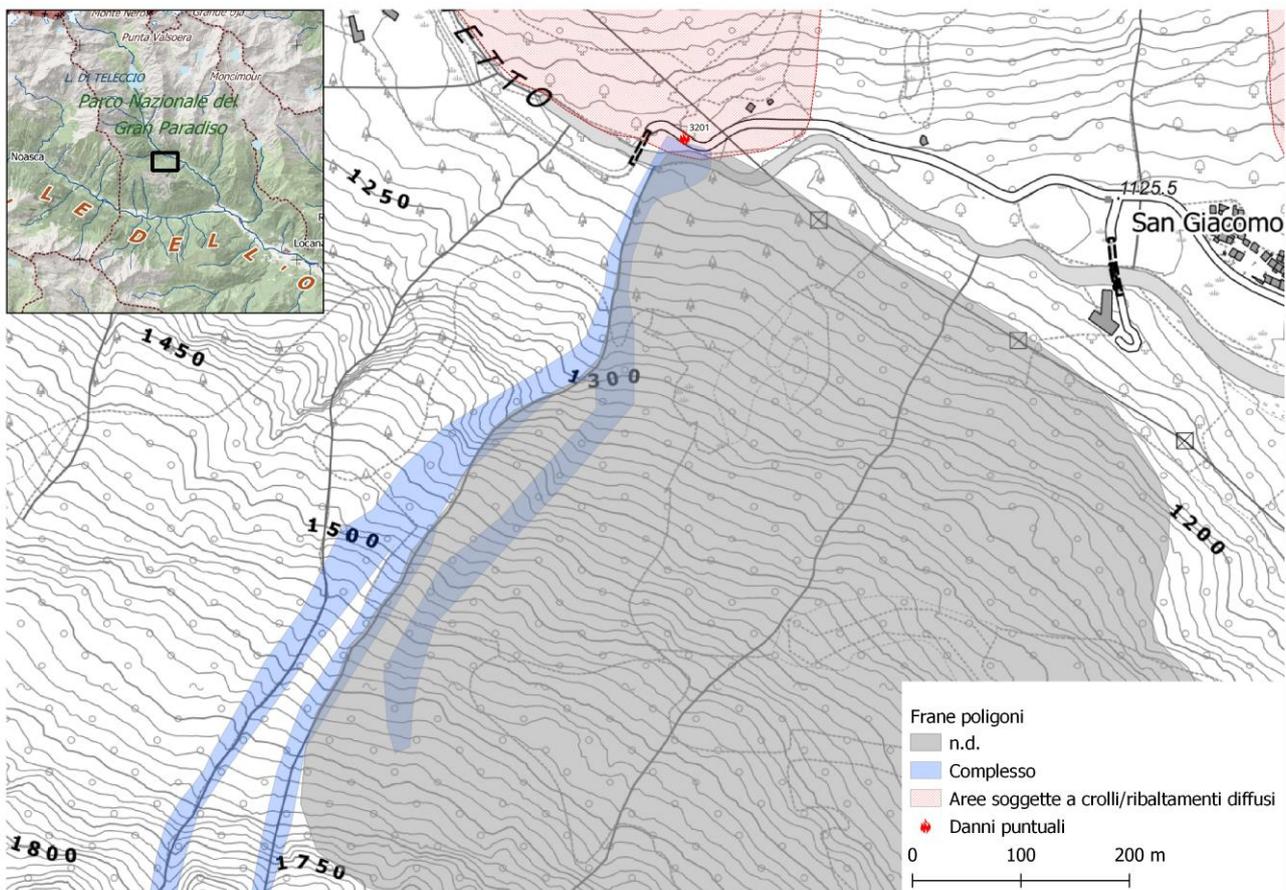


Figura 35 - Perimetrazione del fenomeno complesso (ID: 001-77643-00) e ubicazione del principale danno alla viabilità come riportata in SIFRAP (Sistema Informativo Frane in Piemonte).

Si sono pertanto attivati processi erosivi a spese della sponda destra del torrente che hanno interessato il tratto di viabilità a valle del ponte, posto a quota 1230 metri circa. Quest'ultimo non presenta danneggiamenti, mentre la sede stradale poco a valle è stata completamente asportata per un tratto di circa 60 metri. Si segnalano anche danneggiamenti alla funzionalità operativa di alcune opere di captazione idropotabile.

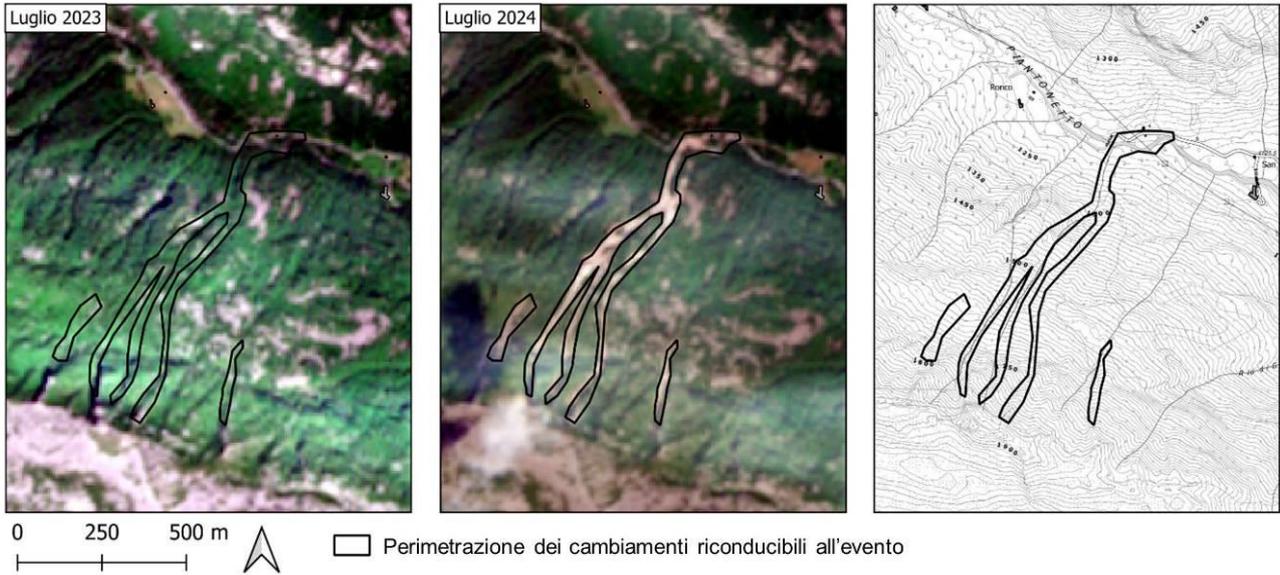


Figura 36 - Le due immagini a sinistra ed al centro sono ottenute dalla composizione tra le bande B4, B3, B2 acquisite dal satellite Sentinel-2 L2A e sono state utilizzate per individuare il perimetro delle aree coinvolte dall'evento. L'immagine di destra riporta la medesima perimetrazione del fenomeno su BDTRE.



Figura 37 - Tratto di strada completamente asportato dall'erosione di sponda causata dalla deviazione dell'alveo del Piantonetto. A sinistra, vista verso monte; a destra, vista verso valle.



Figura 38 - A sinistra, la colata ha completamente riempito l'alveo del Piantonetto, che prima scorreva oltre il muro in pietra; a destra, poco a valle del tratto asportato la sede stradale si presenta danneggiata in modo lieve.



Figura 39 - Canale di scorrimento del fenomeno, interessato da trasporto di materiale grossolano e da processi erosivi.

Procedendo verso valle, i fenomeni erosivi tendono progressivamente a scomparire e, in corrispondenza dell'abitato di San Giacomo, la portata di piena è stata interamente trattenuta in alveo. Secondo la testimonianza di un tecnico dell'acquedotto il fenomeno potrebbe essersi attivato tra le ore 19 e le 20 circa.

Un fenomeno simile viene riportato nella banca dati geologica di Arpa Piemonte: in occasione dell'evento del 13 ottobre 2000 la stessa porzione di strada era già stata pesantemente danneggiata.



Figura 40 - Dall'Archivio della banca dati di Arpa Piemonte si evince che lo stesso tratto di strada era già stato danneggiato in occasione dell'evento del 13 ottobre 2000. Nella foto di destra si vede l'alveo che scorre nella sede originaria, a destra del muro in pietra.

Comune di Varzo (VB)

Le piogge del 29 giugno nel territorio comunale di Varzo hanno determinato prevalentemente l'innescò di alcune colate detritiche incanalate che hanno coinvolto le seguenti località:

- rio Grosso: il materiale trasportato dal rio si è depositato in corrispondenza del ponte di collegamento tra la località San Domenico con la località Ponte Campo;
- rio della Balma: ha interessato la viabilità agrosilvopastorale che collega l'Alpe Veglia alla località la Balma;
- rio Fontana: ha interessato l'alveo a monte del guado posto a monte della frazione San Domenico.

L'unico fenomeno evidente dalle immagini satellitari è quello che ha coinvolto il rio Grosso per il quale si riporta uno stralcio cartografico.

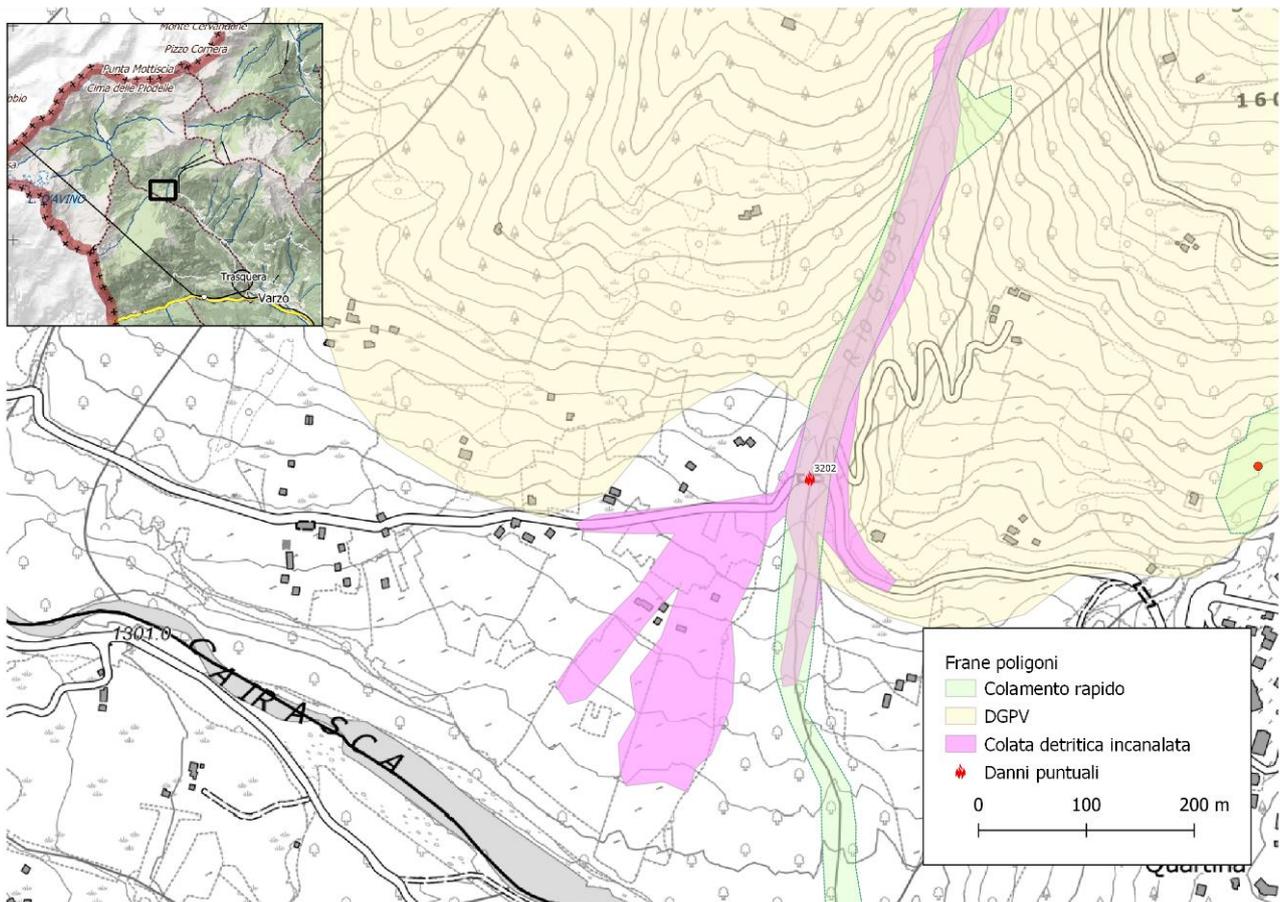


Figura 41 - Perimetrazione della colata detritica incanalata lungo il rio Grosso e ubicazione del principale danno; nella stessa zona il Sifrap (Sistema Informativo Frane in Piemonte) riporta un'area interessata da colamento rapido.

Il bacino del rio Grosso è soggetto a fenomeni di colata detritica che, in occasione di eventi meteoropluviometrici severi, mobilita il materiale eterogeneo presente sulle sponde e lungo il canale dello stesso. Nel SIFRAP è documentato un colamento rapido risalente all'evento di ottobre 2000 che ha determinato il collasso di parte del detrito presente nel canale del rio Grosso e alcune porzioni di versante, nei pressi dei piloni della seggiovia che dalla loc. Casa Rossa porta all'Alpe Ciamporino.

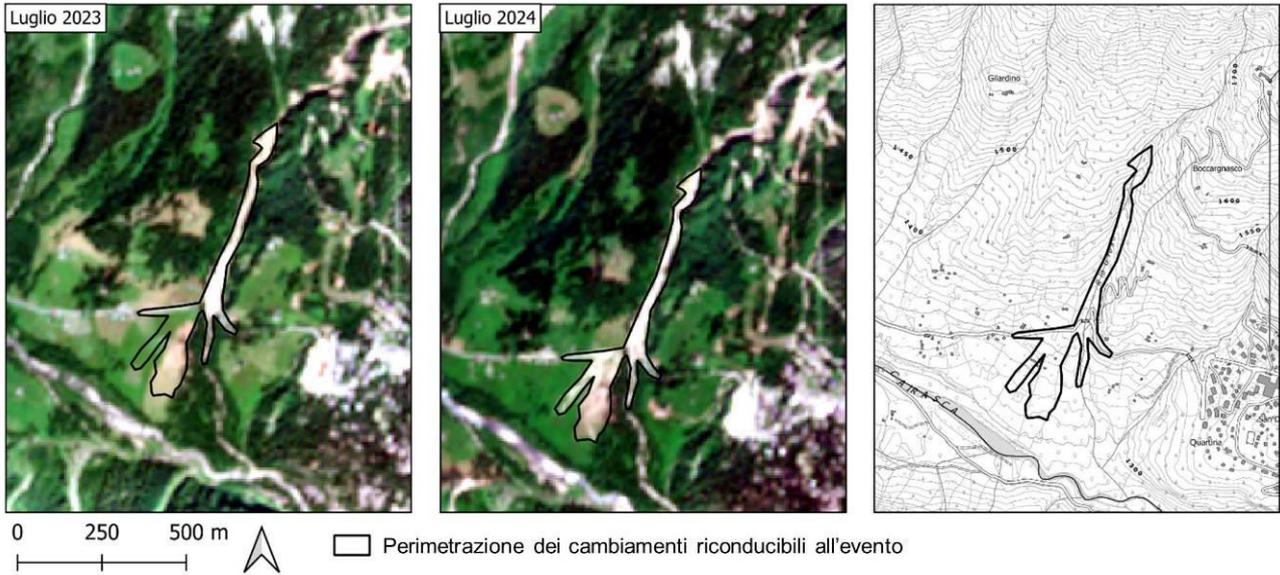


Figura 42 - Le due immagini a sinistra ed al centro sono ottenute dalla composizione tra le bande B4, B3, B2 acquisite dal satellite Sentinel-2 L2A e sono state utilizzate per individuare il perimetro delle aree coinvolte dall'evento. L'immagine di destra riporta la medesima perimetrazione del fenomeno su BDTRE.



Figura 43 - Il ponte di collegamento tra la località San Domenico e la località Ponte Campo è stato invaso dal materiale detritico trasportato dal rio Grosso. (Fonte: immagine tratta da sito web del Comune di Varzo).

Comune di Usseglio (TO) – Vallone d'Arnas

I principali effetti al suolo registrati riguardano la chiusura della strada del vallone d'Arnas avvenuta intorno alle ore 20:00. Le immagini Sentinel-2 hanno permesso di rilevare la presenza di due colate detritiche incanalate lungo i tributari minori posti sulla sinistra idrografica del rio Arnas.

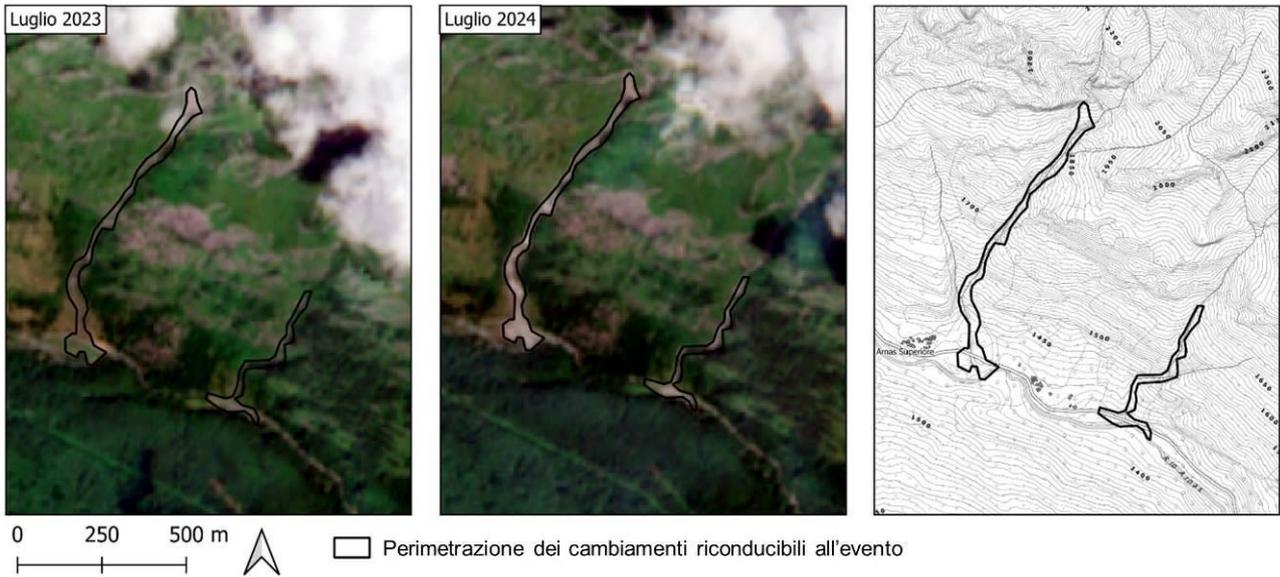


Figura 44 - Le due immagini a sinistra ed al centro sono ottenute dalla composizione tra le bande B4, B3, B2 acquisite dal satellite Sentinel-2 L2A e sono state utilizzate per individuare il perimetro delle aree coinvolte dall'evento. L'immagine di destra riporta la medesima perimetrazione del fenomeno su BDTRE.

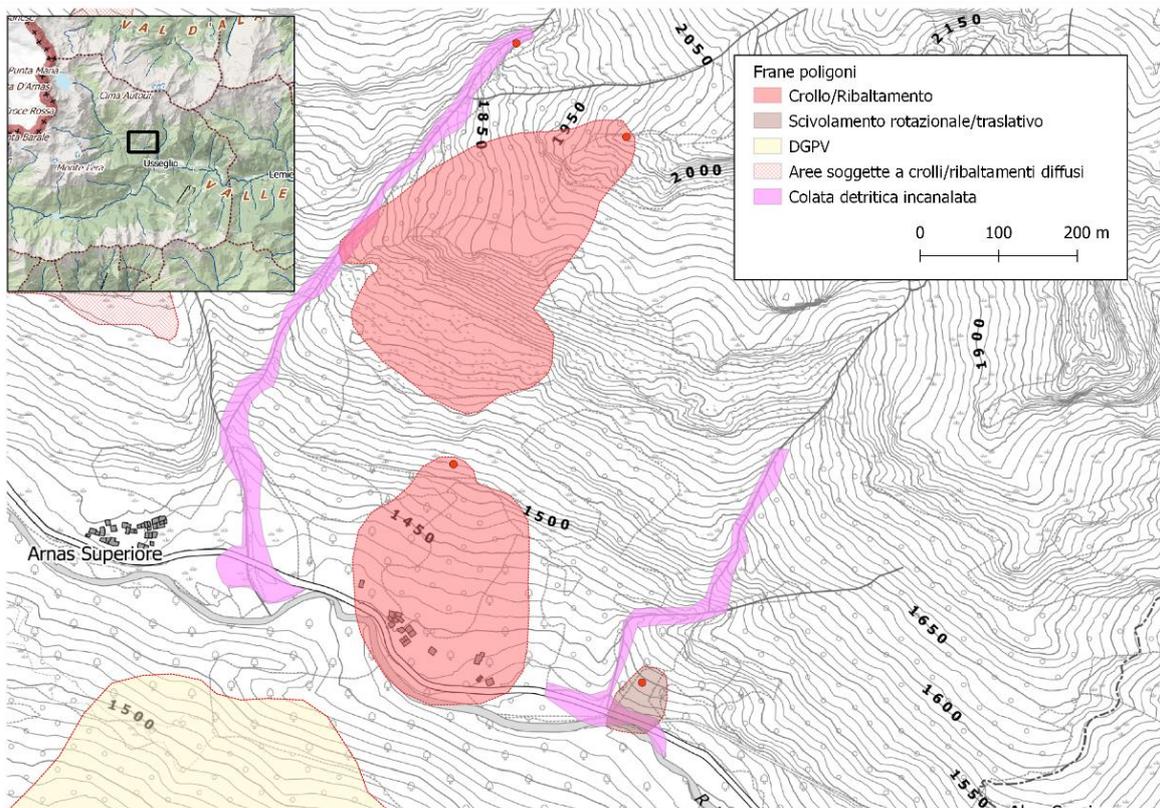


Figura 45 - Perimetrazione delle due colate detritiche riportate nel SIFRAP (Sistema Informativo Frane in Piemonte).

Comune di Chialamberto (TO)

Le immagini Sentinel 2 hanno messo in evidenza una colata detritica in corrispondenza del t. Vassola ed una riattivazione di un fenomeno erosivo superficiale che ha lambito il sentiero ad ovest delle località Ronco di Bianco e Pianardi. Il fenomeno in corrispondenza del t. Vassola ha determinato disagi in paese, con alcune persone evacuate dalle proprie abitazioni.

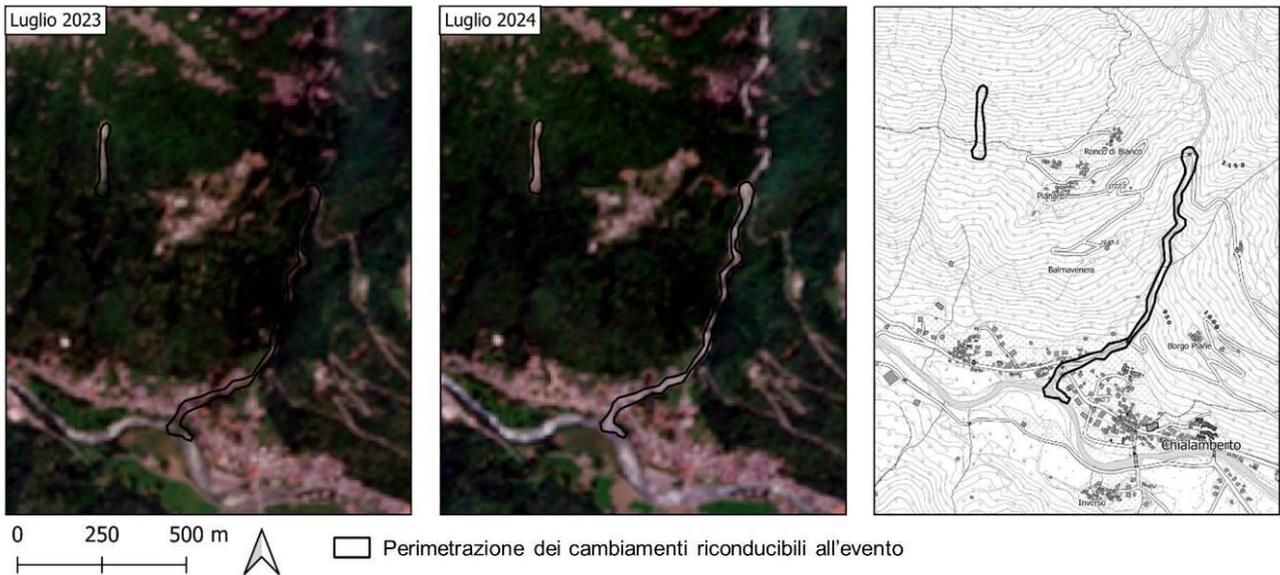


Figura 46 - Le due immagini a sinistra ed al centro sono ottenute dalla composizione tra le bande B4, B3, B2 acquisite dal satellite Sentinel-2 L2A e sono state utilizzate per individuare il perimetro delle aree coinvolte dall'evento. L'immagine di destra riporta la medesima perimetrazione del fenomeno su BDTRE.

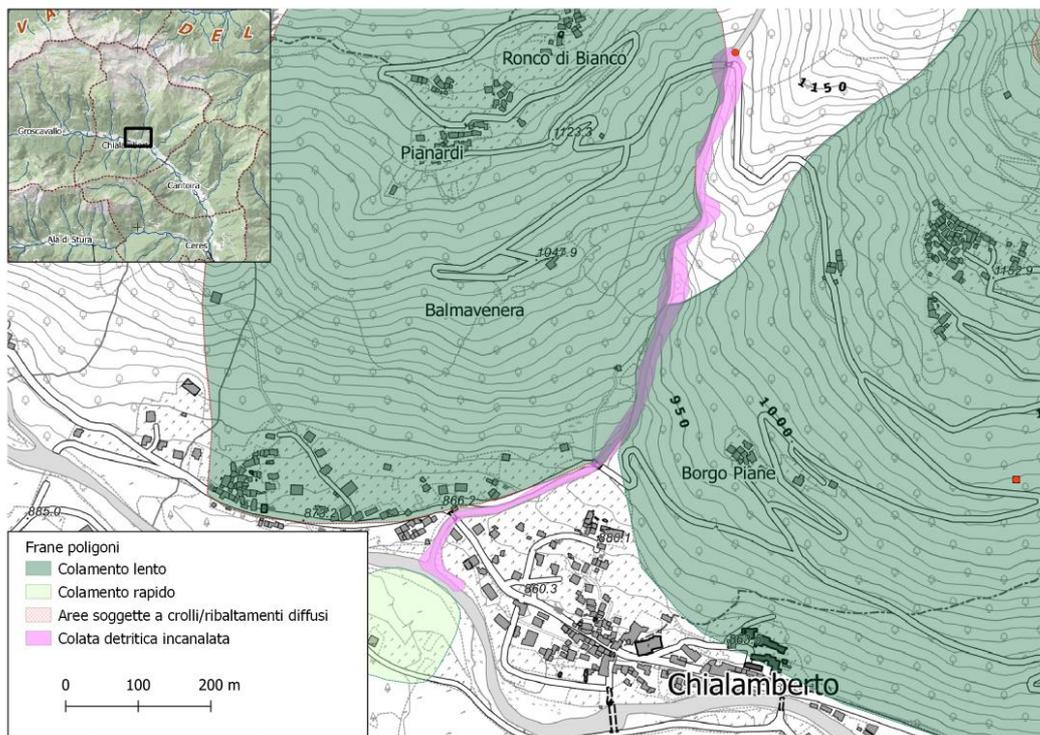


Figura 47 - Perimetrazione della colata detritiche riportata nel SIFRAP (Sistema Informativo Frane in Piemonte).

Comune di Groscavallo (TO)

In località Bonzo Superiore, nel territorio comunale di Groscavallo, il trasporto solido di piena del rio Unghiasse, affluente in sinistra idrografica del torrente Stura di Valle Grande, ha depositato materiale a valle della strada provinciale n. 33 e ha determinato un limitato apporto detritico lungo il conoide.

Gli effetti al suolo sono documentati dalle immagini satellitari e dalle riprese da elicottero.

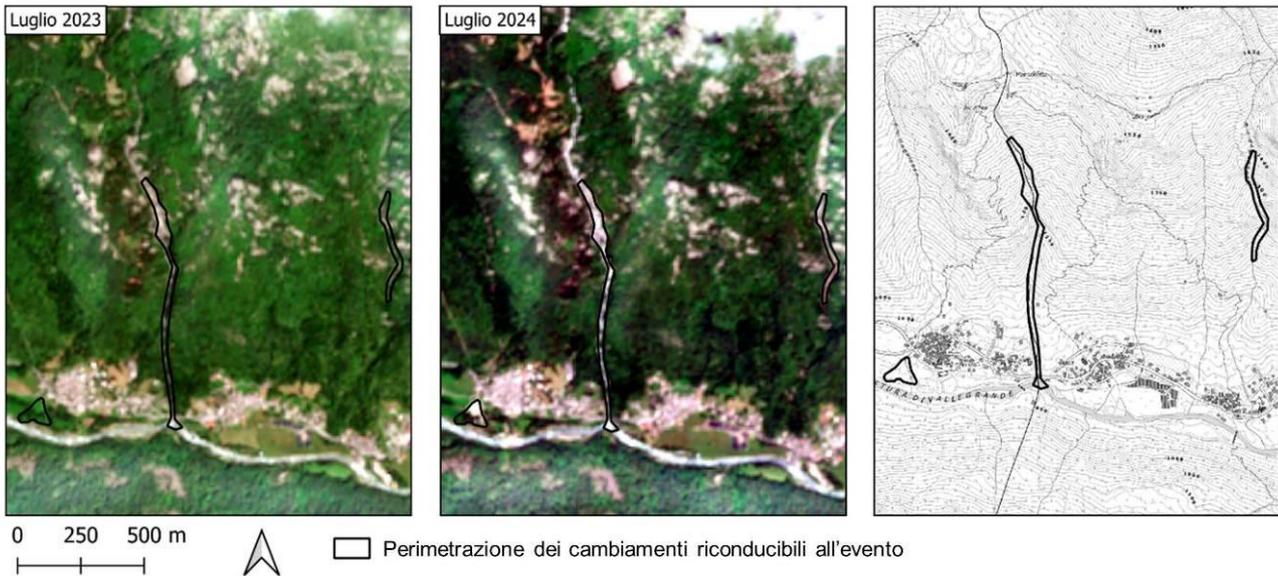


Figura 48 - Le due immagini a sinistra ed al centro sono ottenute dalla composizione tra le bande B4, B3, B2 acquisite dal satellite Sentinel-2 L2A e sono state utilizzate per individuare il perimetro delle aree coinvolte dall'evento. L'immagine di destra riporta la medesima perimetrazione del fenomeno su BDTRE.



Figura 49 - Riprese dall'alto (sorvolo in elicottero da parte di personale Arpa Piemonte del 2 luglio 2024) del conoide del rio Unghiasse.

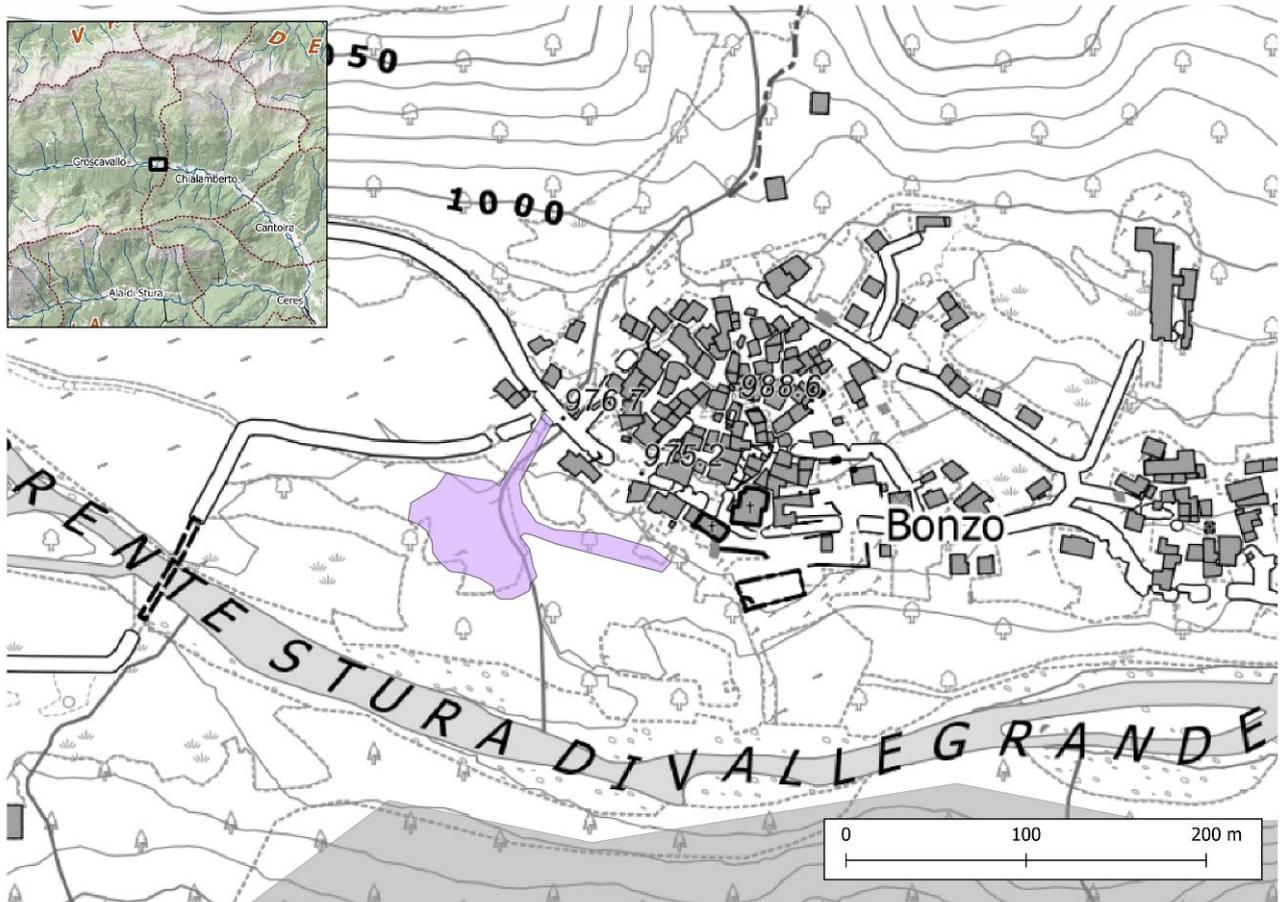


Figura 50 - Perimetrazione dell'area di conoide interessata dalla deposizione di materiale

Comune di Valprato Soana (TO)

Il torrente Arietta nel vallone dell'Azaria si è ostruito a causa di una frana, riversando materiale sui pascoli e deviando il suo percorso.

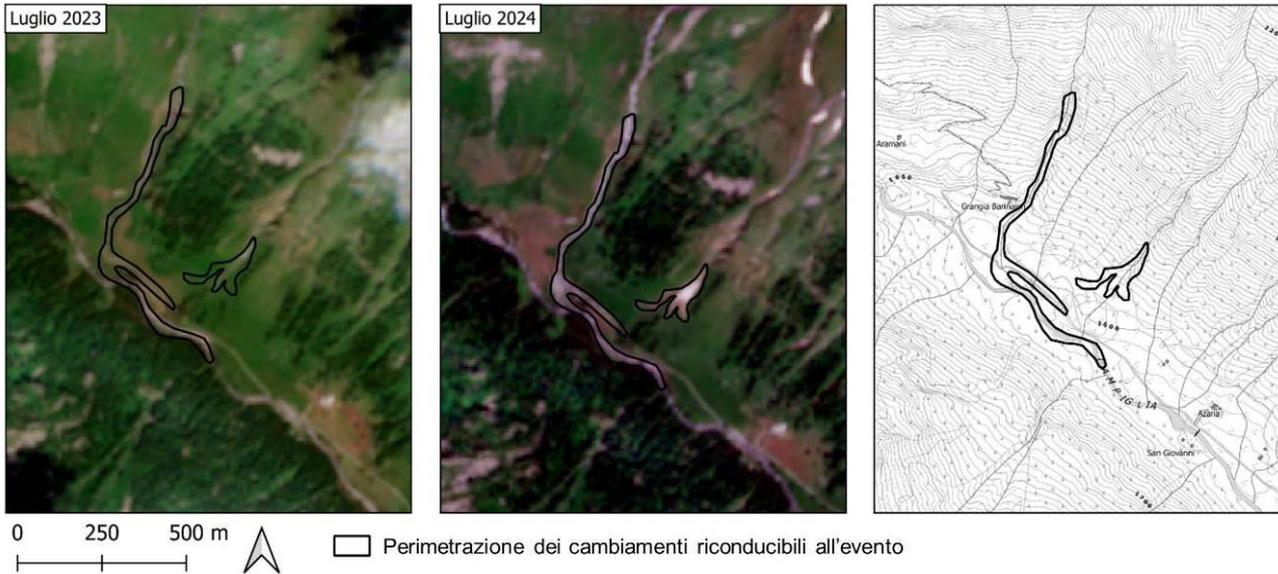


Figura 51 - Le due immagini a sinistra ed al centro sono ottenute dalla composizione tra le bande B4, B3, B2 acquisite dal satellite Sentinel-2 L2A e sono state utilizzate per individuare il perimetro delle aree coinvolte dall'evento. L'immagine di destra riporta la medesima perimetrazione del fenomeno su BDTRE.

Comune di Alagna Valsesia (VC)

In alta Valsesia i fenomeni più significativi sono stati registrati nel comune di Alagna, con danni alle strade, ponti, sentieri, scogliere e alle infrastrutture turistiche. Molte le strade chiuse: quella per Pianalunga, Acqua Bianca, Val Vogna (da Sant'Antonio a Peccia) e quella per Wittine (dalla frazione di Piane). Segnalati dissesti anche a Campertogno e Scopa, nonché nella laterale Val Vogna. Evacuati con elicottero dei Vigili del fuoco 13 persone rimaste bloccate ai rifugi Pastore, Barba Ferrero e Crespi Calderini.

La strada che porta alle cascate dell'Acqua Bianca è quella dove sono stati registrati i fenomeni più significativi, con diverse erosioni di sponda e soprattutto alcune colate detritiche che hanno interessato la viabilità. In particolare, una colata di materiale detritico grossolano ha interessato, oltre alla strada, anche l'edificio posto a quota 1320 m, poco a monte delle miniere del Kreas (Figura 52 e Figura 55).





Figura 52 - Il materiale detritico grossolano al momento del sopralluogo (9 luglio 2024) era già stato rimosso ma sono ancora ben evidenti i segni del passaggio della colata detritica lungo la strada e in prossimità dell'edificio. In basso a destra, canale di scorrimento della colata.

Anche l'attraversamento immediatamente a monte rispetto a quello appena descritto è stato interessato dal passaggio di una colata di detrito. Il materiale ha invaso la strada ed è proseguito raggiungendo l'alveo del Sesia (Figura 53).



Figura 53 - A sinistra, vista verso monte dell'alveo interessato dalla colata detritica. A destra, vista verso valle.



Figura 54 - A sinistra, lungo la parte alta del dei Sesia si riscontrano diverse erosioni spondali, che in alcuni casi hanno causato danni alla viabilità. A destra, passerella pedonale danneggiata in corrispondenza della Falegnameria Bioni.

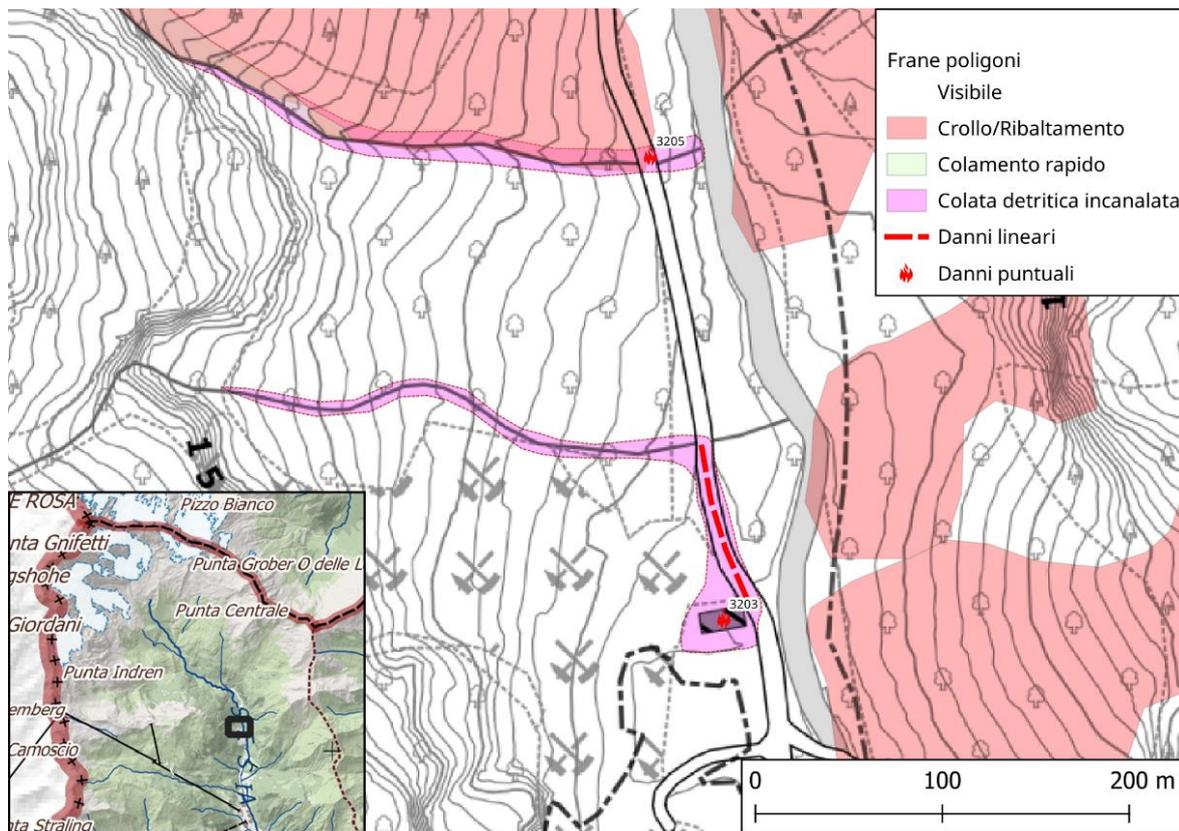


Figura 55 - Perimetrazione dei due fenomeni di colata detritica che hanno interessato la strada dell'Acqua Bianca in corrispondenza dell'edificato del Parco.

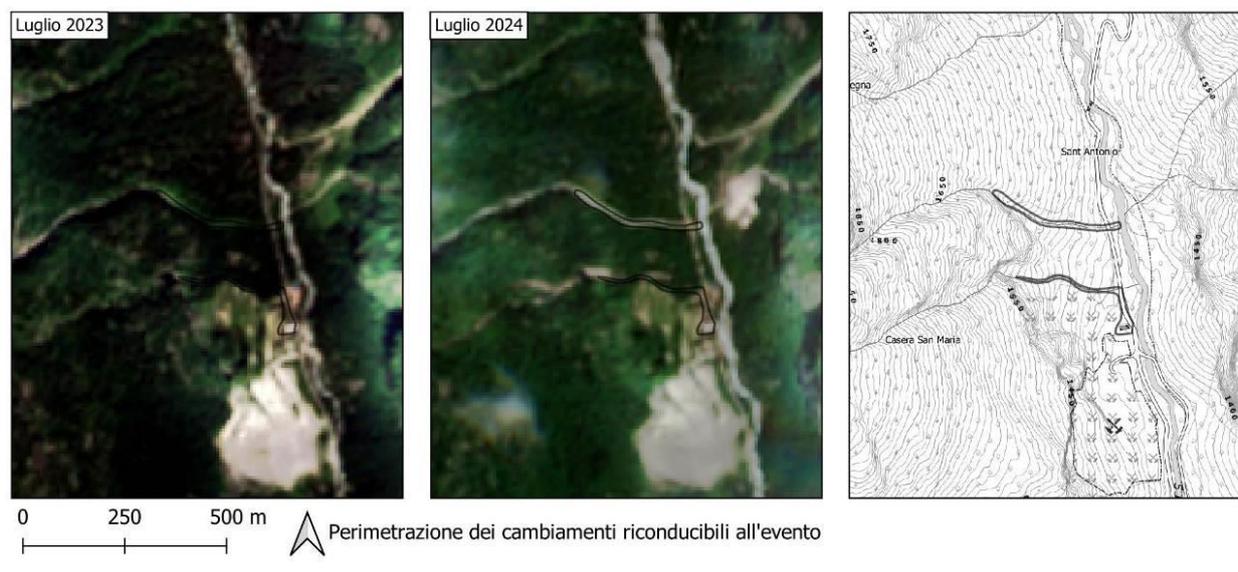


Figura 56 - Le due immagini a sinistra ed al centro sono ottenute dalla composizione tra le bande B4, B3, B2 acquisite dal satellite Sentinel-2 L2A e sono state utilizzate per individuare il perimetro delle aree coinvolte dall'evento. L'immagine di destra riporta la medesima perimetrazione del fenomeno su BDTRE.

Comune di Macugnaga (VB) – Valle Anzasca

Nel panorama generale del territorio piemontese interessato dall'evento, il comune di Macugnaga (VB) risulta quello che è stato colpito in modo maggiormente significativo, in quanto si registra il coinvolgimento non solo della viabilità, ma anche delle abitazioni e della rete dei sottoservizi, soprattutto in corrispondenza del concentrico. Gli effetti descritti di seguito e gli elaborati cartografici sono stati realizzati utilizzando i dati raccolti durante il sorvolo del 02/07/2024, il sopralluogo del 18/07/2024 e le informazioni fornite dai tecnici della Regione Piemonte. L'immediata esecuzione dei lavori di ripristino, resasi necessaria a causa della situazione di somma urgenza, ha parzialmente obliterato alcuni effetti morfologici legati alla dinamica del fenomeno nel centro abitato, che risultavano meno evidenti nel sopralluogo del 18 luglio.

Effetti nei bacini dei rii Tambach ed Horloveno

Durante l'evento meteorologico, si è verificata l'attivazione dei bacini idrografici sul versante settentrionale dell'abitato di Macugnaga, drenati dal rio Tambach e dal rio Horloveno (Figura 57). Quest'ultimo confluisce nel rio Tambach all'interno del centro cittadino, dove è stata riscontrata la maggior concentrazione di danni.

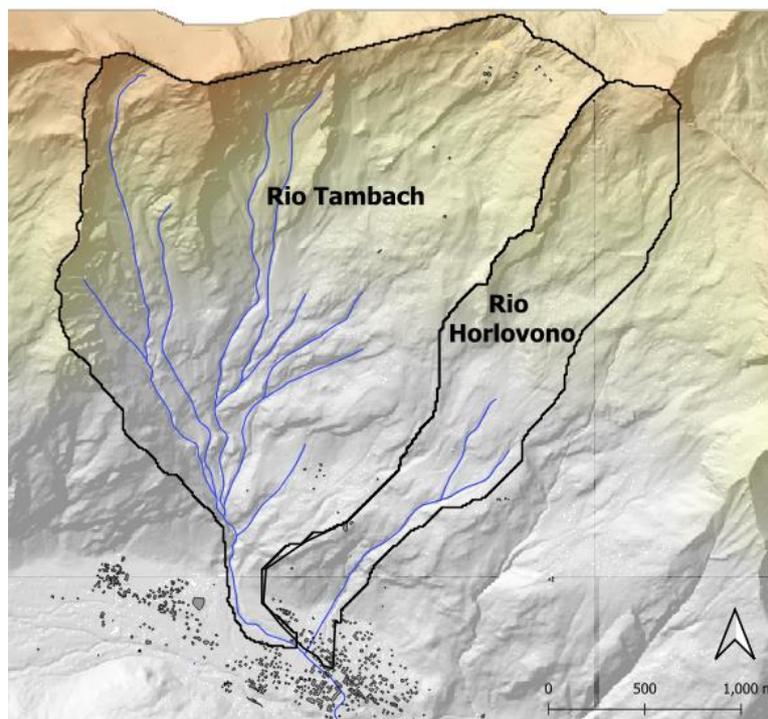


Figura 57 - Reticolo idrografico e delimitazione dei bacini del rio Tambach e del rio Horloveno.

Nella parte alta, di testata, il bacino del rio Tambach è caratterizzato da pareti ripide e salti in roccia dove l'ammasso roccioso affiora diffusamente. L'evento meteorico ha attivato numerosi rami secondari, sorgive e linee di ruscellamento, che sono rimaste ben visibili anche nei giorni successivi (Figura 58).



Figura 58 - Settore medio-alto del bacino del rio Tambach, gli impluvi e le linee di deflusso visibili nell'immagine di sinistra scorrono incisi tra pareti rocciose, con il substrato affiorante. Al contrario, il tributario mostrato nell'immagine di destra conserva ancora una discreta quantità di materiale detritico in alveo.

Queste diffuse attivazioni, o riattivazioni, di impluvi e linee di deflusso hanno coinvolto e prelevato il materiale detritico di varia natura (glaciale, eluvio-colluviale o rimaneggiato in corrispondenza della pista cicloturistica Macugnaga-Monte Moro) presente nelle vallecole o sul versante, soprattutto in sinistra idrografica, tra l'Alpe Bill e l'Alpe Fluh. Analoga situazione, ma con una minore diffusione per la prevalenza di roccia affiorante, è visibile in testata e in destra idrografica del Tambach. In corrispondenza di alcune scarpate si sono attivate frane per saturazione della coltre superficiale di limitata estensione superficiale (Figura 59). La miscela solido-liquida derivante è confluita nel reticolo idrografico prendendo in carico ulteriore materiale. I solchi erosivi di neoformazione nel materiale detritico mostrano uno spessore consistente, talora metrico, che aumenta scendendo di quota per effetto dell'aumento dell'energia del flusso.



Figura 59 - A sinistra, vista dall'alto di una frana per saturazione della coltre superficiale nel bacino del rio Tambach. A destra, si osserva un accumulo detritico a monte della stazione intermedia della funivia (località Alpe Bill).

Il trasporto solido, alimentato dalle frane superficiali e dalle erosioni concentrate è quindi confluito direttamente nell'alveo del rio Tambach. Una parte del materiale, quantitativamente minore, ha invece assecondato la morfologia di una vallecola preesistente (rio dell'Alpe), seguendo una direzione parallela ma topograficamente rilevata rispetto a quella del rio Tambach. In quest'ultimo caso il trasporto solido-liquido si è indirizzato verso l'area cimiteriale di Macugnaga e il nucleo storico del Dorf. Entrambe le località sono state solo parzialmente coinvolte dal fenomeno che ha progressivamente perso energia e depositato il materiale prima di provocare danni alle strutture presenti (Figura 60, Figura 61 e Figura 62).



Figura 60 - Vista dall'alto dello sbocco vallivo del rio Tambach (1390 m s.l.m.). Si evidenziano i fenomeni di erosione concentrata con asportazione di diverse porzioni della pista cicloturistica Macugnaga-Monte Moro, l'erosione di sponda in destra idrografica (tratteggiato rosso) e le due direzioni del flusso: rientrato nel Tambach (a) e diretto verso l'area cimiteriale (b). Le frecce di colore differente mostrano la direzione dei due flussi. L'immagine è stata ripresa con drone da Regione Piemonte su richiesta di Arpa Piemonte.



Figura 61 - Vista dall'alto che mostra con maggior dettaglio le direttrici dei flussi detritici descritti nell'immagine precedente. Il primo flusso coinvolge l'alveo del rio Tambach (a), mentre il secondo (b) si sviluppa a monte della sponda sinistra, dirigendosi verso l'area cimiteriale.



Figura 62 - Ripresa dall'alto che mostra come la deposizione del materiale grossolano si sia prevalentemente arrestata in prossimità dell'area cimiteriale (freccia rossa). Si noti, sulla destra, come l'alveo del rio Tambach sia riuscito a contenere la portata di piena; tuttavia, subito a valle del ponte, l'alveo subisce un significativo restringimento della sezione di deflusso (freccia blu) e a valle iniziano ad apparire gli effetti della deposizione della piena torrentizia.

Lo sbocco del rio Tambach sul conoide di fondovalle è situato ad una quota di circa 1390 m s.l.m. Per i primi 100-150 metri sono state registrate alcune erosioni di sponda, un modesto ampliamento della sezione di deflusso e l'alluvionamento degli impianti sportivi. A partire da pochi metri a valle del campo da calcio, a una quota di circa 1375 m s.l.m., la velocità di deflusso si è ridotta e il materiale ha riempito la sezione di deflusso delimitata da argini in cemento armato o massi da scogliera. La piena è comunque rimasta prevalentemente confinata all'interno dell'alveo, senza causare danni o disagi rilevanti. Questa situazione si è mantenuta fino a una quota di circa 1320 m s.l.m., con un primo, ma meno significativo, alluvionamento in corrispondenza della passerella che collega il parcheggio di Pecetto "zona Mercato" utilizzato per accedere alle "Funivie Passo Moro" e il primo gruppo di case. Questo settore, come visibile dall'immagine precedente (Figura 62), ha risentito degli effetti di un significativo restringimento dell'alveo.



Figura 63 - L'immagine a sinistra riprende da valle verso monte l'alveo del rio Tambach poco prima dell'abitato, dove la piena è rimasta confinata senza causare danni o disagi significativi. La colorazione più chiara dell'argine in calcestruzzo indica il livello massimo raggiunto dalla piena. Al contrario, l'immagine a destra evidenzia un'area temporaneamente interessata dal flusso a seguito del disalveamento causato dalla completa ostruzione dell'alveo originario. In questa seconda immagine, è ben visibile la granulometria eterogenea dei depositi, con una predominanza di componenti ciottolose e grossolane.

I primi edifici interessati dalla deposizione di materiale di dimensioni medio-grandi si trovano a partire da una quota di 1315 m s.l.m. (Figura 63 e Figura 65). Come anticipato, all'interno del paese, la sezione del rio Tambach si riduce progressivamente, fino a scorrere nella parte centrale in un'area decisamente ristretta tra le abitazioni. In questo tratto si è verificata la completa ostruzione dell'alveo, con la deviazione del flusso verso est, lungo il perimetro opposto dell'abitazione. A partire da questo punto la piena si è espansa ampiamente, generando gli effetti morfologici ed i danni più significativi (Figura 64).



Figura 64 - Vista dall'alto del centro di Macugnaga, gravemente colpito dal trasporto solido del rio Tambach. Il cerchio evidenzia il punto in cui è avvenuta l'ostruzione dell'alveo, mentre in rosso è indicato il percorso seguito temporaneamente dalla piena.



Figura 65 - Deviazione dell'alveo del rio Tambach tra le prime abitazioni a sud del piazzale della funivia Passo Moro; l'erosione ha scalzato parzialmente le fondazioni delle abitazioni (Foto: Regione Piemonte, Settore Tecnico NO-VB).

La piena ha quindi iniziato a depositare materiale disperdendosi in diverse direzioni. Una parte del flusso è rientrata nell'alveo originale dopo qualche decina di metri. Una parte consistente del flusso ha seguito la viabilità sulla sinistra idrografica, lungo via Chiesa Vecchia e via Monte Rosa (strada statale n. 549). Un'altra porzione della piena, costituita da materiale generalmente più fine, ha interessato la rete viaria presente in destra idrografica, coinvolgendo il gruppo di edifici delimitati da via Imseng e via Jacchetti (Figura 66). Le caratteristiche granulometriche dei depositi associati

alle direttrici descritte presentano alcune differenze: il flusso prossimo all'alveo e quello verso nord-est, in sinistra idrografica, è contraddistinto da elementi più grossolani, non presenti nel ramo verso sud, in destra idrografica. Questi ultimi depositi potrebbero rappresentare una pulsazione differente, probabilmente tardiva, del trasporto solido. Una parte di materiale, depositato a monte del restringimento e della deviazione del rio, sarebbe infine da ricondurre agli effetti del rigurgito della piena.

Lungo tutto il tratto attraversato dal materiale detritico e dalle acque del rio Tambach, sono stati registrati danni alle abitazioni, alle pertinenze, alla viabilità e ai sottoservizi. Il piazzale antistante la sede del Municipio è stato invaso da fango e detriti, così come le vie centrali del paese. Prima della confluenza nel torrente Anza, la spinta e il passaggio tumultuoso della piena ha provocato il crollo di alcune porzioni dell'argine sinistro.



Figura 66 - Le immagini illustrano gli effetti del transito della piena nel tratto terminale del rio Tambach, poco prima della sua confluenza nel torrente Anza. A sinistra, si osserva il crollo dell'argine in due punti, evidenziati dalle frecce rosse, a causa della spinta idraulica dell'acqua. L'immagine a destra mostra il parco giochi comunale in via Jacchetti, dove il deposito presenta una granulometria più fine.

Il rio Horloveno, affluente del rio Tambach nei pressi del piazzale antistante il Municipio, ha manifestato una dinamica simile a quella osservata per il Tambach, ma con effetti e conseguenze più contenute per l'abitato di Macugnaga.



Figura 67 - A sinistra, veduta panoramica della stazione intermedia della funivia (Alpe Bill, quota 1700 m s.l.m.) con l'alveo del rio Horloveno, prevalentemente roccioso. A destra, l'alveo del rio nel tratto a monte (quota 1890 m s.l.m.), impostato tra materiali detritici grossolani.

Anche in questo caso, infatti, nella zona di testata e in quella intermedia del bacino (a monte dell'Alpe Sonoberg), la coltre di copertura si è saturata, causando diffuse venute d'acqua e un ruscellamento concentrato. Questi fenomeni hanno provocato erosioni, di magnitudo crescente man mano che si scende verso valle (Figura 68). La dinamica in questo settore non era esclusivamente di erosione, ma anche di deposizione del materiale preso in carico che ha pertanto depositato una minima parte nel conoide. A partire da quota di circa 1700 m s.l.m. il rio scorre in un alveo incassato prevalentemente in roccia.



Figura 68 - Rio Horvolono nella porzione alta del bacino. Si noti la diffusa presenza di acque di scorrimento e le incisioni a scapito del materiale detritico.

In apice del conoide il rio ha comunque depositato un discreto quantitativo di materiale detritico. In questo settore, a circa 1330 m s.l.m., è presente una briglia in calcestruzzo preceduta da alcune soglie con salti di quota (Figura 69). Nell'area di conoide il rio Horvolono è interamente incanalato e attraversa le abitazioni in una sezione in cemento di forma rettangolare con attraversamenti, cambi di direzione e di pendenza per assecondare l'urbanizzazione dell'area.



Figura 69 - Apice del conoide del rio Horvolono con la briglia (evidenziata dal cerchio rosso). Si noti la roccia affiorante nel settore di alveo a monte del conoide.



Figura 70 - Percorso del rio Horvolono tra le abitazioni (tratteggio azzurro) con indicazione della passerella di via Prati (freccia rossa) da cui ha avuto inizio la deposizione di materiale. La direzione del flusso è da destra verso sinistra.

All'incirca in corrispondenza della passerella pedonale di via Prati (quota 1320 m s.l.m.), l'alluvionamento prodotto dal rio, non più contenuto entro la sezione, ha depositato materiale sabbioso-ciottoloso in corrispondenza delle abitazioni e dei cortili prospicienti (Figura 70). L'alluvionamento è proseguito verso valle dove il materiale depositato si è unito con quello trasportato dal rio Tambach.

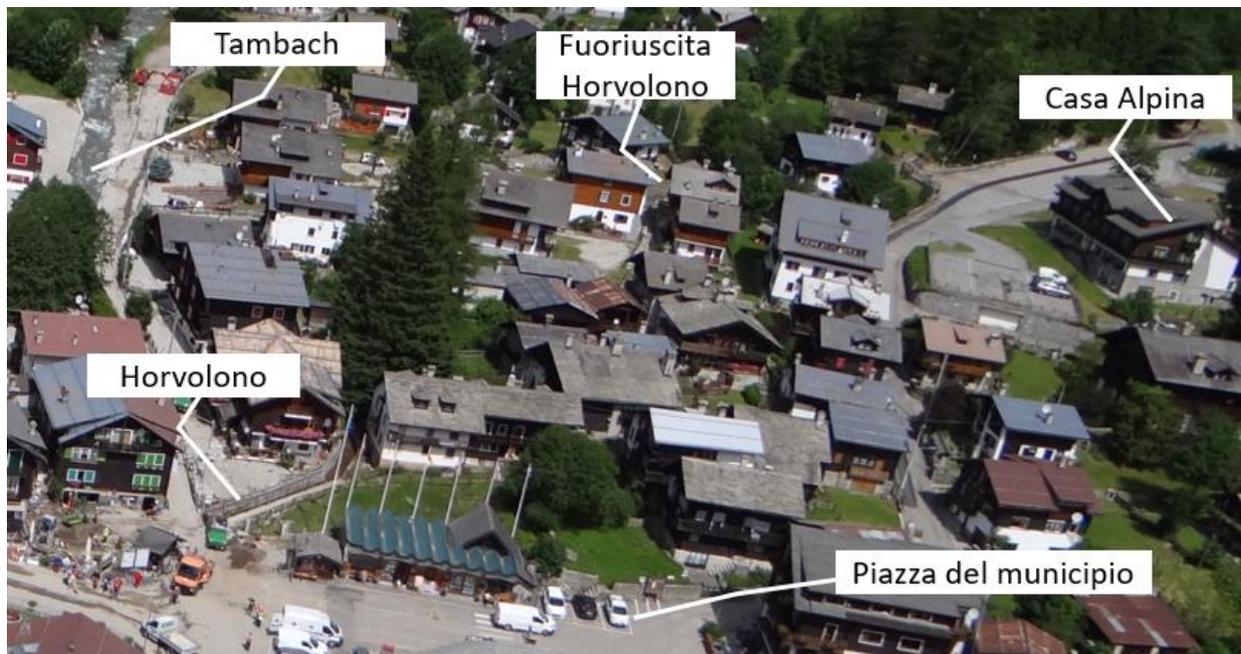


Figura 71 - Panoramica del concentrico che evidenzia come gli effetti del rio Horvolono siano stati più modesti rispetto a quelli del rio Tambach.



Figura 72 - A destra la sezione del rio Horloveno poco prima della confluenza nel Tambach.

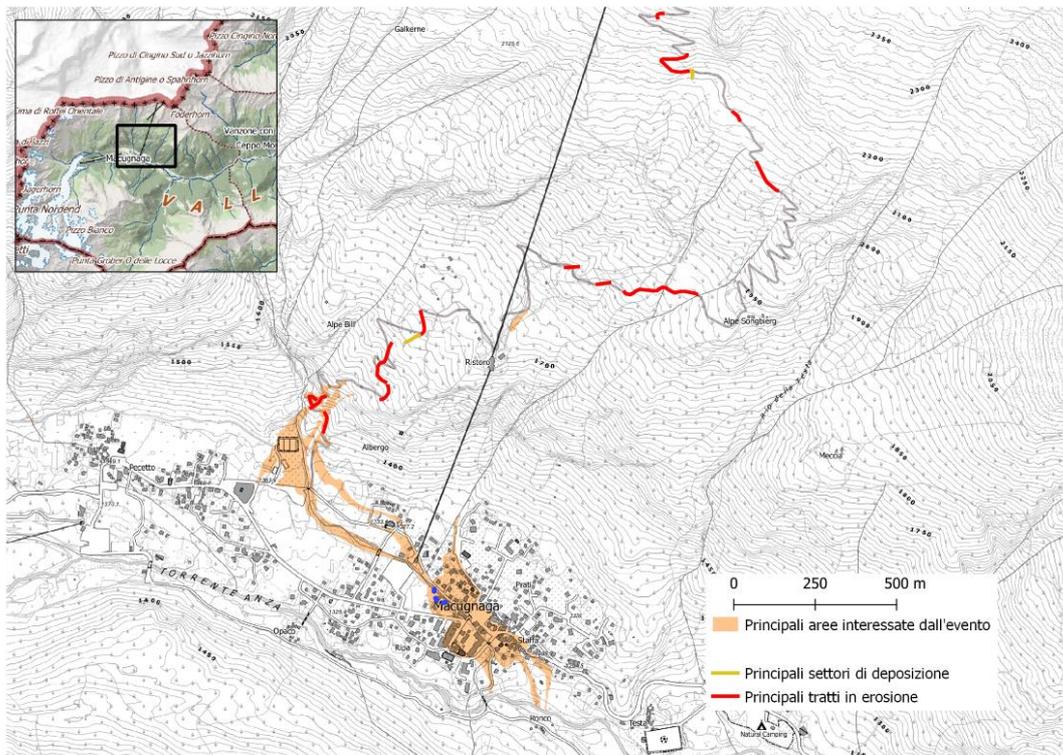


Figura 73 – Cartografia degli effetti principali rilevati sul versante situato a monte del concentrico, afferente ai bacini dei rii Tambach e Horloveno. (Cartografia speditiva elaborata a partire dai dati raccolti durante il sorvolo del 02/07/2024, dal sopralluogo del 18/07/2024 e dalle informazioni fornite dai tecnici della Regione Piemonte)

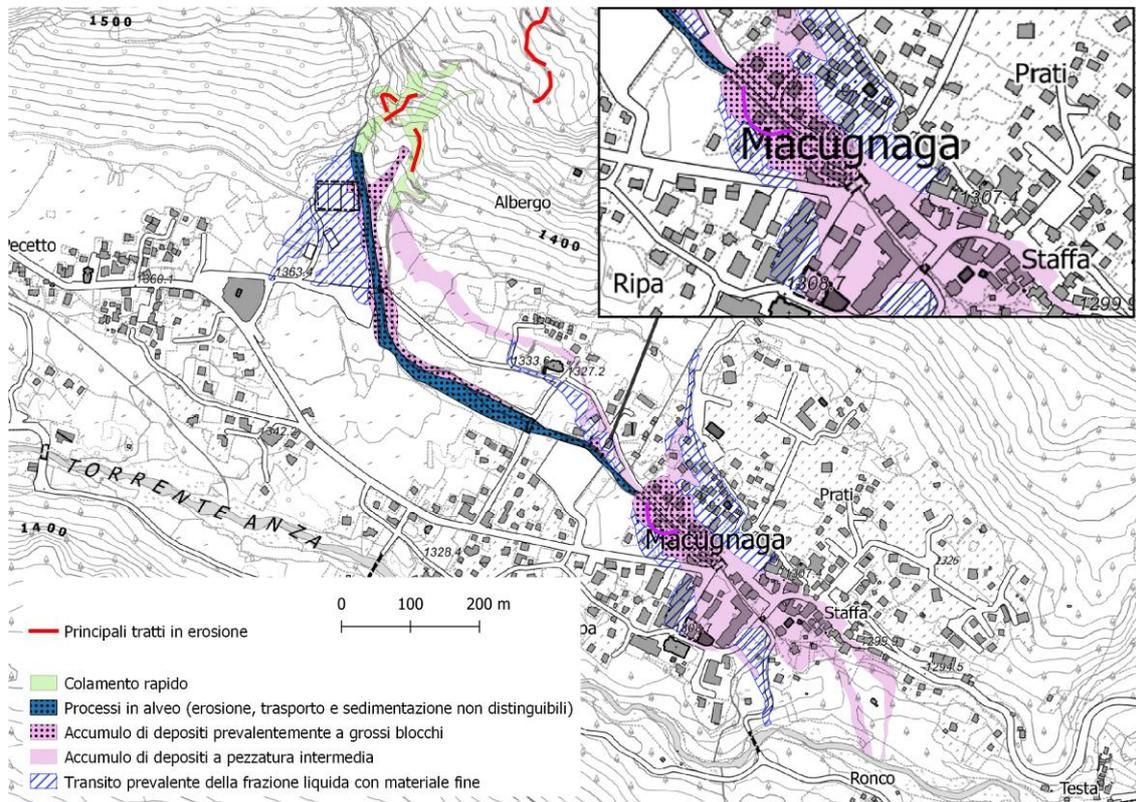


Figura 74 - Cartografia speditiva degli effetti principali rilevati nella zona del concentrico di Macugnaga, che evidenzia il percorso del ramo d'alveo attivatosi temporaneamente a causa dell'ostruzione del corso d'acqua principale (linea fucsia). Le perimetrazioni sono state ottenute attraverso osservazioni aeree da elicottero, foto scattate a terra durante il sopralluogo e, per l'apice del rio Tambach, rilievi con drone, integrate dalle informazioni fornite dai tecnici della Regione Piemonte.

Effetti sulla rete idrografica nel bacino del Belvedere e nella parte alta del t. Anza

Il torrente Anza ha prodotto un importante alluvionamento a partire dalla fronte del ghiacciaio del Belvedere fino a Pecetto. Determinanti sono stati i contributi degli affluenti di sinistra, in particolare i torrenti che scendono dal bacino di cima Jazzi e dall'Alpe Roffel orientale. In quota si sono prodotte erosioni all'interno delle incisioni torrentizie preesistenti, talvolta incidendo anche la coltre nevosa ancora abbondante (Figura 75).



Figura 75 - Torrente Jazzi attivato durante l'evento del 29 giugno: si osservano i canali di incisione nella parte alta del versante e l'accumulo detritico in conoide, parzialmente nascosto dalla morena sinistra del ghiacciaio del Belvedere e che si sovrappone parzialmente all'accumulo di valanga.

Il torrente che scende dalla Nordend ha sfondato la morena laterale del ghiacciaio del Belvedere, scavando una profonda incisione nel materiale glaciale e producendo un piccolo cono sulla superficie del ghiacciaio, ben riconoscibile dal confronto fotografico con l'anno scorso (Figura 76). Le acque del torrente vengono inghiottite dal ghiacciaio del Belvedere.



Figura 76 - Immissione del t. Nordend, da destra in foto, nel ghiacciaio del Belvedere. Confronto fotografico tra prima e dopo l'evento del 29 giugno, si evidenzia l'incisione della morena e l'edificazione di un piccolo conoide appoggiato sulla superficie del ghiacciaio del Belvedere.

Sempre sul versante sinistro del ghiacciaio del Belvedere, il torrente del Piccolo Fillar ha prodotto una colata detritica (scheda SIFRAP 103-77647-00) il cui accumulo ha interessato parte del conoide coalescente con il torrente Castelfranco.

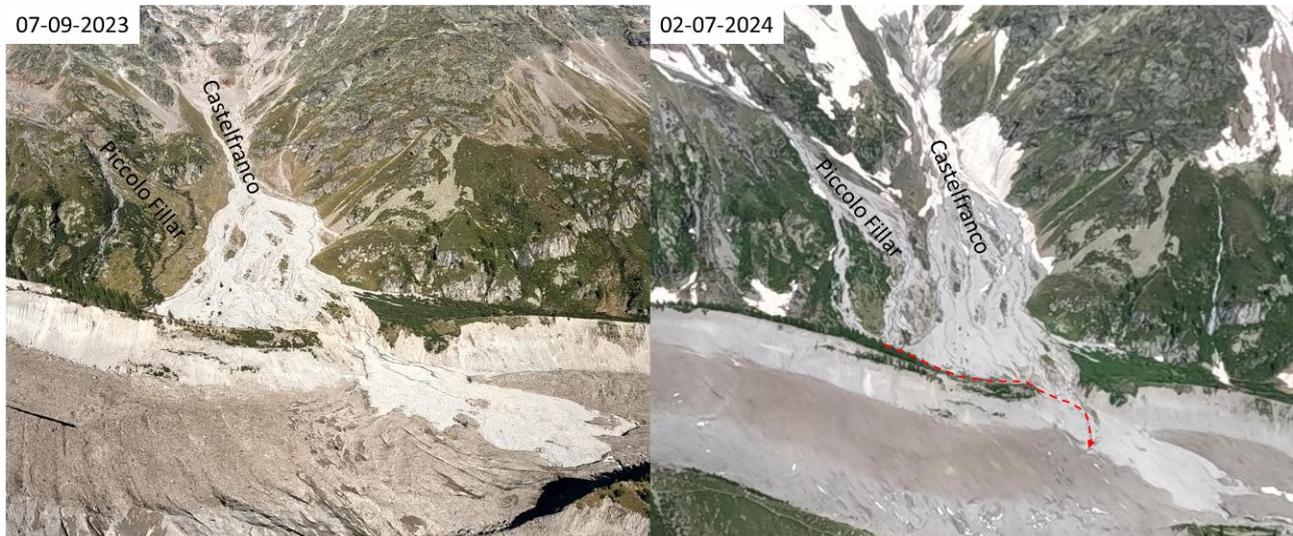


Figura 77 – Confronto multitemporale pre- e post- evento: da notare l’attivazione della colata detritica sul conoide del torrente del Piccolo Fillar. Ben riconoscibile in centro alle foto, in particolare in quella del 2023, la colata del t. di Castelfranco, ripresa pochi giorni dopo l’evento del 27 agosto 2023. La colata del 29 giugno 2024 lungo il t. del Piccolo Fillar ha raggiunto il fianco destro dell’accumulo preesistente del Castelfranco, sopravanzandone l’unghia a ridosso della morena del Belvedere, fino a invadere il ghiacciaio dove la frazione liquida è stata assorbita dagli inghiottitoi glaciali (freccia rossa).

Le portate liquide accumulate sul ghiacciaio hanno determinato un significativo alluvionamento dell’Anza già a partire dalla bocca proglaciale del lobo sinistro del ghiacciaio del Belvedere a cui ha contribuito poco a valle l’apporto del t. Jazzi. Ne è risultato un ampio coinvolgimento dell’alveo dell’Anza fino al concentrico con erosioni di sponda e consistenti apporti detritici con blocchi di pezzatura plurimetrica (Figura 78, sinistra). A valle della località Burki, due divagazioni in sinistra hanno coinvolto la pista carrabile e la seggiovia dove sono stati prodotti accumuli detritici plurimetrici (Figura 78, destra), senza che siano stati segnalati danni alle infrastrutture.



Figura 78 - Effetti dell’alluvionamento prodotto dall’Anza: a sinistra l’alveo in corrispondenza della località Burki, in primo piano la divagazione in sinistra che ha interessato la seggiovia, in secondo piano, dove riconoscibile un escavatore arancione, la divagazione che ha interessato la pista del Burki. Nella foto a destra, il dettaglio del sovralluvionamento che ha interessato il tracciato della seggiovia, con seppellimento del basamento di alcuni piloni, senza segnalazione di danni.

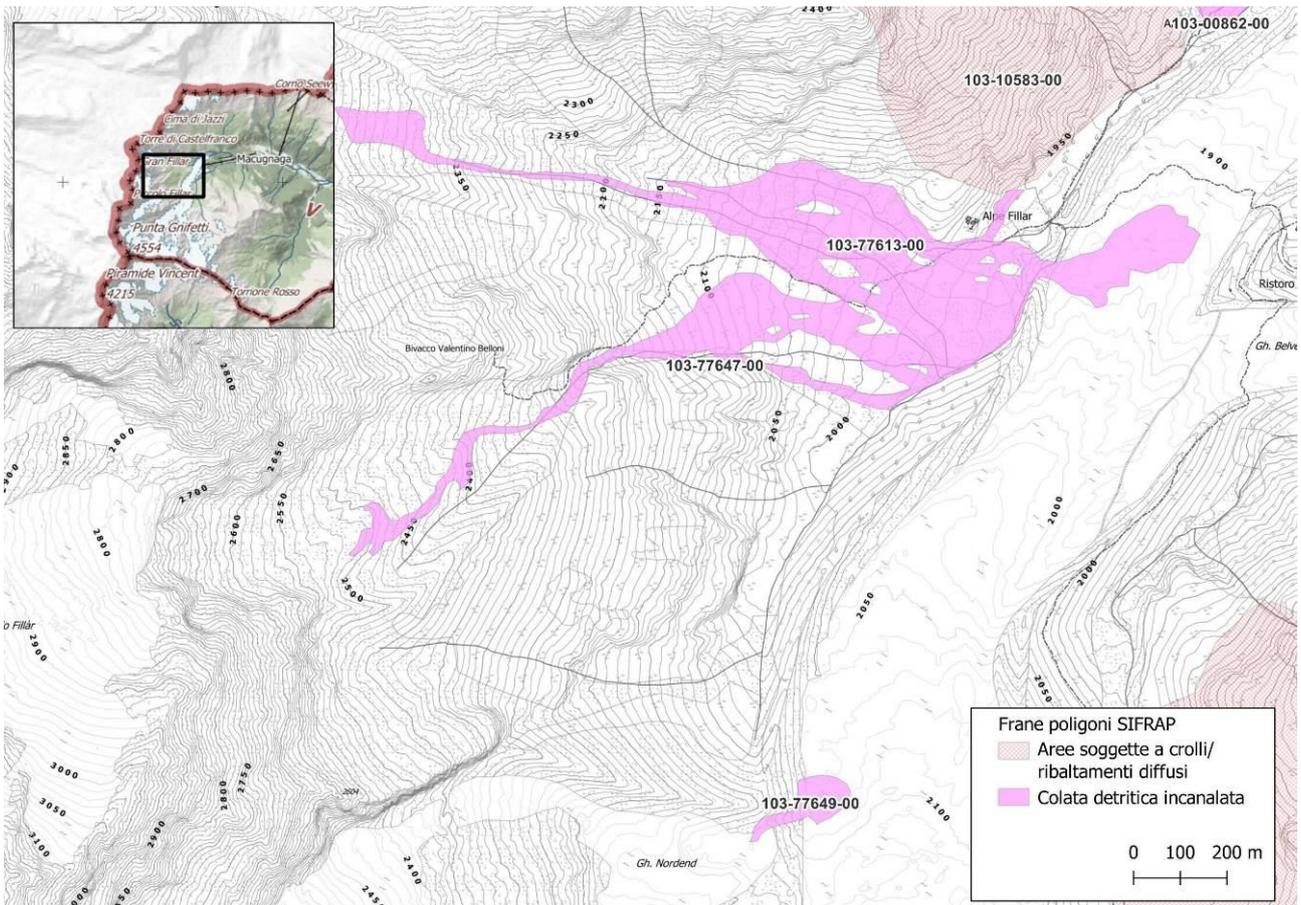


Figura 79 - Mappa delle aree interessate sul fianco sinistro del Belvedere durante l'evento del 29/06/2024: scheda Sifrap 103-77647-00 colata detritica del Piccolo Fillar; scheda SIFRAP 103-77649-00 colata detritica del Nordend.

Il t. Roffel ha contribuito all'alluvionamento del conoide fluvioglaciale apportando materiale detritico lungo il suo corso fino a congiungersi con la divagazione del t. Anza in corrispondenza dell'elisuperficie (Figura 81, sinistra); a valle la deposizione di materiale detritico è proseguita lungo la pista del Burki, rendendola inservibile ed arrestandosi poco a monte della partenza della seggiovia; in parte invece è proseguita lungo l'incisione del t. Roffel fino alla confluenza in Anza. Sul lato destro del bacino, lungo il t. Pedriola si osserva l'attivazione di un'incisione laterale in corrispondenza della località Burki (Figura 81, destra). A valle di questa l'alveo del t. Pedriola risulta sovralluvionato fino alla confluenza nel t. Anza.

Le precipitazioni hanno contribuito ad attivare processi di trasporto di materiale detritico lungo il reticolo idrografico minore presente a nord della località Pecetto. Il materiale lapideo, costituito prevalentemente da ciottoli, si è accumulato in corrispondenza dei guadi sulla strada rurale e ha raggiunto alcune abitazioni situate nella località Pecetto.



Figura 80 – A sinistra, depositi di materiale detritico in corrispondenza delle abitazioni in loc. Pecetto (foto di Regione Piemonte). A destra si può osservare il deposito sulla pista ubicata a nord dell'abitato.



Figura 81 – Foto a sinistra, alluvionamento del conoide fluvioglaciale del t. Anza; a sinistra l'incisione del t. Roffel, a destra il t. Anza, nell'angolo in basso a destra la confluenza del t. Pedriola nel t. Anza. Foto a destra, erosione lungo un'incisione in destra del t. Pedriola in corrispondenza della loc. Burki.

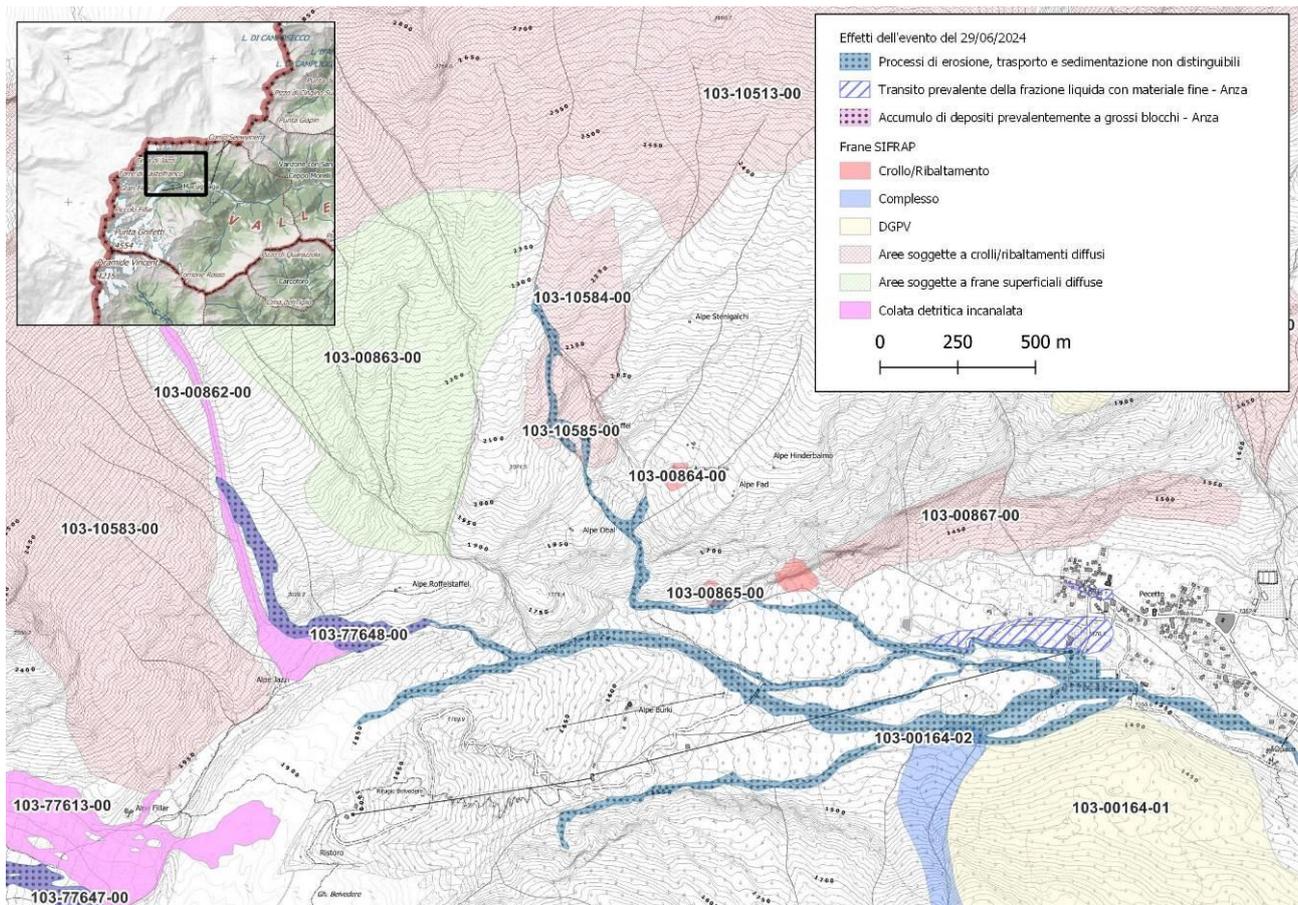


Figura 82 - Mappa degli effetti nell'area del Belvedere – Burki, con il codice di scheda SIFRAP 103-77648-00 è riportata la colata detritica del t. Jazzi.

Il passaggio della piena e il trasporto di materiale solido lungo l'Anza hanno causato diverse erosioni spondali determinando alcuni danni, di cui i più ingenti sono stati registrati in loc. Pestarena, dove il cedimento della sponda sinistra ha coinvolto la strada comunale, un autoveicolo e la fondazione di alcune abitazioni prospicienti l'alveo (Figura 83).

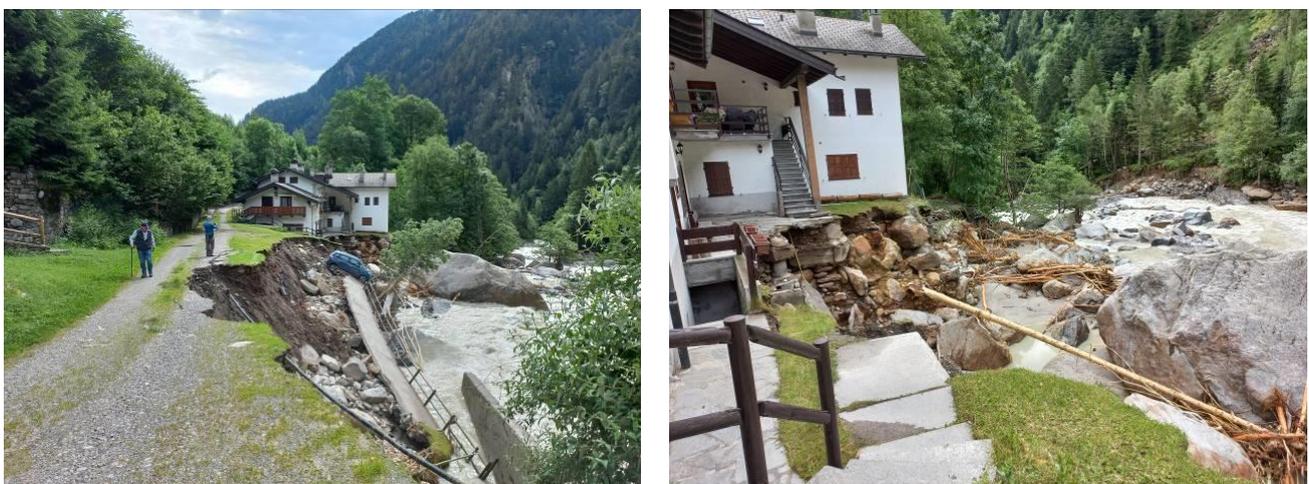


Figura 83 - Erosione di sponda in loc. Pestarena che ha coinvolto un tratto di strada e alcune abitazioni.

Effetti del torrente Quarazza a monte del lago delle Fate

Il torrente Quarazza, nel settore a monte dell'immissione nel lago delle Fate, ha subito una serie di fenomeni di sovralluvionamento. Questo ha determinato erosioni delle opere di difesa idraulica e danneggiamenti alla strada carrabile. In particolare, in corrispondenza dell'immissione nel lago delle Fate, il torrente avrebbe subito la deviazione verso la sponda sinistra indotta da una frana, con conseguente invasione e danneggiamento della viabilità ed aggiramento delle difese spondali.

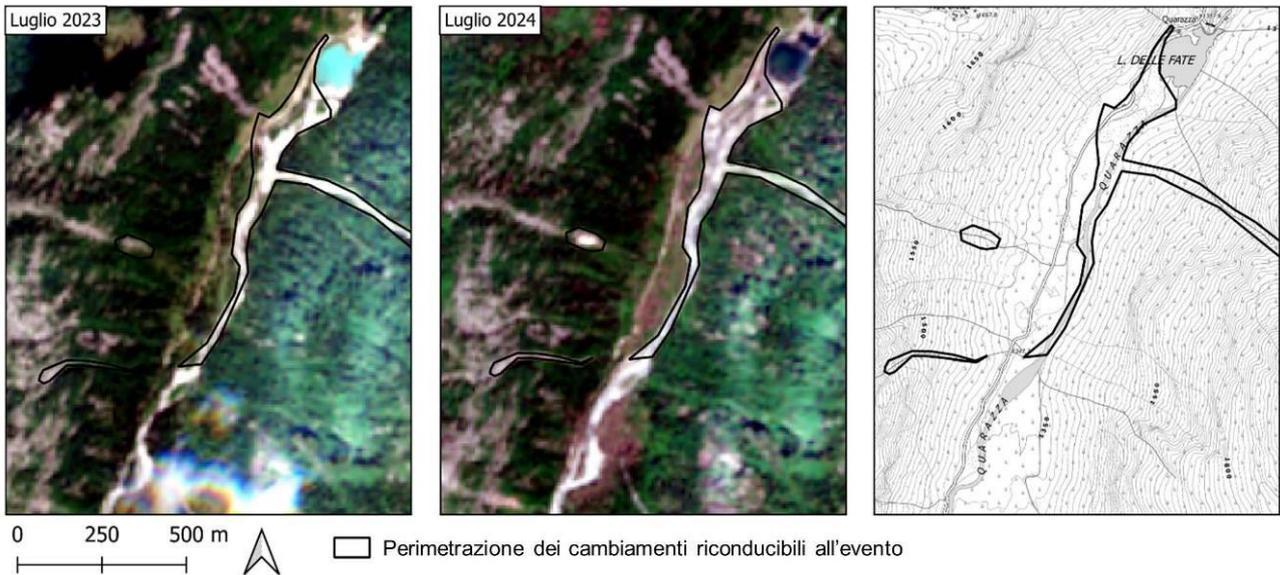


Figura 84 - Le due immagini a sinistra ed al centro sono ottenute dalla composizione tra le bande B4, B3, B2 acquisite dal satellite Sentinel-2 L2A e sono state utilizzate per individuare il perimetro delle aree coinvolte dall'evento. L'immagine di destra riporta la medesima perimetrazione del fenomeno su BDTRE.



Figura 85 - Effetti dell'alluvionamento prodotto dal torrente Quarazza a monte dell'immissione nel lago delle Fate. In entrambe le immagini sono visibili i danni provocati alle scogliere poste a difesa spondale. (foto Regione Piemonte)

Comune di Oulx (TO) – Valle Susa

Come indicato dal verbale di sopralluogo geologico n° 37/2024 redatto dal Consorzio Forestale Alta Valle, nella mattina del 29 giugno si è verificata una frana di crollo sulla parete del versante Goudrand, in destra orografica della Dora di Bardonecchia, di fronte alla frazione Royere, in comune di Oulx (TO). I detriti, di dimensioni da pluridecimetriche a metriche, hanno schiantato alcuni larici presenti al piede del versante, e alcuni frammenti di dimensioni pluridecimetriche si sono arrestati sul sedime dalla pista da fondo Oulx-Bardonecchia. Dopo un sopralluogo dei Vigili del Fuoco la strada è stata chiusa al transito con Ordinanza Sindacale.

La parete, alta circa m 100, è formata da calcescisti del Puy, con scistosità in traversobanco immergente debolmente verso ovest. Si riconoscono numerose nicchie di distacco di antiche frane di crollo e i relativi accumuli al piede. Il crollo si è verificato a quota m 1350 s.l.m. nel settore sommitale della parete. Sono evidenti due principali sistemi di discontinuità, l'uno rappresentato dalla scistosità con direzione sub parallela al fronte e con immersione di circa 15° a reggipoggio, l'altro dal lineamento regionale N 80°. La nicchia ha uno sviluppo di circa m 20 x m 20, da cui si può ipotizzare un volume complessivo di circa 1'000 m³. I detriti si sono frantumati durante la caduta depezzandosi, a causa delle scarse proprietà geomeccaniche del calcescisto, con la formazione di abbondante pietrisco che si è accumulato alla base della parete.

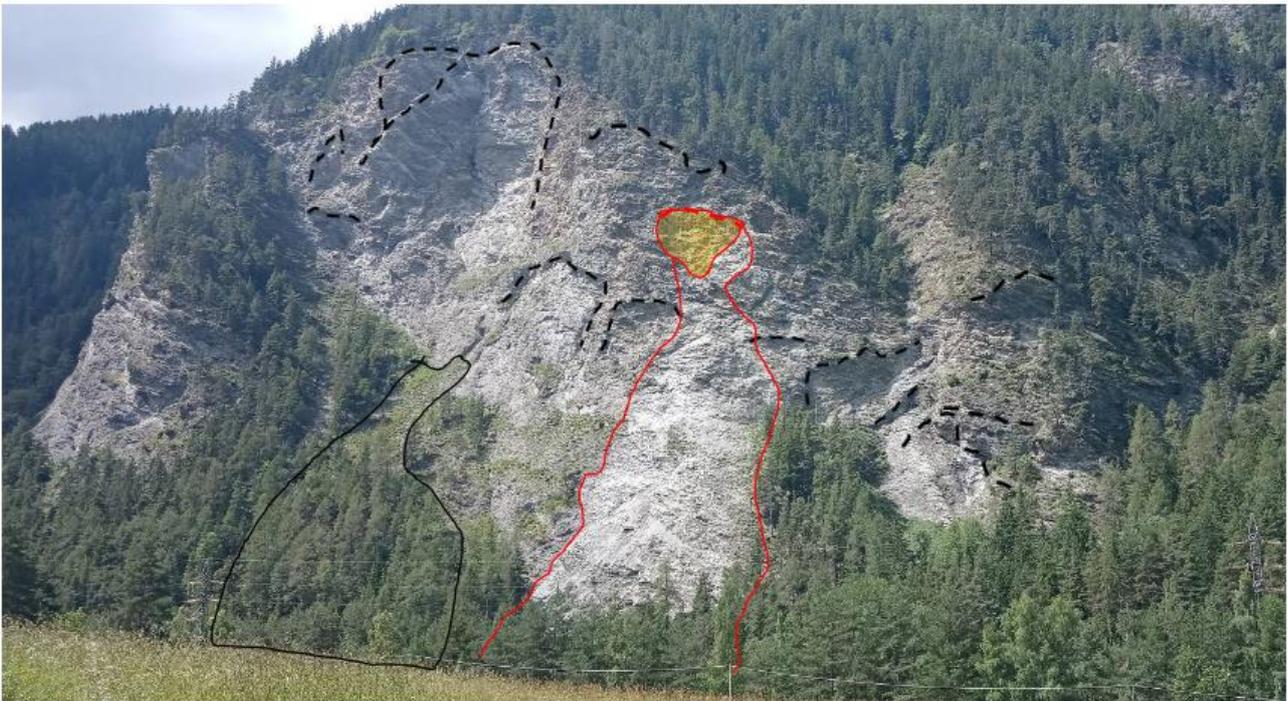


Figura 86 - Perimetrazione della frana di crollo del 29 giugno, in giallo la zona di distacco e in rosso l'area di scorrimento e accumulo. In nero sono riportati altri fenomeni passati (Fonte: verbale di sopralluogo geologico n° 37/2024 del Consorzio Forestale Alta Valle Susa).

ATTIVITA' DEL CENTRO FUNZIONALE

Sulla base delle previsioni meteorologiche e delle valutazioni degli effetti al suolo, il Centro Funzionale di Arpa Piemonte il 28 giugno 2024 ha emesso il bollettino di allerta meteoidrografica che riportava allerte gialle per rischio idrogeologico per temporali sulle zone di allerta A, B, C, D e le pianure I, L e M. Nella giornata successiva di sabato 30 giugno le condizioni di allerta sono state confermate.

Il Centro Funzionale di Arpa Piemonte, ha intensificato il monitoraggio rendendo più frequenti le elaborazioni del modello di previsione delle piene sul bacino del fiume Po, pubblicando aggiornamenti e fornendo supporto alle strutture di protezione civile nel corso dell'evento, in particolare tra il tardo pomeriggio del sabato e le prime ore di domenica.

Inoltre, in corso d'evento, sono state intensificate anche le attività di divulgazione al pubblico sia attraverso l'aggiornamento della sezione tematica del sito di Arpa Piemonte <http://www.arpa.piemonte.it/rischinaturali> sia attraverso l'utilizzo del canale Twitter dell'Agenzia. Nella mattina di domenica è stato pubblicato un primo resoconto con i valori cumulati e gli idrogrammi più significativi.

Nelle figure seguenti si riportano i Bollettini di Allerta Meteoidrologica emessi dal 28 al 30 giugno 2024.

ALLERTA REGIONE PIEMONTE

BOLLETTINO N°	DATA EMISSIONE	VALIDITÀ	AGGIORNAMENTO	SERVIZIO A CURA DI	AMBITO TERRITORIALE
187/2024	29/06/2024 ore 13:00	36 ore	30/06/2024 ore 13:00	ARPA Centro funzionale	Regione Piemonte

ZONE DI ALLERTA	LIVELLO ALLERTA MASSIMO	LIVELLI DI ALLERTA										SINTESI dello SCENARIO ATTESO
		oggi					domani					
		IDROGEOLOGICO	IDROGEOLOGICO PER TEMPORALI	IDRAULICO	NEVE	VALANGHE	IDROGEOLOGICO	IDROGEOLOGICO PER TEMPORALI	IDRAULICO	NEVE	VALANGHE	
A	GIALLO	VERDE	GIALLO	VERDE	VERDE	VERDE	GIALLO	VERDE	VERDE	VERDE	Locali allagamenti, caduta alberi, grandine, fulminazioni e isolati fenomeni di versante	
B	GIALLO	VERDE	GIALLO	VERDE	VERDE	VERDE	GIALLO	VERDE	VERDE	VERDE	Locali allagamenti, caduta alberi, grandine, fulminazioni e isolati fenomeni di versante	
C	GIALLO	VERDE	GIALLO	VERDE	VERDE	VERDE	GIALLO	VERDE	VERDE	VERDE	Locali allagamenti, caduta alberi, grandine, fulminazioni e isolati fenomeni di versante	
D	GIALLO	VERDE	GIALLO	VERDE	VERDE	VERDE	GIALLO	VERDE	VERDE	VERDE	Locali allagamenti, caduta alberi, grandine, fulminazioni e isolati fenomeni di versante	
E	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE		
F	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE		
G	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE		
H	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE		
I	GIALLO	VERDE	GIALLO	VERDE	VERDE	VERDE	GIALLO	VERDE	VERDE	VERDE	Locali allagamenti, caduta alberi, grandine, fulminazioni e isolati fenomeni di versante	
L	GIALLO	VERDE	GIALLO	VERDE	VERDE	VERDE	GIALLO	VERDE	VERDE	VERDE	Locali allagamenti, caduta alberi, grandine, fulminazioni e isolati fenomeni di versante	
M	GIALLO	VERDE	GIALLO	VERDE	VERDE	VERDE	GIALLO	VERDE	VERDE	VERDE	Locali allagamenti, caduta alberi, grandine, fulminazioni e isolati fenomeni di versante	

Intensificazione dei fenomeni dal pomeriggio odierno e successiva attenuazione nelle prime ore di domani. Consultare il Bollettino delle Piene. **AVVISO DI CONDIZIONI METEOROLOGICHE AVVERSE** per i dettagli consultare il bollettino di Vigilanza Meteorologica.

QUADRO DI SINTESI

Livelli di allerta massimi nel periodo di validità del bollettino



LIVELLO DI ALLERTA

- VERDE**: Assenza di fenomeni significativi prevedibili
 - GIALLO**: Fenomeni localizzati
 - ARANCIONE**: Fenomeni diffusi
 - ROSSO**: Numerosi e/o estesi fenomeni
- L'allerta per valanghe è valutata solo sulle aree montane e nel periodo di emissione del bollettino del Pericolo valanghe

ZONE DI ALLERTA

- A Toce (NO-VB)
- B Val Sesia, Cervo e Chiussella (BI-TO-VC)
- C Valfi Orco, Lanzo, bassa val Susa e Sangone (TO)
- D Alta val Susa, Chivasso, Pollice e Po (CN-TO)
- E Valli Varaita, Maira e Stura (CN)
- F Valle Tanaro (CN)
- G Belbo e Bormida (AL-AT-CN)
- H Scrivia (AL)
- I Pianura Settentrionale (AL-AT-BI-NO-TO-VC)
- L Pianura Torinese e Colline (AL-AT-CN-TO)
- M Pianura Cuneese (CN-TO)

Per una corretta interpretazione ed approfondimenti consultare sempre il disciplinare

Diffusione: <http://www.ruparpiemonte.it/meteo/> - <http://intranet.ruparpiemonte.it/meteo/> con password di accesso

www.arpa.piemonte.it

Figura 88 - Bollettino di allerta emesso sabato 29 giugno 2024

ALLERTA REGIONE PIEMONTE

BOLLETTINO N°	DATA EMISSIONE	VALIDITÀ	AGGIORNAMENTO	SERVIZIO A CURA DI	AMBITO TERRITORIALE
188/2024	30/06/2024 ore 13:00	36 ore	01/07/2024 ore 13:00	ARPA Centro funzionale	Regione Piemonte

ZONE DI ALLERTA	LIVELLO ALLERTA MASSIMO	LIVELLI DI ALLERTA										SINTESI dello SCENARIO ATTESO			
		oggi					domani								
		IDROGEOLOGICO	IDROGEOLOGICO PER TEMPORALI	IDRAULICO	NEVE	VALANGHE	IDROGEOLOGICO	IDROGEOLOGICO PER TEMPORALI	IDRAULICO	NEVE	VALANGHE				
A	GIALLO	GIALLO	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	Località allagamenti ed isolati fenomeni di versante
B	GIALLO	GIALLO	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	Località allagamenti ed isolati fenomeni di versante
C	GIALLO	GIALLO	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	Località allagamenti ed isolati fenomeni di versante
D	GIALLO	GIALLO	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	Località allagamenti ed isolati fenomeni di versante
E	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	
F	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	
G	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	
H	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	
I	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	
L	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	
M	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	

Località temporali e rovesci di moderata intensità sui settori alpini nordoccidentali in esaurimento in serata. AVVISI DI CONDIZIONI METEOROLOGICHE AVVERSE per i dettagli consultare il bollettino di Vigilanza Meteorologica.

QUADRO DI SINTESI

Livelli di allerta massimi nel periodo di validità del bollettino



LIVELLO DI ALLERTA

- VERDE** Assenza di fenomeni significativi prevedibili
- GIALLO** Fenomeni localizzati
- ARANCIONE** Fenomeni diffusi
- ROSSO** Numerosi e/o estesi fenomeni

L'allerta per valanghe è valutata solo sulle aree montane e nel periodo di emissione del bollettino del Pericolo valanghe

ZONE DI ALLERTA

- A Toce (NO-VB)
- B Val Sesia, Cervo e Chiusella (BI-TO-VC)
- C Valli Orco, Lanzo, bassa val Susa e Sangone (TO)
- D Alta val Susa, Chivasso, Pollice e Po (CN-TO)
- E Valli Varaita, Maira e Stura (CN)
- F Valle Tanaro (CN)
- G Belbo e Bormida (AL-AT-CN)
- H Scrivia (AL)
- I Pianura Settentrionale (AL-AT-BI-NO-TO-VC)
- L Pianura Torinese e Colline (AL-AT-CN-TO)
- M Pianura Cuneese (CN-TO)

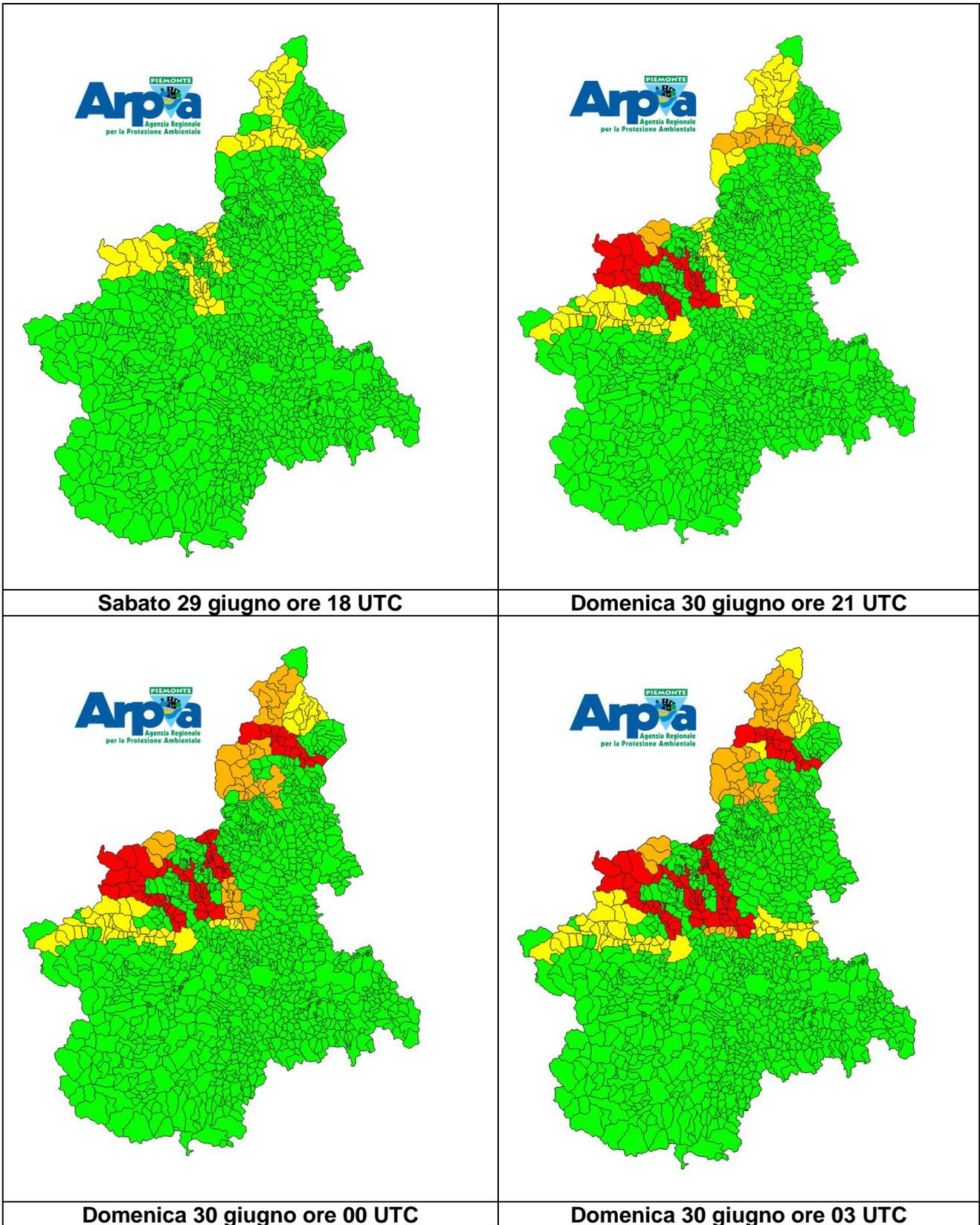
Per una corretta interpretazione ed approfondimenti consultare sempre il disciplinare

Diffusione: <http://www.ruparpiemonte.it/meteo/> - <http://intranet.ruparpiemonte.it/meteo/> con password di accesso

www.arpa.piemonte.it

Figura 89 - Bollettino di allerta emesso domenica 30 giugno 2024

Le mappe seguenti mostrano il livello di pericolo nelle 3 ore fino all'orario indicato, derivante da superamenti strumentali delle soglie pluviometriche ed idrometriche registrati nel corso dell'evento.



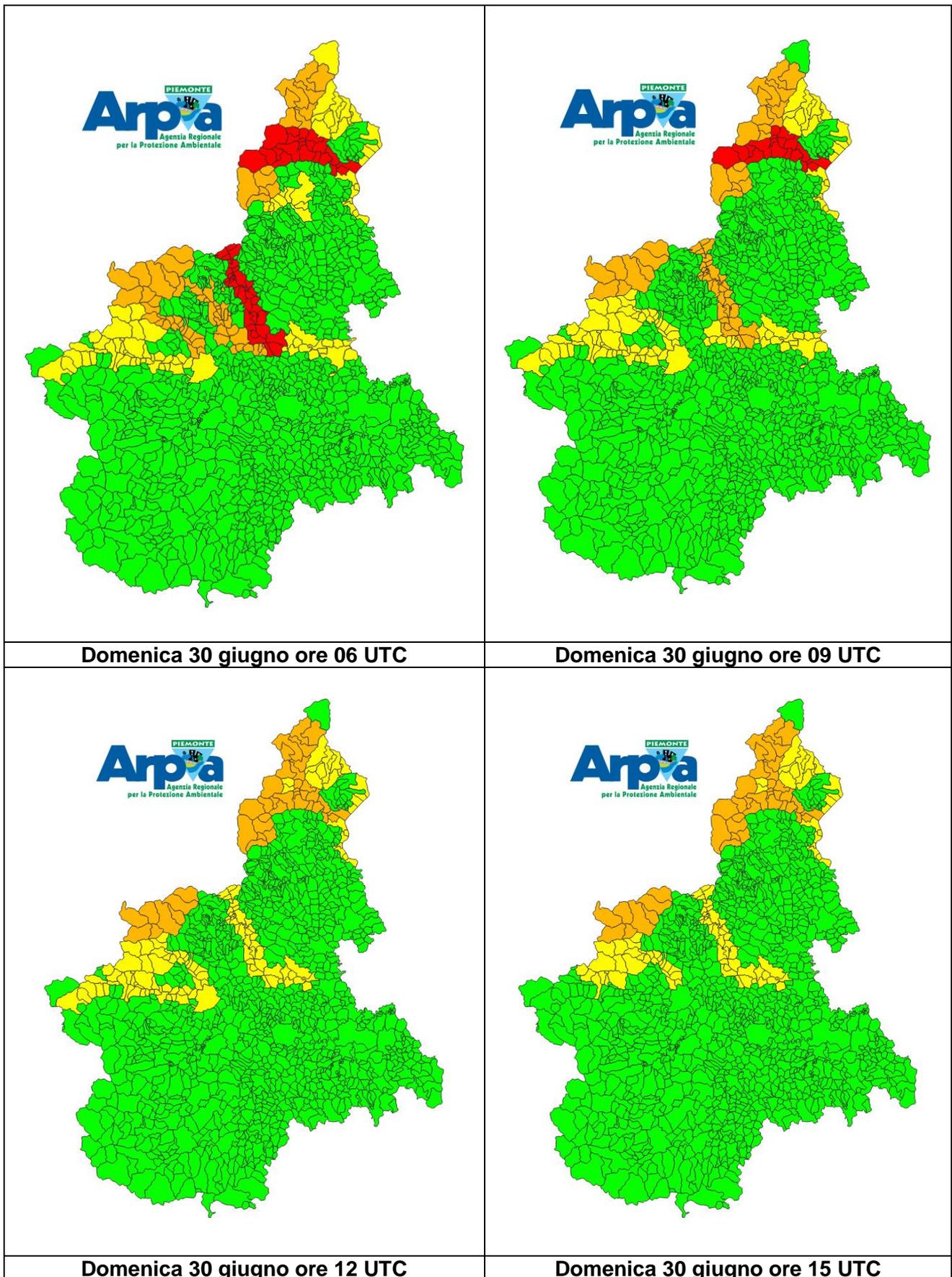


Figura 90 - Evoluzione del pericolo nel corso dell'evento tra sabato 29 e domenica 30 giugno 2024

Si osserva come sia stata registrata la fase più acuta dell'evento tra le ore 21 UTC del sabato e le ore 03 UTC della domenica con superamenti idrometrici e pluviometrici sul settore nordoccidentale della regione.

Nelle ultime ore del sabato, sono state interessate dapprima le valli di Lanzo; in seguito, le criticità si sono estese ai comuni limitrofi alla Dora Riparia per il transito della piena ed alle valli Anza e Ovesca nel Verbano. A partire dalla mattina di domenica a partire dai settori alpini occidentali si registra riduzione del pericolo per una marcata attenuazione delle precipitazioni e una progressiva riduzione dei livelli idrometrici.