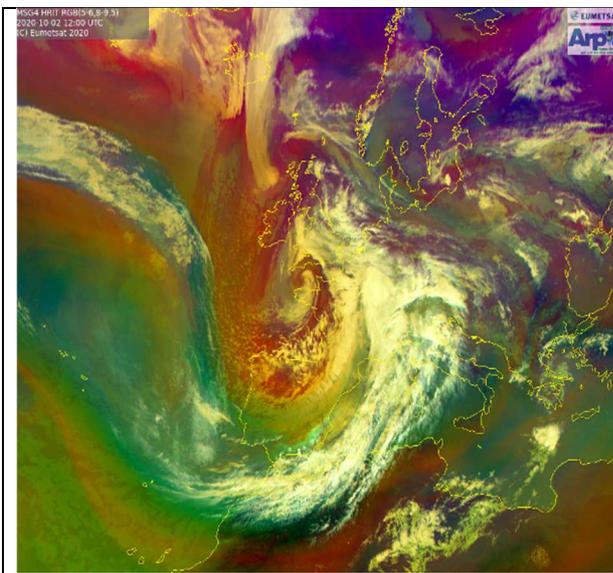
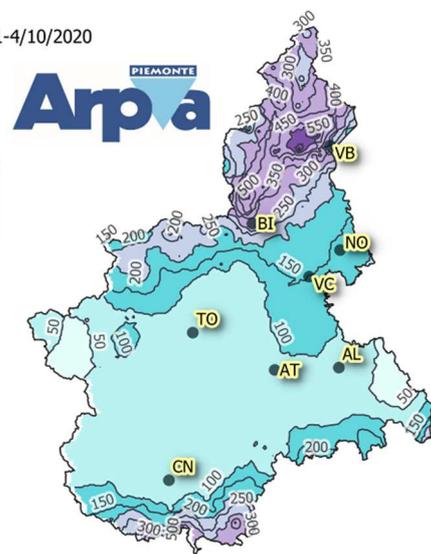


EVENTI ALLUVIONALI IN PIEMONTE

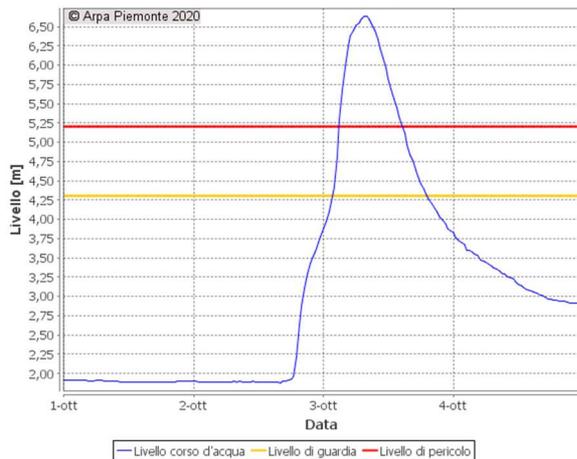
EVENTO DEL 2-3 OTTOBRE 2020



Pioggia 1-4/10/2020
 [mm]



PALESTRO SESIA (PV)



A cura del
 Dipartimento Rischi Naturali e Ambientali

Torino, 14 ottobre 2020
 rev 1.1

SOMMARIO

INTRODUZIONE	3
ANALISI METEOROLOGICA	5
VENERDÌ 2 OTTOBRE 2020	5
SABATO 3 OTTOBRE 2020	14
ANALISI PLUVIOMETRICA	18
ANALISI STATISTICA DELLE PRECIPITAZIONI	26
ANALISI IDROMETRICA	36
ANALISI STATISTICA DELLE PORTATE	43
CONFRONTO CON EVENTI ALLUVIONALI DEL PASSATO	44
CONFRONTO METEOROLOGICO A GRANDE SCALA	44
CONFRONTO PLUVIOMETRICO	49
CONFRONTO IDROMETRICO	50
ATTIVITA' DEL CENTRO FUNZIONALE	53
PREVISIONE E ALLERTAMENTO	53
MONITORAGGIO	54
COMUNICAZIONE PUBBLICA	55
EFFETTI AL SUOLO	57
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO	57
STIME DA TELERILEVAMENTO DELLE ZONE ALLUVIONATE	59
BACINO DEL TOCE	63
TOCE DA PALLANZENO A ORNAVASSO	63
TOCE DA ORNAVASSO A GRAVELLONA TOCE	63
VALLE STRONA	65
CUSIO	68
BACINO DEL SESIA	69
PIENE DEL RETICOLO IDROGRAFICO PRINCIPALE (SEZIA) E VALLI LATERALI	69
TRIBUTARI LATERALI	70
FENOMENI DI COLATA DETRITICA SU RII MINORI	71
PROCESSI MINORI	72
FENOMENI DI VERSANTE COLAMENTO RAPIDI SUPERFICIALI	73
FIUME SESIA DA VARALLO SESIA A CONFLUENZA PO	74
T. CERVO E BIELLESE	79
IL T. CERVO DALLA CONFLUENZA CON IL T. OROPA ALLA CONFLUENZA CON IL F. SESIA	81
DORA BALTEA	83
TORRENTE CHIUSELLA	84
TORRENTI SOANA E FORZO	84
FIUME ORCO	84
VALLE GESSO	88
VALLI MONREGALESI	90

VALLE TANARO	92
MONITORAGGIO DEI MOVIMENTI FRANOSI	96
STRUMENTI A LETTURA AUTOMATIZZATA	96
STRUMENTI A LETTURA MANUALE	98

In copertina: in alto a sinistra immagine da satellite Meteosat del 2 ottobre ore 12 UTC (copyright Eumetsat), in alto a destra le precipitazioni cumulate (mm) tra 1 e 4 ottobre 2020; in basso a sinistra l'idrogramma di piena sul Sesia osservata a Palestro (PV), in basso a destra erosione di sponda T. Vermenagna a Limone P. Villaggio Miramonti.

INTRODUZIONE

Dal punto di vista **meteorologico**, l'evento ha inizio giovedì 1° ottobre 2020 quando una circolazione depressionaria chiusa si distacca da una saccatura atlantica posizionata sulle Isole Britanniche, muovendosi gradualmente verso il nord della Francia e assumendo le caratteristiche di tempesta extra-tropicale. Il minimo di pressione venerdì 2 ottobre comincia a convogliare masse d'aria calda e umida sulla costa meridionale francese, sulla Liguria e sul Piemonte, con venti nei bassi strati dapprima di libeccio (sud-ovest) e quindi, a fine giornata, di scirocco (sud-est).

Il tutto in un contesto dove il fronte più meridionale del sistema perturbato è guidato dagli intensi venti della corrente a getto e alimentato dall'umidità proveniente già dall'oceano stesso e successivamente dal transito sul Mar Mediterraneo occidentale, la cui temperatura superficiale è abbondantemente al di sopra della media del periodo.

Nel pomeriggio e nella serata del 2 ottobre, l'aria umida e calda meridionale va a convergere inizialmente sui rilievi meridionali piemontesi e, complice anche la risalita orografica, provoca piogge e temporali di eccezionale intensità sulla fascia tra la Val Roya e l'alto Tanaro. Nel corso del pomeriggio il flusso umido investe continuativamente anche l'alto Piemonte, permanendo fino alle prime ore del giorno successivo.

L'interazione del flusso umido sudoccidentale con i rilievi genera un minimo di pressione locale sul Cuneese nella notte tra venerdì e sabato, contribuendo ad intensificare ulteriormente la convergenza dei venti e le precipitazioni su alto Tanaro, Sesia e Verbano, e determinando apporti pluviometrici da record. Lo zero termico, a causa della dominanza delle correnti caldo-umide, è stato elevato in corrispondenza delle precipitazioni più intense, fino ai 3300-3600 m, favorendo la componente liquida delle stesse e limitando la neve alle quote più elevate.

La concomitanza di una struttura barica così profonda, dinamicamente molto attiva, alimentata da aria fredda polare e caratterizzata da forti gradienti di pressione e venti intensi, che ha colpito la Gran Bretagna e il nord della Francia, e della corrente caldo-umida a tutte le quote, proveniente dall'Atlantico (e dal Mediterraneo), a carattere persistente, amplificata e spinta verso sud dal minimo di pressione, rappresenta una configurazione meteorologica molto rara alle nostre latitudini e differente rispetto alla dinamica delle situazioni alluvionali che hanno colpito il Piemonte in passato. La tempesta Alex, come nominata da MeteoFrance la profonda struttura depressionaria, è risultata anomala per intensità e stagione, tanto da risultare una delle peggiori tempeste anche per i paesi dell'Europa occidentale che sono stati colpiti.

Per quanto riguarda l'andamento **pluviometrico** si evidenziano i valori di precipitazione areali molto elevati del 2 ottobre sui bacini del Sesia (325 mm), Cervo (222,8) e sul Toce (368,3 mm), mentre il valore del bacino del Tanaro risulta molto significativo in considerazione del fatto che la precipitazione si è concentrata principalmente nella testa del bacino idrografico. Valori eccezionali di precipitazione sono stati registrati nel comune di Valstrona (VB) con oltre 650 mm di pioggia e nel comune di Mergozzo (VB) con oltre 600 mm. Nell'alta Val Tanaro la stazione di Limone Piemonte (CN) ha registrato quasi 600 mm, quasi tutti nella giornata del 2 ottobre; valori estremi sono stati registrati anche nella stazione nel comune di Garessio (CN) con oltre 400 mm. Tali valori, rappresentano a livello di stazione più del 50% della precipitazione media annuale.

Nelle stazioni maggiormente coinvolte dalle precipitazioni i tempi di ritorno stimati per le durate di 12 e 24 ore superano i 200 anni, le stazioni di Limone Piemonte (CN) e Sambughetto (VB) hanno registrato valori estremi per tutte le durate (1, 2, 6, 12, 24 ore), confermando l'eccezionalità dell'evento.

Le piogge hanno generato, sui corsi d'acqua del reticolo principale e secondario della regione, **onde di piena** eccezionali che, nei bacini del Toce e del Sesia, hanno superato i livelli di riferimento storici dell'evento di ottobre 2000 e sull'alto Tanaro quelli del novembre 2016 e probabilmente del 1994, per il quale non ci sono però misure di confronto. Ovunque gli incrementi di livello sono stati repentini e, anche nelle sezioni di chiusura dei bacini estesi, il colmo si è raggiunto al massimo in 12 ore.

Nel bacino del Toce sono stati superati i livelli di pericolo lungo tutta l'asta principale e, negli altri corsi d'acqua del bacino, è stato superato il livello di pericolo sullo Strona a Gravelona (VB). L'apporto del Toce e dei suoi tributari al Lago Maggiore ha prodotto innalzamenti significativi ma relativamente contenuti, in quanto il lago non ha dovuto assorbire più giorni continuativi di precipitazioni. Il fiume Sesia, da monte a valle, ha raggiunto colmi mai registrati da quando esistono le stazioni automatiche di Arpa Piemonte; in particolare a Borgosesia (VC) si è superato di oltre 4 metri il livello di pericolo, con una portata >3000 mc/sec, e la portata al colmo nella sua sezione di chiusura a Palestro (PV) può essere stimata superiore ai 5000 mc/sec. Anche il Cervo lungo tutta l'asta ha raggiunto valori di oltre mezzo metro superiori al pericolo e, nella sezione di chiusura a Quinto Vercellese (VC), di oltre un metro con una portata stimabile in circa 1800-1900 mc/sec.

Molto significativi anche i valori raggiunti nei corsi d'acqua del Canavese, dove la Dora Baltea, all'idrometro di Tavagnasco (TO), ha sfiorato la soglia di pericolo, cui corrisponde una portata al colmo di circa 1400 mc/sec. Anche l'Orco ha registrato una piena importante, mentre la Stura di Lanzo (TO) ha fatto registrare colmi più contenuti.

Nell'alto Tanaro, si sono avuti incrementi molto repentini e significativi sia lungo l'asta principale sia sul reticolo secondario. Agli idrometri di Ponte di Nava (CN) e Garessio (CN) sono stati superati i valori di riferimento storici del 2016, a Piantorre (CN) sono stati praticamente eguagliati. Da Farigliano (CN) ad Alba (CN) il colmo è transitato superando il livello di pericolo, con portate che si sono mantenute molto simili e pari a circa 2700 mc/sec. Nel tratto di valle fino a Montecastello (AL) i valori sono stati molto più contenuti. Il reticolo secondario della parte alta del bacino ha fatto registrare valori eccezionali, in particolare il Vermenagna all'idrometro di Vermenagna (CN) e il Corsaglia a Frabosa Soprana (CN) hanno abbondantemente superato il livello di guardia, registrando i loro massimi storici da quando sono in funzione le stazioni.

Lungo l'asta del Po si sono registrati incrementi più contenuti, tuttavia all'idrometro di Valenza (AL) si è raggiunto il livello di pericolo, con una portata di circa 6100 mc/sec, e a Isola S. Antonio (AL), sezione di chiusura del bacino del Po piemontese, si è superato il livello di guardia e la piena è transitata con un colmo di circa 7200 mc/sec.

Si è trattato di un evento estremo con ricorrenza più che duecentennale nel bacino dell'alto Tanaro, duecentennale sul Sesia, mentre sul Toce la piena è stata più contenuta con tempi di ritorno di circa 50 anni. Nei bacini di Dora Baltea, Orco e Stura di Lanzo i tempi di ritorno sono di poco inferiori ai 20 anni, mentre lungo l'asta del Po e il tratto terminale del Tanaro la gravità dell'evento è stata minore.

A partire dai giorni immediatamente successivi l'evento sono stati organizzati da parte di Arpa i sopralluoghi conoscitivi finalizzati alla definizione del **quadro degli effetti al suolo**. Sulla base dei primi riscontri si può ipotizzare che le precipitazioni abbiano comportato lungo i corsi d'acqua processi con un'energia pari o in alcuni casi anche superiore agli eventi precedenti (1993, 1994, 2000 e 2016), mentre per quanto riguarda le frane, i rapidi ruscellamenti e deflussi superficiali sui versanti non hanno consentito l'innescio di fenomeni più profondi.

L'elevata intensità delle precipitazioni nelle parti alte dei bacini ha comportato un'importante attività torrentizia, in particolare sulle zone delle alti valli Vermenagna e Tanaro e della Val Sesia, che ha trascinato negli alvei l'ingente quantità di materiale ligneo che ha caratterizzato il deflusso in tutte le aste. L'evento di piena per il fiume Sesia ha rivestito carattere eccezionale anche nel tratto di pianura con erosioni ed esondazioni e diffusi danni.

Attraverso l'analisi delle misure rilevate dai sistemi di monitoraggio e dei primi rilievi in campo, il presente rapporto fornisce un inquadramento meteorologico, idrologico e dei processi naturali dell'evento, mettendo in evidenza cause, intensità e distribuzione territoriale dei fenomeni.

ANALISI METEOROLOGICA

Venerdì 2 ottobre 2020

Nella notte tra l'1 e il 2 ottobre la tempesta extra-tropicale denominata "Alex" attraversa il Canale della Manica e si sposta verso sud (Figura 1). Si tratta di un vasto sistema di bassa pressione, con un nucleo centrale ben strutturato a tutti i livelli atmosferici, decisamente insolito per la stagione autunnale e caratterizzato da un profondo minimo barico che in poche ore ha raggiunto al suolo i 970 hPa, con una diminuzione di oltre 24 hPa in 24 ore. Il minimo è stato accompagnato da forti venti di burrasca, che sulle coste della Bretagna hanno fatto registrare raffiche record, superiori ai 140 km/h, con punte di oltre 180 km/h (fonte MeteoFrance): una struttura barica paragonabile a un uragano di categoria I-II sulla scala Saffir-Simpson.

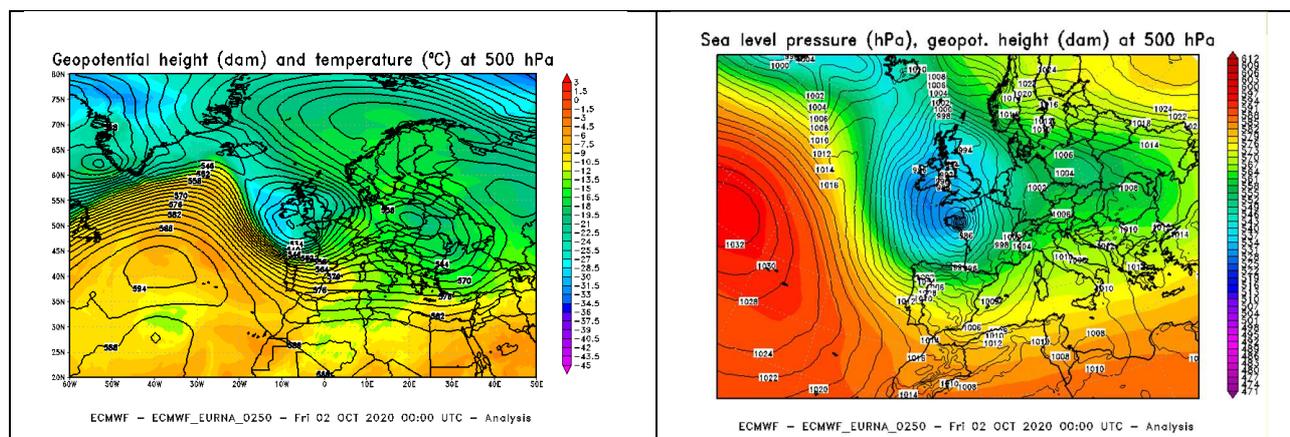


Figura 1 - Analisi ECMWF di geopotenziale e temperatura a 500hPa (a sinistra) e di geopotenziale a 500hPa e pressione al livello del mare del 2 ottobre alle ore 00UTC.

La Figura 2 mostra l'arrivo sul continente europeo della tempesta alle ore 00:00 UTC del 2 ottobre, nel momento in cui il minimo barico al suolo era più profondo. Si nota la struttura ben definita del minimo di pressione, alimentato da masse di aria fredda provenienti dalla Groenlandia e dalle zone polari, che, nel suo dispiegarsi verso sud, convoglia masse di aria umida e calda dall'Atlantico e dal Mediterraneo verso la Francia meridionale e il nordovest italiano.

Questa tempesta extra-tropicale deriva dal cut-off di un'ampia saccatura atlantica che aveva raggiunto le coste inglesi nella giornata precedente del 1° ottobre 2020: il distacco del minimo chiuso dalla saccatura principale è stato favorito dalla forte dinamica negli strati superiori dell'atmosfera. L'intrusione di aria secca stratosferica a ovest della depressione ne ha favorito l'approfondimento e la forte vorticità.

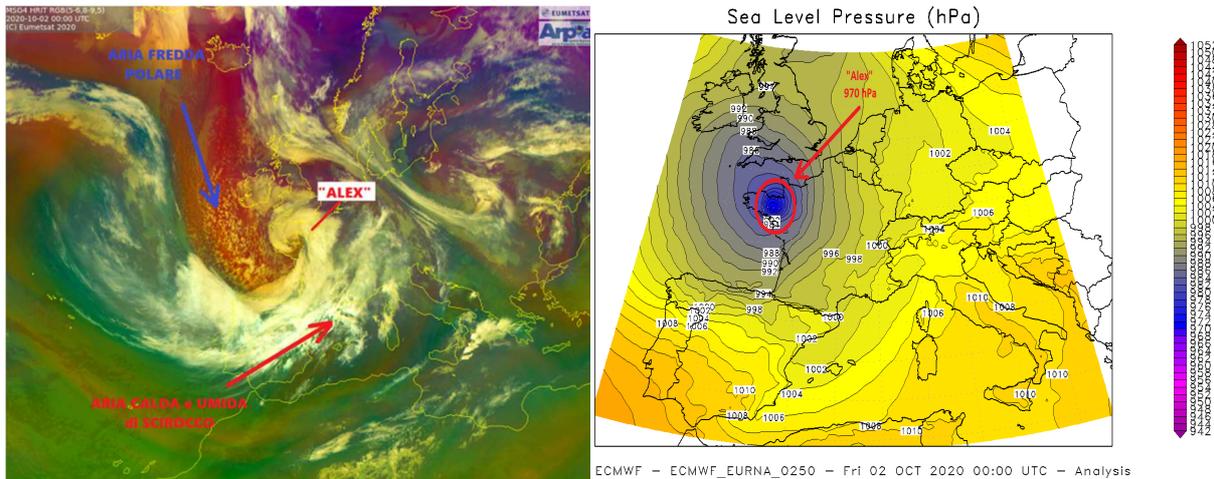


Figura 2 - immagine dal satellite Meteosat alle 00:00 UTC del 2 ottobre 2020 (copyright Eumetsat) che evidenzia la tipologia di masse d'aria sull'Europa (a sinistra) e la situazione della pressione a livello del mare del campo di analisi di ECMWF (a destra).

In particolare la Figura 3 mostra come tutto il sistema perturbato, che ha interessato il nordovest italiano, sia guidato dalla corrente a getto, ovvero dai forti venti presenti appena al di sotto della tropopausa, che giocheranno un ruolo importante nell'alimentare il flusso umido di scirocco, la *Warm Conveyor Belt*, che investirà il Piemonte nella seconda parte della giornata di venerdì 2 ottobre.

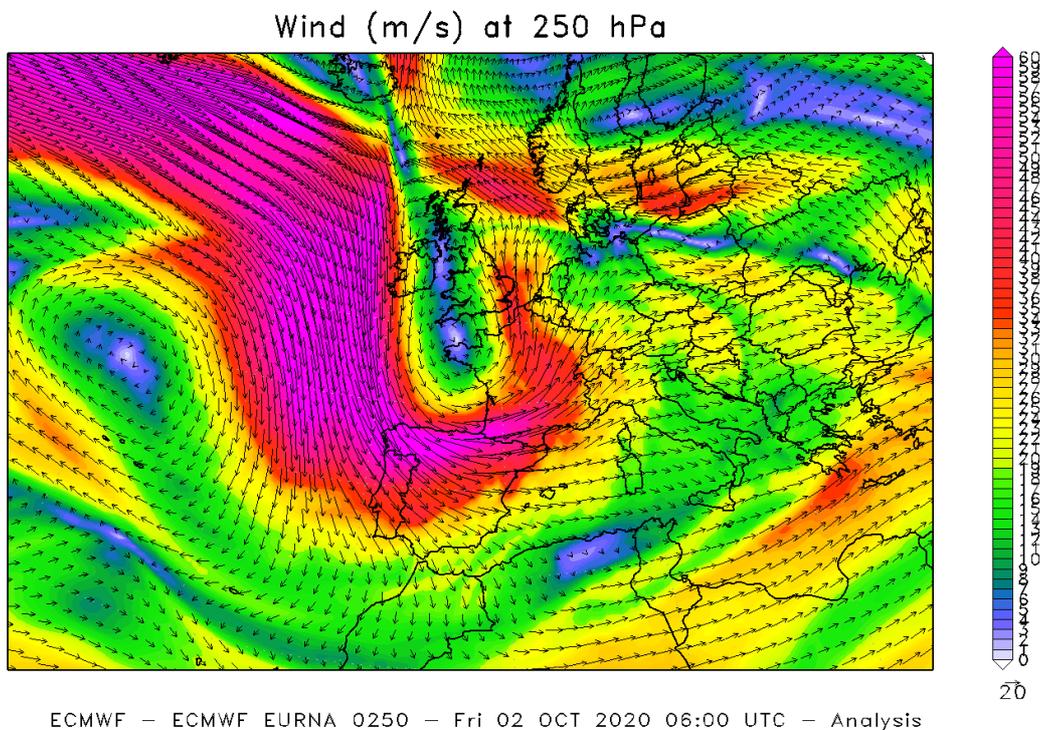


Figura 3 - Campo del vento a 250 hPa (corrente a getto) alle ore 12:00 UTC del 2 ottobre 2020.

Nel corso della giornata di venerdì 2, il minimo barico si sposta lentamente dalla Bretagna verso il sudovest della Francia, approfondendosi progressivamente nel bacino del Mediterraneo. In questa

configurazione sinottica, l'aria fredda associata al sistema perturbato comprime e spinge le masse di aria più calda e umida presenti sulla Spagna e sul Mediterraneo occidentale verso le zone della Costa Azzurra, della Liguria e del Piemonte (Figura 4).

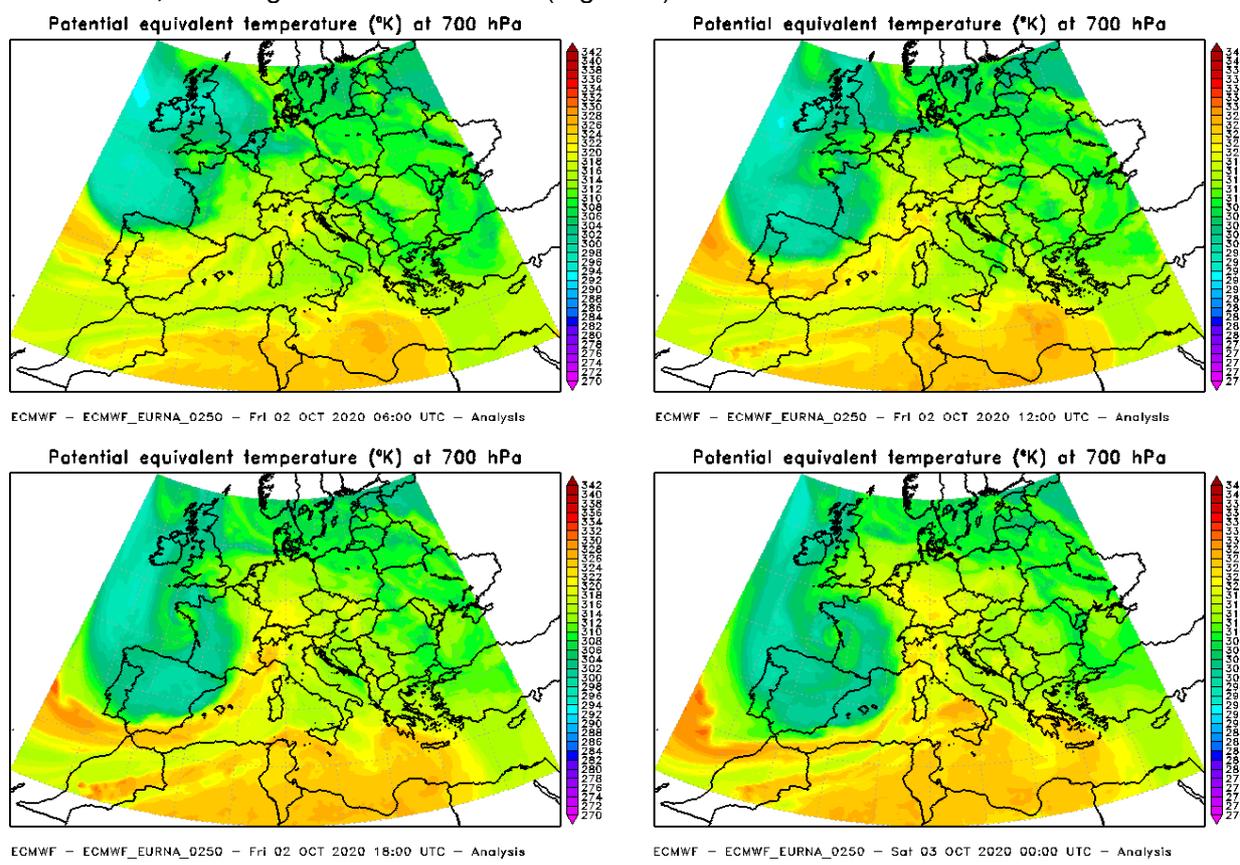


Figura 4 - Temperatura equivalente delle masse d'aria presenti sull'Europa nella giornata di venerdì 2 ottobre 2020.

Il sistema perturbato si rafforza progressivamente dal pomeriggio, anche grazie all'intensa corrente a getto, che si avvicina sempre di più all'arco alpino occidentale, alimentando forti venti, dapprima di libeccio e poi di scirocco (Figura 5).

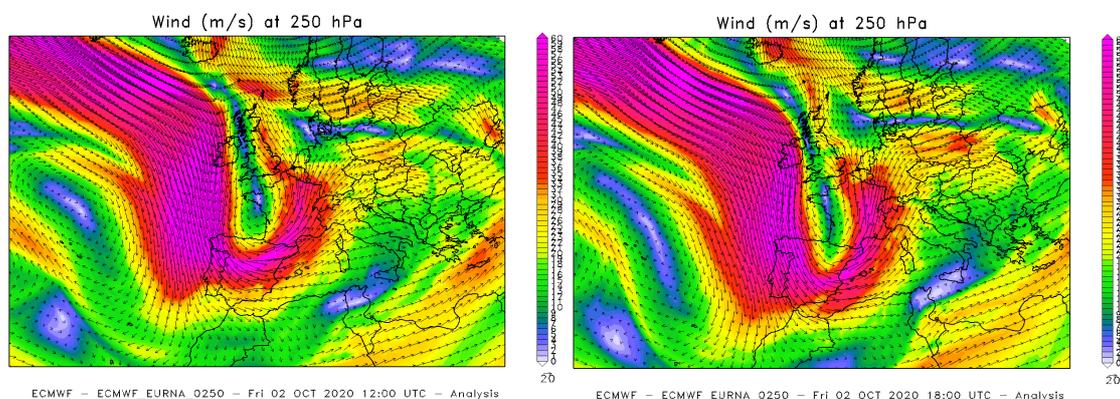


Figura 5 - Campo del vento a 250 hPa (corrente a getto) alle ore 18:00 UTC del 2 ottobre 2020.

Per gran parte dell'evento, il nordovest italiano si è venuto a trovare in una situazione dominata da una *Warm Conveyor Belt* eccezionalmente caldo-umida con elevata acqua precipitabile e venti molto intensi (Figura 6 in alto).

In questa configurazione sinottica, il Piemonte viene a trovarsi completamente investita da intensissime correnti umide meridionali, con precipitazioni forti e molto forti che vanno a interessare, almeno inizialmente, le zone che maggiormente soffrono i flussi da sudovest (libeccio) e da sudest (scirocco), ovvero quelle meridionali al confine con la Liguria e con la Francia.

In queste aree (Figura 6 in alto) il contrasto termico, tra l'aria più fredda proveniente da nord e collegata alla tempesta "Alex" e quella caldo-umida di scirocco proveniente dal mare, riesce a innescare e alimentare una serie di temporali molto forti (Figura 6 in basso) che si sviluppano anche grazie alla risalita orografica fornita dalla barriera naturale delle Alpi Marittime e Liguri.

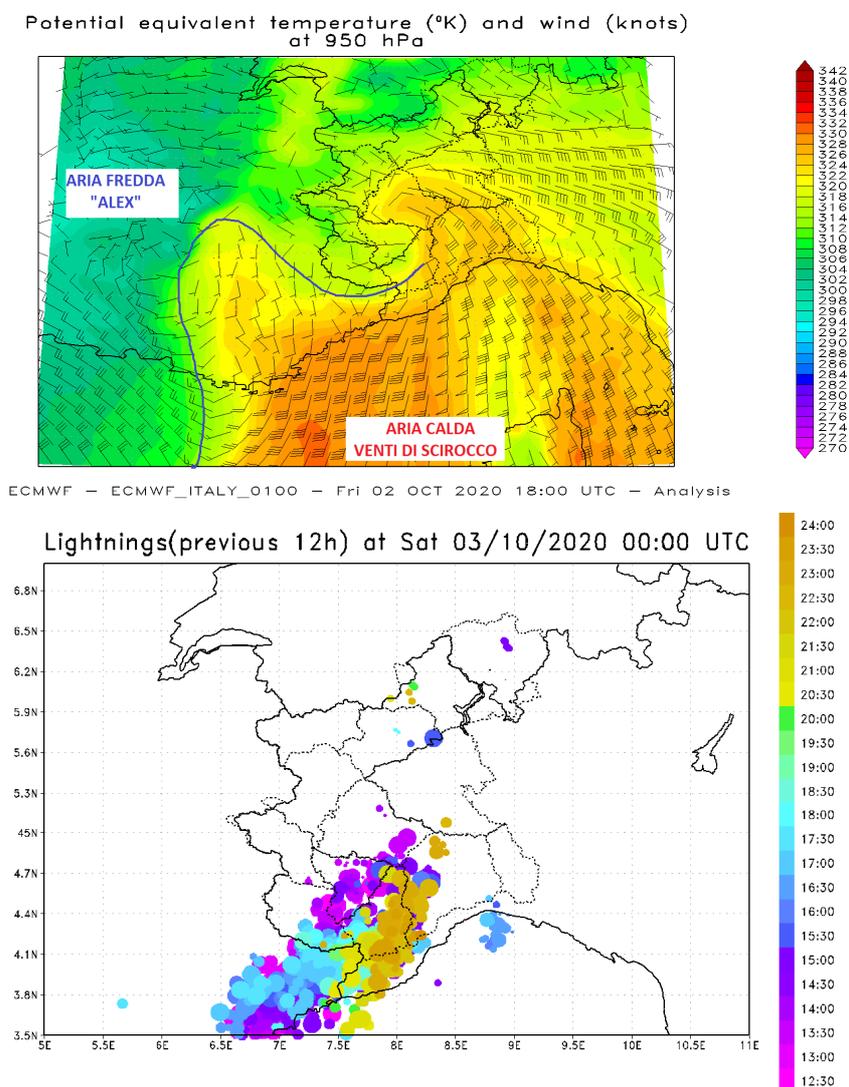


Figura 6 - Temperatura equivalente e venti a 950 hPa sul Piemonte alle 18:00 UTC del 2 ottobre 2020 (sopra); fulminazioni osservate sul Piemonte tra le 12:00 UTC del 2 ottobre 2020 e le 00:00 UTC del 3 ottobre 2020 (sotto).

Non è un caso che i valori maggiori di precipitazioni durante la giornata si siano registrati proprio in corrispondenza dello spartiacque francese/ligure e piemontese (Figura 7), come nelle stazioni cuneesi di Limone Pancani, Diga del Chiotas, Ponte di Nava e Monte Berlino, dove sia l'intensità sulle 12 ore sia quella su durate più brevi siano state in molti casi da record.

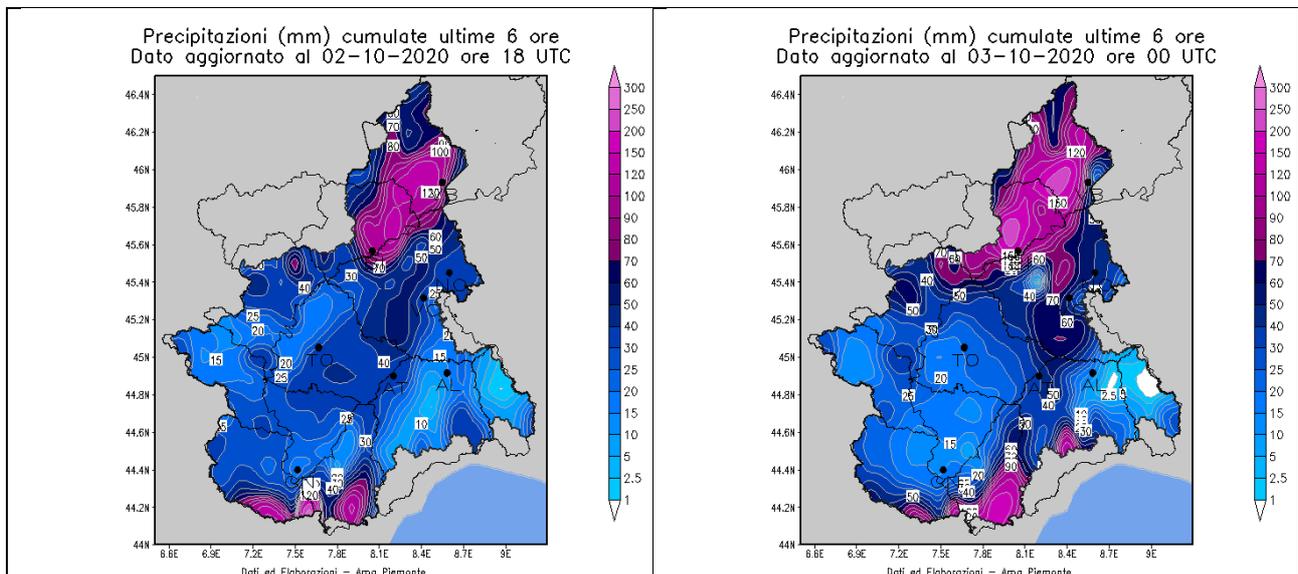


Figura 7 - Precipitazione cumulata in 6 ore dalle 12 UTC di venerdì 2 ottobre alle 18 UTC (a sinistra) e dalle 18 UTC alle 24UTC (a destra).

I temporali registrati in queste zone sono stati eccezionali non solo per il marcato contrasto termico determinato dalle due masse d'aria in gioco, ma anche per la persistenza che li ha caratterizzati, poiché continuamente alimentati dalla corrente a getto sudoccidentale, che ha investito queste zone fino al mattino successivo.

L'elevata temperatura superficiale del Mar Mediterraneo, che a fine settembre nel settore occidentale mostra un'anomalia positiva compresa tra i 2°C e i 3.5°C rispetto alla norma del periodo, ha senz'altro contribuito ad aumentare l'umidità e l'acqua precipitabile a disposizione della *Warm Conveyor Belt*, causando un conseguente inasprimento delle precipitazioni registrate.

Mentre nella parte meridionale della regione le precipitazioni, come mostrato in Figura 6 e Figura 7, sono state di tipo prevalentemente convettivo, altrove le piogge hanno assunto caratteristiche maggiormente avverse, a causa dell'intenso flusso meridionale di scirocco, e sono andate ad aumentare di intensità nel corso della serata e della notte di venerdì.

In particolare, su tutta la fascia montana e pedemontana che dal Verbano arriva fino alle valli di Lanzo, si è osservata una convergenza tra le correnti umide e calde in quota (Figura 8 - a sinistra) e venti meno caldi ma altrettanto forti nei bassi strati atmosferici (Figura 8 - a destra).

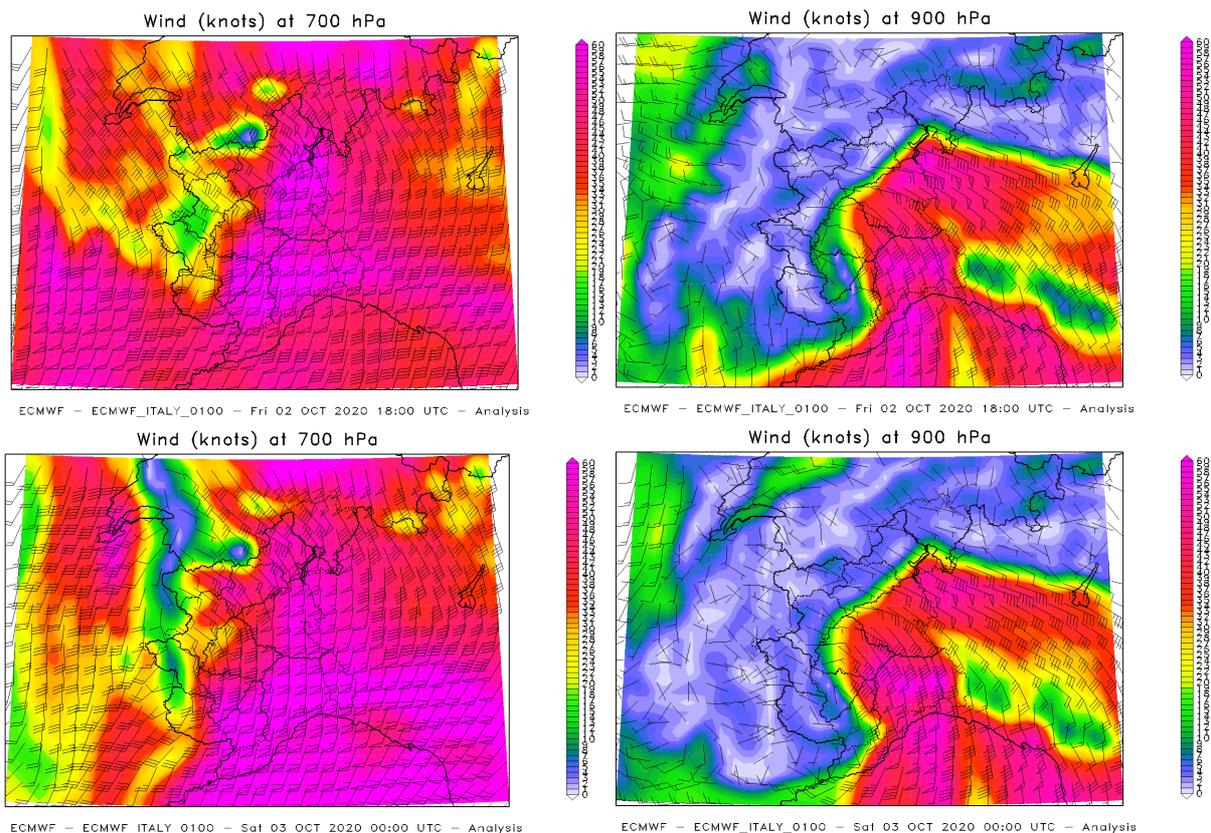


Figura 8 - Venti in quota e al suolo osservati sul Piemonte alle ore 18:00 UTC del 2 ottobre (sinistra) e 00:00 UTC del 3 ottobre 2020.

La Figura 9 mostra la stima dei venti in quota, rilevata sulla verticale del sistema radarmeteorologico di Monte Settepani (SV) tra le 11:00 e 17:00 UTC del 2 ottobre 2020. Si possono notare i forti venti meridionali fino a circa 4'500 m slm e sudoccidentali a quote superiori; attorno alle 15:00 UTC sono stati rilevati venti da sud di quasi 200 km/h a un'altezza di 4'000 m slm.

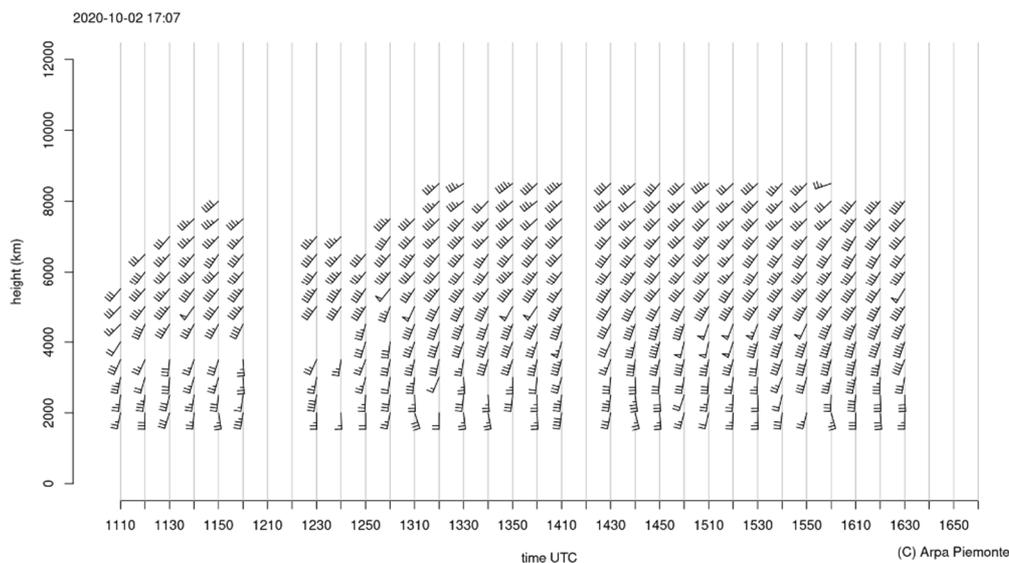


Figura 9 - Venti in quota osservati sulla verticale del radar di Monte Settepani (SV) dalle ore 11:00 alle 17:00 UTC del 2 ottobre.

L'evento ha coinvolto l'intera troposfera, l'altezza massima delle nubi si aggirava sui 9'000 m slm e i radiosondaggi mostravano elevati valori di umidità fino al limite della tropopausa.

Questa configurazione, che è perdurata per tutta la seconda parte di venerdì, ha determinato piogge persistenti e molto forti con valori da record sia nella pioggia cumulata in 12 ore sia in 24 ore, su molte stazioni meteorologiche di quelle aree, come Sambughetto (VB), Fobello (VC), Candoglia Toce (VB) e Piedicavallo (BI).

La Figura 10 mostra chiaramente come la maggior parte delle eccezionali precipitazioni nella giornata si sia verificata tutta nelle 12 ore del pomeriggio e della sera del 2 ottobre 2020.

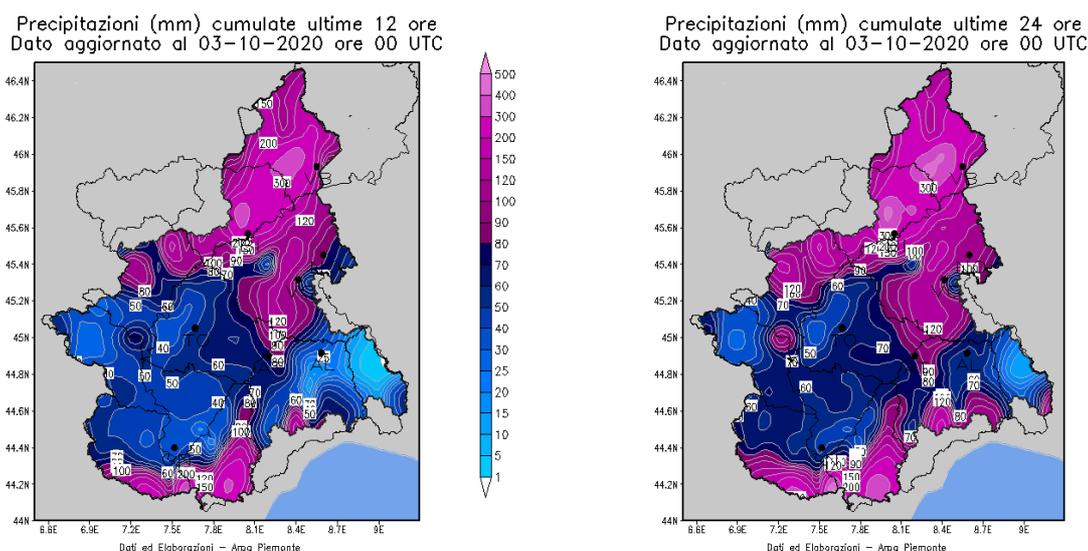


Figura 10 - Precipitazioni cumulate sul Piemonte in 12h dalle 12 UTC del 2 ottobre alle 00 UTC del 3 ottobre (a sinistra) e in 24h dalle 00 UTC del 2 ottobre alle ore 00 UTC del 3 ottobre (a destra).

Il momento chiave dal punto di vista sinottico e dell'intensità delle precipitazioni si è verificato nella notte tra venerdì 2 e sabato 3 ottobre, quando il fronte più meridionale della tempesta è avanzato più decisamente verso il territorio piemontese, favorendo la formazione di un minimo al suolo sottovento sulle pianure tra Cuneese e Astigiano (Figura 11).

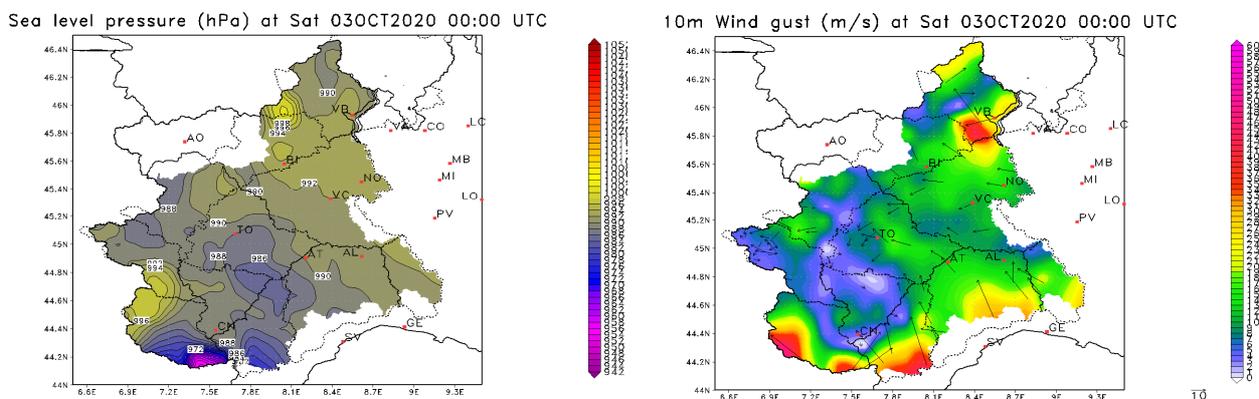


Figura 11 - Pressione al suolo (sinistra) e vento a 10 m (destra) registrati dalle Rete di Monitoraggio regionale alle 00:00 UTC del 2 ottobre 2020.

Questa nuova struttura barica secondaria locale ha contribuito ad aumentare l'intensità delle piogge su tutta la fascia pedemontana nordoccidentale e a rinforzare il flusso di scirocco che stava investendo l'alto Tanaro, con conseguente intensificazione dei rovesci temporaleschi nella zona alla testata del fiume (Figura 12).

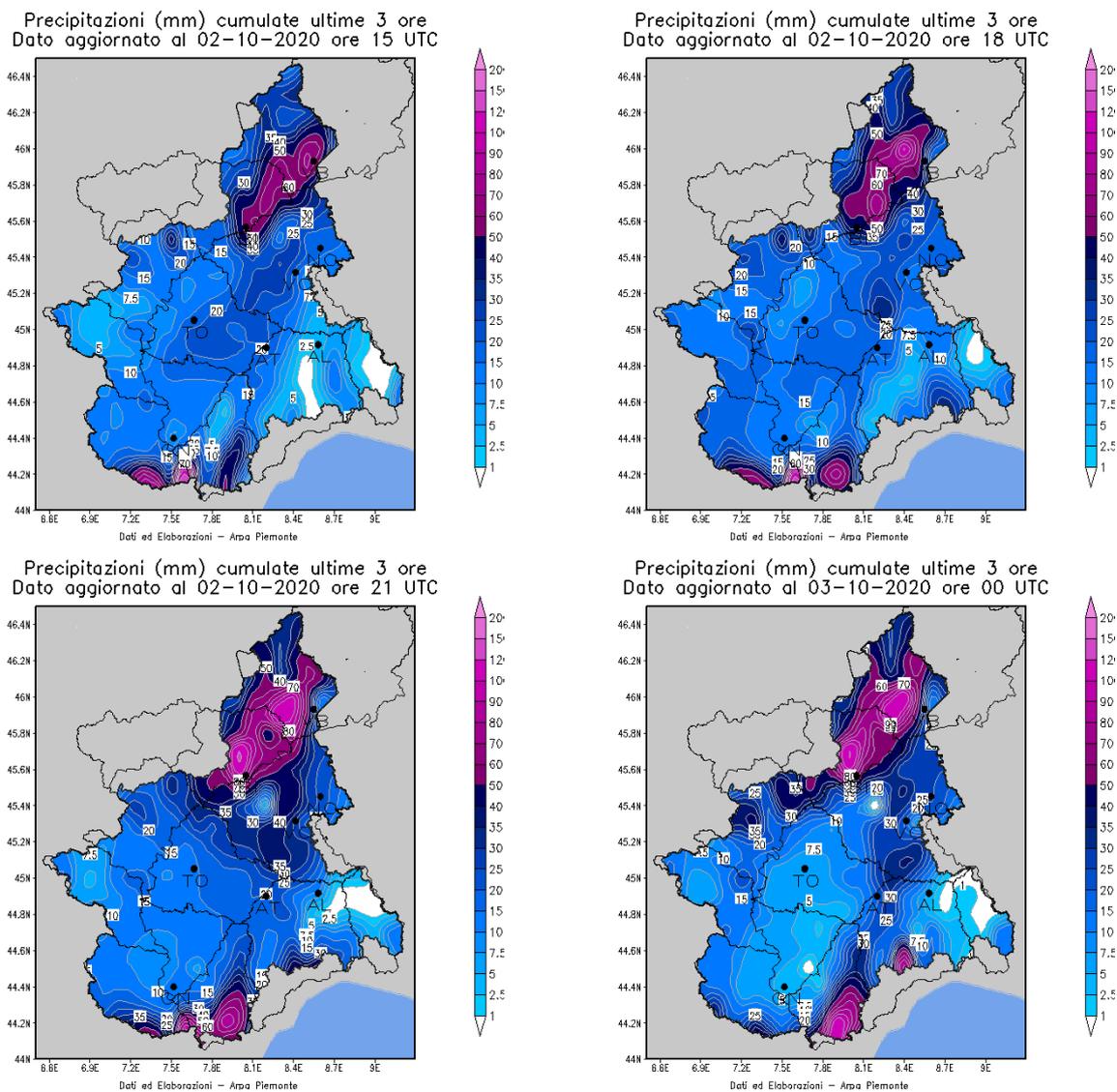


Figura 12 - Precipitazioni cumulate in 3 ore dalle 12 UTC alle ore 24 UTC del 2 ottobre (dall'alto in basso, da sinistra e destra).

La Figura 13 mostra l'evoluzione delle precipitazioni orarie e totali su alcune località rappresentative delle aree nordoccidentali piemontesi e dello spartiacque alpino ligure e francese.

Si osserva come nelle stazioni pluviometriche di Sambughetto (VB - Toce), Fobello (VB - Sesia) e Monte Berlino (CN - alto Tanaro) le precipitazioni siano aumentate di intensità a ridosso delle ore 00:00 UTC del 3 ottobre, a causa del minimo di pressione sottovento formatosi sul Cuneese, mentre siano diminuite nella zona di Limone (CN), in testata alla Val Roya, poiché il flusso umido meridionale si è spostato leggermente verso est, cessando di alimentare il sollevamento orografico in quella zona.

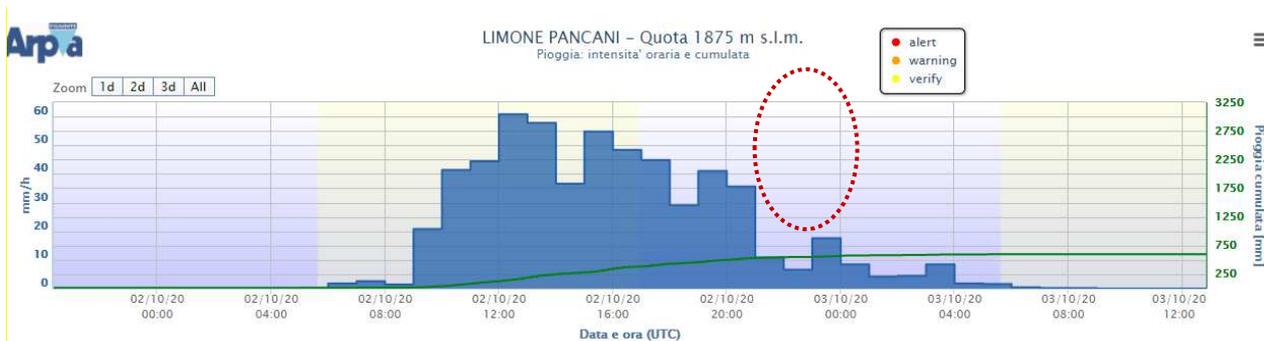
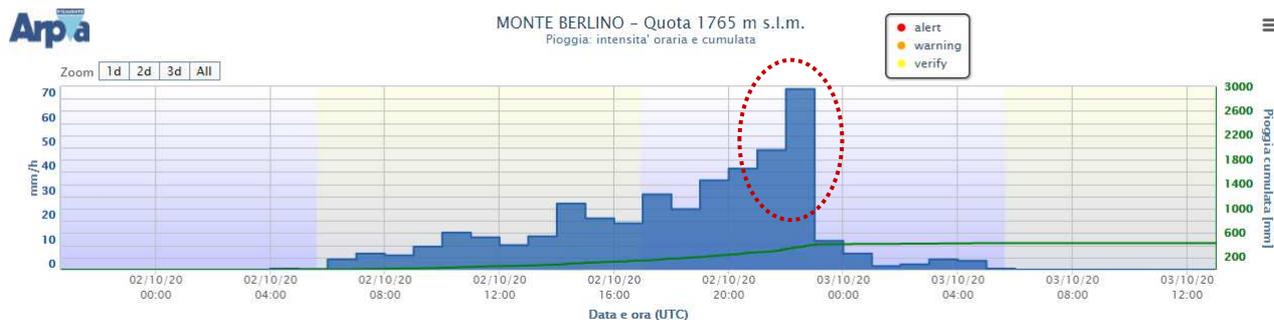
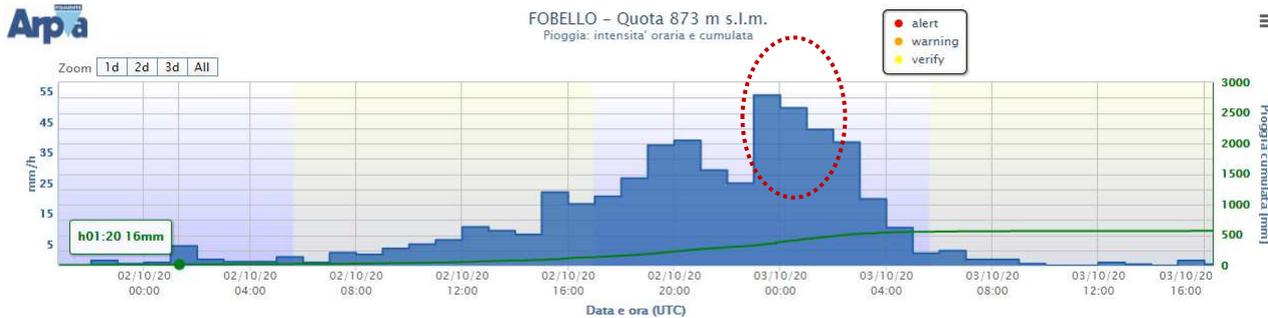
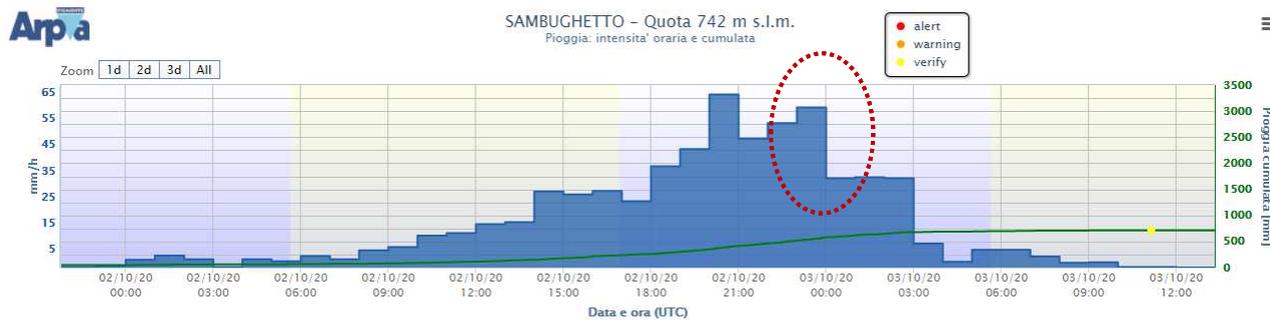


Figura 13 - Precipitazioni orarie (blu) e cumulate totali (verde) su alcune località del Piemonte tra il 2 e il 3 ottobre 2020.

L'evento è stato caratterizzato da uno zero termico elevato per il periodo, che è passato dai 2800 m di giovedì ai 3300 m di venerdì sul settore più settentrionale e dai 3200 m ai 3600 m sul settore meridionale. Il mancato ingresso dell'aria fredda nel corso della fase precipitativa ha limitato le nevicate solo alle quote più elevate.

Da notare inoltre come il sistema sia stato accompagnato da venti molto forti, in particolare lungo lo spartiacque con la Liguria e la Francia, dove sono state registrate raffiche dell'ordine dei 120/150 km/h; ma anche nella zona attorno al Lago Maggiore le raffiche sono state oltre i 130 km/h.

La Tabella 1 riporta le massime raffiche giornaliere più significative registrate dagli anemometri della rete meteorografica regionale

Tabella 1 - Massime raffiche giornaliere rilevate tra il 2 ed il 3 ottobre 2020.

Denominazione	Sigla provincia	Quota sito (m)	Data	Ora raffica (UTC)	Raffica (km/h)
BRIC CASTELLARO	AL	415	02/10/2020	23:52	94,3
			03/10/2020	01:42	120,6
PALLANZA LAGO MAGGIORE	VB	202	02/10/2020	19:32	77,0
			03/10/2020	00:06	82,4
LOZZOLO	VC	533	02/10/2020	16:11	75,6
			03/10/2020	01:21	78,8
SARDIGLIANO	AL	320	02/10/2020	14:35	78,5
			03/10/2020	09:32	77,8

Sabato 3 ottobre 2020

Nella giornata di sabato il centro di bassa pressione principale della tempesta “Alex” si muove verso il nordest della Francia, venendo riassorbito dalla saccatura originale da cui si era staccato come cut-off il giorno 1° ottobre (Figura 14).

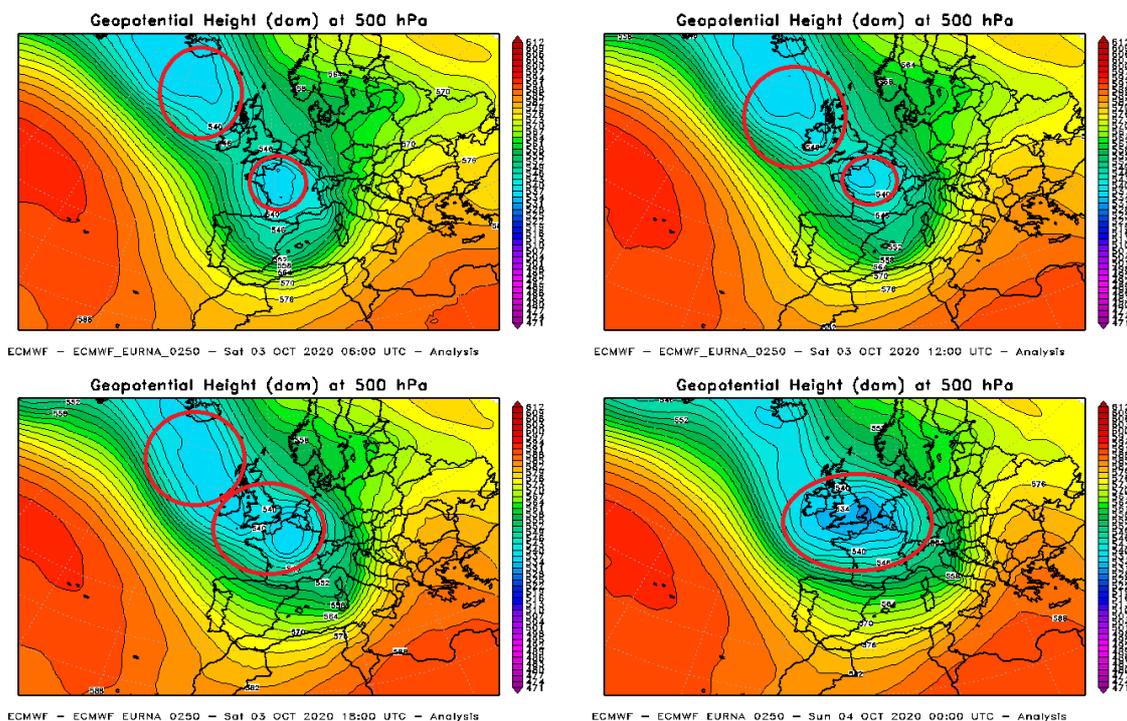


Figura 14 - Evoluzione dell'altezza di geopotenziale a 500 hPa durante la giornata di sabato 3 ottobre su scala europea.

Il flusso meridionale umido inizia a cedere sul Piemonte nelle ore prima dell'alba, anche se fino a metà mattina permangono piogge molto forti sulle zone pedemontane nordoccidentali, dove stazioni meteorologiche come Piedicavallo (BI), Forzo (TO), Sambughetto (VB) e Fobello (VC) registrano ancora più di 75 mm in 3 ore.

Le precipitazioni tuttavia iniziano ad esaurirsi a partire dal sud della regione, mentre proseguono, seppur di intensità sempre più ridotta, su Biellese e Verbano, dove termineranno solo nel primo pomeriggio di sabato, fatto salvo qualche sporadico rovescio residuo.

L'entrata sul Piemonte dell'aria fredda e secca, associata al minimo depressionario, favorisce un veloce rasserenamento già nel corso della mattinata, a iniziare dai settori sudoccidentali della regione, come si vede dall'immagine dal satellite delle ore 7:00 UTC (Figura 15).

Si nota come il nucleo di bassa pressione della tempesta sia posizionato ancora sulla Francia, ma il flusso umido meridionale sia ora in transito più a sud del Piemonte, su Sardegna, Toscana e Italia nordorientale e con un'inclinazione meno meridionale e più sudorientale di libeccio (freccia verde). L'immagine evidenzia anche gli ampi e veloci rasserenamenti su Cuneese e Torinese, che si estenderanno al resto della regione nelle ore successive.

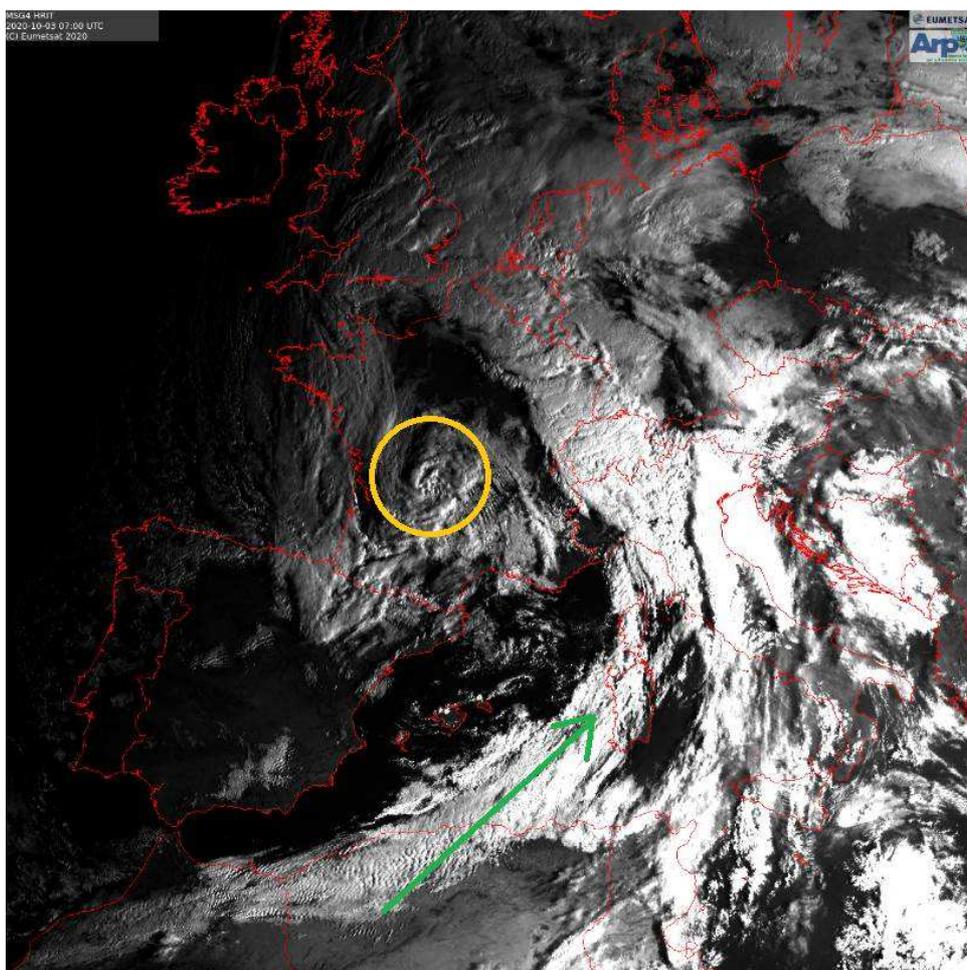


Figura 15 - Immagine dell'Europa dal MeteoSat nel canale del visibile del 3 ottobre alle 7:00 UTC (copyright Eumetsat).

L'ingresso dell'aria fredda ha determinato un abbassamento dello zero termico, fino ai 2400-2500 m a sud e 2100-2200 m altrove, quando però le precipitazioni erano già in fase di esaurimento.

Le piogge più persistenti, diffuse e intense dell'intero evento, si sono verificate nell'arco di 15 ore circa, a partire dal primo pomeriggio di venerdì 2 ottobre fino alle ore prima dell'alba di sabato, facendo registrare in questo lasso di tempo numerosi record di pioggia cumulata nelle 12 e nelle 24 ore.

Il tutto a testimonianza di un evento eccezionale, in cui sono cadute sulla regione quantità d'acqua medie e massime che in passato si sono osservate solo su periodi di accumulo più lunghi.

Le cause di tale eccezionalità sono da ricercarsi in un flusso (*Warm Conveyor Belt*), dapprima di libeccio e quindi di scirocco, particolarmente intenso e umido, anche a causa dell'elevata umidità messa a disposizione dalle temperature superficiali elevate nel Mar Mediterraneo occidentale, e intensificato/rafforzato da una tempesta extra-tropicale che raramente si vede alle nostre latitudini, ma soprattutto anomala all'inizio della stagione autunnale.

La Figura 17 mostra come il 2 ottobre 2020 sia stato il giorno mediamente più piovoso degli ultimi 60 anni in Piemonte, con circa 112 mm di pioggia media sulla regione, superando il precedente record di 94 mm che apparteneva al 15 ottobre 2000.

In altri termini, si può affermare che in un giorno è caduta circa il 15% della pioggia che normalmente si osserva in un anno. In un anno finora prevalentemente secco, questo evento ha riportato la pioggia cumulata annuale oltre la media del periodo.

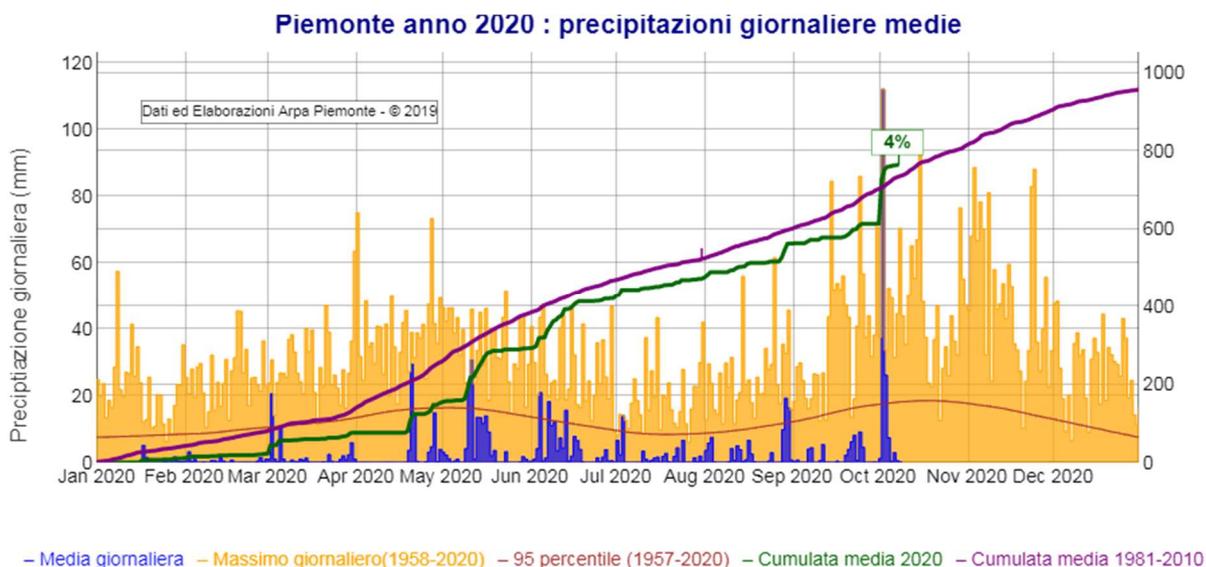


Figura 16 - Pioggia media giornaliera sul Piemonte osservata al 2 ottobre 2020 e confronto con la climatologia degli ultimi 60 anni.

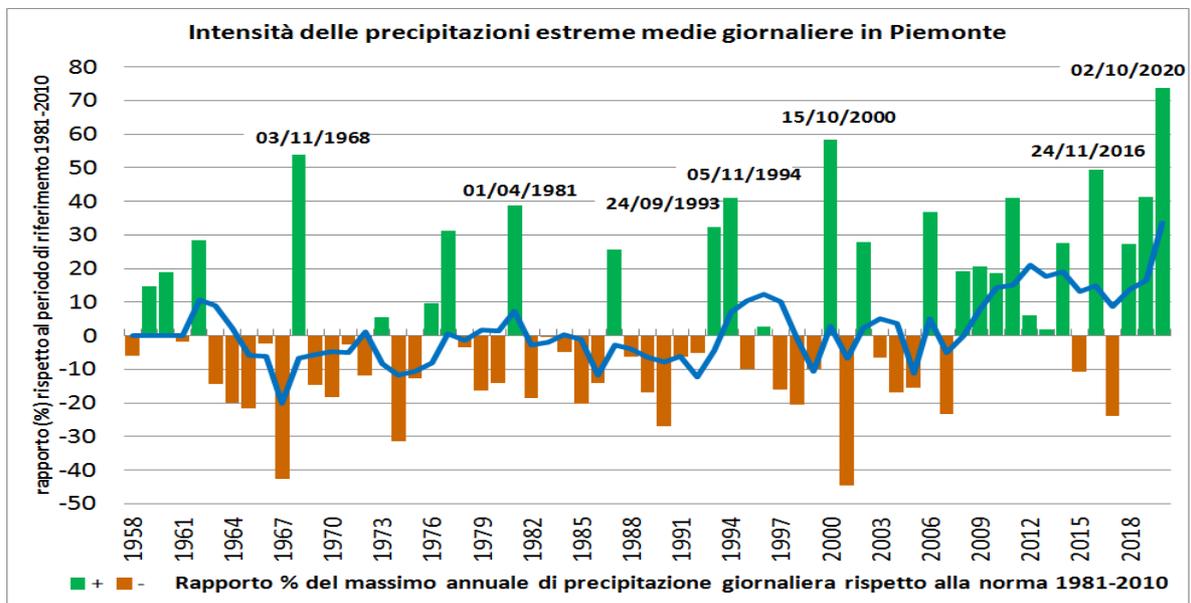


Figura 17 - Rapporto % del massimo annuale di precipitazione giornaliera rispetto alla norma (in basso): si evidenziano le giornate storicamente più piovose; in blu la media mobile in 5 anni.

Confrontando le giornate più piovose di ciascun anno a partire dal 1958, si nota come il 2 ottobre 2020 la pioggia caduta in 24 ore sia circa il 70% in più rispetto alla norma climatica 1981-2010 e come dal 2007 in avanti il giorno più piovoso dell'anno sia quasi sempre superiore alla norma (Figura 17).

ANALISI PLUVIOMETRICA

Tra il 2 e il 3 ottobre 2020 il Piemonte è stato interessato da precipitazioni eccezionali per intensità che hanno interessato l'intera regione, con particolare insistenza nelle zone dell'alta val Tanaro, Biellese, Vercellese e Verbano. La fase di maltempo ha avuto nella giornata del 2 ottobre le precipitazioni più intense, in particolare sul settore settentrionale della regione e al confine con la Liguria nell'alta val Tanaro. Durante la giornata del 3 ottobre 2020 le precipitazioni hanno ulteriormente coinvolto il Verbano con valori puntuali significativi. Dopo una pausa nel pomeriggio di sabato un'ulteriore fase perturbata, di più modesta entità, ha coinvolto prevalentemente i settori settentrionali della regione nella giornata di domenica. Di seguito l'immagine delle precipitazioni complessive sul territorio regionale (Figura 18).

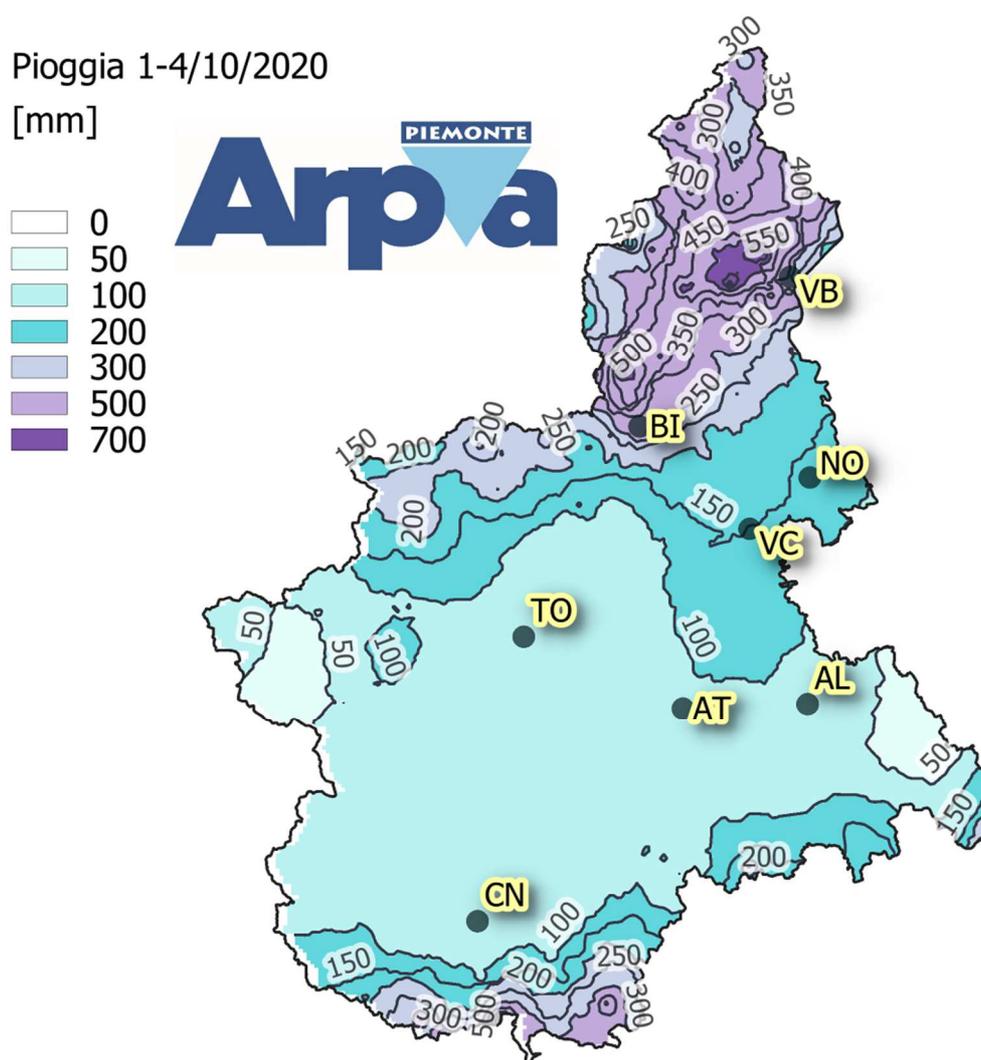


Figura 18 - Precipitazione totale dell'evento sulla regione Piemonte.

La Figura 19 mostra il dettaglio delle precipitazioni, stimate dai sistemi radarmeteorologici per l'intervallo compreso tra 2 e 3 ottobre 2020, sulle zone di confine con la Liguria. Sono ben visibili i centri di scroscio che dal versante francese e ligure si protendono fino alle aree piemontesi di confine.

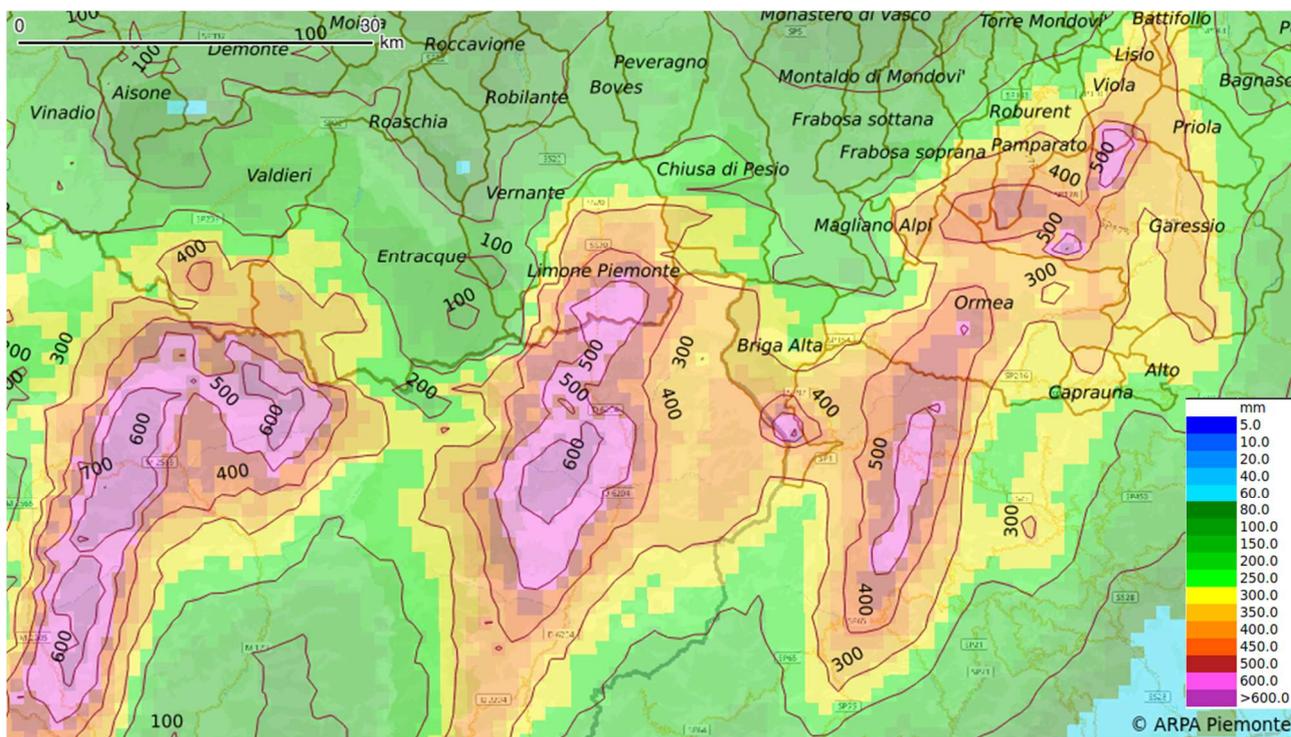


Figura 19 - Precipitazione sul 48 ore dal 2 ottobre 2020 ore 00:00 UTC. Dettaglio sulle zone di confine meridionali.

La Figura 20 mostra il dettaglio delle precipitazioni, stimate dai sistemi radarmeteorologici per l'intervallo compreso tra 2 e 3 ottobre 2020, sui settori nordoccidentali. Sono evidenti i centri di scroscio che hanno interessato i bacini di Cervo, Sesia e Toce.

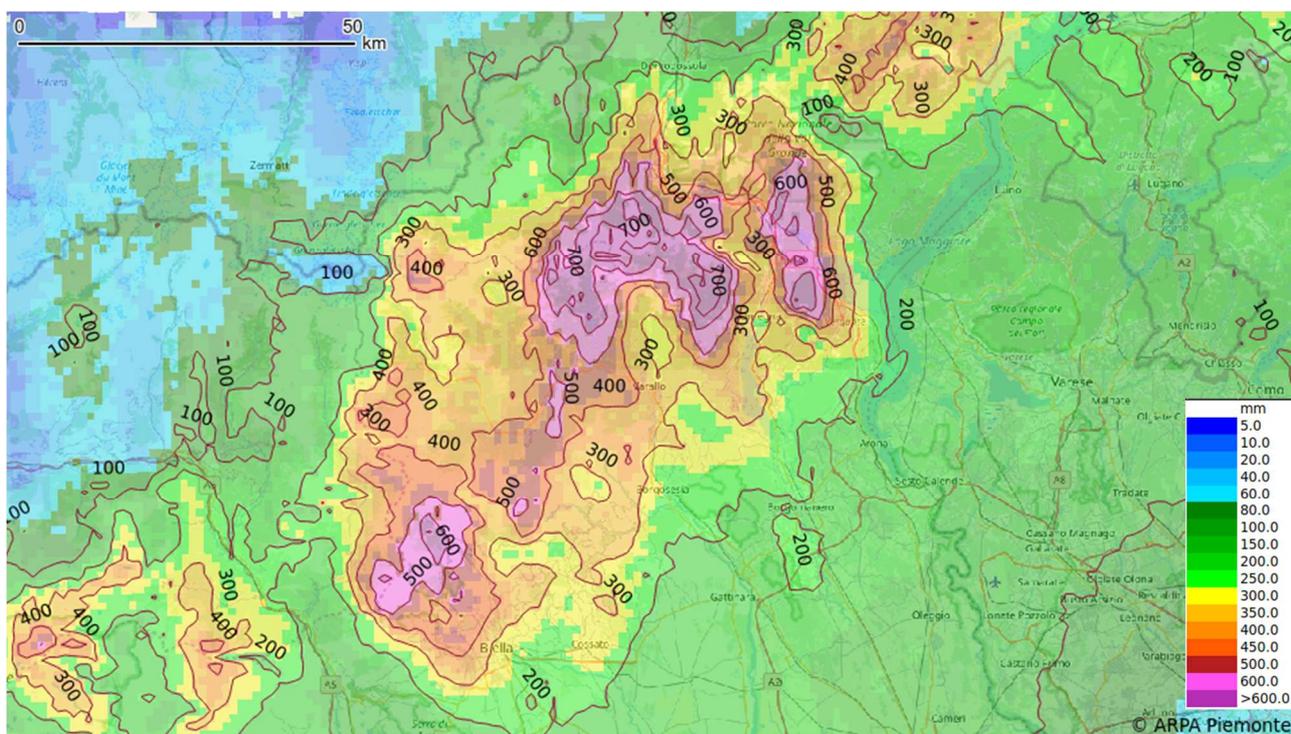


Figura 20 - Precipitazione sul 48 ore dal 2 ottobre 2020 ore 00:00 UTC. Dettaglio sulle province di Biella, Vercelli, Novara e Verbania-Cusio-Ossola.

Per una più accurata analisi degli effetti sul reticolo idrografico della regione si rende necessario estendere l'analisi pluviometrica oltre i confini regionali, andando ad analizzare quelle porzioni di territorio che contribuiscono con le loro precipitazioni, a formare onde di piena sul Piemonte. Vengono pertanto di seguito riportati i principali bacini idrografici piemontesi (Figura 21) e le piogge medie areali giornaliere misurate durante l'evento del 1 – 4 ottobre 2020, con evidenziati per ogni giorno i 3 bacini con le precipitazioni più intense. I valori areali sono ottenuti dall'interpolazione dei dati pluviometrici delle stazioni della rete meteoroidrografica di Arpa Piemonte. (Tabella 2),

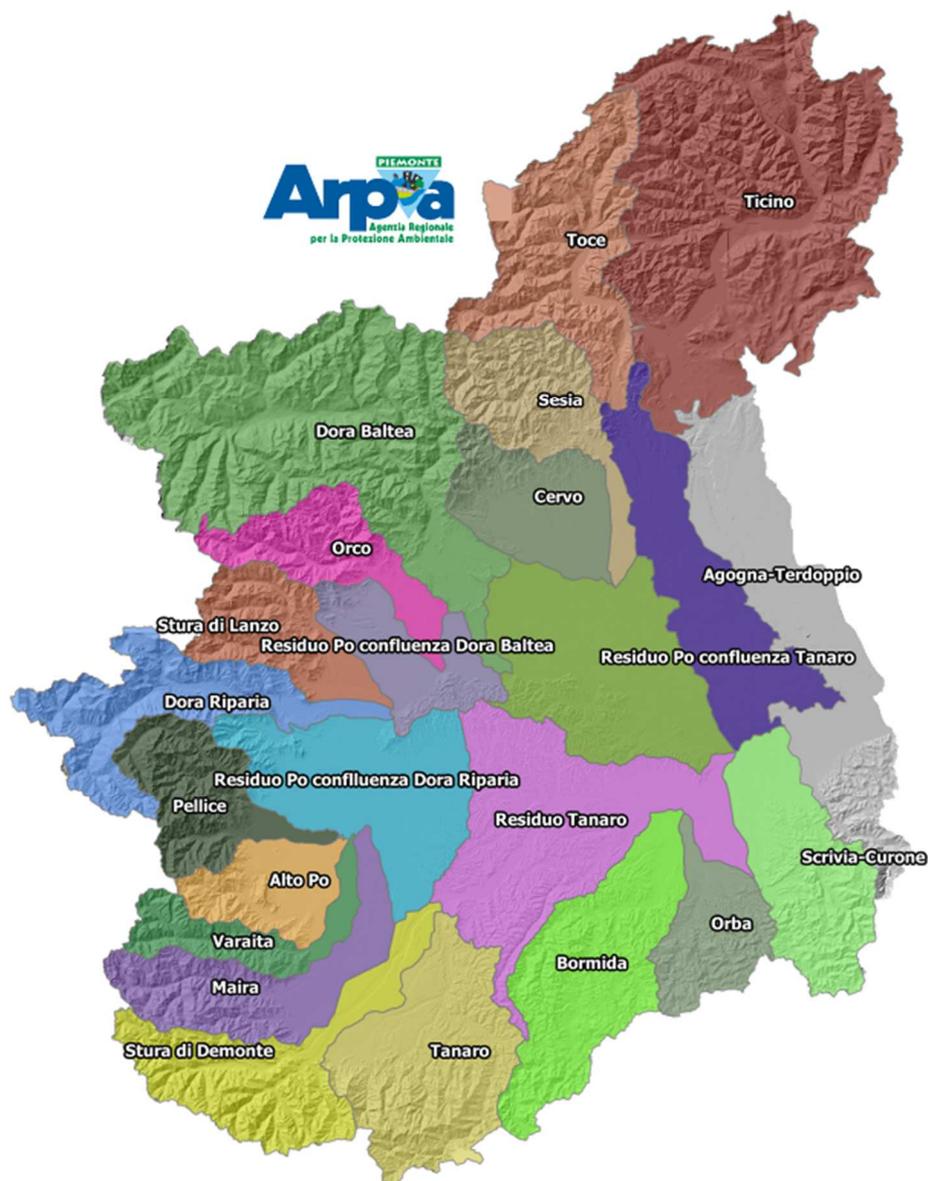


Figura 21 - Bacini idrografici piemontesi.

Tabella 2 - Totali di pioggia espressi in millimetri nelle giornate dell'evento.

Bacino	Precipitazione [mm]				
	1 ottobre	2 ottobre	3 ottobre	4 ottobre	Totale
Alto Po	0	64	3	2	69
Pellice	0	59,6	8,4	2,2	70,2
Varaita	0	61,7	3,3	0,9	65,9
Maira	0	64,4	4,5	0,5	69,4
Residuo Po confluenza Dora Riparia	0	65	2,6	2,6	70,2
Dora Riparia	0	49,3	14,6	1,9	65,8
Stura di Lanzo	0,1	94,5	42,6	4,5	141,7
Orco	2,8	118,4	53,4	8,4	183
Residuo Po confluenza Dora Baltea	0,2	73,3	8,1	4,3	85,9
Dora Baltea	1,2	83,2	44,7	5,3	134,4
Cervo	1,4	222,8	22	11	257,2
Sesia	1,4	242,2	68,3	13,1	325
Residuo Po confluenza Tanaro	0	109	2,8	6,7	118,5
Stura di Demonte	0	131,9	9,4	1,1	142,4
Tanaro	0	164,9	6,2	1,7	172,8
Bormida	0,1	114,7	9,1	5,2	129,1
Orba	0,9	86,9	21,9	18	127,7
Residuo Tanaro	0	75,6	1,5	2,3	79,4
Scivia Curone	11	50,1	24,9	12	98
Agogna Terdoppio	0,1	107,8	6,4	13,4	127,7
Toce	6,6	231,5	106,8	23,4	368,3
Ticino svizzero	3,2	152,1	67,7	44,5	267,5
Bacino del Po a Ponte Becca (PV)	1,5	111,9	28,8	11,8	154

Si evidenziano i valori areali molto elevati del 2 ottobre sui bacini del Sesia, Cervo e sul Toce. Il valore del bacino del Tanaro risulta molto significativo in considerazione del fatto che la precipitazione si è concentrata principalmente nella testa del bacino idrografico.

Nelle figure seguenti si riportano le mappe con le piogge cumulate giornaliere sull'intero bacino idrografico del Po chiuso alla confluenza con Ticino dal 1 al 4 ottobre 2020.

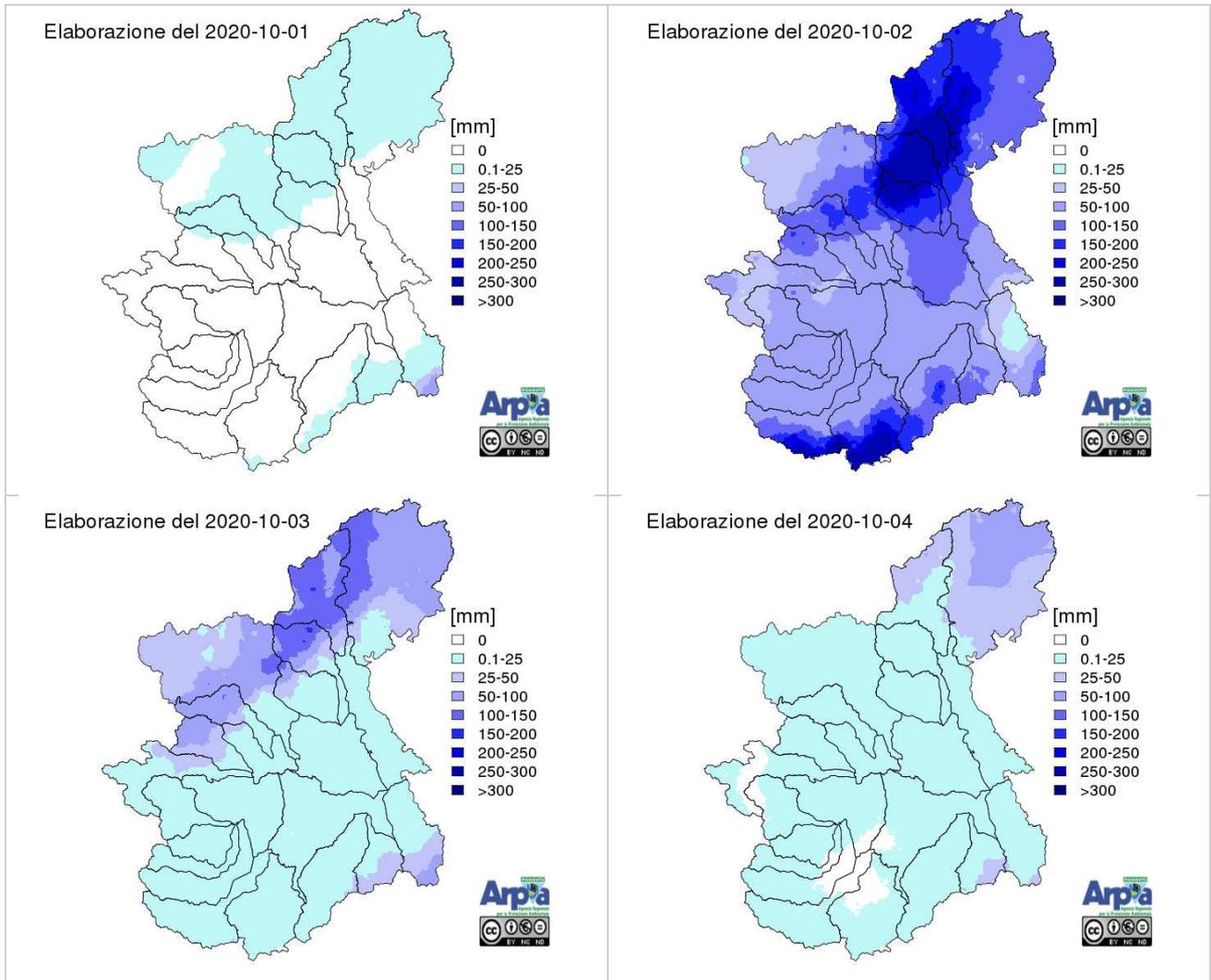


Figura 22 - Precipitazioni giornaliere dal 1 al 4 ottobre 2020.

Dalla Tabella 2 il totale dell'evento evidenzia le zone dove le precipitazioni sono state più intense: alto Tanaro, Sesia e Cervo, Toce e Ticino.

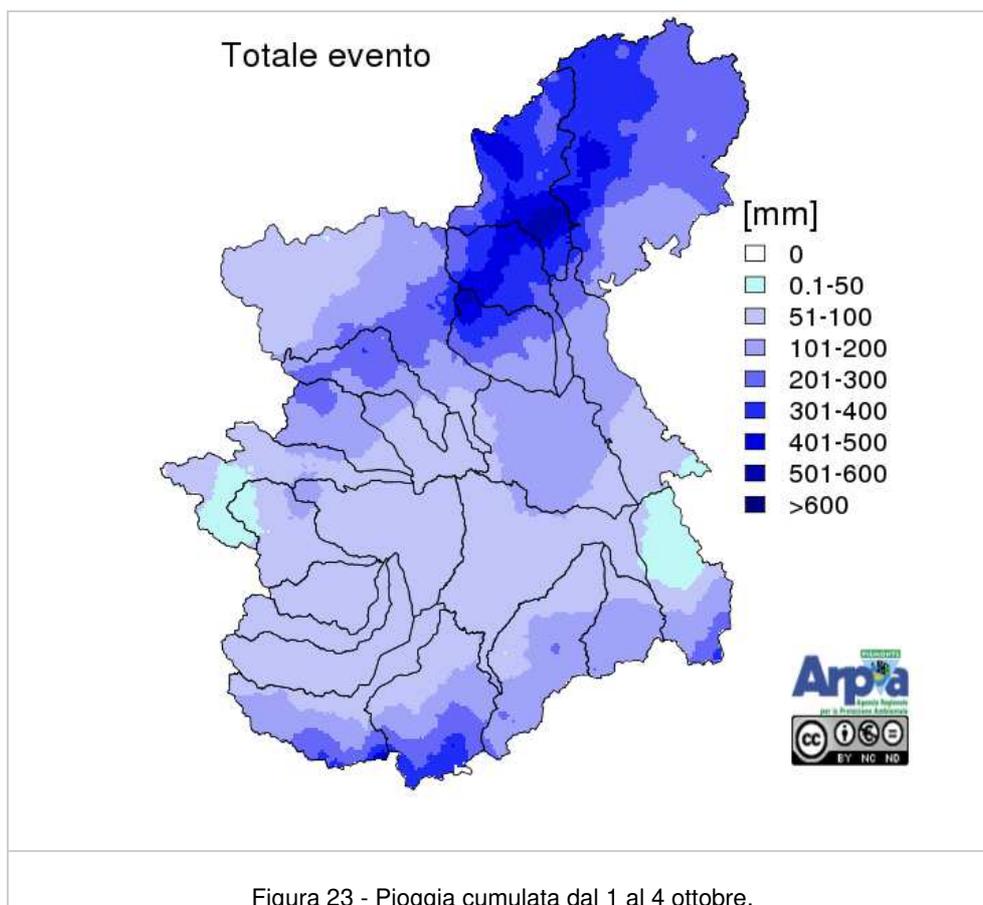


Figura 23 - Pioggia cumulata dal 1 al 4 ottobre.

La Tabella 3 contiene i valori più significativi di pioggia giornaliera per le stazioni pluviometriche della rete gestita da Arpa Piemonte dal 1 al 4 ottobre 2020 e il totale dei 4 giorni (in grassetto evidenziate le stazioni che hanno registrato il totale maggiore per ogni zona di allerta).

Tabella 3 - Pioggia cumulata giornaliera e totale evento, espresse in millimetri per le stazioni più significative.

Zona di allerta	Bacino	Comune	Provincia	Stazione	1 ottobre	2 ottobre	3 ottobre	4 ottobre	Totale
A	TICINO	VALSTRONA	VB	SAMBUGHETTO	1,2	504,4	143,2	21,8	670,6
A	TICINO	MERGOZZO	VB	CANDOGLIA_TOCE	1,4	463	139,6	22,4	626,4
A	TICINO	BOGNANCO	VB	PIZZANCO	10,2	259,6	179	36	484,8
A	TICINO	COSSOGNO	VB	CICOGNA	2,4	311,4	107,4	38,8	460
A	TICINO	STRESA	VB	MOTTARONE_-_BAITA_CAI	5	368	63	21,8	457,8
A	TICINO	PIEVE VERGONTE	VB	FOMARCO	4,6	290,4	145,4	12,4	452,8
A	TICINO	VARZO	VB	ALPE_VEGLIA	8,2	211,6	158	35	412,8
A	TICINO	CURSOLO-ORASSO	VB	CURSOLO	1,8	259,4	85	47,4	393,6
A	TICINO	TRONTANO	VB	MOTTAC	2,6	237	129	22,4	391
A	TICINO	BANNIO ANZINO	VB	ANZINO	8,2	240,6	127,2	10,8	386,8
A	TICINO	TOCENO	VB	ARVOGNO	3,2	230	132,2	18,8	384,2
A	TICINO	TRASQUERA	VB	TRASQUERA	10,6	222,4	113,2	36	382,2
A	TICINO	CEPPO MORELLI	VB	CEPPO_MORELLI	7,2	223	138,4	11,4	380
A	TICINO	BOGNANCO	VB	LAGO_PAIONE	16,6	268	94,8	0	379,4

Zona di raccolta	Bacino	Comune	Provincia	Stazione	1 ottobre	2 ottobre	3 ottobre	4 ottobre	Totale
A	TICINO	CESARA	VB	CESARA	0	340	30	7,4	377,4
A	TICINO	STRESA	VB	SOMERARO	1	303	41,2	23	368,2
A	TICINO	MONTECRESTESE	VB	LARECCHIO	5,8	218,6	143,3	0	367,7
A	TICINO	FORMAZZA	VB	FORMAZZA_BRUGGI	4,2	180,6	148	27	359,8
B	SEZIA	PIEDICAVALLO	BI	PIEDICAVALLO	4,8	470,2	123,2	13,8	612
B	SEZIA	FOBELLO	VC	FOBELLO	2,2	349,2	194,8	12,6	558,8
B	SEZIA	BIELLA	BI	OROPA	3,6	421,2	59,2	21	505
B	SEZIA	TRIVERO	BI	CAMPARIENT	3,8	332,6	110,2	15,4	462
B	SEZIA	BOCCIOLETO	VC	BOCCIOLETO	0,6	240,2	165,2	10	416
B	SEZIA	RASSA	VC	RASSA	3	259,4	117,2	9,4	389
B	SEZIA	RASSA	VC	RASSA	3	259,4	117,2	9,4	389
B	SEZIA	PRAY	BI	PRAY_SESSERA	0,4	323,6	19,4	12,8	356,2
B	SEZIA	RIMA SAN GIUSEPPE	VC	RIMA	0,8	208,2	128	16	353
B	SEZIA	TRIVERO	BI	TRIVERO	6,4	293	28,8	9,4	337,6
B	SEZIA	GRAGLIA	BI	GRAGLIA	4,6	257,6	49,6	15,8	327,6
B	SEZIA	SABBIA	VC	SABBIA	0,4	263,2	40,6	13,2	317,4
B	SEZIA	CELLIO	VC	CELLIO	0	263,2	31,2	19,8	314,2
B	SEZIA	PETTINENGO	BI	PETTINENGO	0	281	22,6	4,8	308,4
B	SEZIA	BORGOSIESIA	VC	BORGOSIESIA_SESIA	1	251,2	21	13,2	286,4
C	ORCO	RONCO CANAVESE	TO	FORZO	0,8	208,6	111,2	8	328,6
D	PELLICE	PERRERO	TO	PERRERO_GERMANASCA	0	78,8	14,2	14	107
E	TANARO	LIMONE PIEMONTE	CN	LIMONE_PANCANI	0	549,4	33,2	6,8	589,4
E	TANARO	ENTRACQUE	CN	DIGA_DEL_CHIOTAS	0	357,4	19,4	0,4	377,2
F	TANARO	GARESSIO	CN	MONTE_BERLINO	0	413,8	18,6	6,8	439,2
F	TANARO	BRIGA ALTA	CN	PIAGGIA	0,6	326,2	24,4	11,4	362,6
F	TANARO	ORMEA	CN	PONTE_DI_NAVA_TANARO	0	309,8	9,8	5,6	325,2
F	TANARO	FRABOSA SOTTANA	CN	BORELLO	0	292,2	12,8	1	306
F	TANARO	BRIGA ALTA	CN	UPEGA	0	258,6	20,6	5,2	284,4
F	TANARO	VIOLA	CN	VIOLA	0	257,6	6,4	1,2	265,2
G	TANARO	PARETO	AL	PARETO	0	219,2	29,4	4	252,6
H	SCRIVIA	TORRIGLIA	GE	TORRIGLIA	88,4	133,2	90,2	32,6	344,4
I	AGOGNA TERDOPPIO	BORGOMANERO	NO	BORGOMANERO	0	186,4	11,4	16,6	214,4
L	TANARO	CASTELL'ALFERO	AT	CASTELL'ALFERO	0	99,2	1,4	2,4	103
M	PELLICE	VILLAFRANCA PIEMONTE	TO	VILLAFRANCA_PELLICE	0	63,2	1	1,6	65,8

Dalla Tabella 3 si segnalano i valori delle stazioni che sono state caratterizzate dalle precipitazioni più intense: valori eccezionali sono stati registrati nel comune di Valstrona (VB) con oltre 650 mm di pioggia e nel comune di Mergozzo (VB) con oltre 600 mm. Nell'alta val Tanaro la stazione di Limone Piemonte (CN) ha registrato quasi 600 mm, quasi tutti nella giornata del 2 ottobre; valori estremi sono stati registrati anche nella stazione nel comune di Garesio (CN) con oltre 400 mm.

Tali valori rappresentano a livello di stazione più del 50% della precipitazione media annuale; a livello del bacino del Po chiuso a Ponte Becca (PV), ovvero prendendo in considerazione tutto il bacino

idrografico con Ticino Svizzero e Valle D'Aosta il contributo totale, circa 150 mm, rappresenta oltre il 15% circa della precipitazione totale annua.

Nella Tabella 4 si riportano i valori massimi di pioggia per le durate da 1 a 24 ore registrati dalle stazioni pluviometriche. Anche da questa analisi si evidenziano le intensità estreme delle precipitazioni in particolare per durate di 24 ore.

Tabella 4 - Massimi di pioggia, espressi in millimetri per diverse durate per le stazioni più significative.

Zona di allerta	Bacino	Comune	Provincia	Stazione	Max 1 h	Max 3 h	Max 6 h	Max 12 h	Max 24 h
A	TICINO	VALSTRONA	VB	SAMBUGHETTO	66,4	171,2	303,4	491	619,6
A	TICINO	MERGOZZO	VB	CANDOGLIA_TOCE	57	138	272	486,2	592
A	TICINO	STRESA	VB	MOTTARONE_-BAITA_CAI	53,2	134	234,8	336,8	423,2
A	TICINO	PIEVE VERGONTE	VB	FOMARCO	37,6	88,8	161,6	299,6	406,6
A	TICINO	COSSOGNO	VB	CICOGNA	42	71,6	137,4	254,4	397,8
A	TICINO	CESARA	VB	CESARA	47,8	98,6	169,2	294	351,2
A	TICINO	TOCENO	VB	ARVOGNO	30	79,2	146,8	256,8	341,2
A	TICINO	TRONTANO	VB	MOTTAC	28,8	69,2	123,8	226,2	337
A	TICINO	STRESA	VB	SOMERARO	34,4	89,2	158,6	252,6	333,6
A	TICINO	BANNIO ANZINO	VB	ANZINO	24	63,8	123,4	228	325,6
A	TICINO	BOGNANCO	VB	PIZZANCO	26,6	62,2	114	213	325,2
A	TICINO	BOGNANCO	VB	LAGO_PAIONE	20,4	58	113,4	214,8	324,2
A	TICINO	CURSOLO-ORASSO	VB	CURSOLO	23,8	61,4	113	199,4	316,6
A	TICINO	CEPPO MORELLI	VB	CEPPO_MORELLI	25,8	72,8	130,4	230,2	313,4
A	TICINO	DRUOGNO	VB	DRUOGNO	31,6	77,2	128,8	217	310,8
A	TICINO	MONTECRESTESE	VB	LARECCHIO	29	73,9	121,2	218,3	309,7
B	SEZIA	PIEDICAVALLO	BI	PIEDICAVALLO	56	143	281	434	559,6
B	SEZIA	FOBELLO	VC	FOBELLO	51,6	140,8	241,8	417,4	519,6
B	SEZIA	BIELLA	BI	OROPA	56,2	133,2	257,2	360,6	460,6
B	SEZIA	TRIVERO	BI	CAMPARIENT	40,4	110,2	207	339,8	434,4
B	SEZIA	BOCCIOLETO	VC	BOCCIOLETO	43,4	110,2	189,6	306	394,6
B	SEZIA	RASSA	VC	RASSA	31,8	87,8	152,8	244,6	347,2
B	SEZIA	RASSA	VC	RASSA	31,8	87,8	152,8	244,6	347,2
B	SEZIA	PRAY	BI	PRAY_SESSERA	60,4	102,4	175,2	299	339,4
B	SEZIA	TRIVERO	BI	TRIVERO	30	69,4	132,2	246,8	313,4
B	SEZIA	PETTINENGO	BI	PETTINENGO	29,6	73,8	135	244,8	301,6
B	SEZIA	GRAGLIA	BI	GRAGLIA	32,2	81,4	148,4	217	301,4
C	ORCO	RONCO CANAVESE	TO	FORZO	34,8	80,6	123,8	198,2	288,8
D	PELLICE	PERRERO	TO	PERRERO_GERMANASCA	9,2	23,8	38,2	65,6	91,8
E	TANARO	LIMONE PIEMONTE	CN	LIMONE_PANCANI	72,6	166,2	312,8	517,6	581,6
E	TANARO	ENTRACQUE	CN	DIGA_DEL_CHIOTAS	37,6	101,8	172,4	296,8	376,8
F	TANARO	GARESSIO	CN	MONTE_BERLINO	81,4	164,4	261,6	364,8	431,8
F	TANARO	BRIGA ALTA	CN	PIAGGIA	67,6	137,6	210,6	272,8	349,6
F	TANARO	ORMEA	CN	PONTE_DI_NAVATA_TANARO	61,8	120	171	263,6	319,2
F	TANARO	FRABOSA SOTTANA	CN	BORELLO	41,6	98	169,8	264,4	304,8
G	TANARO	PARETO	AL	PARETO	46	89,4	139,2	179	248,6

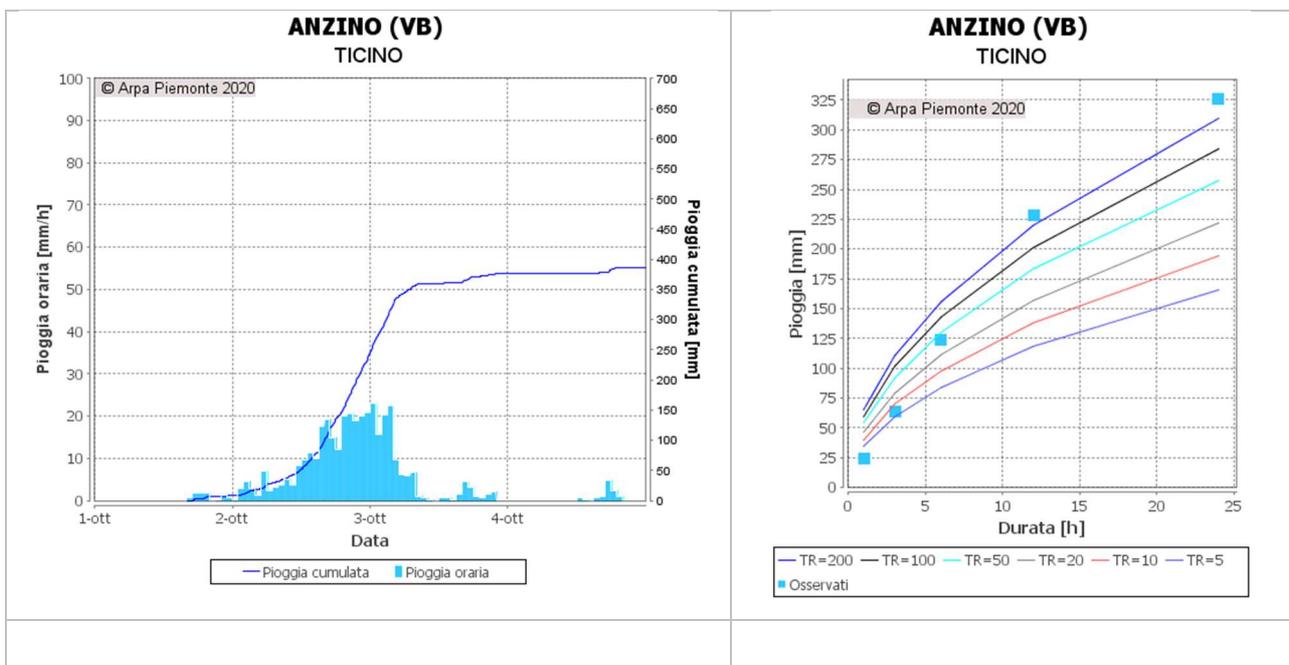
Zona di allerta	Bacino	Comune	Provincia	Stazione	Max 1 h	Max 3 h	Max 6 h	Max 12 h	Max 24 h
G	TANARO	CAIRO MONTENOTTE	SV	CAIRO_MONTENOTTE	54,8	74,6	97,6	121,4	158,6
H	SCRIVIA	TORRIGLIA	GE	TORRIGLIA	51,6	76	105,6	183,2	217,8
H	SCRIVIA	CARREGA LIGURE	AL	PIANI_DI_CARREGA	27,8	44,8	83,6	132,8	215,4
I	AGOGNA TERDOPPIO	BORGOMANERO	NO	BORGOMANERO	19,8	49,2	85	163,8	196,4
L	TANARO	CASTELL'ALFERO	AT	CASTELL'ALFERO	15,2	30,6	54	92,6	100,6
M	TANARO	BALDISSERO D'ALBA	CN	BALDISSERO_D'ALBA	6,8	17,6	34,4	62,6	65,2

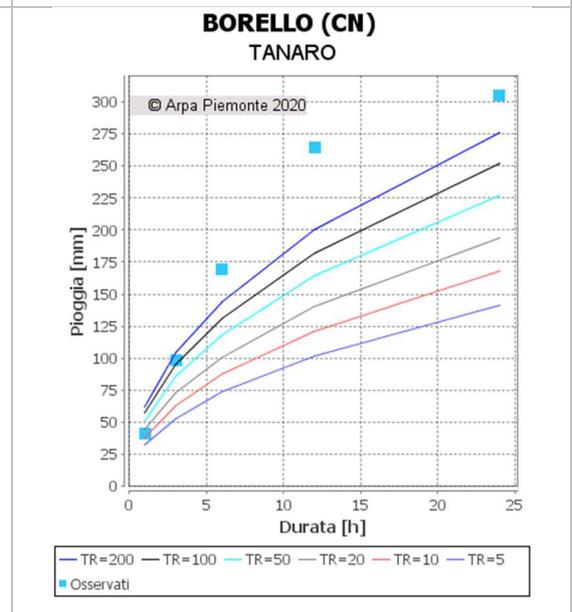
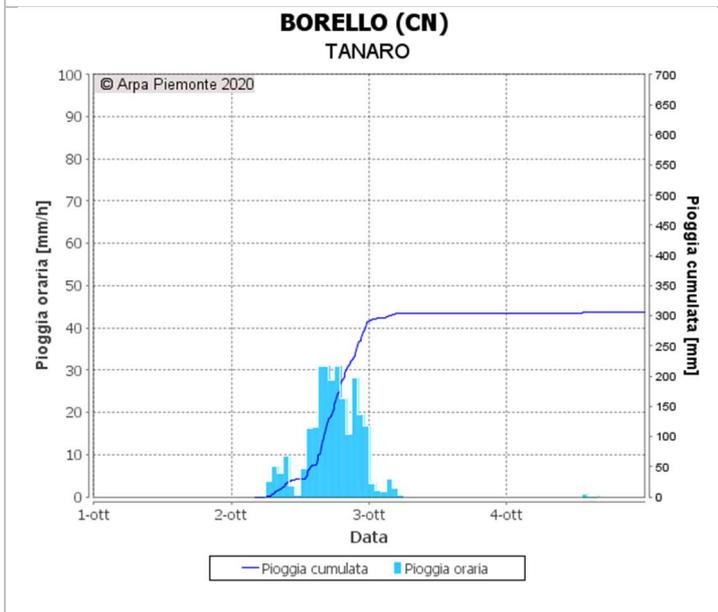
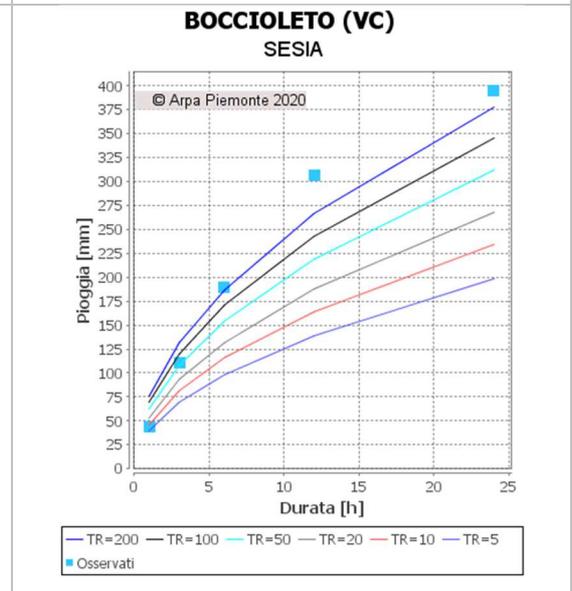
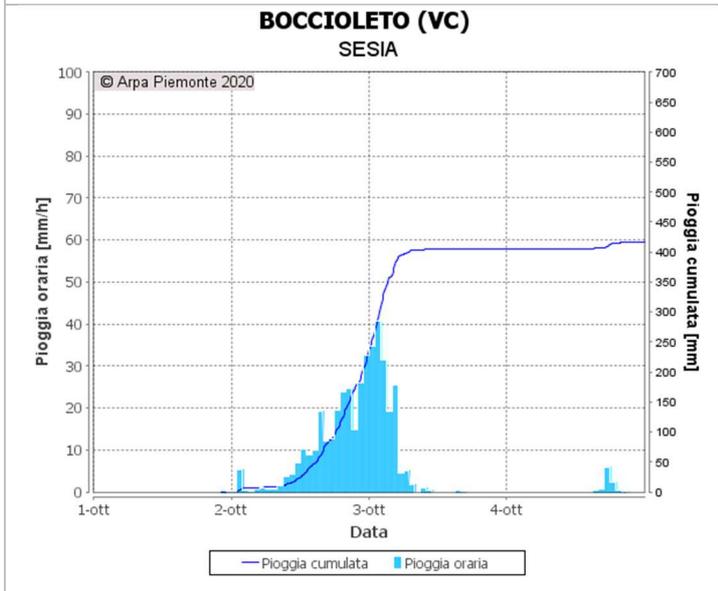
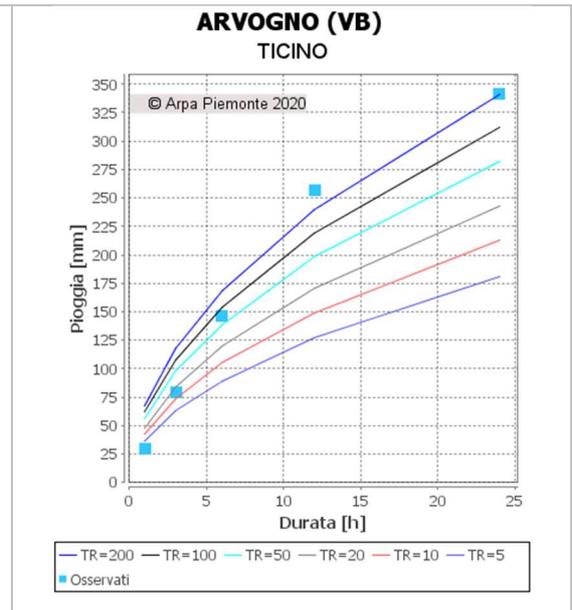
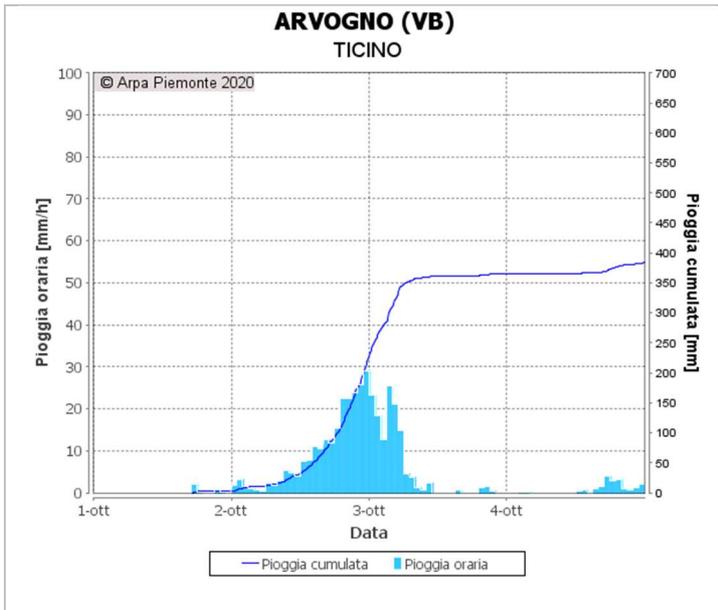
Analisi statistica delle precipitazioni

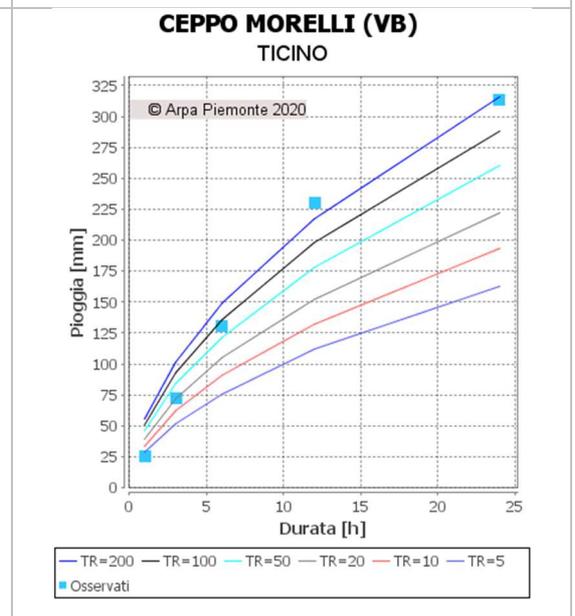
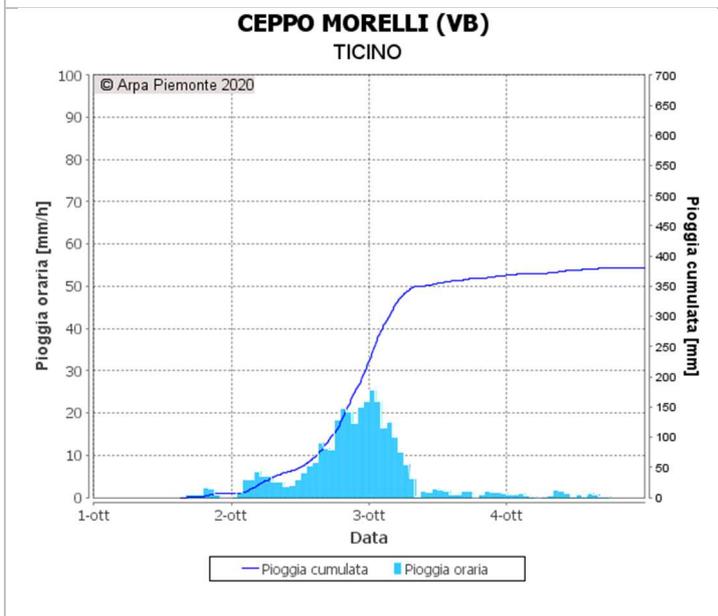
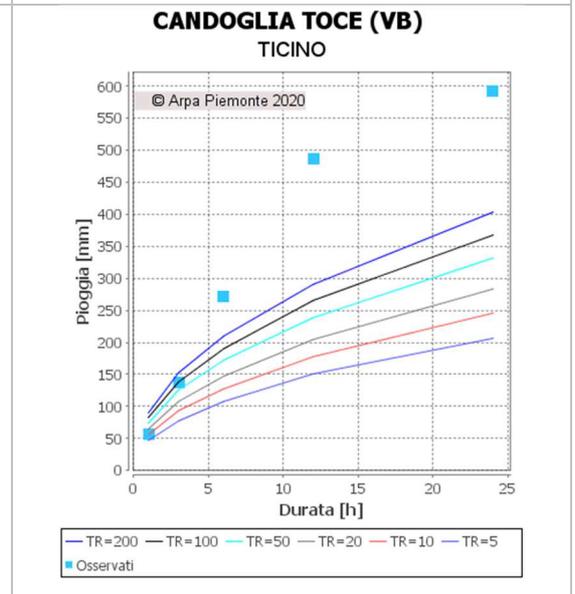
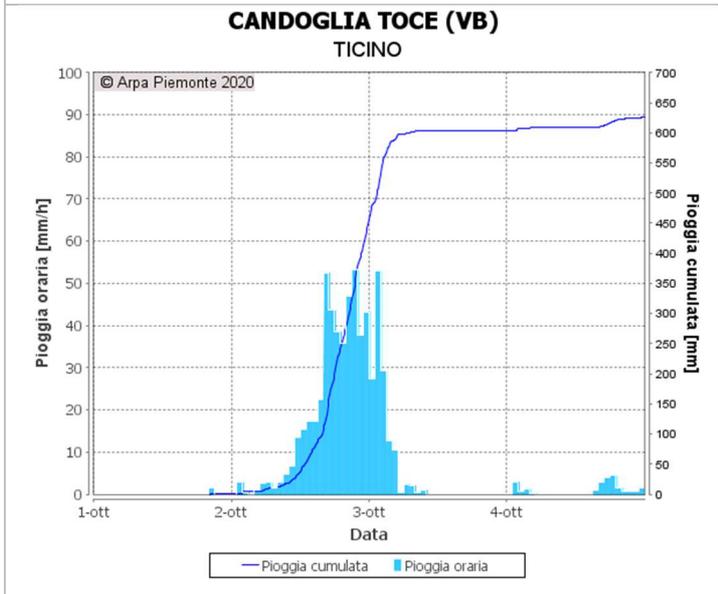
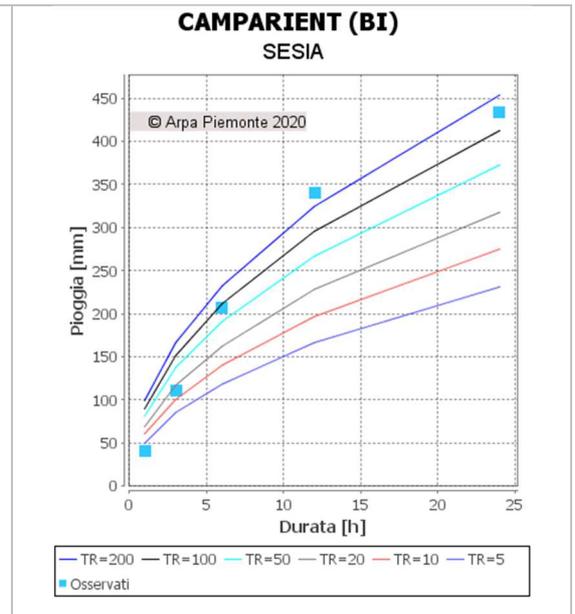
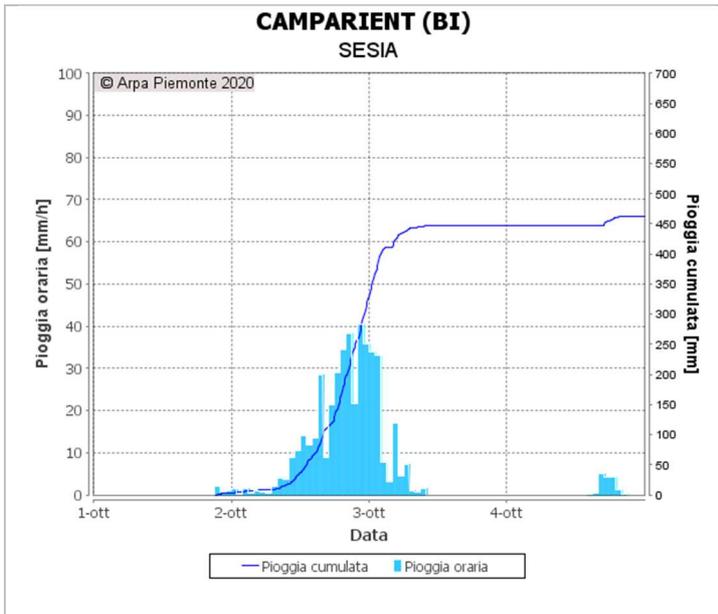
La caratterizzazione in termini statistici dell'evento si effettua mediante il confronto dei valori di altezza e durata delle precipitazioni registrate in corso d'evento con quelli relativi alle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica (LSPP) utilizzate nel sistema di allerta regionale.

Nei grafici seguenti (Figura 24) sono riportati, per alcune stazioni ritenute più significative, gli ietogrammi (a sinistra) e a destra le altezze di pioggia dell'evento, espresse in funzione delle diverse durate (1, 3, 6, 12, 24 ore) confrontate con le curve di possibilità pluviometrica di assegnato tempo di ritorno (5, 10, 20, 50, 100 e 200 anni). Questo tipo di confronto consente innanzitutto di capire quali siano le durate maggiormente critiche e permettono la determinazione del tempo di ritorno del fenomeno.

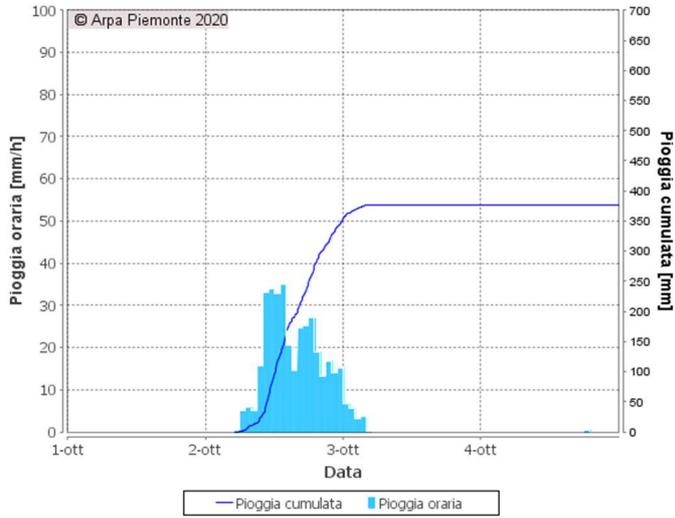
Nelle stazioni maggiormente coinvolte dalle precipitazioni i tempi di ritorno stimati per le durate di 12 e 24 ore superano i 200 anni, confermando l'eccezionalità dell'evento. Si segnalano in particolare le stazioni di Limone Piemonte (CN) e Sambughetto (VB) con valori estremi per tutte le durate.



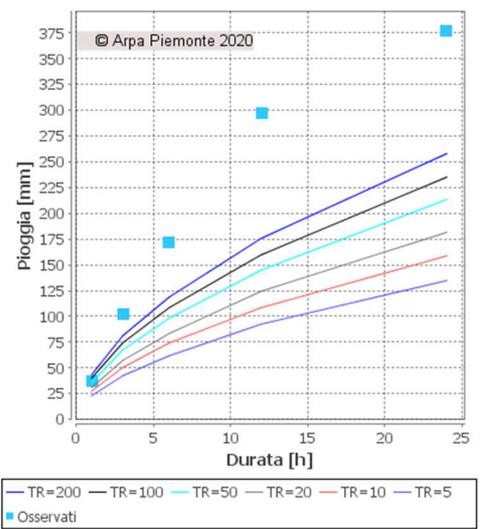




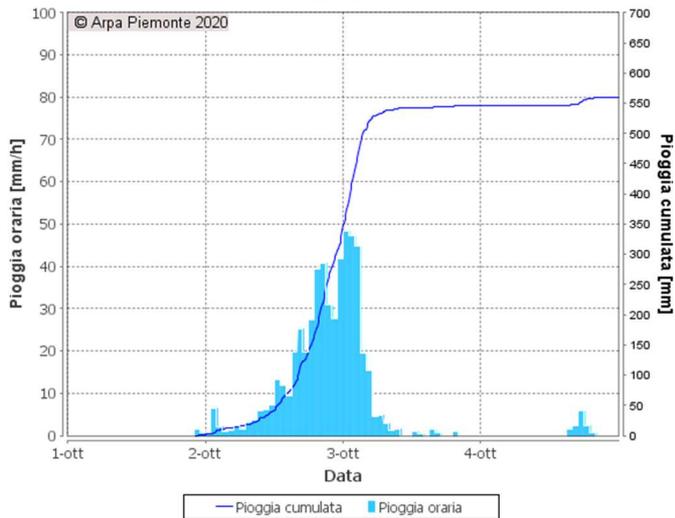
DIGA DEL CHIOTAS (CN)
 TANARO



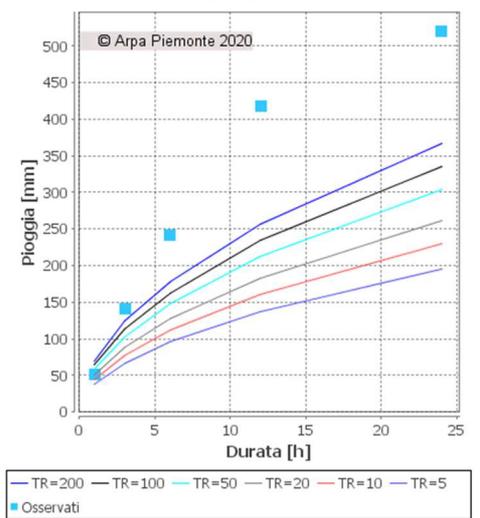
DIGA DEL CHIOTAS (CN)
 TANARO



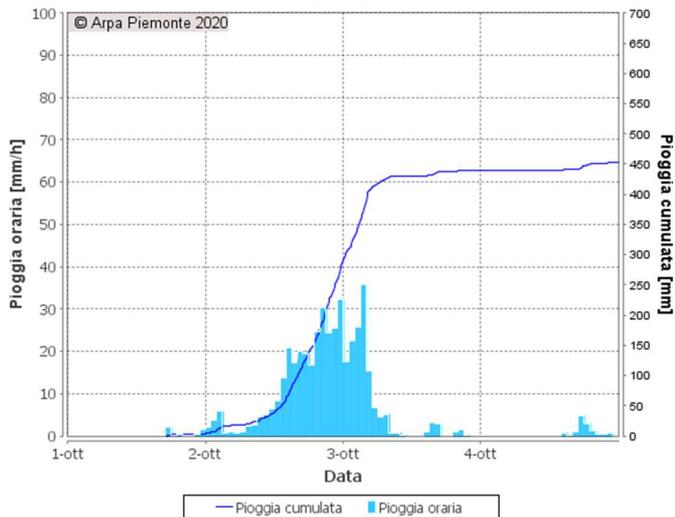
FOBELLO (VC)
 SESIA



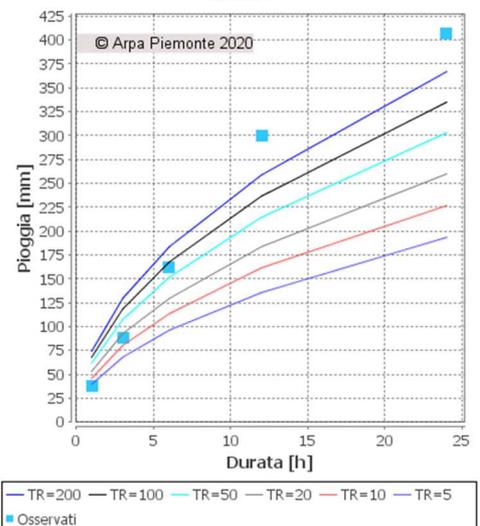
FOBELLO (VC)
 SESIA

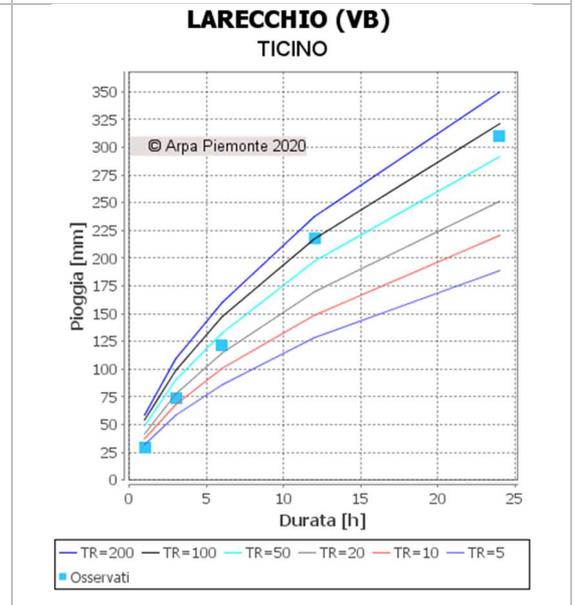
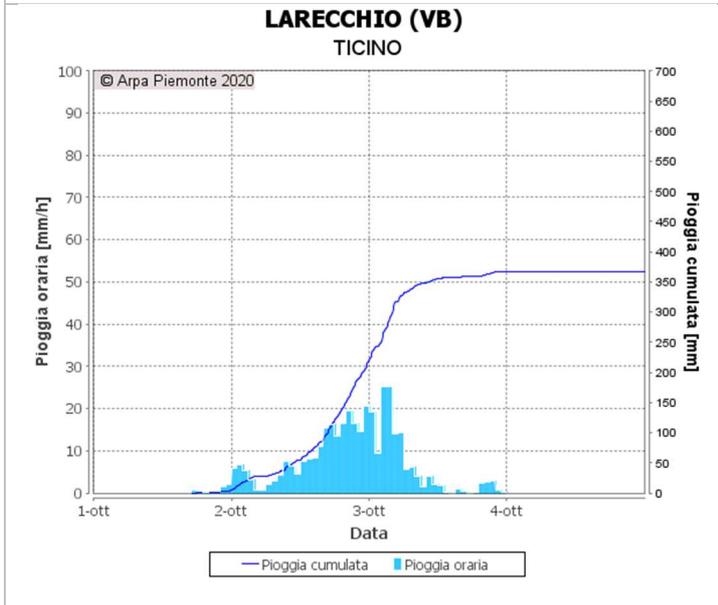
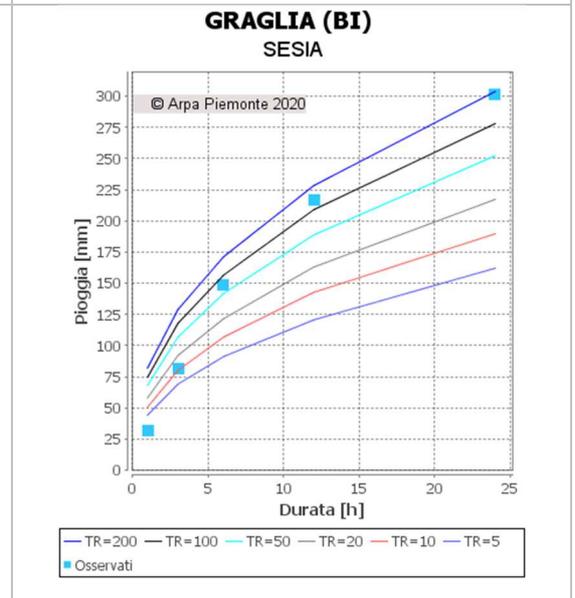
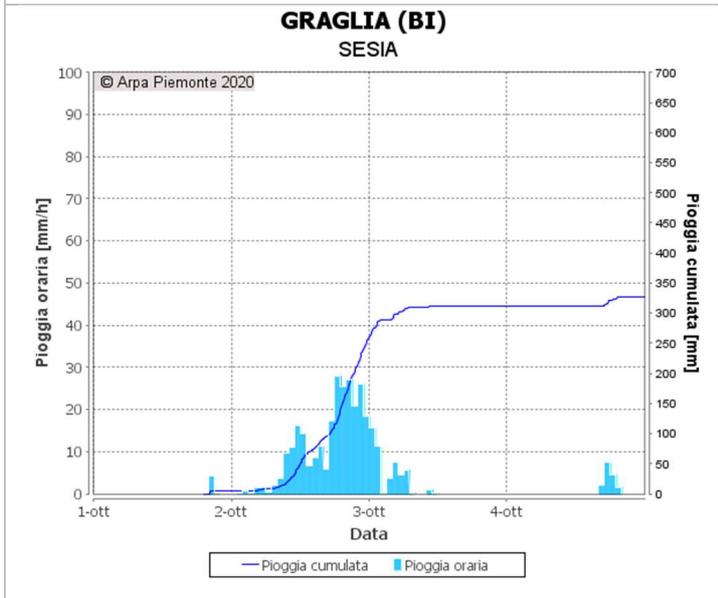
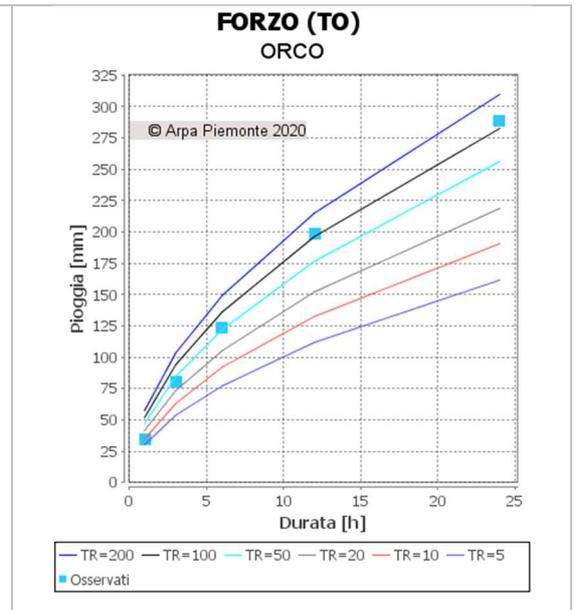
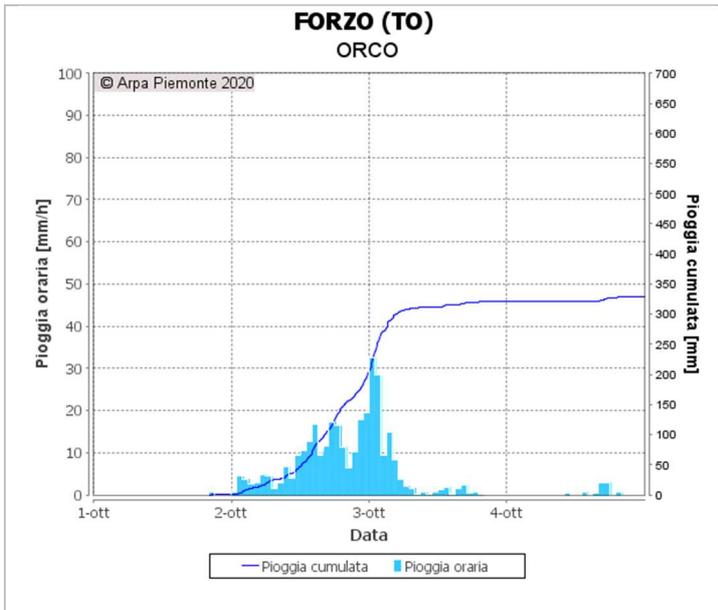


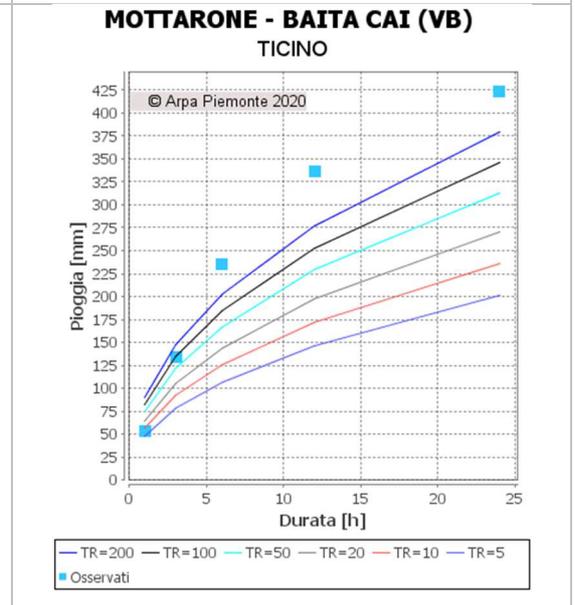
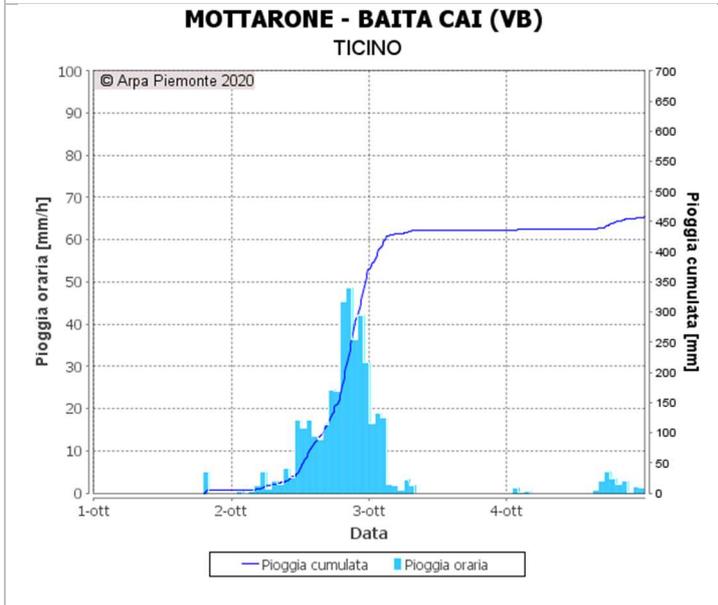
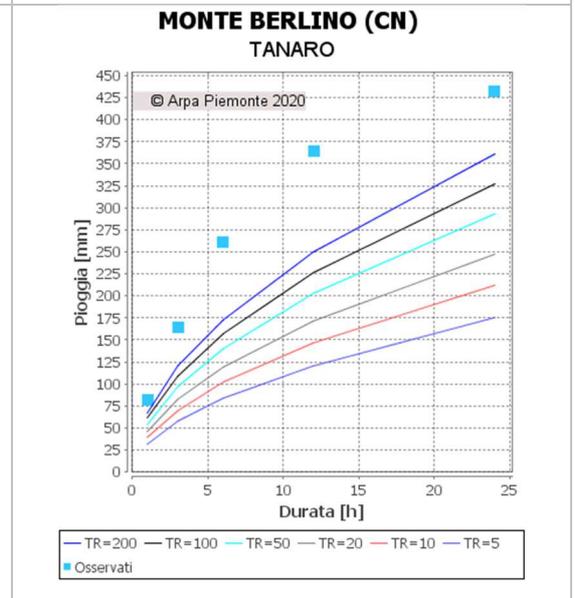
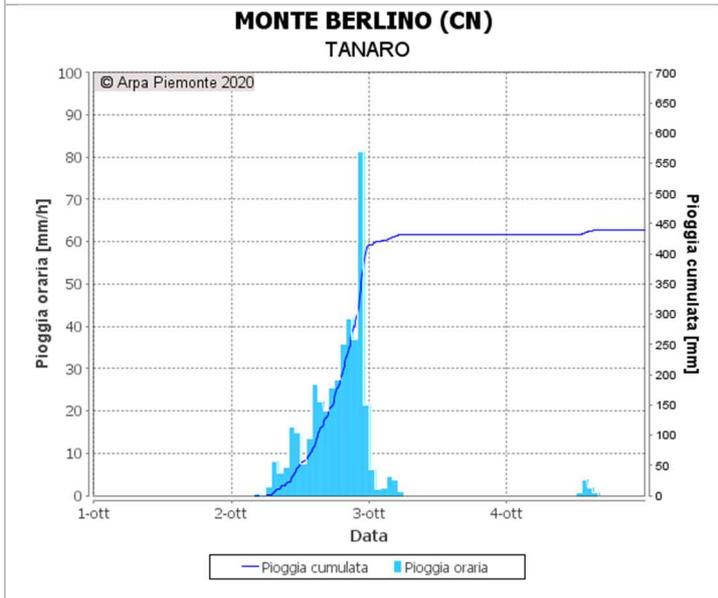
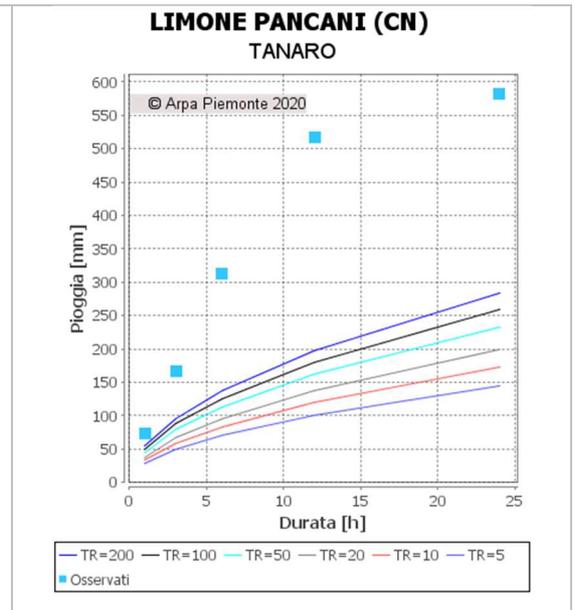
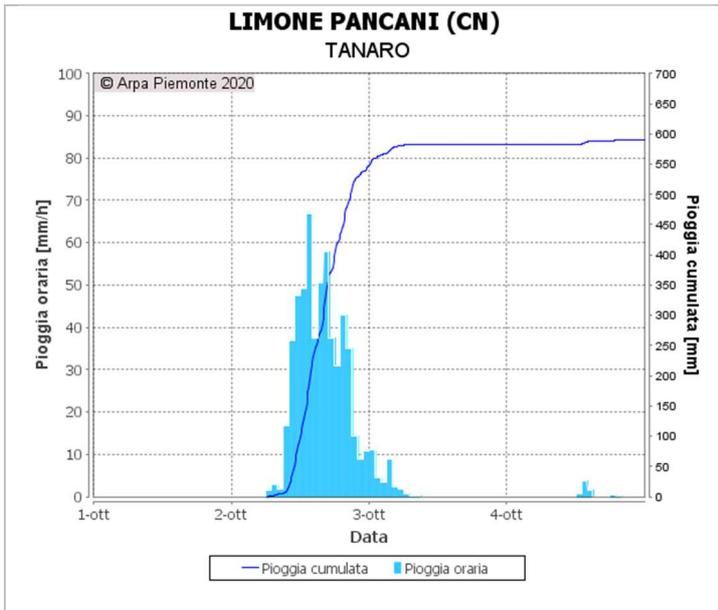
FOMARCO (VB)
 TICINO

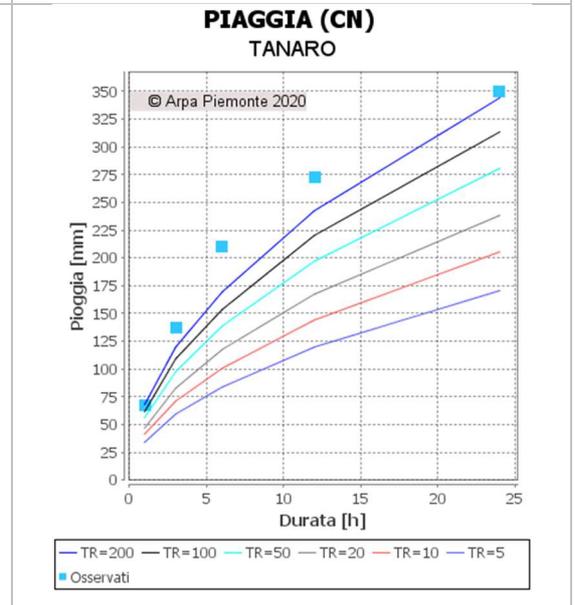
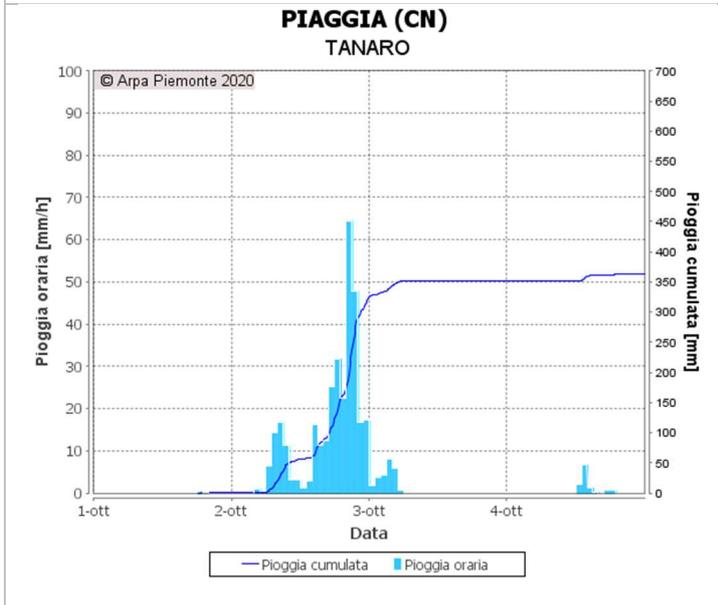
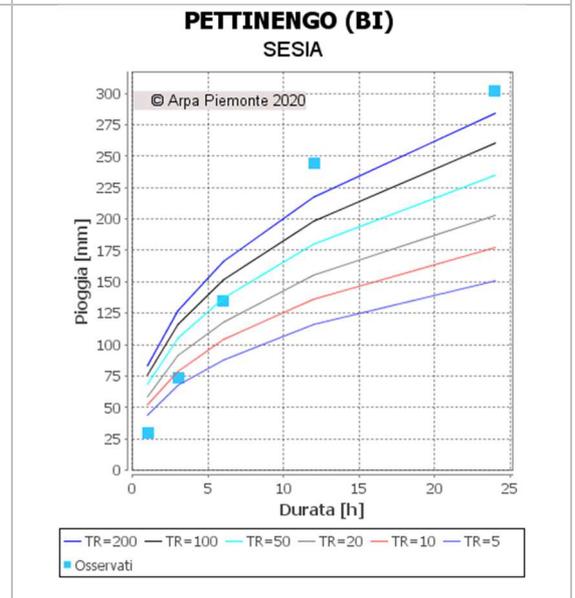
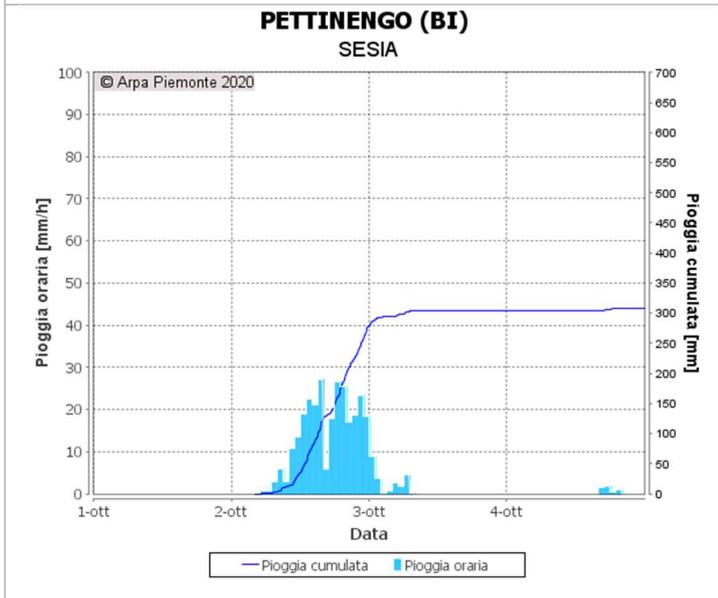
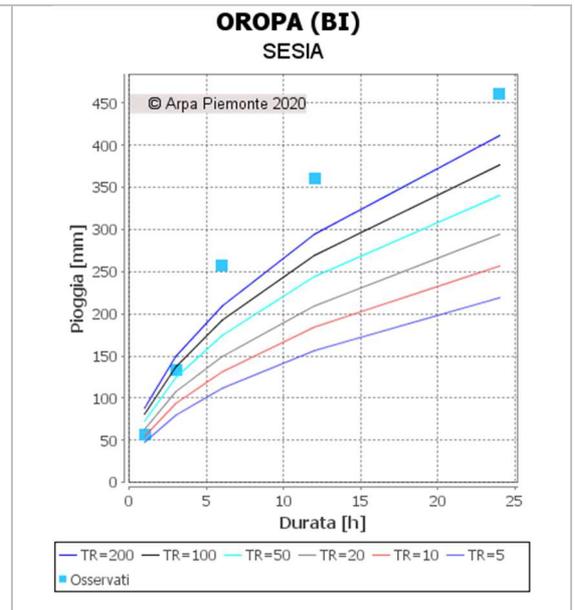
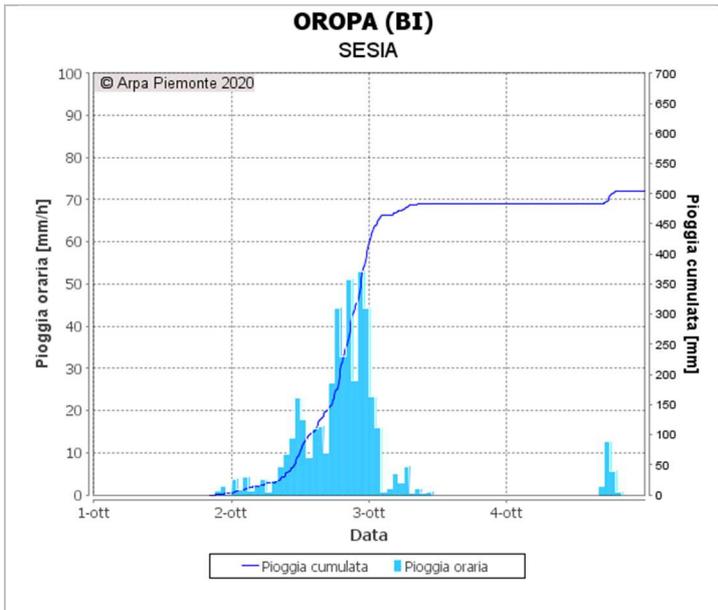


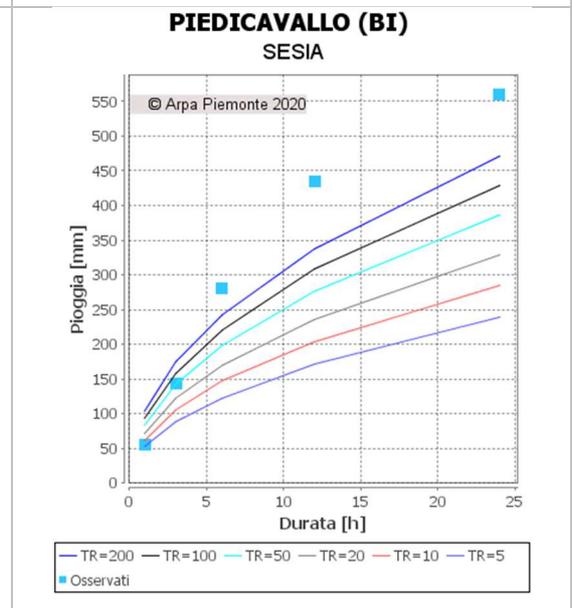
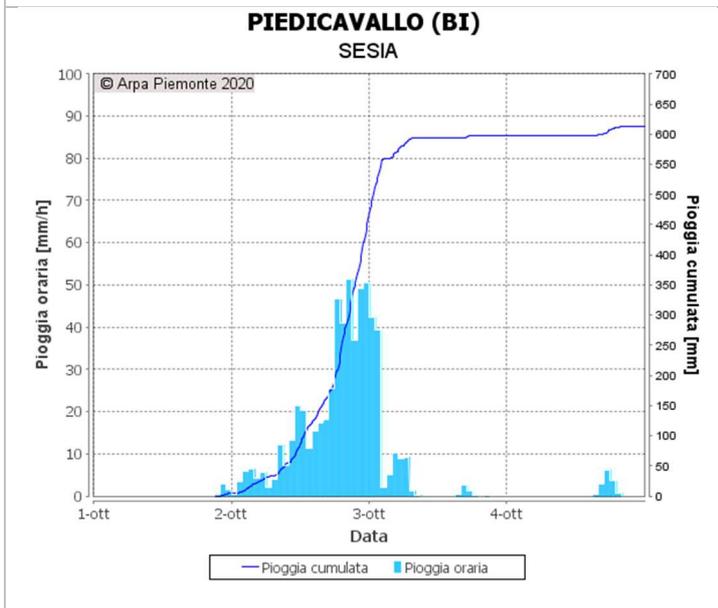
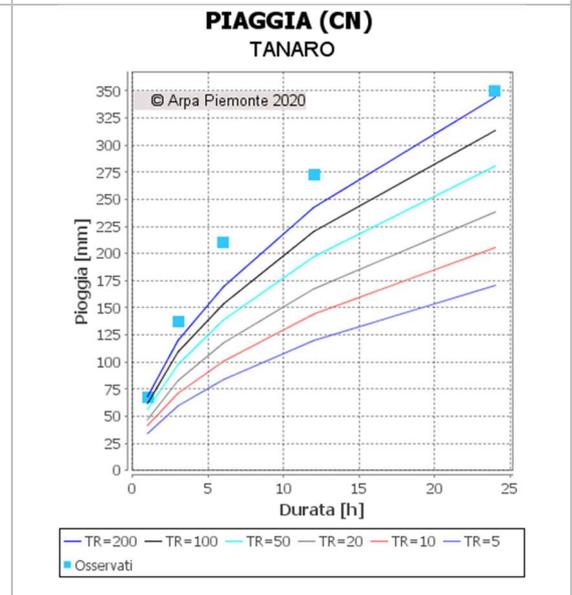
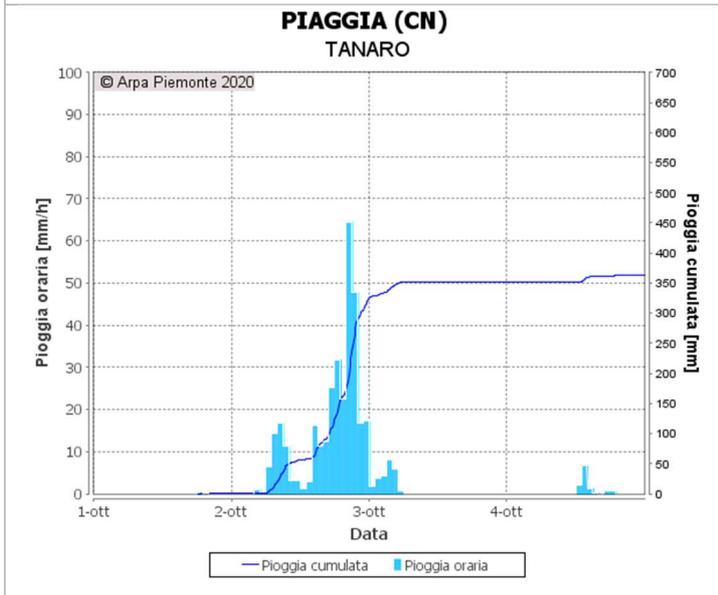
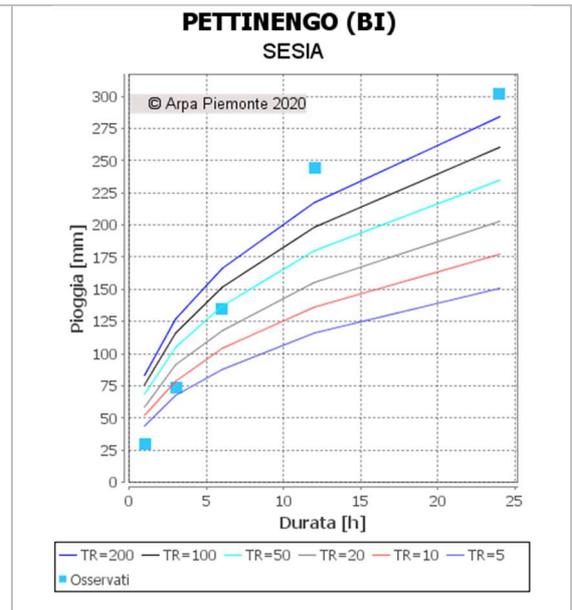
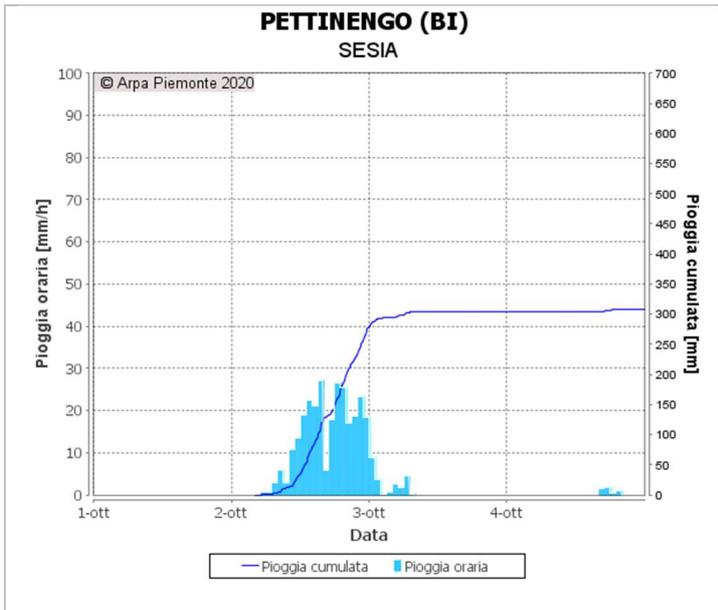
FOMARCO (VB)
 TICINO



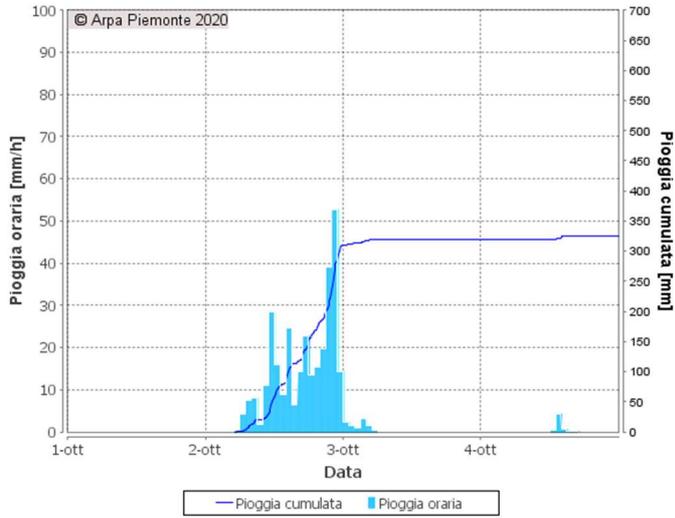




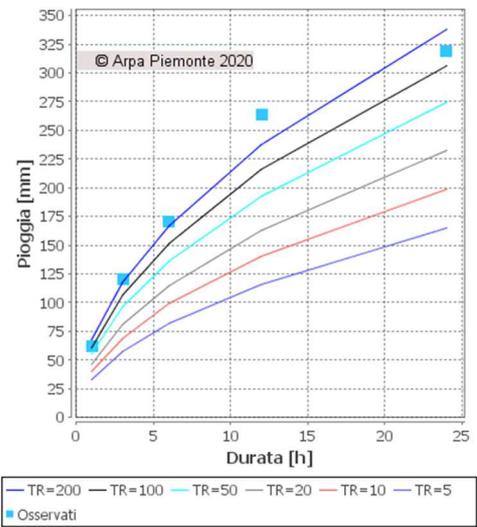




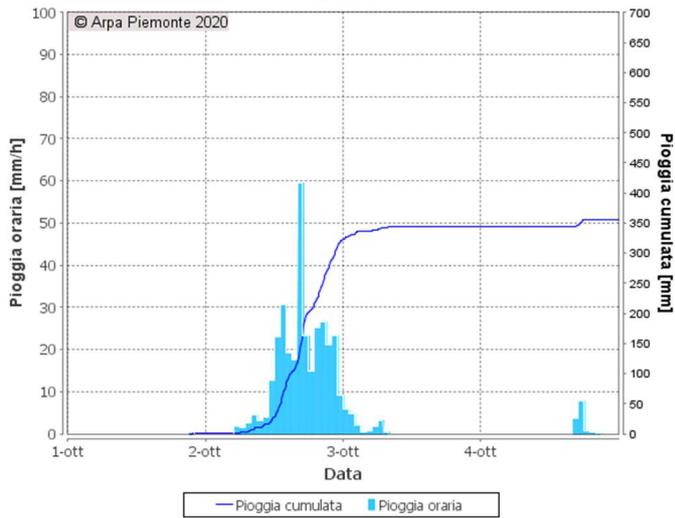
**PONTE DI NAVA TANARO (CN)
 TANARO**



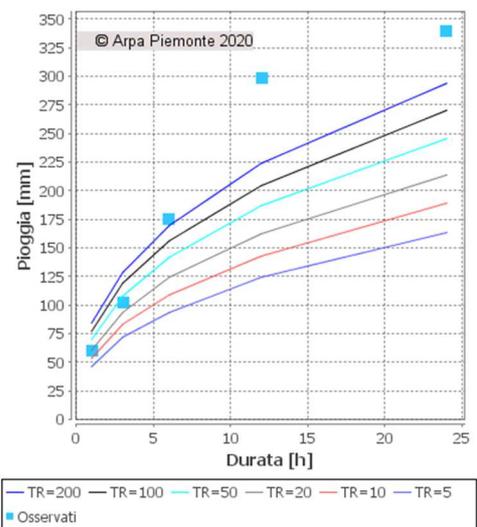
**PONTE DI NAVA TANARO (CN)
 TANARO**



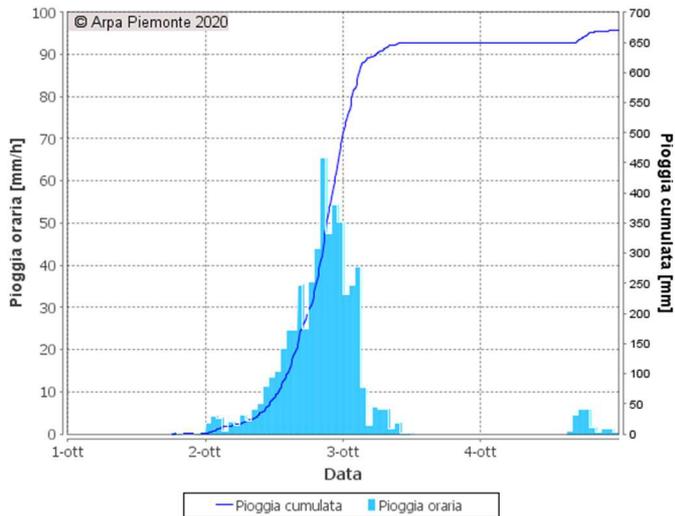
**PRAY SESSERA (BI)
 SESIA**



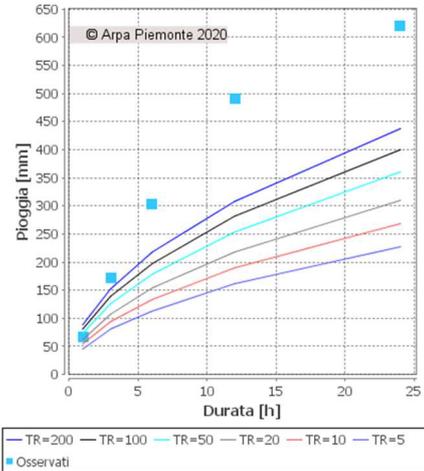
**PRAY SESSERA (BI)
 SESIA**



**SAMBUGHETTO (VB)
 TICINO**



**SAMBUGHETTO (VB)
 TICINO**



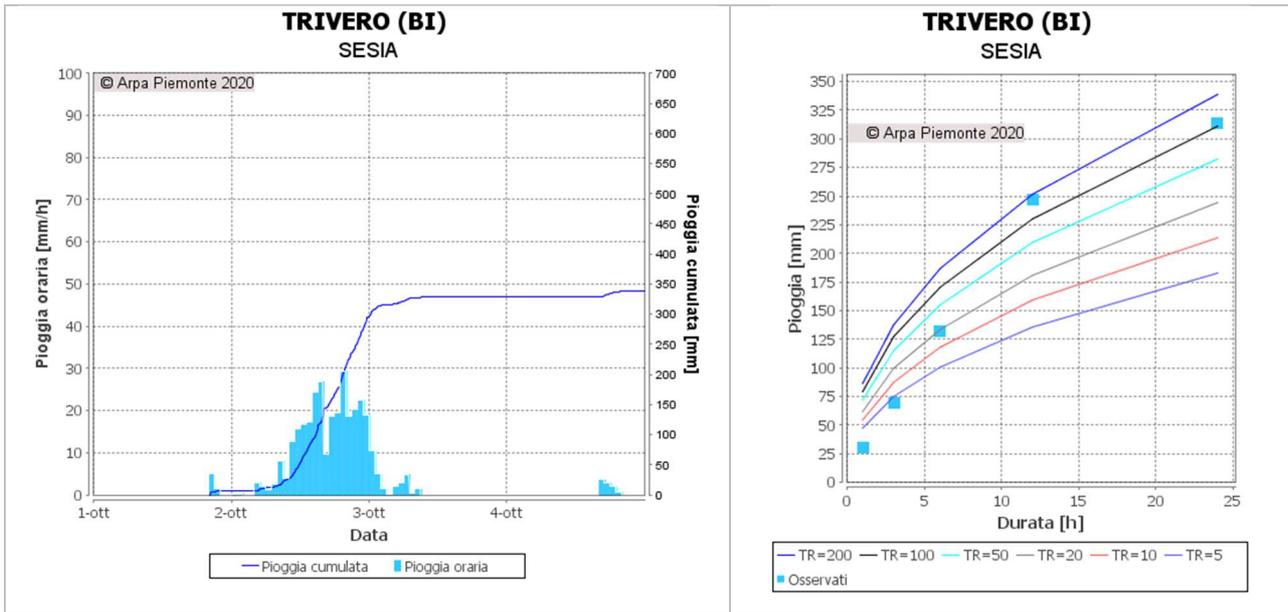


Figura 24 - Ietogrammi delle stazioni che hanno registrato le precipitazioni maggiori e linee segnalatrici di possibilità pluviometrica per la determinazione del tempo di ritorno del fenomeno.

ANALISI IDROMETRICA

Le intense e copiose precipitazioni hanno generato sui corsi d'acqua del reticolo principale e secondario della regione, onde di piena eccezionali che, nei bacini del Toce e del Sesia, hanno superato i livelli di riferimento storici dell'evento di ottobre 2000 e sull'alto Tanaro quelli del novembre 2016. Ovunque gli incrementi di livello sono stati repentini e, anche nelle sezioni di chiusura di bacini estesi, il colmo si è raggiunto al massimo in 12 ore.

Nel bacino del **Toce**, sono stati superati i livelli di pericolo lungo tutta l'asta principale e, a Candoglia (VB), si è registrato un colmo di 9,34 m, superiore al precedente record del 2000 di 9,16 m, corrispondente ad una portata di circa 2700 mc/sec. Negli altri corsi d'acqua del bacino, è stato superato il livello di pericolo sullo Strona a Gravellona (VB), mentre il San Bernardino, all'idrometro di Santino (VB), l'ha sfiorato. Il cospicuo apporto del Toce e dei suoi tributari al Lago Maggiore ha prodotto innalzamenti significativi ma relativamente contenuti in quanto il lago non ha dovuto assorbire più giorni continuativi di precipitazioni.

Il fiume **Sesia**, da monte a valle, ha raggiunto colmi mai registrati da quando esistono le stazioni automatiche di Arpa Piemonte; in particolare a Borgosesia (VC) si è superato di oltre 4 metri il livello di pericolo con una portata >3000 mc/sec e a Palestro (PV), dove si è registrato un valore al colmo di 6,64 m, è stato superato il riferimento storico di 5,71m della piena di ottobre 2000. La portata al colmo del Sesia, nella sua sezione di chiusura, può essere stimata superiore ai 5000 mc/sec. Anche altri corsi d'acqua del bacino hanno superato il livello di pericolo; in particolare il Cervo lungo tutta l'asta ha raggiunto valori di oltre mezzo metro superiori al pericolo e, nella sezione di chiusura, a Quinto Vercellese (VC), di oltre un metro con una portata stimabile in circa 1800-1900 mc/sec.

Significativi anche i valori raggiunti nei corsi d'acqua del canavese ed eporediese dove la **Dora Baltea**, all'idrometro di Tavagnasco (TO), ha sfiorato la soglia di pericolo, cui corrisponde una portata al colmo di circa 1400 mc/sec e l'**Orco** ha registrato una piena nella sezione di Spineto di circa 1450 mc/sec e a San Benigno (TO) di circa 1300-1400 mc/sec con il colmo che ha raggiunto livelli prossimi al pericolo. La Stura di Lanzo (TO), superando solo i livelli di guardia, ha fatto registrare colmi più contenuti, con una portata di circa 950 mc/sec all'idrometro di Lanzo (TO).

Nei settori meridionali, in particolare nell'alto Tanaro, si sono avuti incrementi molto repentini e significativi sia lungo l'asta principale del **Tanaro** che sul reticolo secondario. Agli idrometri di Ponte di Nava (CN) e Garessio (CN) sono stati superati i valori di riferimento storici del 2016, rispettivamente 5,32 m e 5,93 m contro 4,67 m e 5,19 m del 2016 e probabilmente anche quelli del 1994 per il quale non sono disponibili dati di confronto. A Piantorre (CN) sono stati praticamente eguagliati, 6,72 m contro 6,74 m del 2016. Da Farigliano (CN) ad Alba (CN) il colmo è transitato superando il livello di pericolo con portate che si sono mantenute molto simili e pari a circa 2700 mc/sec, ricevendo il contributo della Stura di Demonte non in fase. Nel tratto di valle fino a Montecastello (AL) i valori sono stati molto più contenuti, perché l'onda di piena a valle di Alba non è stata alimentata da altre precipitazioni. Il reticolo secondario della parte alta del bacino ha fatto registrare valori eccezionali, in particolare il Vermenagna all'idrometro di Vermenagna (CN) e il Corsaglia a Frabosa Soprana (CN) con 3,07 m e 3,23 m rispettivamente, registrando i loro massimi storici da quando è in funzione la stazione.

Lungo l'asta del **Po** si sono registrati incrementi più contenuti, tuttavia all'idrometro di Valenza (AL), a valle della confluenza con il Sesia, si è raggiunto il livello di pericolo con una portata di circa 6100 mc/sec e a Isola S. Antonio (AL), sezione di chiusura del bacino del Po piemontese, si è superato il livello di guardia e la piena è transitata con un colmo di circa 7200 mc/sec.

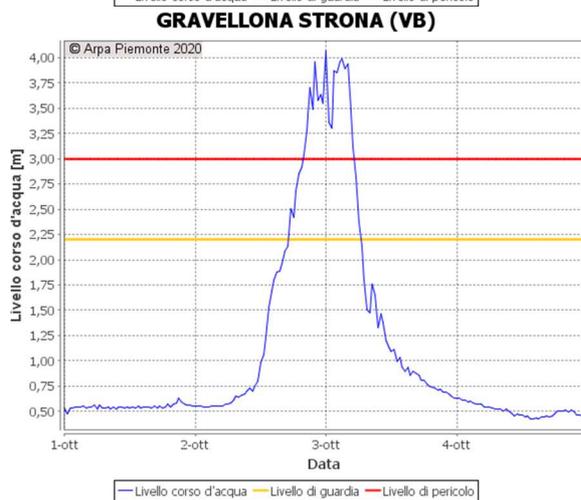
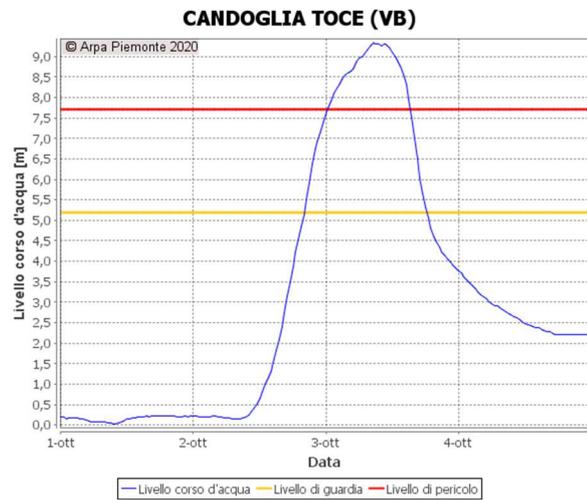
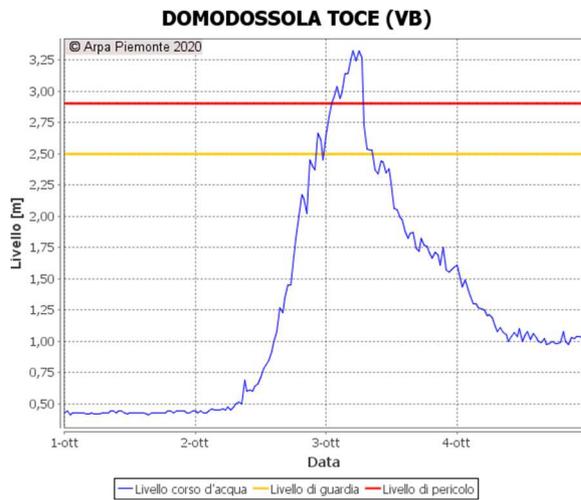
Nella seguente tabella si riportano i colmi di piena ed i massimi incrementi di livello, espressi in metri, registrati durante l'evento per le stazioni idrometriche più significative.

Tabella 5 - Colmi di piena e massimi incrementi di livello [m] registrati durante l'evento per le stazioni più significative.

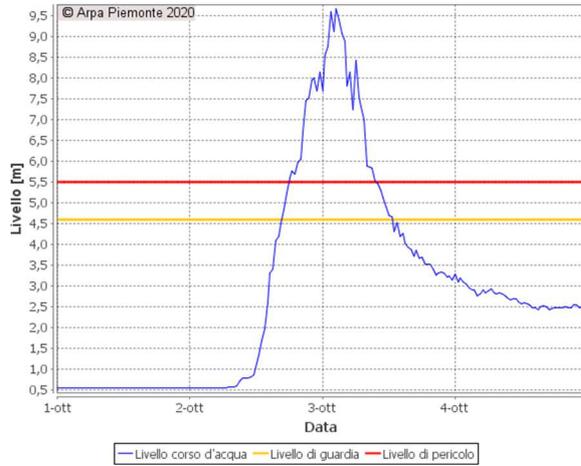
Bacino	Comune	Provincia	Stazione	Data e ora (UTC) del colmo	MAX	liv.guardia	liv.pericolo	Incremento max in 12h
TICINO	SAN BERNARDINO VERBANO	VB	SANTINO SAN BERNARDINO	02/10/2020 21:30	7.31	6.6	7.4	5.65
TICINO	GRAVELLONA TOCE	VB	GRAVELLONA STRONA	03/10/2020 00:00	4.07	2.2	3.0	3.23
TICINO	MERGOZZO	VB	CANDOGLIA TOCE	03/10/2020 08:30	9.34	5.2	7.7	6.98
TICINO	VERBANIA	VB	PALLANZA LAGO MAGGIORE	04/10/2020 19:30	5.98	5.0	6.0	1.58
TICINO	CREVOLADOSSOLA	VB	PONTEMAGLIO TOCE	03/10/2020 10:00	2.74	1.8	2.5	2.31
AGOGNA TERDOPPIO	NOVARA	NO	NOVARA AGOGNA	03/10/2020 07:00	2.97	2.3	3.5	2.54
AGOGNA TERDOPPIO	MOMO	NO	MOMO AGOGNA	03/10/2020 04:00	2.94	2.7	3.7	2.29
SEZIA	BORGOSIESIA	VC	BORGOSIESIA SEZIA	03/10/2020 02:30	9.67	4.6	5.5	7.62
SEZIA	PRAY	BI	PRAY SESSERA	03/10/2020 00:30	3.84	3.0	3.8	2.63
SEZIA	CAMPERTOGNO	VC	CAMPERTOGNO SEZIA	03/10/2020 03:30	5.2	2.5	4.0	3.93
SEZIA	SAGLIANO MICCA	BI	PASSOBREVE CERVO	03/10/2020 01:30	6.41	5.0	6.0	4.48
SEZIA	QUINTO VERCELLESE	VC	QUINTO VERCELLESE CERVO	03/10/2020 06:00	4.15	2.5	3.5	4.31
SEZIA	VIGLIANO BIELLESE	BI	VIGLIANO CERVO	03/10/2020 02:00	2.78	1.8	2.5	2.43
SEZIA	CARISIO	VC	CARISIO ELVO	03/10/2020 01:30	4.49	3.1	3.6	3.05
SEZIA	COSSATO	BI	COSSATO STRONA	02/10/2020 20:30	3.36	3.0	n.p.	2.5
SEZIA	PALESTRO	PV	PALESTRO SEZIA	03/10/2020 07:30	6.64	4.3	5.2	4.59
DORA BALTEA	TAVAGNASCO	TO	TAVAGNASCO DORA BALTEA	03/10/2020 06:00	4.17	3.1	4.2	2.85
ORCO	SAN BENIGNO CANAVESE	TO	SAN BENIGNO ORCO	03/10/2020 07:00	3.56	3.0	3.8	2.61
STURA DI LANZO	LANZO TORINESE	TO	LANZO STURA DI LANZO	03/10/2020 04:30	3.09	2.5	3.4	2.57
STURA DI LANZO	TORINO	TO	TORINO STURA DI LANZO	03/10/2020 06:30	2.22	2.2	3.2	1.96
TANARO	ROBILANTE	CN	ROBILANTE VERMENAGNA	02/10/2020 18:30	3.07	2.4	n.p.	2.59
TANARO	VALDIERI	CN	ANDONNO GESSO	02/10/2020 21:00	2.53	2.5	n.p.	1.88
TANARO	MONASTEROLO CASOTTO	CN	MONASTEROLO CASOTTO	02/10/2020 21:30	3.16	2.5	n.p.	2.24
TANARO	MONTALDO DI MONDOVI'	CN	FRABOSA SOPRANA CORSAGLIA	02/10/2020 22:00	3.23	2.0	n.p.	2.49
TANARO	ORMEA	CN	PONTE DI NAVA TANARO	02/10/2020 22:00	5.32	2.8	3.8	4.65
TANARO	GARESSIO	CN	GARESSIO TANARO	03/10/2020 00:00	5.93	3.0	3.8	5.46
TANARO	LESEGNO	CN	PIANTORRE TANARO	03/10/2020 02:00	6.72	3.3	4.1	6.76
TANARO	FARIGLIANO	CN	FARIGLIANO TANARO	03/10/2020 05:00	6.22	3.5	4.6	5.64
TANARO	ALBA	CN	ALBA TANARO	03/10/2020 10:00	4.97	2.9	4.1	5.75
TANARO	ASTI	AT	ASTI TANARO	03/10/2020 15:00	5.54	4.0	5.3	4.32

Bacino	Comune	Provincia	Stazione	Data e ora (UTC) del colmo	MAX	liv.guardia	liv.pericolo	Incremento max in 12h
TANARO	FOSSANO	CN	FOSSANO STURA DI DEMONTE	03/10/2020 02:30	2.54	2.5	3.1	2.04
PO	SAN SEBASTIANO DA PO	TO	SAN SEBASTIANO PO	03/10/2020 09:00	4.77	4.4	5.9	2.9
PO	VALENZA	AL	VALENZA PO	03/10/2020 17:30	5.16	3.3	4.8	3.99
PO	ISOLA SANT'ANTONIO	AL	ISOLA S. ANTONIO PO	04/10/2020 00:30	7.48	6.5	8.0	4.55

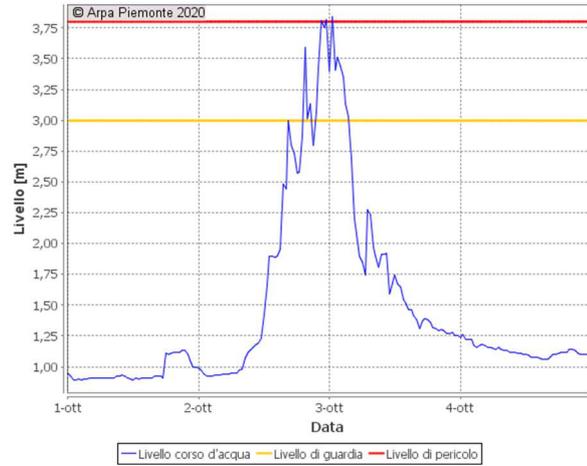
Di seguito (Figura 25) si riportano gli idrogrammi di piena più significativi.



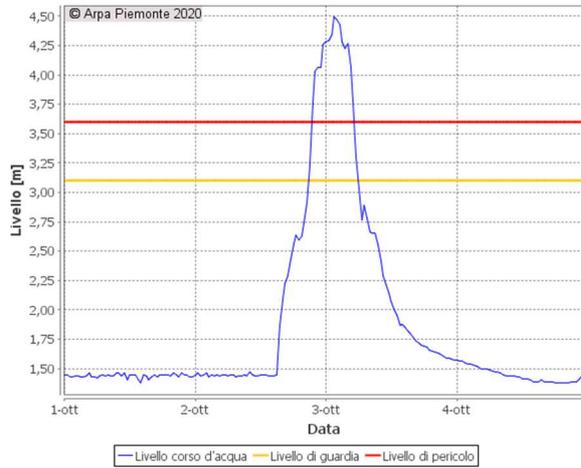
BORGOSIESIA SESIA (VC)



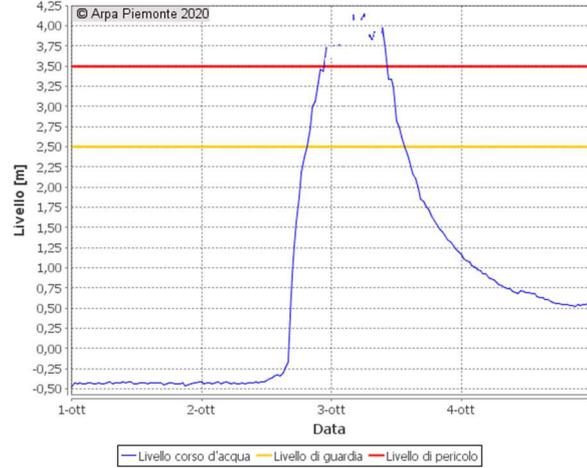
PRAY SESSERA (BI)



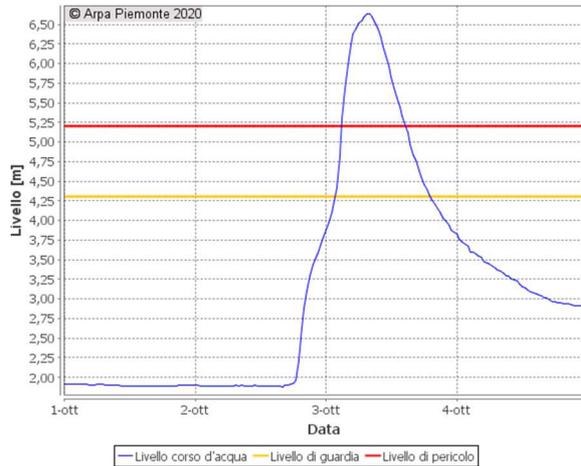
CARISIO ELVO (VC)



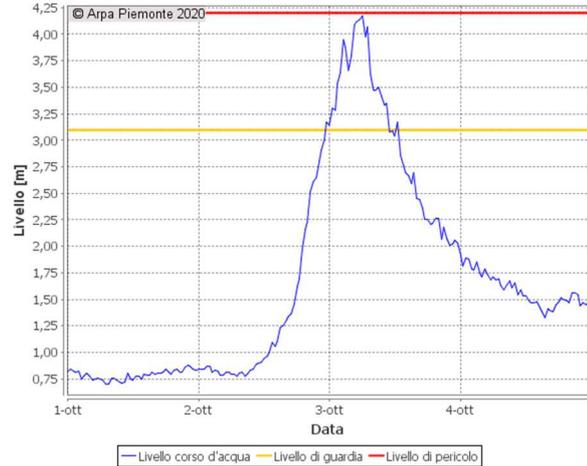
QUINTO VERCELLESE CERVO (VC)



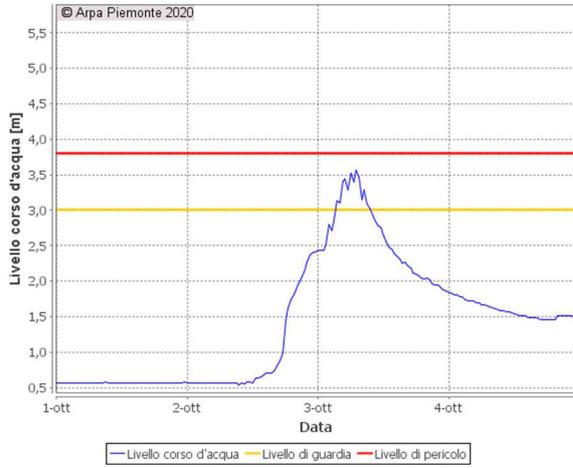
PALESTRO SESIA (PV)



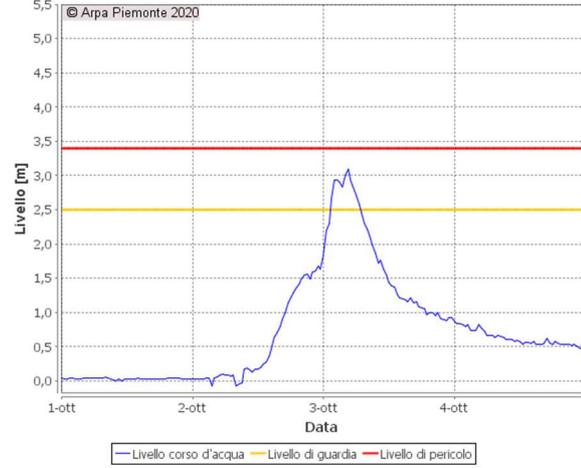
TAVAGNASCO DORA BALTEA (TO)



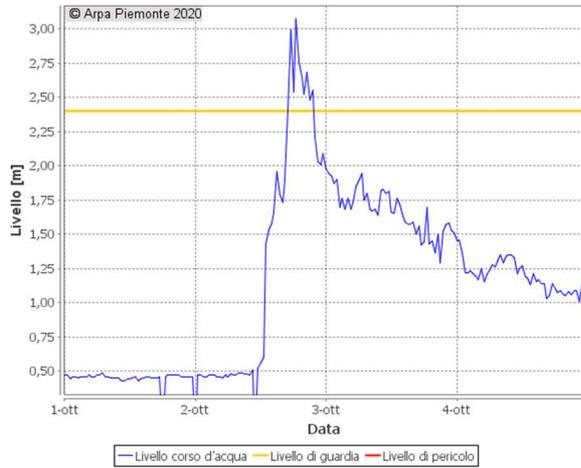
SAN BENIGNO ORCO (TO)



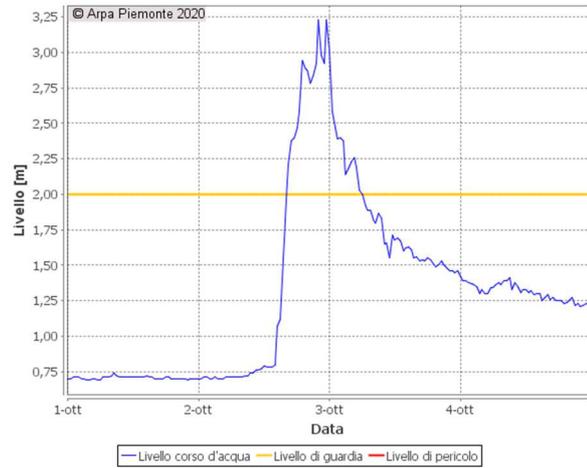
LANZO STURA DI LANZO (TO)



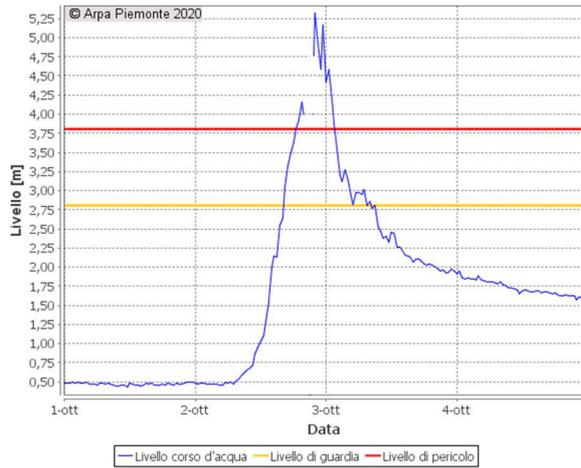
ROBILANTE VERMENAGNA (CN)



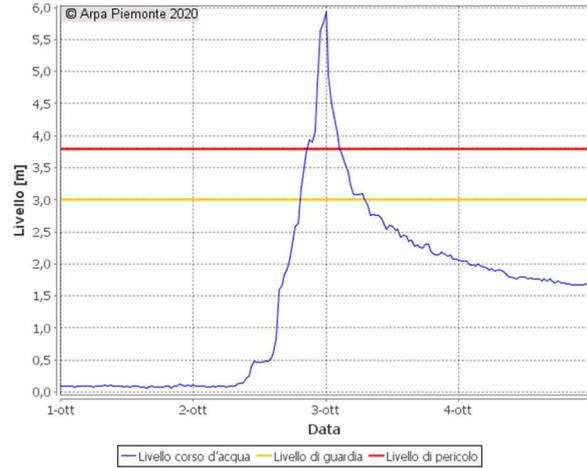
FRABOSA SOPRANA CORSAGLIA (CN)



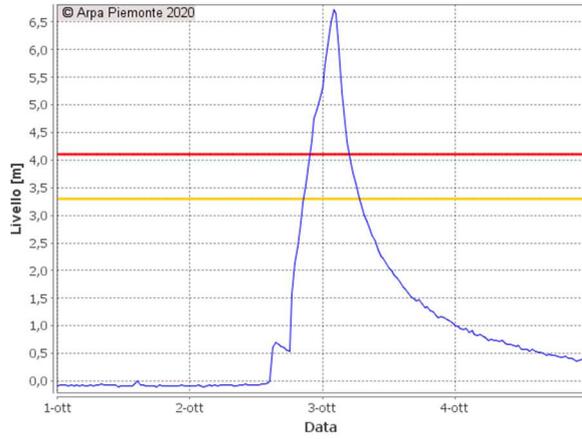
PONTE DI NAVA TANARO (CN)



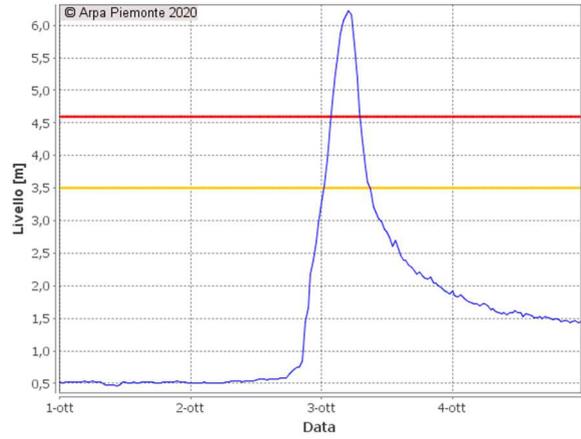
GARESSIO TANARO (CN)



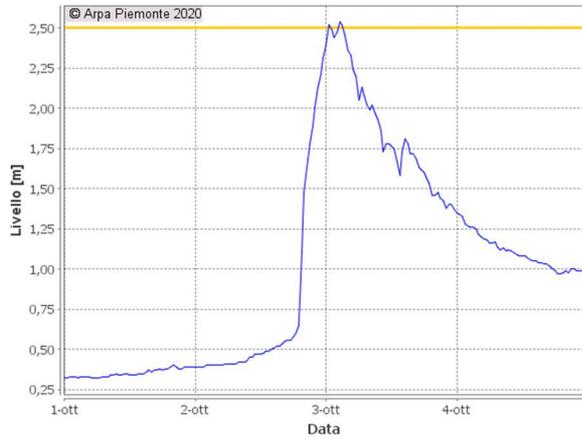
PIANTORRE TANARO (CN)



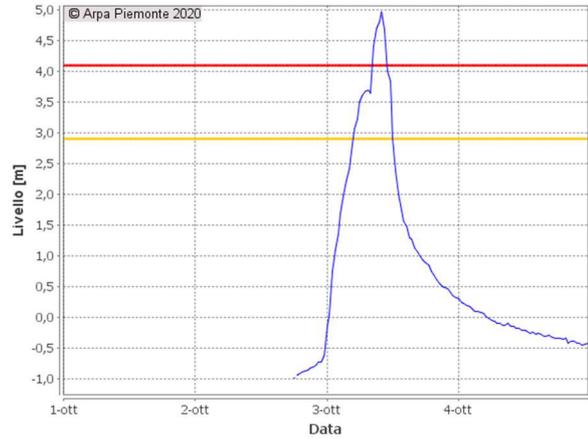
FARIGLIANO TANARO (CN)



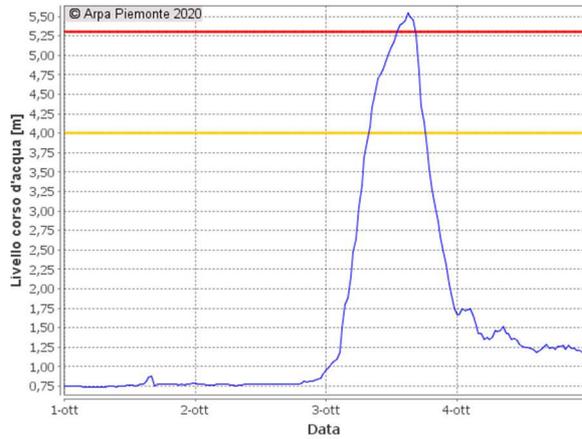
FOSSANO STURA DI DEMONTE (CN)



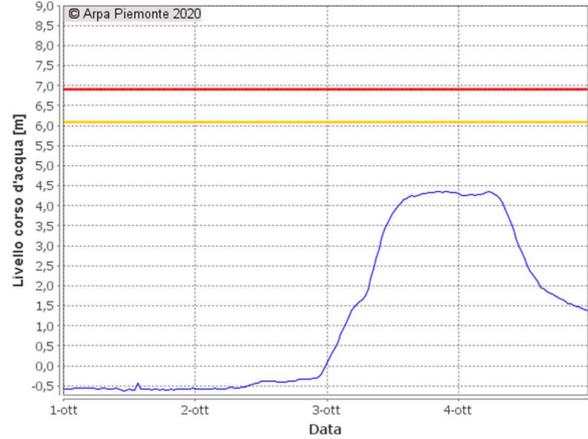
ALBA TANARO (CN)



ASTI TANARO (AT)



MONTECASTELLO TANARO (AL)



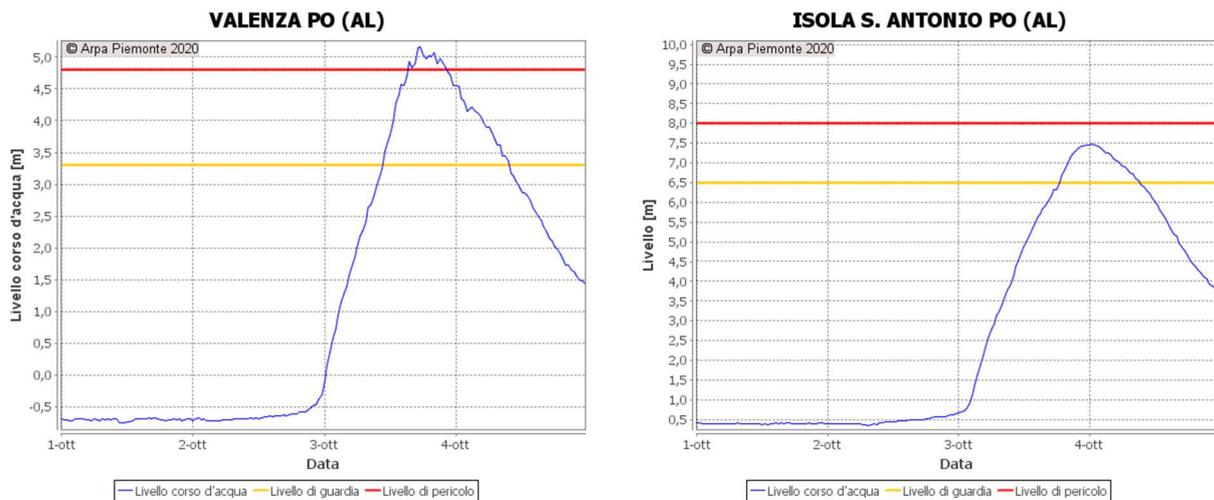


Figura 25 - Idrogrammi delle stazioni idrometriche che hanno registrato i colmi più significativi.

Come si può notare dai dati in Tabella 5 e dagli idrogrammi in Figura 25

Figura 25, la piena ha avuto caratteristiche impulsive molto spinte e una durata molto inferiore rispetto alle tipiche alluvioni che hanno colpito il territorio regionale nel passato. Gli incrementi sono stati molto repentini, in poche ore si è raggiunto il colmo anche in sezioni con superfici sottese estese. Analogamente la fase discendente e di esaurimento della piena è stata molto veloce, data la durata breve delle precipitazioni. A tal proposito è molto esemplificativo il grafico in Figura 26 che mostra come, lungo l'asta del Tanaro, dopo l'impennata repentina nelle sezioni di monte, l'onda di piena si sia laminata come colmo non ricevendo più contributi precipitativi e mantenendo sostanzialmente gli stessi volumi da Alba a Montecastello.

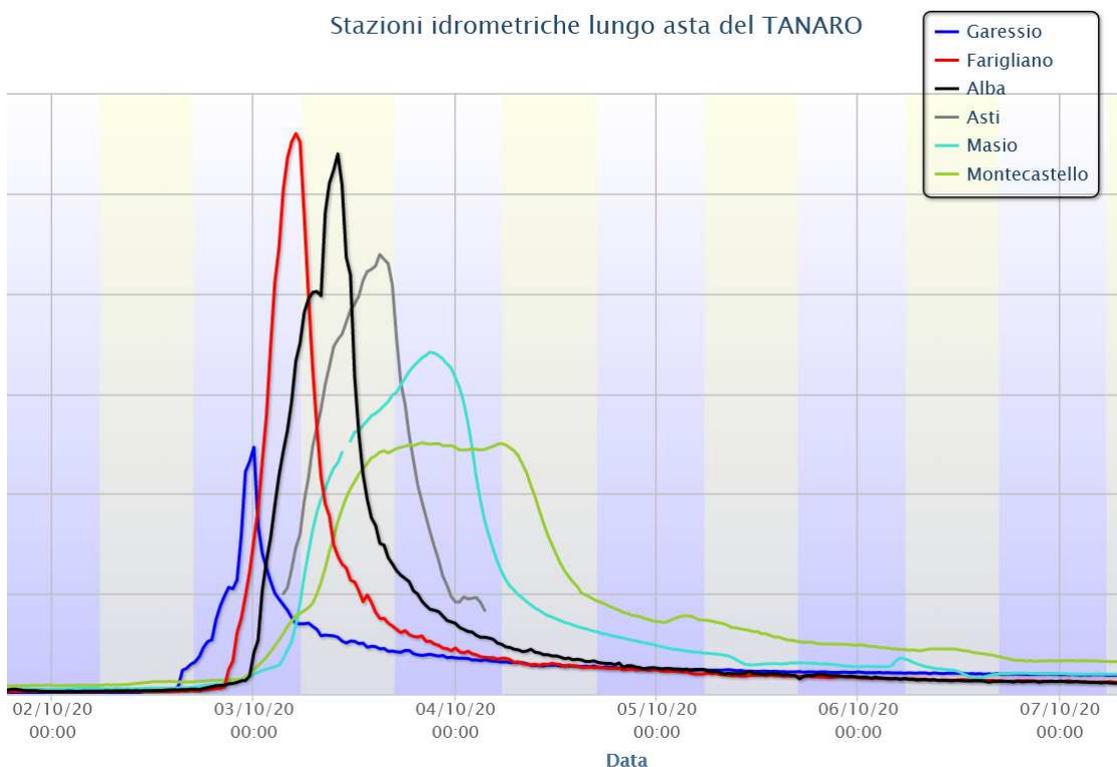


Figura 26 - Traslazione dell'onda di piena lungo l'asta del Tanaro.

Analisi statistica delle portate

Le valutazioni sulla ricorrenza statistica della piena derivano dal confronto con le portate di assegnato tempo di ritorno indicate dall'Autorità di Bacino del Po nel Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni - Direttiva 2007/60/CE e D.lgs. 49/2010 - nel seguito PGRA, in cui, rispetto al quadro delle conoscenze acquisite nell'ambito della redazione del PAI, sono stati fatti diversi aggiornamenti a seguito di più recenti studi di asta. Per i tratti di asta non aggiornati, sono stati mantenuti i valori adottati dal PAI "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica" – Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico.

In assenza di valori PGRA e valori PAI, si è provveduto alla stima dei tempi di ritorno attraverso la procedura ARPIEM - Analisi Regionale delle Piene nei bacini Montani (2012a Arpa Piemonte) cui si rimanda per eventuali approfondimenti.

Nella tabella seguente vengono riportati i colmi di piena dell'evento e i corrispondenti tempi di ritorno confrontati con i valori ufficiali definiti nel PGRA, i valori con * sono invece definiti dal PAI.

Tabella 6 - Colmi di piena dell'evento e tempi di ritorno corrispondenti per alcune sezioni significative (* PAI).

Bacino	Stazione	Portata al colmo [mc/sec]	TR [anni]	Q _{TR} PGRA [mc/sec]		
				TR 20	TR 200	TR 500
TOCE	Toce a Candoglia	2700	50-100	2150	3200	3380
CERVO	Cervo a quinto Vercelese	1800-1900	100	1400	2190	2510
SEZIA	Sesia a Borgosesia	>3000	>100	2800	4100	4500
SEZIA	Sesia a Palestro	>5000	>100	3700	5500	6300
DORA BALTEA	Dora Baltea a Tavagnasco	1400	5-20	1630	3000	3520
ORCO	Orco a Spineto	1450	20-50	1190	2300	2860
ORCO	Orco a San Benigno	1300-1400	20	1300	2370	2870
STURA DI LANZO	Stura di Lanzo a Lanzo	950	5-20	1080	1810	2120
TANARO	Tanaro Ponte di Nava	>600	>200 ⁽²⁾	-	-	-
TANARO	Tanaro a Garesio	>1000	>200 ⁽²⁾	-	-	-
TANARO	Tanaro a Piantorre	>1900	>200 ⁽²⁾	-	-	-
TANARO	Tanaro a Farigliano	>2500	> 200	1550	2300	2600
TANARO	Stura di Demonte a Fossano	400	20-50	320	900	1350
TANARO	Tanaro ad Alba	2700	50-100	2050	3050	3400
TANARO	Tanaro a Montecastello	1200	<5	3250	5400	-
PO	Po a San Sebastiano	2100	5-20	3800 ⁽¹⁾	5900 ⁽¹⁾	6600 ⁽¹⁾
PO	Po a Valenza	6100	5-20	6500	7600*	10800
PO	Po a Isola S. Antonio	7200	5-20	8400	10300*	13300

⁽¹⁾ Per la stazione del Po a San Sebastiano si sono utilizzati i valori di QTR di Chivasso (TO)

⁽²⁾ Valori calcolati con la procedura ARPIEM

Come si può notare (Tabella 6), si è trattato di un evento estremo con tempo di ritorno maggiore di 200 anni nel bacino dell'alto Tanaro e maggiore di 100 anni sul Sesia, mentre sul Toce la piena è stata più contenuta con tempi di ritorno tra 50 e 100 anni. Nei bacini di Orco e Stura di Demonte sono superiori ai 20 anni e Dora Baltea e Stura di Lanzo i tempi di ritorno sono di poco inferiori ai 20 anni, mentre lungo l'asta del Po e il tratto terminale del Tanaro, la gravità dell'evento è stata minore.

CONFRONTO CON EVENTI ALLUVIONALI DEL PASSATO

Un'approfondita analisi dell'evento prevede necessariamente un confronto con gli eventi più intensi del passato che hanno determinato importanti effetti al suolo nelle medesime zone o le cui caratteristiche meteorologiche sono state significative per gli apporti di precipitazione sul territorio piemontese.

Confronto meteorologico a grande scala

Le analisi sinottiche evidenziano come l'evento alluvionale dell'ottobre 2020 presenti ben poche analogie con gli eventi passati del 1994 e del 2000 e solo qualche piccola somiglianza con quello del 2016, quando anche le aree coinvolte in termini di effetti al suolo furono più ampie. In generale, gradienti di pressione e temperatura delle masse d'aria che hanno investito il Piemonte sono stati molto diversi dai precedenti fenomeni alluvionali.

Anche le durate complessive degli eventi sono molto differenti: se per quello recente del 2020 si può stimare il coinvolgimento della nostra regione con le piogge più intense in 18/24 ore, nel 2016 il maltempo colpì il Piemonte, a fasi alterne, per 5 giorni, nel 2000 e nel 1994 per 3 giorni.

In Figura 27 sono rappresentate le configurazioni di temperatura ed altezza del geopotenziale a 500 hPa nei momenti di massima intensità del maltempo sul Piemonte, per ciascun evento in ordine cronologico.

A grande scala, la struttura depressionaria responsabile dell'alluvione **del 1994** era decisamente più fredda di quella osservata nel 2020, anche per la stagione più avanzata (novembre) in cui si formò. La saccatura di estensione nord-sud era allungata dalle Isole Britanniche alla Spagna, ed ebbe una traiettoria tale da innescare una ciclogenese sul Golfo Ligure, in movimento verso il nord-Italia e in seguito verso il centro Italia.

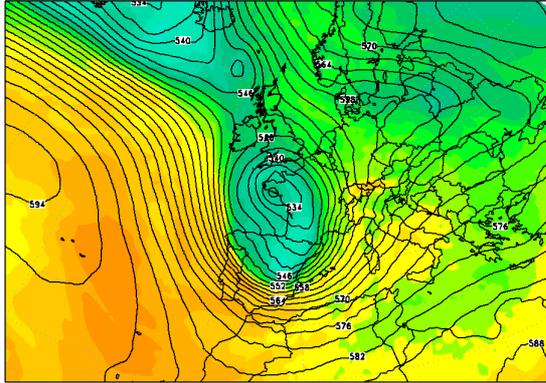
Da notare il blocco di alta pressione in quota presente sui Balcani, che rallentò il movimento da ovest verso est di tutto il sistema depressionario, situazione ricorrente nelle alluvioni che hanno interessato il Piemonte.

La struttura depressionaria del **2000** era molto più ampia rispetto a quella del 2020, ma al contempo meno profonda; il suo centro di bassa pressione raggiunse latitudini più basse rispetto a tutti gli altri eventi considerati e il sistema è rimasto bloccato per diversi giorni a ovest dell'Italia, a causa della presenza di un anticiclone molto robusto sui Balcani e sull'Europa orientale. Nel momento di massima intensità delle precipitazioni, si formò un minimo al suolo sul Golfo del Leone, ma i venti sul Piemonte furono sempre molto inferiori sia a quelli del 2020 sia a quelli del 1994.

Il sistema depressionario del **2016** è quello che riprende, parzialmente, alcune caratteristiche simili al 2020. La perturbazione principale era un ciclone extra-tropicale, localizzato sulla Penisola Iberica (non sulla Francia come nel 2020), in un contesto tuttavia più freddo, trattandosi di novembre inoltrato. La precipitazione osservata sul Piemonte fu principalmente avvertiva, ma la struttura rimase bloccata per 3 giorni, anche in questo caso a causa di una situazione di blocco anticiclonico (definito "ad omega rovesciata") da parte dell'anticiclone nordafricano espanso verso la Russia a latitudini prossime ai 60°N.

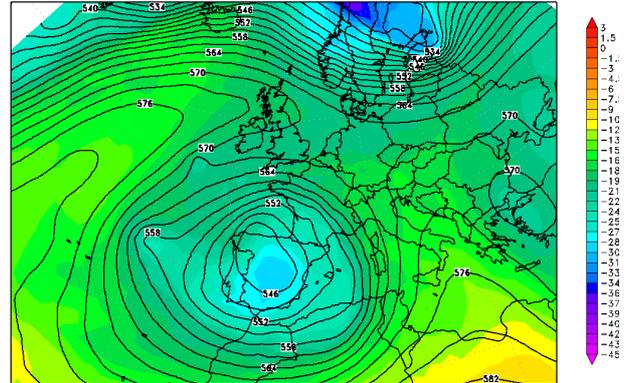
Infine, la perturbazione "Alex" del **2020** si è isolata dal ciclone extra-tropicale come una vera e propria tempesta, con minimi di pressione al suolo e venti, in vicinanza del suo nucleo centrale, paragonabili a un uragano di categoria I-II, centrato sulla Francia, in lento movimento verso sudest, senza blocchi anticiclonici significativi a est di esso che ne rallentassero il movimento. Temperatura e zero termico sono sempre stati molto elevati ed è mancato l'ingresso del fronte freddo o occluso, come invece si è verificato negli altri eventi.

Geopotential height (dam) and temperature (°C) at 500 hPa



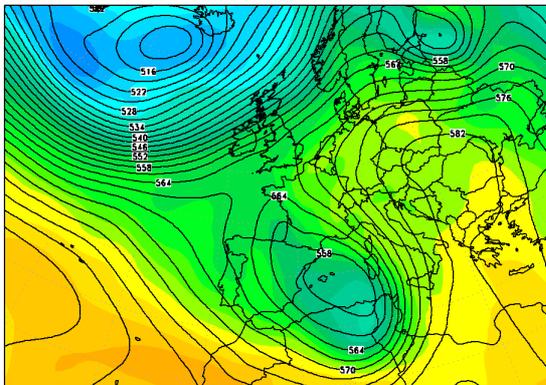
ECMWF - ECMWF_EURNA_0250 - Fri 02 OCT 2020 18:00 UTC - Analysis

Geopotential height (dam) and temperature (°C) at 500 hPa



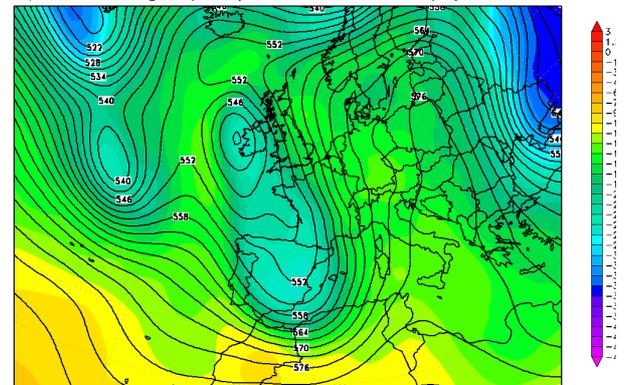
ECMWF - ECMWF_EURNA_1000 - Thu 24 NOV 2016 12:00 UTC - Analysis

Geopotential height (dam) and temperature (°C) at 500 hPa



ECMWF REANL - ECREA_EURNA_1125 - Sun 15 OCT 2000 00:00 UTC - Analysis

Geopotential height (dam) and temperature (°C) at 500 hPa



ECMWF REANL - ECREA_EURNA_1125 - Sat 05 NOV 1994 12:00 UTC - Analysis

Figura 27 - Temperatura ed altezza di geopotenziale a 500 hPa relativa (in senso orario) alle ore 18:00 UTC del 2 ottobre 2020, alle 12:00 UTC del 24 novembre 2016, alle 00:00 UTC del 15 ottobre 2000 e alle 12:00 UTC del 5 novembre 1994.

Anche al suolo la situazione barica è ben diversa (Figura 28). Si evidenzia come la tempesta “Alex” si distacchi nettamente dagli altri eventi del passato presi a confronto, in quanto il suo minimo di pressione risulta essere molto più basso rispetto agli altri casi (970 hPa contro valori superiori ai 1000 hPa) e inoltre, in questa circostanza, si è formato un ulteriore minimo sottovento nelle pianure piemontesi, che ha contribuito a rinforzare le precipitazioni che si sono abbattute sulla regione.

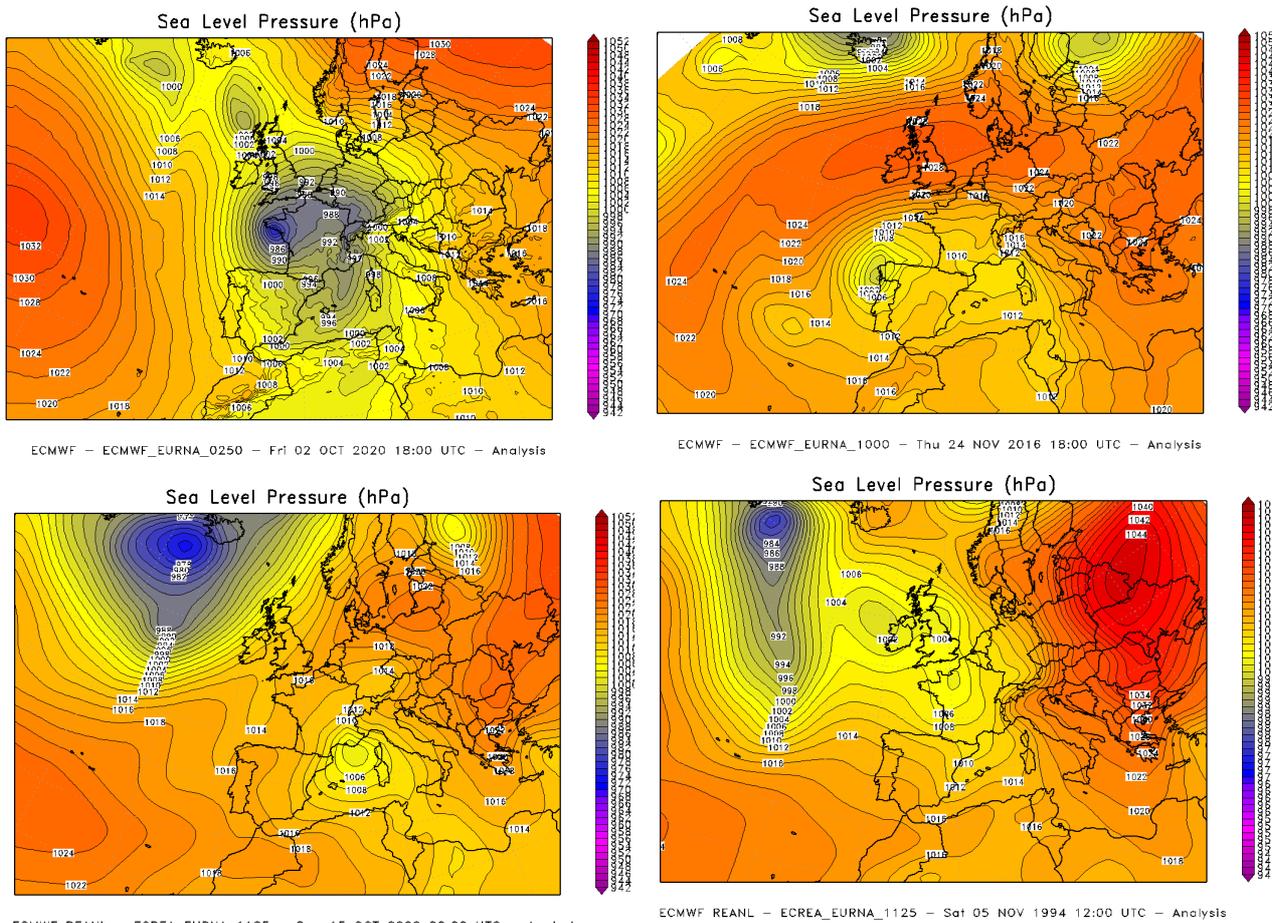


Figura 28 - Pressione ridotta al livello del mare relativa (in senso orario) alle ore 18:00 UTC del 2 ottobre 2020, alle 12:00 UTC del 24 novembre 2016 alle 00:00 UTC del 15 ottobre 2000 e alle 12:00 UTC del 5 novembre 1994.

Ma una delle differenze più importanti tra l'evento del 2020 e quelli passati sta nell'avvezione di aria calda e umida che si è abbattuta sul Piemonte (Figura 29), guidata da venti molto forti sia in quota sia nei bassi strati atmosferici (Figura 30).

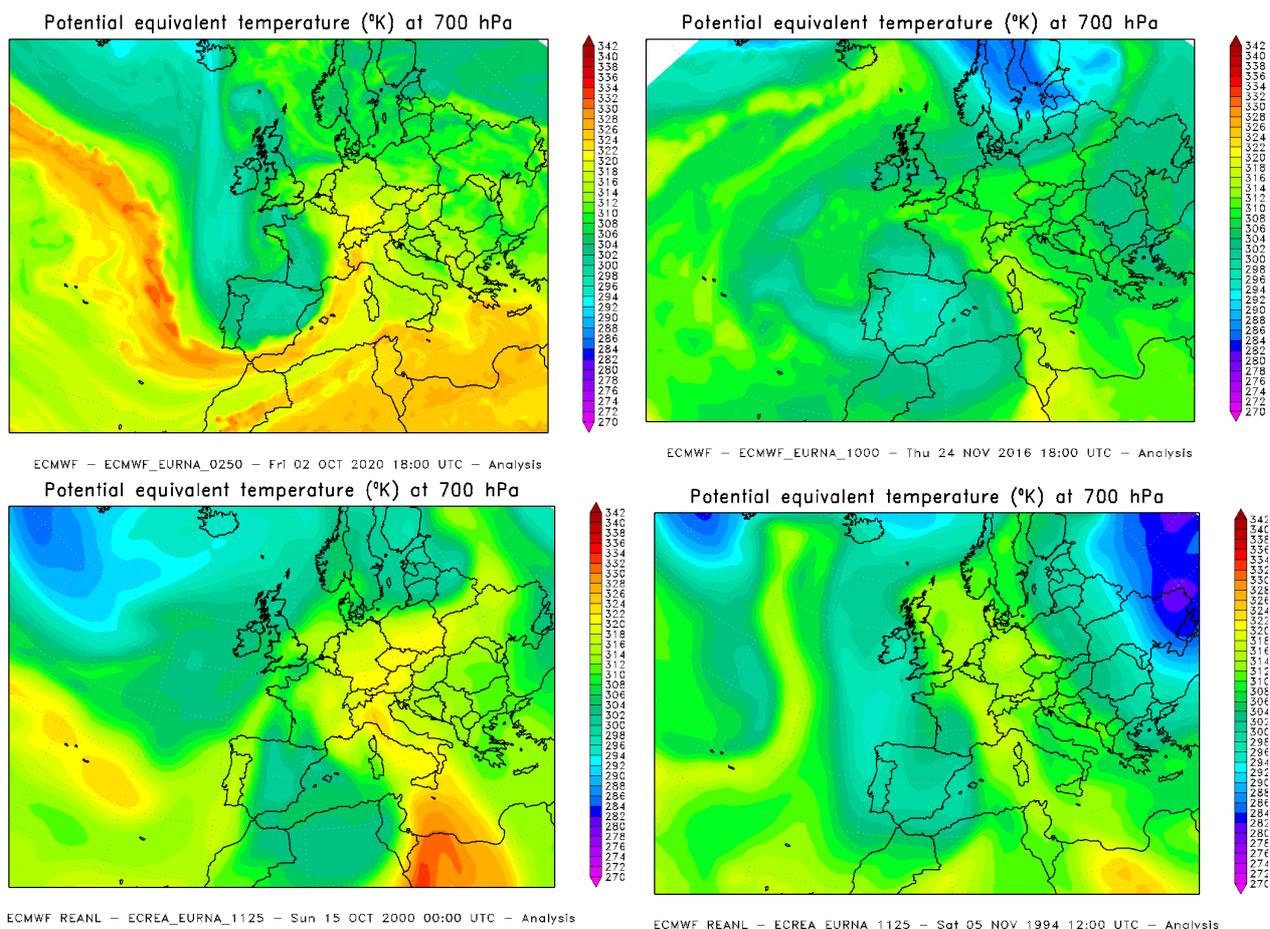


Figura 29 - Temperatura equivalente a 700 hPa relativa (in senso orario) alle ore 18:00 UTC del 2 ottobre 2020, alle 12:00 UTC del 24 novembre 2016 alle 00:00 UTC del 15 ottobre 2000 e alle 12:00 UTC del 5 novembre 1994.

Anche se la stagione è più precoce rispetto agli altri eventi e quindi i valori assoluti della temperatura potenziale equivalente mostrati in Figura 29 non sono perfettamente comparabili, si vede chiaramente come la depressione Alex non si sia spinta pienamente all'interno del Mediterraneo, ma abbia chiamato anche dall'Atlantico, da ovest prima e da sud in seguito, un'avvezione di umidità intensa e prolungata, guidata da forti correnti in quota. In tutti gli eventi precedenti, che comunque presentavano una dinamica più complessa dispiegandosi su più giorni, la *Warm Conveyor Belt* si era disposta prevalentemente da sud nel momento di massima intensità. Nel caso recente, invece, il Piemonte è stato investito da un flusso continuo umido e caldo, che ha provocato precipitazioni convettive nella parte meridionale della regione e più avvelte in quella settentrionale.

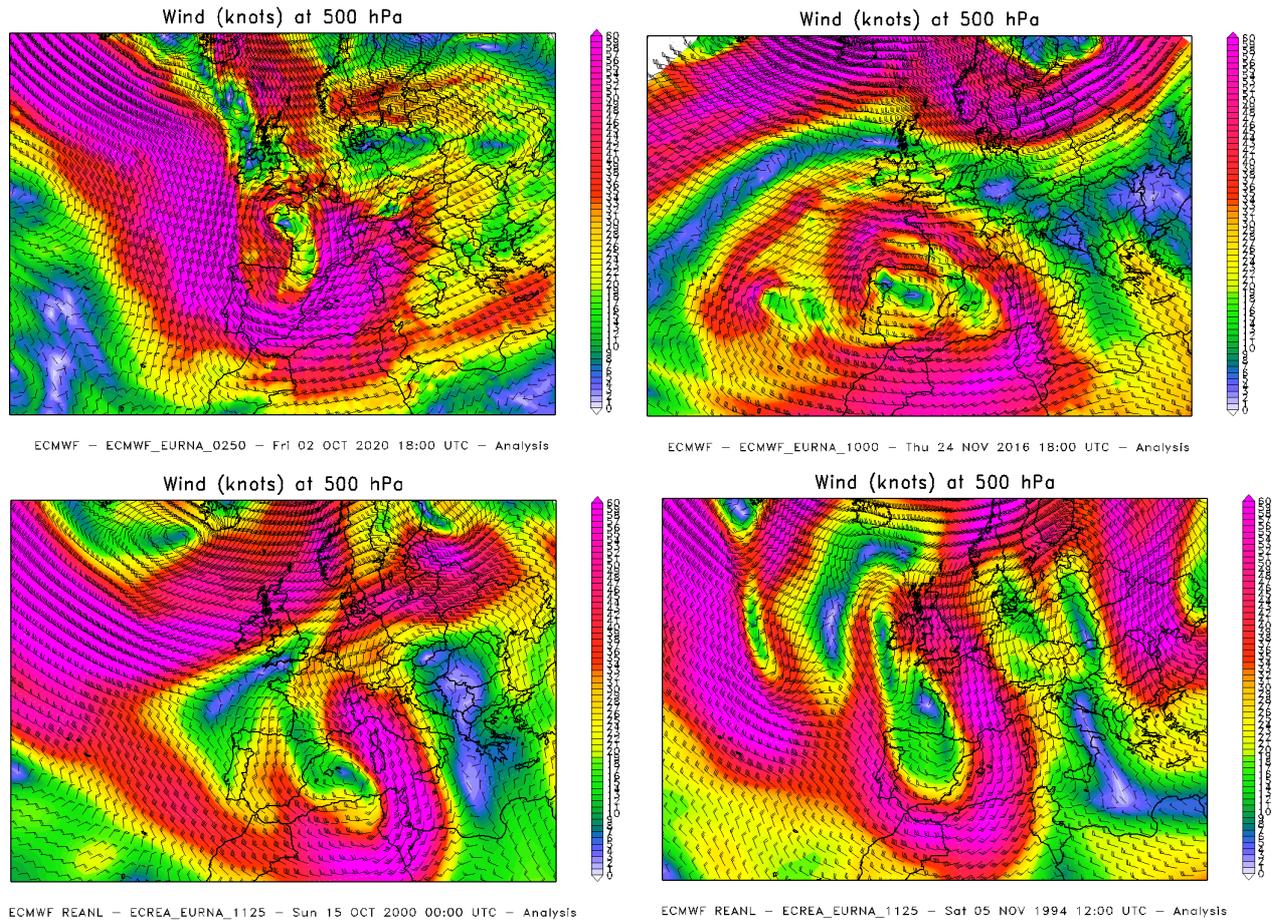
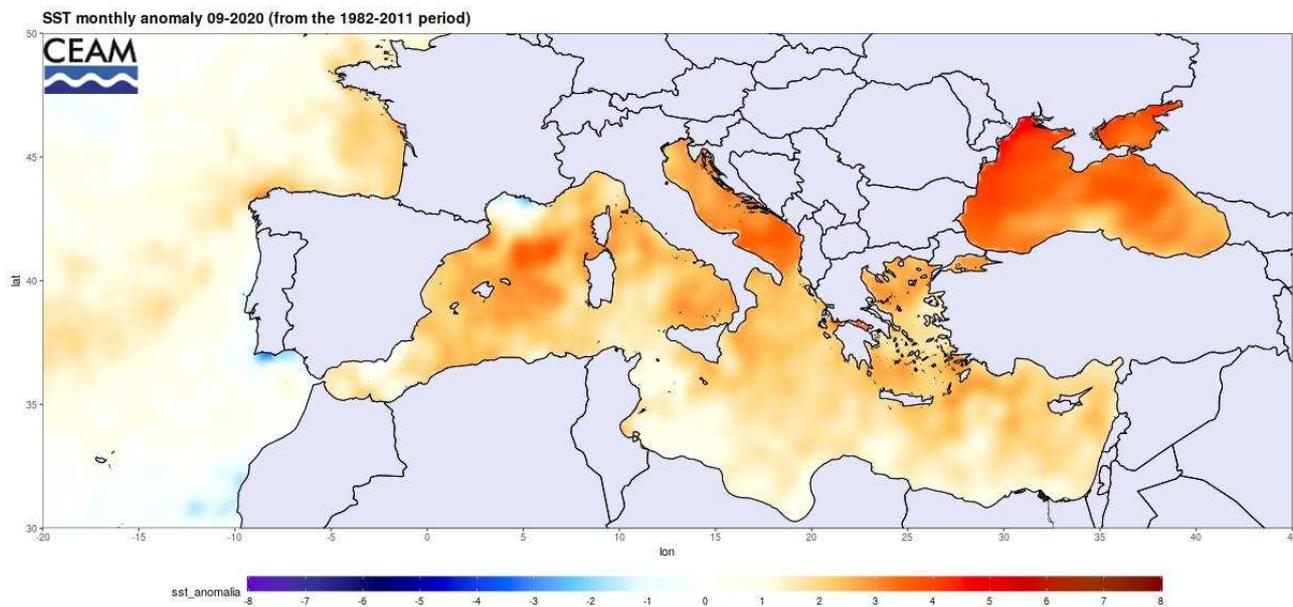


Figura 30 - Intensità del vento in quota (500 hPa) e a grande scala, relativa alle ore 12:00 UTC del 4 novembre 1994 (a sn) e del 21 novembre 2016 (a dx).

Da evidenziare infine l'elevata anomalia positiva (tra +2 e +3 °C) della temperatura superficiale del Mar Mediterraneo osservata nei giorni precedenti all'evento del 2020 (Figura 31): un'anomalia che in passato si è riscontrata solo nell'evento del 2016, mentre sia in quello del 1994 sia in quello del 2000 i valori erano prossimi alla norma del periodo.



Data source: National Centers for Environmental Information
<https://www.ncei.noaa.gov/>

©CEAM 2019

Figura 31 – Anomalia della temperatura superficiale del Mar Mediterraneo nel mese di settembre 2020.

In conclusione, si può affermare che, dal punto di vista sinottico, la tempesta “Alex” del 2020 si differenzia nettamente dagli altri eventi alluvionali intensi che hanno interessato il Piemonte.

Innanzitutto, il nucleo di bassa pressione che ha originato l’episodio di forte maltempo sul sud della Francia, sulla Liguria e sul Piemonte, ha avuto caratteristiche, in termini barometrici e di ventilazione, prossimi ad un uragano di categoria I-II.

Il sistema non è mai stato frenato, nella sua dinamica, da blocchi di alta pressione a est del suo movimento naturale e non è sceso alle basse latitudini nel bacino del Mediterraneo, provocando occlusioni sulla nostra regione.

Nel 2020 la forte avvezione di umidità proveniente dall’Atlantico e dal Mediterraneo, guidata dalla corrente a getto che ha investito in modo continuativo il Piemonte durante tutto l’evento, ha avuto un peso rilevante. Negli altri eventi la dinamica è stata caratterizzata dall’ingresso del sistema frontale che ha influito nelle diverse fasi delle precipitazioni, che è mancato in questo evento.

Infine, si può avanzare l’ipotesi che la presenza di acque superficiali del Mediterraneo occidentale molto calde abbia determinato una maggior disponibilità di energia e di vapor acqueo all’interno delle masse perturbate, generando un evento decisamente estremo.

Confronto pluviometrico

Sono qui stati riportati in termini areali i confronti tra le precipitazioni registrate durante l’evento alluvionale oggetto del presente rapporto e quello del 2-6 novembre **1994**, quello del 13-16 ottobre **2000** e quello del 21-25 novembre **2016**. Le stime presentate sono ottenute dall’interpolazione dei dati puntuali delle stazioni pluviometriche disponibili per ogni evento; risulta pertanto necessario sottolineare la variazione importante del numero di stazioni pluviometriche disponibili durante gli ultimi 20 anni: per la stima del 1994 i dati disponibili riguardano 96 stazioni, nel 2000 si contano 222 stazioni mentre nel 2016 e 2020 sono state utilizzate oltre 380 stazioni. I dati del passato, in particolare per l’evento del 1994, risultano pertanto sottostimati.

Le precipitazioni totali registrate durante gli eventi alluvionali del passato risultano superiori, principalmente per la maggior durata del numero di giorni coinvolti: 5 giorni nel 1994, 4 giorni nel 2000, 5 giorni nel 2016 mentre nel 2020 i giorni di precipitazione intensa sono stati praticamente 2. Un elemento distintivo ed eccezionale di questo evento è però caratterizzato dalle intensità della

precipitazione; prendendo in considerazione i valori massimi delle precipitazioni medie per bacino idrografico, per diverse durate, l'evento dell'ottobre 2020 risulta il più intenso in assoluto. Nella seguente tabella vengono visualizzate le precipitazioni massime per diverse durate (12 e 24 ore), calcolate su alcuni bacini idrografici e sull'intero bacino del Po, per tutti gli eventi alluvionali analizzati; in grassetto viene evidenziato il valore maggiore per bacino.

Tabella 7 - Valori massimi dell'altezza pioggia media areale, espressi in millimetri, relativa ad alcuni bacini idrografici.

Bacino	Precipitazione massima per diverse durate [mm]							
	12 ore				24 ore			
	1994	2000	2016	2020	1994	2000	2016	2020
Cervo	88,9	72	58,9	190,9	143,8	124,6	94,5	238
Sesia	69,7	114,3	61,4	211,2	118,2	180,1	112,2	294,3
Stura di Demonte	66,4	65,7	51,4	108	91,3	100,3	101,9	140,9
Tanaro	69,9	56,3	64,6	85,4	121,9	87,2	116,4	122,5
Toce	59,3	112,2	38,4	204,6	99,5	182	74,4	296,4
Ticino svizzero	74,9	43,5	38,3	121,1	121,1	73,8	71,3	192,6
Bacino del Po a Ponte Becca (PV)	62,8	58,2	50	87,8	107,3	104,4	88,3	130,5

Confronto idrometrico

Le caratteristiche di eccezionalità che ha assunto l'evento del 2-3 ottobre, rendono necessario un confronto con altri eventi del passato che hanno determinato importanti effetti al suolo. Per i bacini del Toce e del Sesia si è ritenuto opportuno far riferimento agli eventi del settembre 1993 e dell'ottobre 2000.

Nella Tabella 8 sono riportate le portate corrispondenti degli eventi considerati nelle sezioni del Sesia e del Toce.

Tabella 8 - Valori di portata (mc/s) per le sezioni del Toce e del Sesia

Bacino	Comune	Provincia	Stazione	Settembre 1948	Novembre 1968	Settembre 1993	Ottobre 2000	Ottobre 2020
TICINO	MERGOZZO	VB	CANDOGLIA TOCE	-	-	2560	2640	2700
SEZIA	BORGOSIESA	VC	BORGOSIESA SESIA	3070	2150	2400	2400	>3000
SEZIA	PALESTRO	PV	PALESTRO SESIA	-	3900	3400	4250	>5000

Per il Toce, i tre eventi sono paragonabili come valori al colmo di portata; il Sesia, invece, ha superato abbondantemente tutti gli eventi dell'ultimo secolo a Palestro.

Si riporta di seguito (Figura 32), il grafico dei livelli registrati all'idrometro di Candoglia (VB) sul Toce, durante i due eventi di ottobre 2000 e 2020, al fine di confrontare non solo i colmi ma anche le altre caratteristiche dell'evento e cioè durata e volumi in gioco.

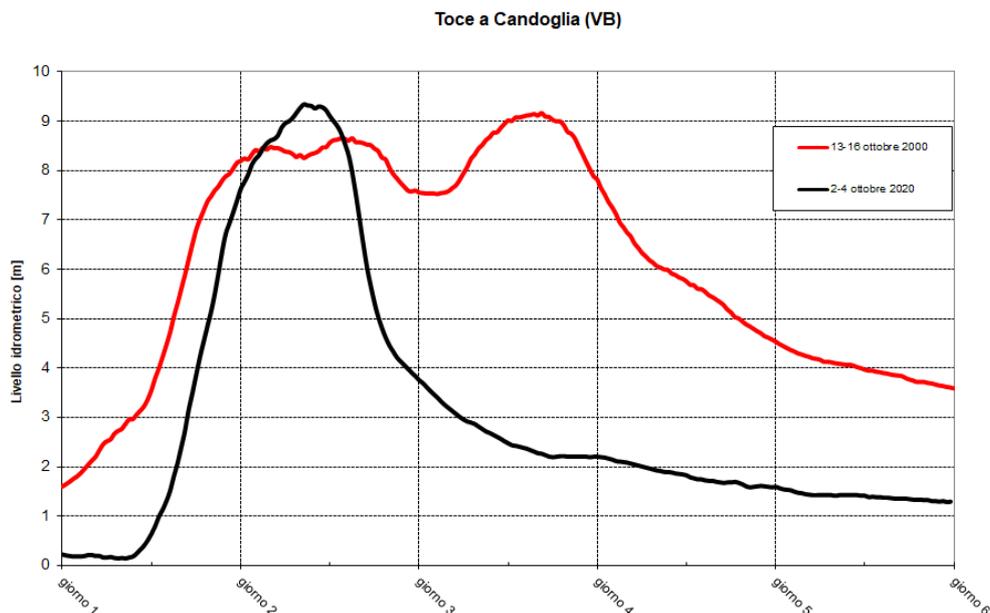


Figura 32 - Confronto tra gli idrogrammi del Toce a Candoglia (VB) registrati durante gli eventi considerati.

Dal grafico risulta evidente che, sebbene in termini di colmo, le due piene si possano paragonare, se si guarda alla durata e ai volumi transitati, la piena del 2000 risulta molto più gravosa, sia per la durata ma soprattutto per i volumi transitati.

Per il Sesia non è stato possibile ricostruire l'andamento a Palestro (PV) a causa dell'avaria del sensore durante l'evento del 2000 per cui il livello al colmo è stato ricostruito da tracce di piena, mentre a Borgosesia (VC) la diversa posizione delle due stazioni non consente di paragonare gli andamenti dei livelli.

Per quanto riguarda il bacino dell'alto Tanaro, invece, il confronto è stato eseguito con l'evento più recente del novembre 2016 che ha colpito l'intero bacino e ha prodotto effetti significativi anche nella parte alta. Nella Tabella 9 si riportano i valori al colmo e le portate corrispondenti

Tabella 9 - Valori di livello massimo e portate corrispondenti per le sezioni del Tanaro.

Bacino	Comune	Provincia	Stazione	Novembre 2016		Ottobre 2020	
				Livello max [m]	Portata [mc/sec]	Livello max [m]	Portata [mc/sec]
TANARO	GARESSIO	CN	GARESSIO TANARO	5,19	830	5.93	>1000
TANARO	LESEGNIO	CN	PIANTORRE TANARO	6,74	1430	6.72	1500
TANARO	FARIGLIANO	CN	FARIGLIANO TANARO	6,77	3120	6.22	>2500
TANARO	ALBA	CN	ALBA TANARO	6,14	3400	4.97	2700

Il confronto grafico è stato eseguito per la stazione di Garessio, dove sono stati più importanti gli effetti sul territorio (Figura 33).

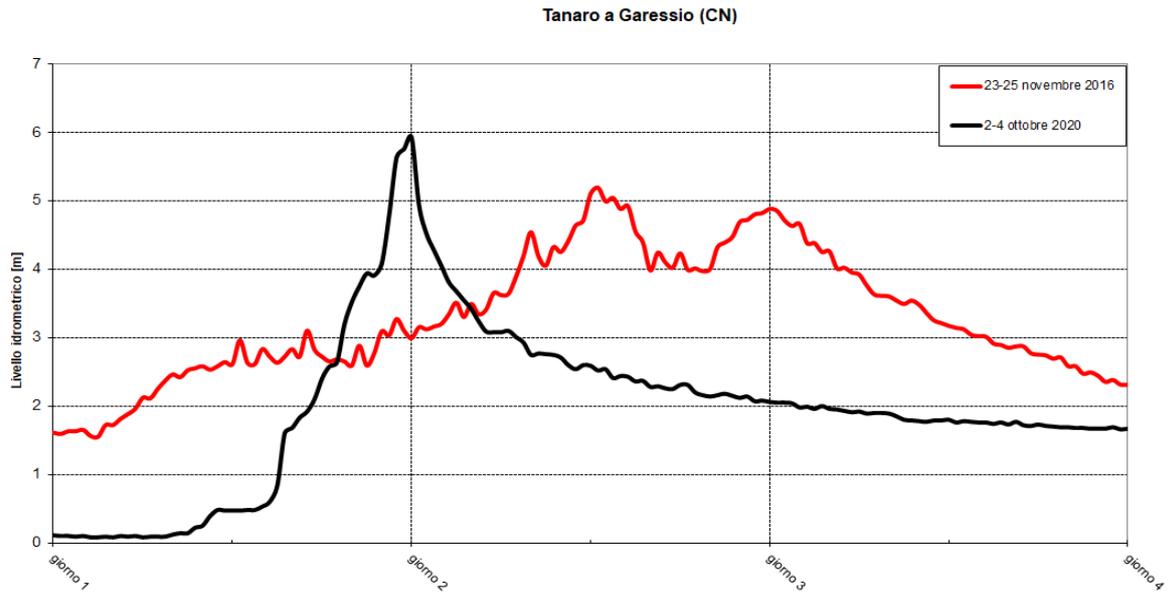


Figura 33 - Confronto tra gli idrogrammi del Tanaro a Gressio (CN) registrati durante gli eventi considerati.

Anche in questo caso è molto evidente la repentinità con cui si è sviluppata l'onda di piena nell'ultimo evento ed anche qui si rimarca la differenza in termini di durata e volumi in gioco.

ATTIVITA' DEL CENTRO FUNZIONALE

Sulla base delle previsioni meteorologiche e delle valutazioni degli effetti al suolo, il Centro Funzionale ha operato coerentemente con le procedure previste dal disciplinare del Sistema di Allertamento adottato dalla Regione Piemonte con D.G.R. pubblicata sul BUR n. 33 del 16 agosto 2018 (nel seguito "disciplinare").

Previsione e allertamento

Il peggioramento delle condizioni meteorologiche e la previsione di effetti al suolo diffusi per il 2 e 3 ottobre sono stati segnalati già nel bollettino emesso dal Centro Funzionale di Arpa Piemonte giovedì 1° ottobre con uno scenario atteso di allagamenti, attivazione fenomeni di versante ed innalzamento dei corsi d'acqua con esondazioni. Tale previsione è stata confermata il 2 ottobre con l'emissione di uno scenario di allerta ARANCIONE su gran parte della Regione (Figura 34).

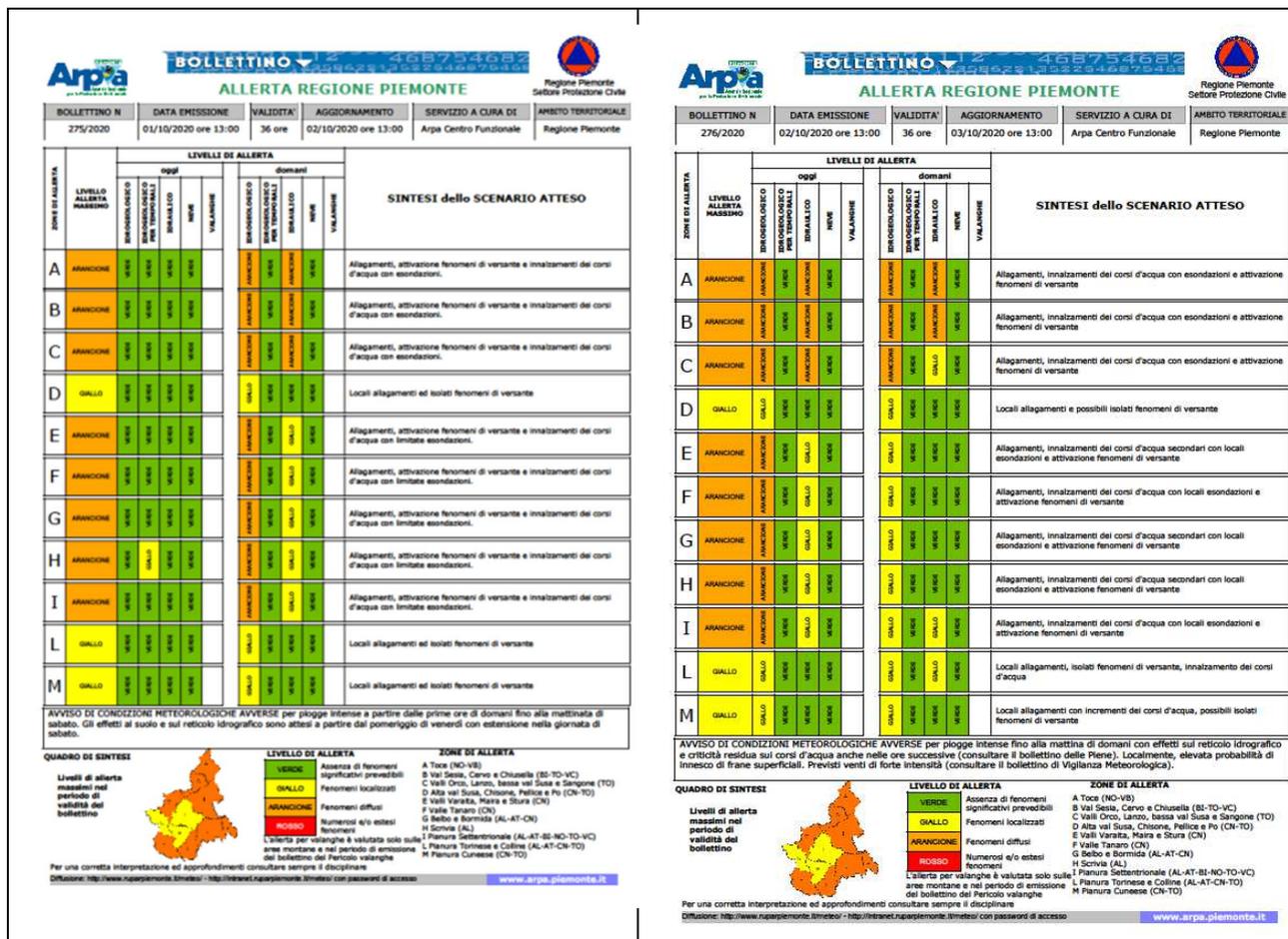


Figura 34 - Bollettini di allerta emessi 1 e 2 ottobre 2020.

Anche il bollettino delle piene emesso il giorno 2 evidenziava le criticità attese sul settore settentrionale della regione e la successiva valutazione effettuata nel corso della serata - a seguito dell'evoluzione del fenomeno e all'assimilazione delle precipitazioni osservate nei modelli idrologici - forniva un quadro di peggioramento segnalando anche le problematiche sul settore meridionale della regione (Figura 35).

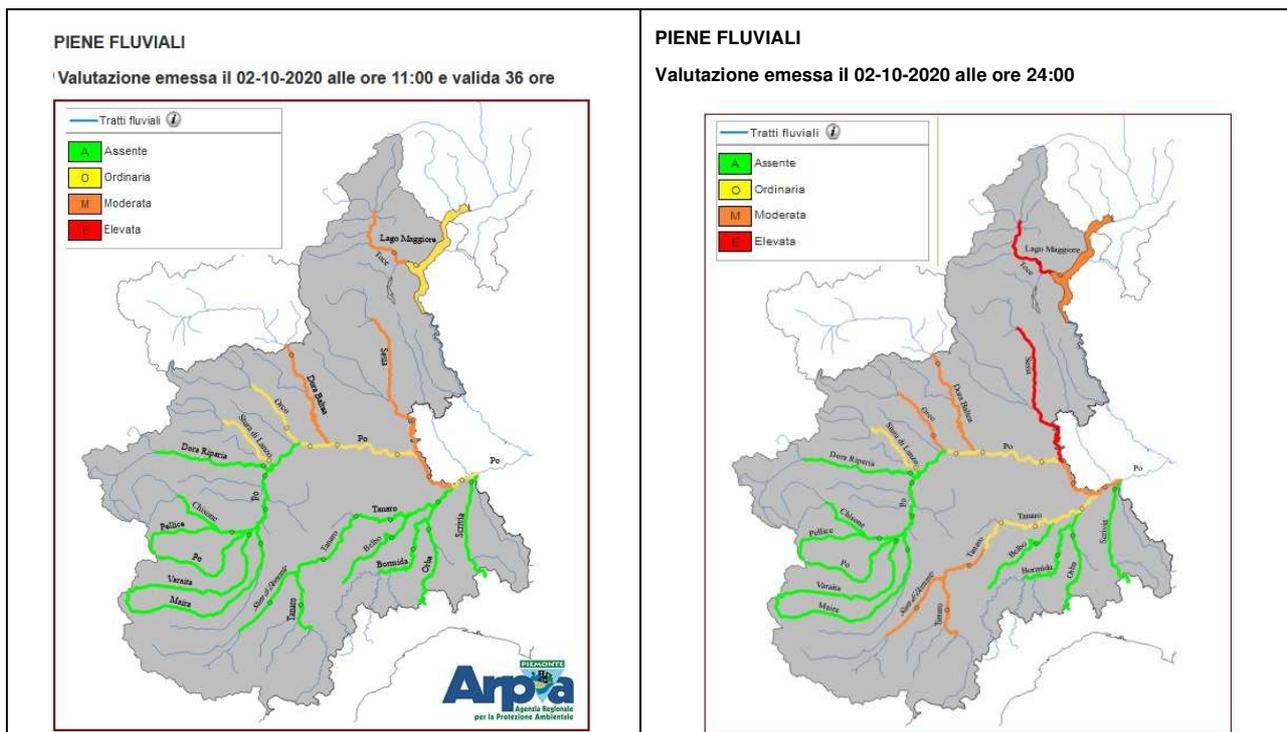


Figura 35 - Bollettini di previsione delle piene emessi il 2 ottobre 2020 alle ore 13 a sinistra e l'aggiornamento delle ore 24 a destra.

Monitoraggio

La Fase di Monitoraggio si attua successivamente alla precedente Fase Previsionale. Essa permette di seguire l'evoluzione dell'evento ed è caratterizzata dall'attivazione del Sistema Regionale di protezione civile. Tutti i prodotti del sistema d'allertamento sono pubblicati su Sistema Piemonte www.sistema.piemonte.it, nella sezione "Servizio di previsione e monitoraggio dei rischi naturali". Il Centro Funzionale di Arpa Piemonte ha intensificato il monitoraggio estendendo l'operatività h 24 a partire da venerdì 2 e fino alla sera di sabato 3 ottobre.

L'andamento temporale dei livelli idrometrici e delle intensità di pioggia registrate dalla rete meteoroidrografica regionale, sono state riportate nelle tabelle di aggiornamento e pubblicate attraverso tutti i canali previsti. Le tabelle contengono sia i superamenti delle soglie pluviometriche, sia i superamenti di soglie idrometriche, come definite nel disciplinare.

Per tutta la durata dell'evento le stazioni di misura meteorologica, gli idrometri della rete regionale, i radar meteorologici e i sistemi di acquisizione dei dati hanno funzionato regolarmente e non si sono riscontrate criticità nell'aggiornamento dei dati. Con il passaggio della piena non si sono avuti danni alle stazioni idrometriche automatiche (oltre 120) che hanno continuato a misurare correttamente con un'unica eccezione a Villadossola sul T. Ovesca.

Attraverso processi automatici, i superamenti delle soglie pluvio-idrometriche sono stati inoltre notificati tramite sms o posta elettronica ai Comuni ed agli enti territoriali in base al proprio territorio di competenza. La segnalazione include l'identificativo dello strumento per il quale si è rilevato il superamento. Per i territori associati agli strumenti (idrometri e pluviometri) individuati come

rappresentativi, il disciplinare stabilisce che la notifica del superamento di soglia sia finalizzata ad avviare azioni locali di sorveglianza ed eventualmente aggiornare la Fase Operativa della propria pianificazione di protezione civile.

Complessivamente sono stati emessi 9.083 avvisi automatici per segnalare il superamento dei livelli di guardia e /o di pericolo di idrometri e 17.735 avvisi per segnalare il superamento di soglie pluviometriche.

Comunicazione pubblica

La comunicazione al pubblico costituisce un elemento fondamentale del sistema regionale di allertamento infatti fornire informazioni ai cittadini circa la previsione, l'entità o la natura di eventi rischiosi per la pubblica incolumità, significa esercitare una concreta funzione operativa di prevenzione e di protezione. Lo scopo della comunicazione al pubblico non è solo quella di consentire l'adozione di comportamenti di autoprotezione adeguati, ma anche quella di aumentare nei cittadini la consapevolezza del pericolo legato ai fenomeni meteo idrologici, idraulici e renderli protagonisti e responsabili della propria situazione di rischio.

Il Disciplinare prevede che il Centro Funzionale veicoli le informazioni relative all'allerta e a al monitoraggio anche attraverso i "social media", indicati sui rispettivi siti web. Nelle comunicazioni di allertamento sui "social", con allerta arancione e rossa ed in Fase Operativa di preallarme e allarme, viene utilizzato l'"hashtag" #allertameteoPIE.

Gli aggiornamenti sono stati cadenzati in funzione del livello di allerta, come previsto dal Disciplinare e sono stati emessi i Bollettini di Aggiornamento che sono anche stati diffusi tramite la sezione notizie del sito dell'Agenzia attraverso 8 notizie così cadenzate:

1 ottobre ore 13

[Allerta arancione per precipitazioni intense venerdì e sabato](#)

2 ottobre ore 13

[Confermata allerta arancione per rischio idrogeologico](#)

2 ottobre ore 21

[Confermata allerta arancione per rischio idrogeologico. Aggiornamento delle ore 21](#)

2 ottobre ore 24

[Allerta arancione. Aggiornamento delle ore 00.00 del bollettino di previsione delle piene](#)

3 ottobre ore 8

[Allerta arancione per rischio idrogeologico. Aggiornamento delle ore 8](#)

3 ottobre ore 10

[Allerta arancione. Aggiornamento delle ore 10.00 del bollettino di previsione delle piene](#)

3 ottobre ore 13

[Permane allerta arancione per transito di piene sui corsi d'acqua](#)

3 ottobre ore 20

[Permane allerta arancione per transito di piene sui corsi d'acqua. Aggiornamento delle ore 20](#)

Inoltre, in corso d'evento, sono state intensificate anche le attività di divulgazione al pubblico attraverso l'utilizzo del canale Twitter dell'Agenzia. Dalla mattina del 2 ottobre alla sera del 3 sono stati pubblicati 34 tweet relativi all'evento con hastag #allertameteoPIE.



Figura 36 - esempio di tweet emesso.

EFFETTI AL SUOLO

Attività di rilevamento

A partire dai giorni immediatamente successivi l'evento sono stati organizzati da parte di Arpa Piemonte i sopralluoghi conoscitivi finalizzati alla definizione del quadro degli effetti al suolo. Come di consueto i rilievi sono stati coordinati con i Settori Tecnici Cuneo, Biella e Vercelli, il Settore geologico e il Settore Difesa del Suolo di Regione Piemonte e con i tecnici provinciali, che si occupano delle attività di propria competenza, legate al censimento dei danni e alle verifiche finalizzate alle successive azioni di pianificazione.

Oltre ai rilievi di terreno, nelle giornate del 7 e 8 ottobre, grazie ai mezzi messi a disposizione dal settore Regionale di Protezione Civile AIB, sono stati organizzati due sorvoli in elicottero sulle aree maggiormente interessate dall'evento. Nella prima giornata sono state coperte le aree della Val Vermenagna, la Val Gesso, le testate delle valli Corsaglia e Casotto nel Monregalese e il tratto di Tanaro da Viozene a Bastia Mondovì), mentre nella seconda giornata è stato sorvolato il F. Sesia dalla confluenza con il Cervo fino a Vocca, la Val Mastallone, la Val Strona e la Val Toce tra Domodossola e Omegna e la sponda destra del Lago d'Orta (Figura 37).

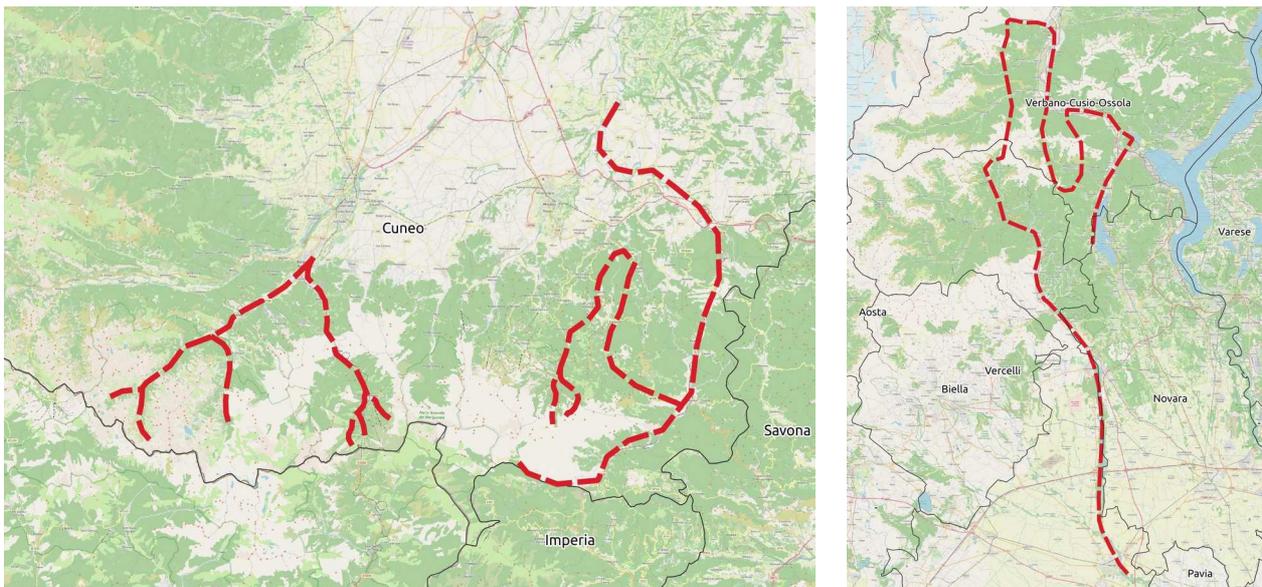


Figura 37 - Piano di volo delle aree interessate dai sorvoli in elicottero, valli del cuneese (a sinistra); zona nord Piemonte (a destra). Base topografica OpenStreetMap.

I primi rilievi di terreno e i sorvoli aerei hanno permesso di stilare un quadro preliminare degli effetti al suolo e non hanno il fine di avere un quadro esaustivo di tutti i processi occorsi. Nei mesi seguenti proseguiranno i sopralluoghi di approfondimento e le attività di fotointerpretazione, con l'obiettivo di coprire le zone non ancora rilevate e di produrre una base dati condivisa e strutturata dei danni e degli effetti al suolo e una cartografia di dettaglio sui corsi d'acqua principali.

In generale, sulla base dei primi riscontri, si può ipotizzare che le precipitazioni del 2-3 ottobre 2020, di eccezionale intensità ma perdurate per un periodo tutto sommato breve, abbiano comportato lungo i corsi d'acqua processi con un'energia pari o in alcuni casi anche superiore agli eventi precedenti (1993, 1994, 2000 e 2016), mentre per quanto riguarda le frane, i rapidi ruscellamenti e

deflussi superficiali sui versanti non abbiano consentito l'innesco di fenomeni più profondi. I dati strumentali della rete di monitoraggio confermano che, ad oltre una settimana dall'evento non ci sono evidenze di incremento degli spostamenti.

L'elevata intensità delle precipitazioni nelle parti alte dei bacini ha comportato un'importante attività torrentizia, in particolare sulle zone delle alte valli Vermenagna e Tanaro e della Val Sesia, che ha trascinato negli alvei l'ingente quantità di materiale ligneo che ha caratterizzato il deflusso in tutte le aste.

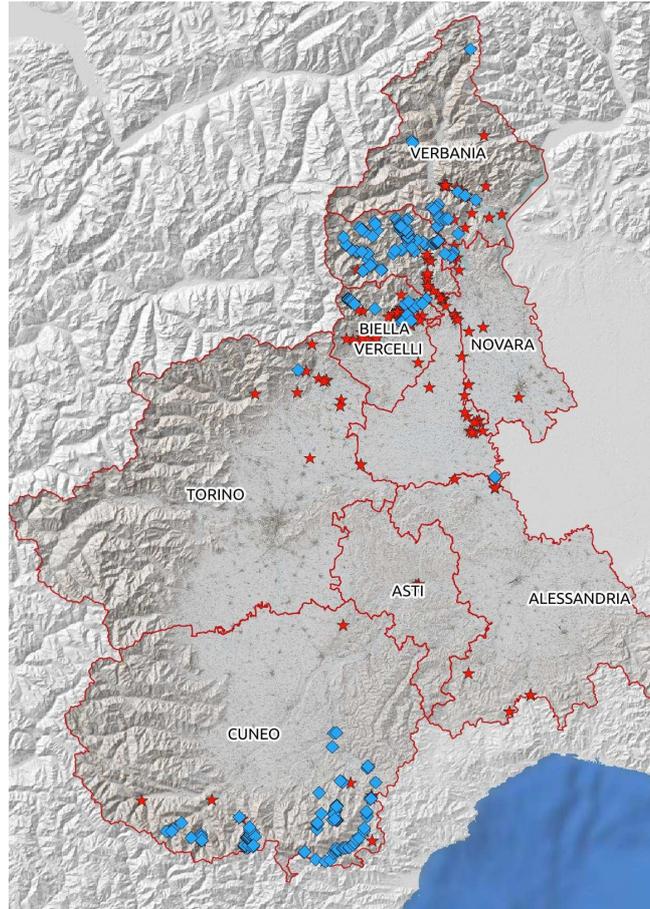


Figura 38 - Quadro preliminare delle segnalazioni raccolte (stelle rosse) e dei sopralluoghi speditivi effettuati (rombi azzurri).

STIME DA TELERILEVAMENTO DELLE ZONE ALLUVIONATE

Il 4 ottobre 2020 il Dipartimento Nazionale di protezione Civile ha attivato i servizi di mappatura satellitare nell'ambito del programma Copernicus Emergency Management Service (EMS) sul Piemonte. Sono state attivate le funzioni di determinazione delle zone interessate dall'evento (*first estimate product*), delle aree di invasione dalle acque (*delineation*) e dei danni indotti (*grading*) su sei differenti aree della regione: Sesia, Ormea, Limone Piemonte, Romagnano Sesia, Vercelli e Farigliano.

Le immagini coprono un arco temporale che va dal 3 ottobre al 9 ottobre e provengono da differenti fonti:

- Sentinel 2A/B per le bande del visibile;
- da immagini del 6 ottobre fonte RADARSAT per la banda radar;
- da immagini ad alta risoluzione Pléiades-1B.

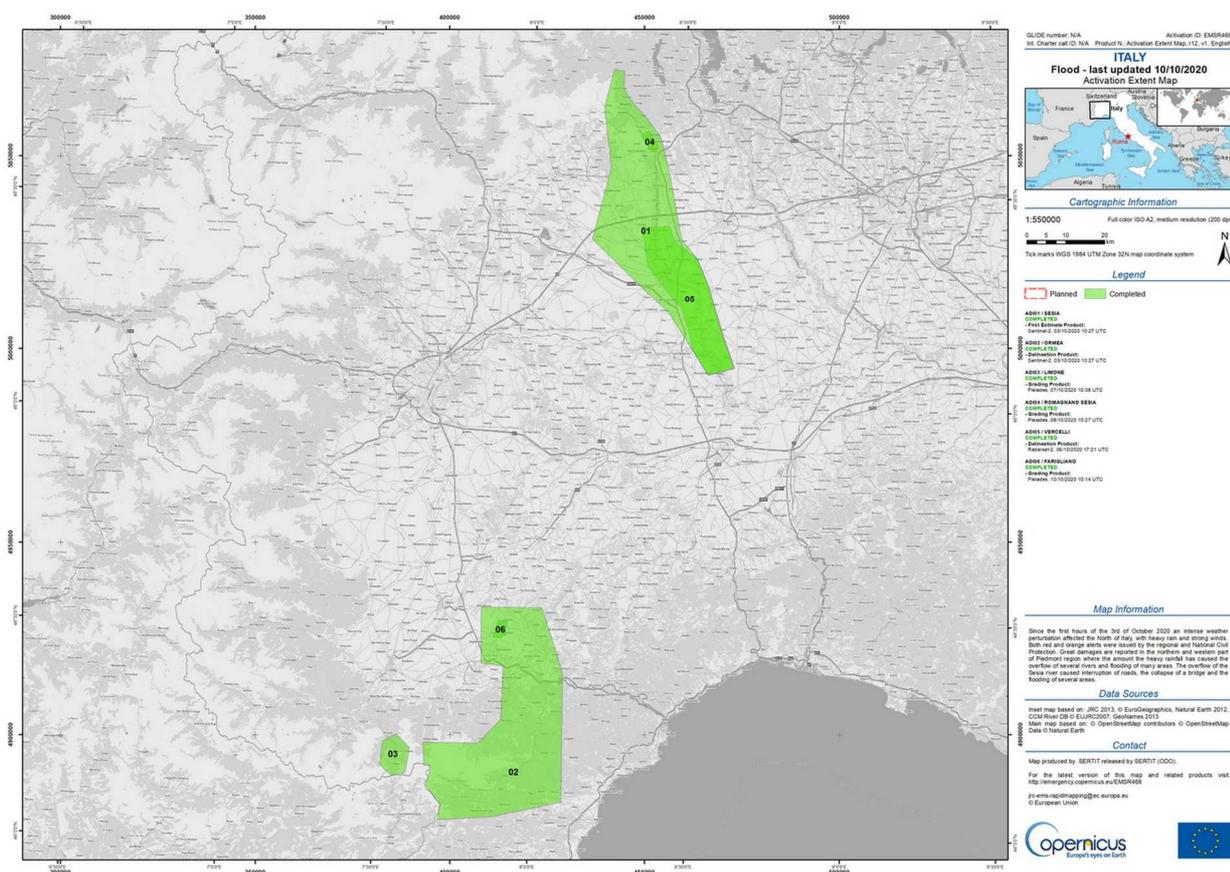


Figura 39 - Mappa delle aree di attivazione del servizio Copernicus EMS (r12-v01-2020-10-10).

Le seguenti immagini mostrano in dettaglio le informazioni raccolte a pochi giorni dall'evento.

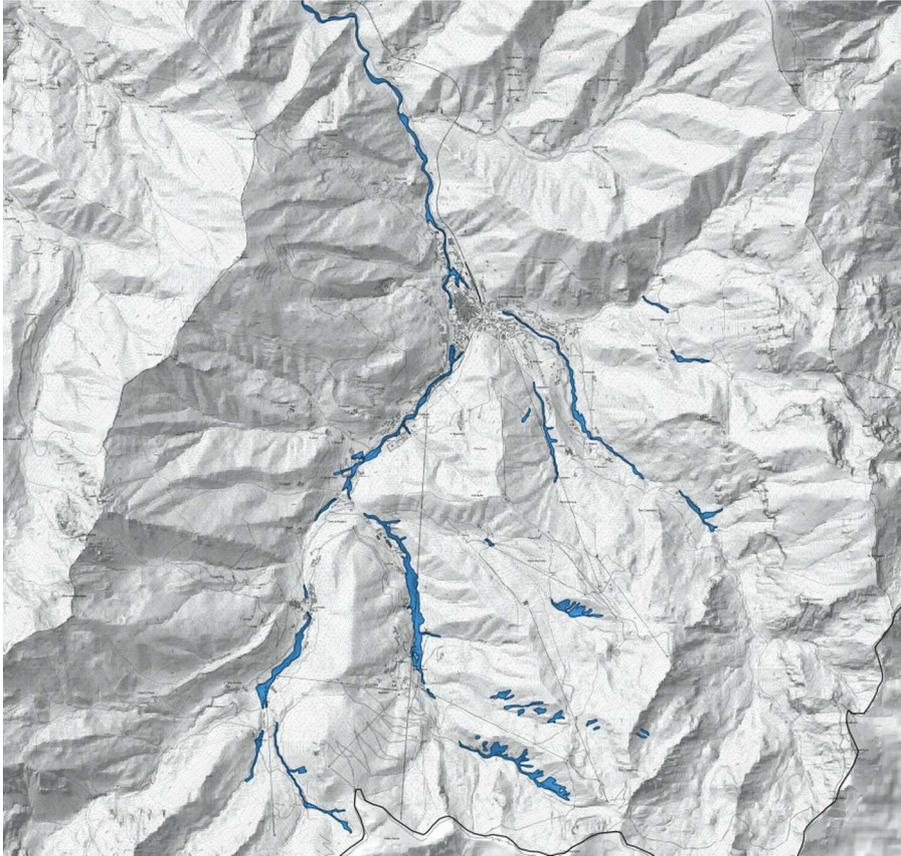


Figura 40 - *Grading* di Limone Piemonte (CN) fonte dati immagine Pleiades 1B del 07/10/2020.

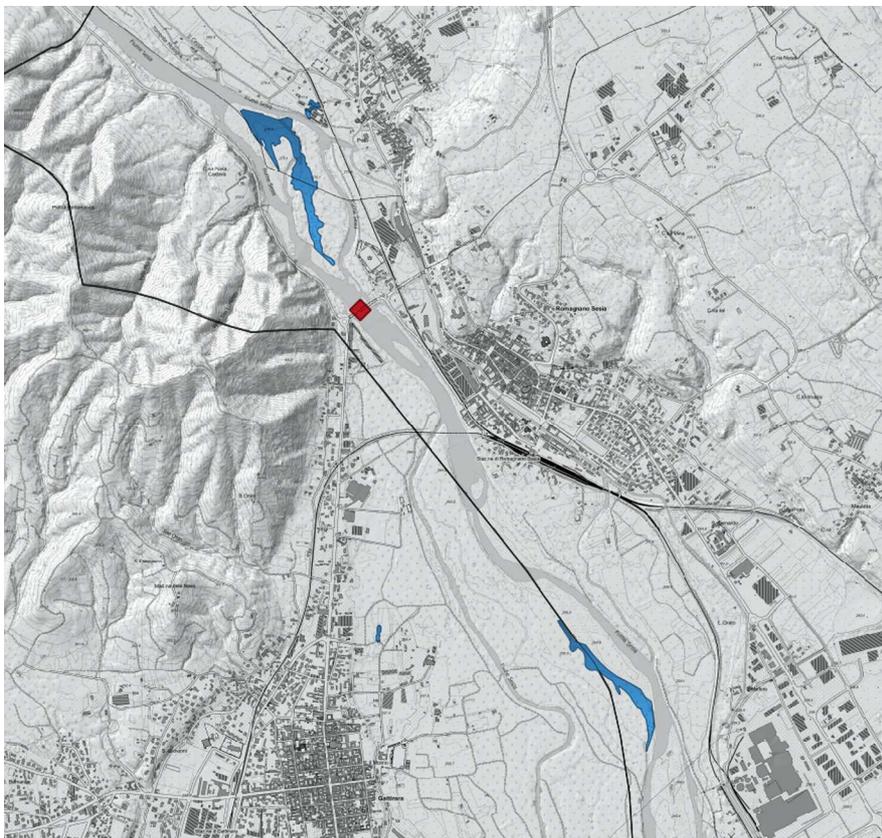


Figura 41 - *Grading* di Romagnano Sesia (NO) fonte dati immagine Pleiades 1B del 08/10/2020.
In rosso il ponte sulla provinciale 142 seriamente danneggiato. Non sono visibili le aree realmente allagate.

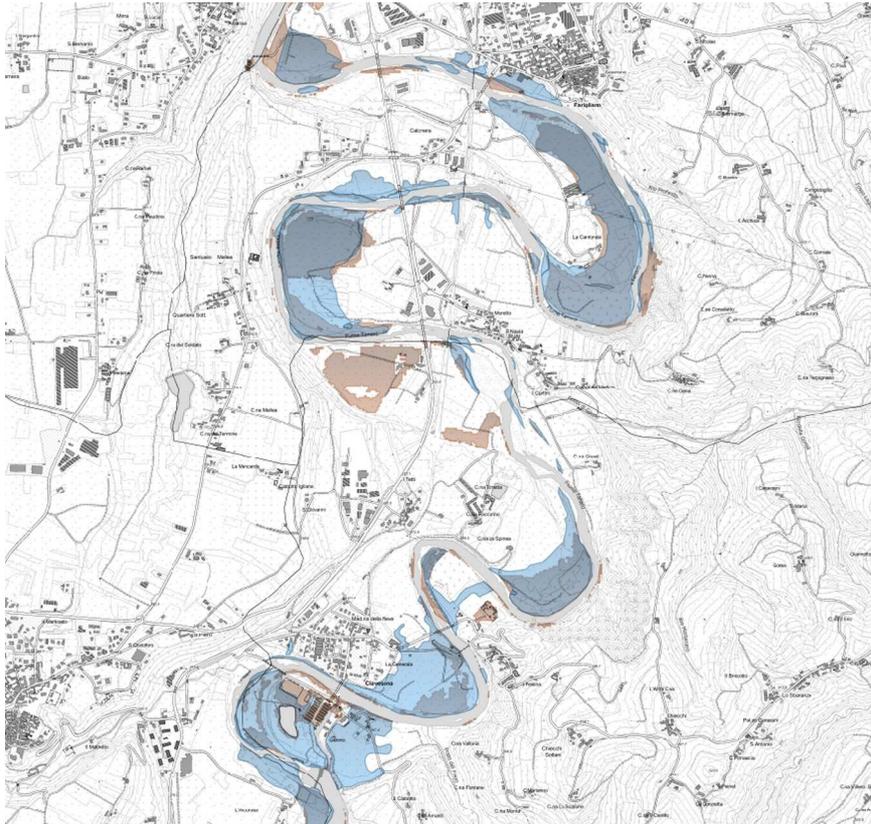


Figura 42 - Confronto tra *delineation* e *grading* nella zona tra Clavesana (CN) e Farigliano (CN) sul corso del Fiume Tanaro. Dati di *delineation* (arancio) del 06/10/2020 e *grading* (azzurro) del 10/10/2020.

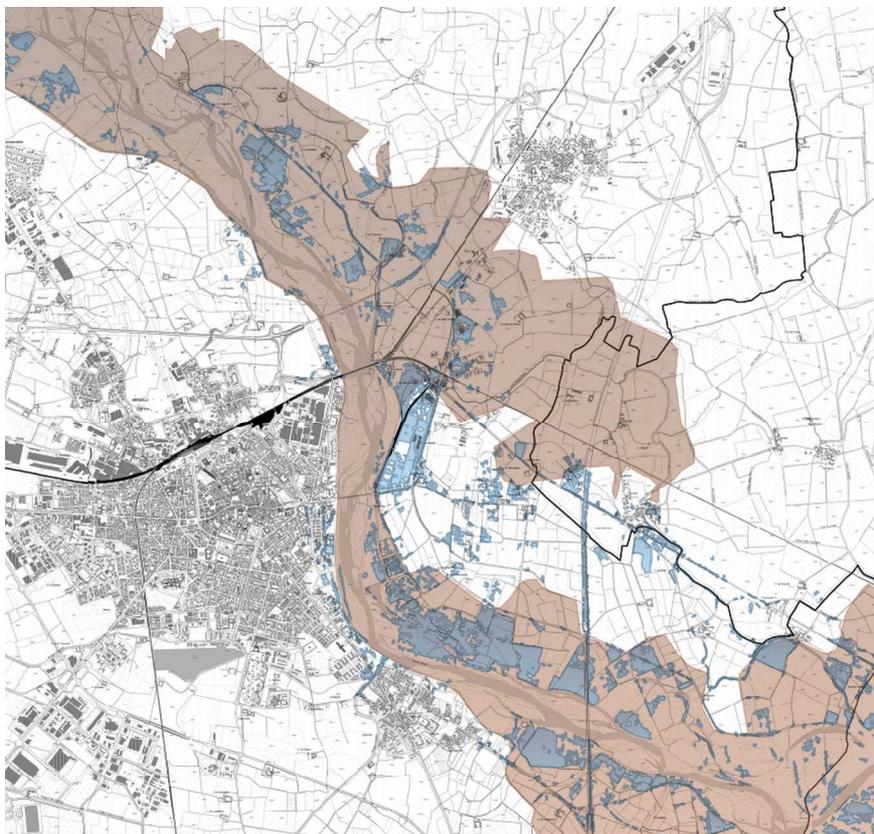


Figura 43 - Confronto tra la stima preliminare delle aree allagate (*first estimate product*) e *delineation* nella zona tra Vercelli (VC) e Borgo Vercelli (VC) sul corso del Fiume Sesia. Dati di *first estimate product* (arancio) del 03/10/2020 alle 10:27 UTC e *delineation* (azzurro) del 06/10/2020.

Parallelamente alle attività di Copernicus EMS, Arpa Piemonte ha predisposto un'elaborazione dei dati ottenuta dalla fusione di acquisizioni Radar relative a due momenti diversi: una prima acquisizione di archivio, precedente all'evento alluvionale, ed una seconda acquisizione sin-evento, detta di crisi e datata 3 ottobre. Il prodotto finale è un'immagine composita a colori in cui il nero indica corpi idrici permanenti, il rosso a ridosso delle aste fluviali individua le aree sommerse dall'acqua durante l'evento alluvionale, mentre le tonalità di grigio interessano le porzioni di territorio sostanzialmente immutate tra le due acquisizioni e i toni di ciano particolari condizioni di copertura del suolo non correlate all'evento.

È interessante notare che l'immagine di crisi è stata acquisita durante l'evento quando la copertura nuvolosa non avrebbe consentito riprese nelle bande del visibile. Sono infatti visibili zone allagate a sud di Ivrea (TO) sul corso della Dora Baltea non comprese nelle zone attivate da PCN.

L'immagine è disponibile in consultazione sul Geoportale di Arpa Piemonte.

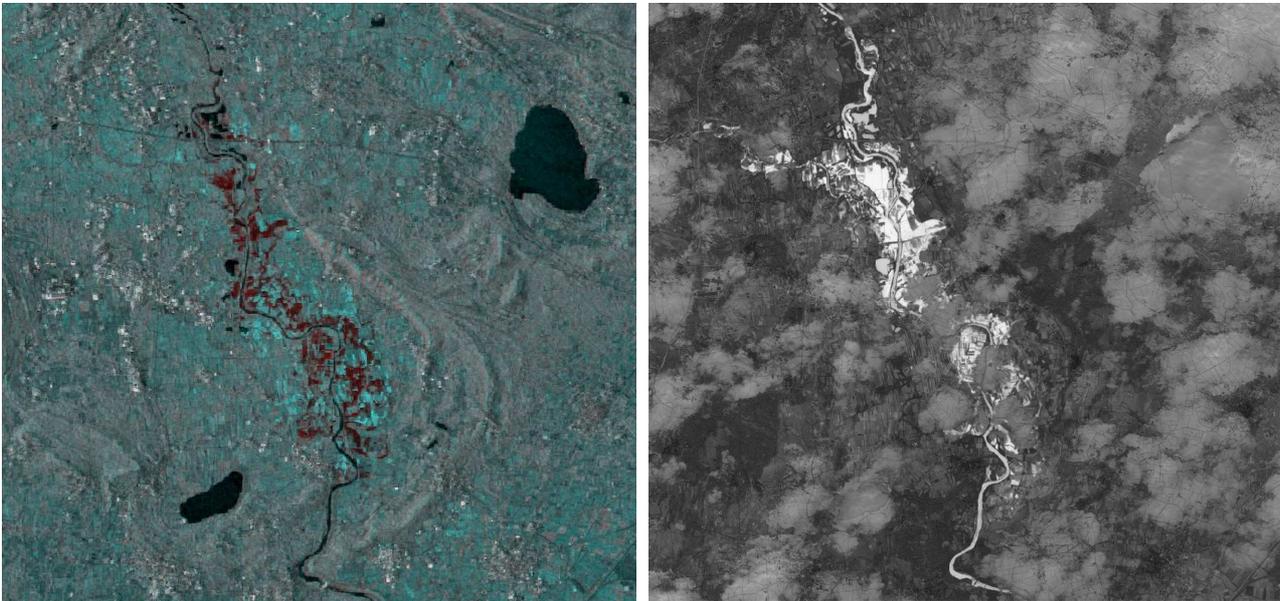


Figura 44 - Elaborazione dati Arpa Piemonte in rosso le aree sommerse dall'acqua (a sinistra); Indice NDWI da dati Sentinel 2. Elaborazione CSI Piemonte 03/10/2020 (a destra).

CSI Piemonte nell'ambito delle attività di relative al Progetto Telerilevamento Piemonte ha determinato l'indice NDWI (*Normalized Difference Water Index*) basato sulle misure di riflettanza acquisite nelle regioni spettrali del verde e del primo infrarosso medio, utile per la caratterizzazione del contenuto idrico delle superfici.

BACINO DEL TOCE

Nel bacino del Toce nei giorni tra il 2 e il 4 ottobre sono state registrate piogge intense, con valori di precipitazione media sull'intero bacino che hanno superato i 368 mm totali.

La zona maggiormente interessata è quella tra Mergozzo e Ornavasso, dove si sono avuti i valori maggiori (il pluviometro di Mergozzo ha registrato 592mm in 24 ore), mentre nell'alta valle le precipitazioni sono state più contenute.

Le zone comprese tra Mergozzo e Ornavasso sono quelle dove sono stati registrati gli effetti più significativi, che in alcuni casi risultano comparabili a quelli dell'Ottobre 2000, con diffusi allagamenti legati all'esondazione del Toce e all'innalzamento del livello idrometrico del Lago di Mergozzo.

Colpite più a monte anche le zone di Pieve Vergonte, Vogogna e Premosello Chiovenda.

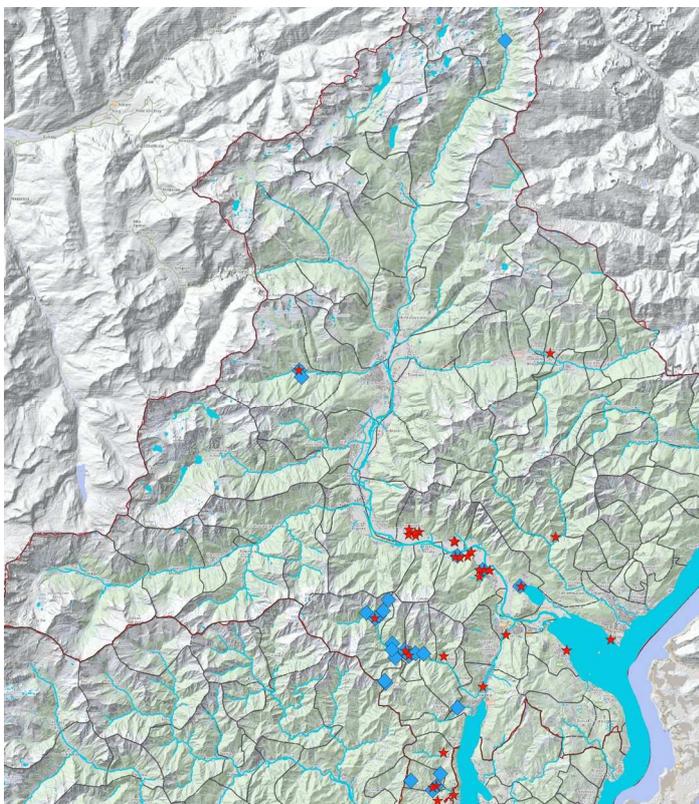


Figura 45 - Quadro dei processi rilevati (in blu) e delle segnalazioni raccolte (in rosso) sul bacino del Toce.

Il carattere particolarmente impulsivo, con precipitazioni molto intense ma relativamente limitate nel tempo, ha fatto sì che il Lago Maggiore sia riuscito ad assorbire le portate eccezionali del Toce, facendo sì che non si registrassero effetti a valle del lago. Anche dal punto di vista dei processi di versante le aree più colpite risultano della Val Strona e del Cusio, dove sono stati registrati dissesti che hanno interessato diffusamente la viabilità, mentre nella zona di alta valle le uniche frane rilevanti sono legate a situazioni di instabilità pregressa.

Toce da Pallanzeno a Ornavasso

Il fiume Toce nel tratto considerato ha occupato gran parte della pianura intravalliva causando allagamenti agli abitati di Pallanzeno, Vogogna, Premosello e Chiovenda, l'acqua del fiume attraverso i sottopassi delle arterie stradali principali ha invaso strade comunali e edifici.

Toce da Ornavasso a Gravellona Toce

In comune di Ornavasso durante la notte di sabato 3 la frazione Migliandone è stata interessata dall'esondazione del Toce, che ha provocato un allagamento diffuso la cui estensione areale appare confrontabile con quella dell'evento 2000. La frazione è stata raggiunta dalle acque di esondazione del Toce, fluite attraverso i varchi sia del rilevato della superstrada SS33 che degli argini (Figura 46). I livelli idrometrici, rilevati dai segni lasciati sul piano campagna e che raggiungono valori di 1,8 m, indicano che anche il battente può essere comparabile con quello dell'evento dell'ottobre 2000, se non addirittura superiore in alcuni punti dell'abitato, per il notevole contributo dato dai rii minori e dalle acque di corrivazione del versante subito a tergo della frazione (Figura 47).

Per alcune abitazioni private si è resa necessaria l'evacuazione; notevoli danni sono stati riportati sia dalle abitazioni che dagli edifici scolastici.

In misura minore sono state allagate anche la frazione Tegliia, rimasta isolata per le condizioni della viabilità, e frazione Gabbio, in cui sono state interessate in maniera più lieve alcune abitazioni prospicienti la strada.



Figura 46 - Frazione Migliandone (a sinistra) fraz. Tegliia (a destra). Foto La Stampa, 5/10/2020.



Figura 47 - Ornavasso, fraz. Migliandone. Presso la Società operaia il livello idrometrico ha superato la misura di 1,50m (a sinistra); Il rilevato della SS33 che si frappone tra il Toce e l'abitato e i terreni ricoperti di depositi sabbiosi. Visibile uno dei varchi attraverso i quali le acque esondate in sponda destra hanno invaso i terreni circostanti (a destra).

In Ornavasso concentrico l'entità degli allagamenti appare inferiore a quella dell'ottobre 2000 (Figura 48), almeno in termini di estensione. Nella zona a nord dell'abitato, le acque hanno occupato i prati oltrepassando la sede stradale di Via Vittorio Veneto, spingendosi verso i rilievi.

Nell'abitato di Ornavasso le vie Pietro Iorio, Navette Menconi, oltre alla parte bassa di via delle Gasse sono risultate impraticabili a causa del livello acqua. Il livello in corrispondenza della passerella sul Toce è stato paragonabile ai battenti registrati nel corso dell'evento 2000, mentre a sud di quest'area, la zona industriale, interessata dall'evento 2000, non è stata coinvolta dagli allagamenti, grazie forse al contenimento della piena da parte degli argini che hanno impedito ulteriori esondazioni.

La strada che porta al santuario del Boden è rimasta interrotta per caduta piante, pali telefonici e smottamenti.

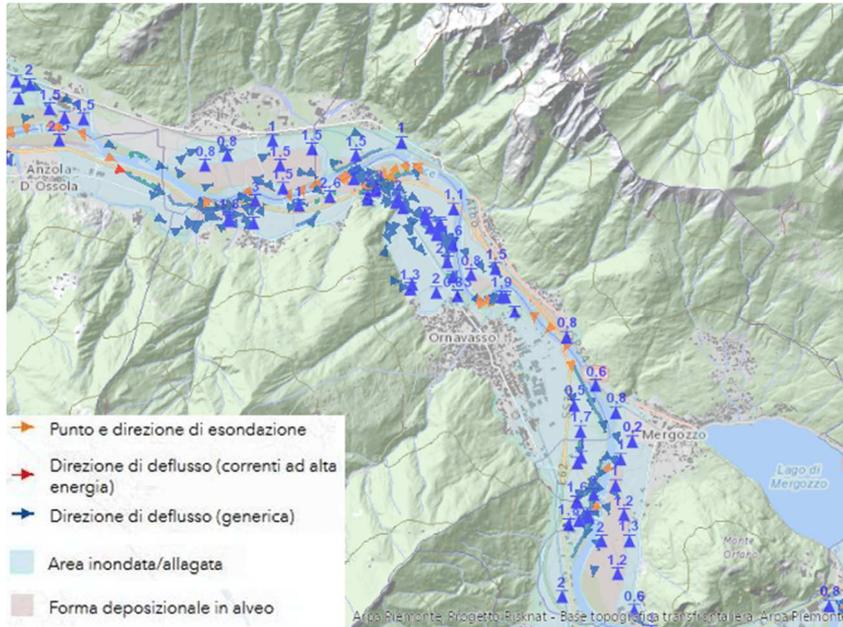


Figura 48 - Geoportale Arpa Piemonte - Sintesi Alluvione 2000 per il comune di Ornavasso. Oltre alle aree allagate sono visibili le altezze del battente e la direzione dell'acqua.

A causa degli allagamenti la superstrada dell'Ossola è stata interrotta in direzione Nord all'altezza dello svincolo di Ornavasso e la provinciale di Migiandone è stata chiusa, isolando la parte alta dell'Ossola. Nel comune di Mergozzo l'esondazione del Lago ha interessato la piazza del paese, sommergendo il primo piano di diversi edifici e causando danni ad abitazioni ed esercizi commerciali. Numerose strade di comunicazione con i centri abitati circostanti sono state allagate.

Valle Strona

Anche il torrente Strona di Omegna e il rio Fiumetta di Omegna hanno fatto registrare fenomeni significativi: a Omegna il torrente Strona in piena ha minacciato un'abitazione che è stata evacuata e ha provocato la distruzione di un laboratorio artigianale.

In via IV Novembre, in sponda sinistra, di fronte allo spaccio della Lagostina, l'erosione al piede del muraglione di sostegno del posteggio, ha provocato il cedimento della scarpata e conseguentemente della sede del parcheggio stesso (Figura 49).

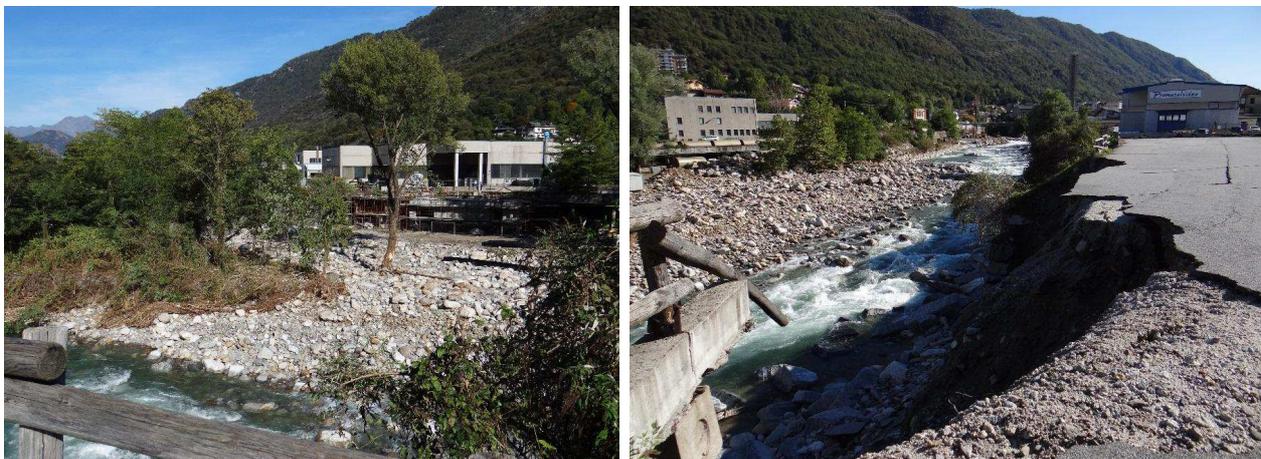


Figura 49 - Omegna, sponda destra erosa di fronte allo spaccio Lagostina (a sinistra), sponda sinistra erosa e cedimento della sede del parcheggio di fronte allo spaccio Lagostina (a destra).

Poco più a valle, in Comune di Casale Corte Cerro, uno dei ponti della SP229 sullo Strona di Omegna è inagibile a causa dell'erosione del fondo che ha provocato la sottoescavazione di un pilone in alveo.

La strada comunale che da Omegna porta in frazione Ponte Bria è crollata in due punti. Gravellona Toce è stata colpita dallo straripamento sia dello Strona che del torrente Stronetta. La zona industriale e la zona del Piano Grande sono state interessate da allagamenti, con deposito di materiale sabbioso (Figura 50). Le acque hanno lambito e talvolta invaso la sede stradale della SS33. Anche in quest'area la dinamica dell'evento ricalca quella dell'evento 2000.



Figura 50 - Gravellona Toce, abbondanti depositi sabbiosi nella zona industriale, a ridosso della SS33.

A Omegna tre famiglie sono state evacuate dalle abitazioni di Bagnella, a causa della preoccupazione destata dal livello del rio Fiumetta.

Per quanto riguarda i processi di versante, nella media e alta Val Toce sono stati segnalati diversi crolli di porzioni lapidee di limitate dimensioni che hanno interessato le strade provinciali e locali, che pur creando diversi disagi alla viabilità, non risultano particolarmente significativi dal punto di vista geologico.

I fenomeni di maggiore importanza sono quelli registrati nel comune di Formazza in loc. Valdo e sulla strada provinciale per loc. San Lorenzo in comune di Bognanco. Nel primo caso si tratta di una riattivazione del vecchio accumulo del crollo avvenuto nell'aprile del 2009: in occasione del collasso e della propagazione verso valle di un'ingente porzione di parete rocciosa sovrastante il Rio Rich, alcuni blocchi pluridecametrici raggiunsero la parte medio-distale del conoide sottostante, arrestandosi in prossimità della zona urbanizzata, con distanze dai fabbricati civili dell'ordine di alcune decine di metri (vedi scheda SIFRAP 103-50253-00¹).

Le piogge del 2-3 ottobre hanno rimobilizzato il materiale di accumulo a grossi blocchi, innescando un fenomeno di colata detritica che ha interessato le abitazioni poste nella zona distale del conoide del Rio Rich (Figura 51 e Figura 52).

¹ http://webgis.arpa.piemonte.it/Web22/sifrap/ii_livelli/103-50253-00.pdf



Figura 51 - Formazza loc. Valdo. Le piogge intense hanno rimobilizzato parte del vecchio accumulo di frana, con trasporto di materiale a grossi blocchi.



Figura 52 - Formazza loc. Valdo. La colata detritica ha interessato alcune abitazioni.

Lungo a strada della valle Bognanco un crollo ha invaso la strada in corrispondenza di un tornante poco prima di frazione Camisanca nel tratto che dalle fonti porta a San Lorenzo. Intorno alle 16 diverse centinaia di metri cubi di materiale lapideo si sono staccati dalla parete che già da tempo era monitorata dall'amministrazione comunale, interrompendo la viabilità. Il soccorso alpino, i carabinieri e della polizia provinciale sono intervenuti per escludere la presenza di persone sotto la frana.



Figura 53 - Bognanco, SP per loc. San Lorenzo. Un crollo ha interrotto la viabilità.

Cusio

La zona del Cusio è stata interessata da frane diffuse, per lo più superficiali che hanno provocato, numerose interruzioni della viabilità secondaria. Effetti rilevanti si sono verificati in Valle Strona, principalmente i comuni dell'alta valle, dove hanno prevalso i processi di versante che hanno interessato le vie di comunicazione, andando ad isolare alcune località (Massiola) e alcune proprietà private. Nella parte bassa della valle Strona hanno prevalso le dinamiche fluviali/torrentizie, con tracimazioni ed erosioni spondali che hanno provocato danni alla viabilità nei comuni di Omegna e Casale Corte Cerro.

A Omegna, alcuni processi erosivi del T. Strona sviluppatisi, hanno interessato le strutture portanti di alcuni edifici artigianali e il pilone della tangenziale di Omegna; sempre per gli stessi processi si segnalano danni ai sottoservizi della città (Figura 54).

Nei comuni di Arola, Cesara e Quarna si sono sviluppati locali fenomeni franosi superficiali che hanno interessato alcune strade provinciali e comunali. Da segnalare anche la frana che ha interrotto la strada provinciale 46 nei pressi del ponte del T. Pellino nel comune di Pella.



Figura 54 - Omegna, alcuni processi erosivi del T. Strona hanno interessato le strutture portanti di alcuni edifici artigianali (a sinistra) e il pilone della tangenziale (a destra)

BACINO DEL SESIA

Piene del reticolo idrografico principale (Sesia) e valli laterali

L'evento di piena per il fiume Sesia ha rivestito carattere eccezionale, si è trattato di un evento estremo con ricorrenza più che duecentennale che ha coinvolto soprattutto la parte mediana e terminale del bacino.

Nella porzione montana i processi conseguenti alle violente piogge cadute nella notte tra venerdì e sabato si sono manifestati sui torrenti tributari sottoforma di trasporto iper-concentrato ovvero eventi di piena con elevato trasporto di fondo e di colate detritiche lungo tutto il reticolato minore.

La densità dei fenomeni è stata particolarmente intensa nel tratto di media-bassa valle del Sesia, effetti parossitici si sono avuti sui torrenti Mastallone, Nono e Croso di Morca. Fenomeni ancora importanti ma a densità minore nel tratto della alta val Sesia e nei tributari Egua, Sermenza, Vogna e Sorba (Figura 55).

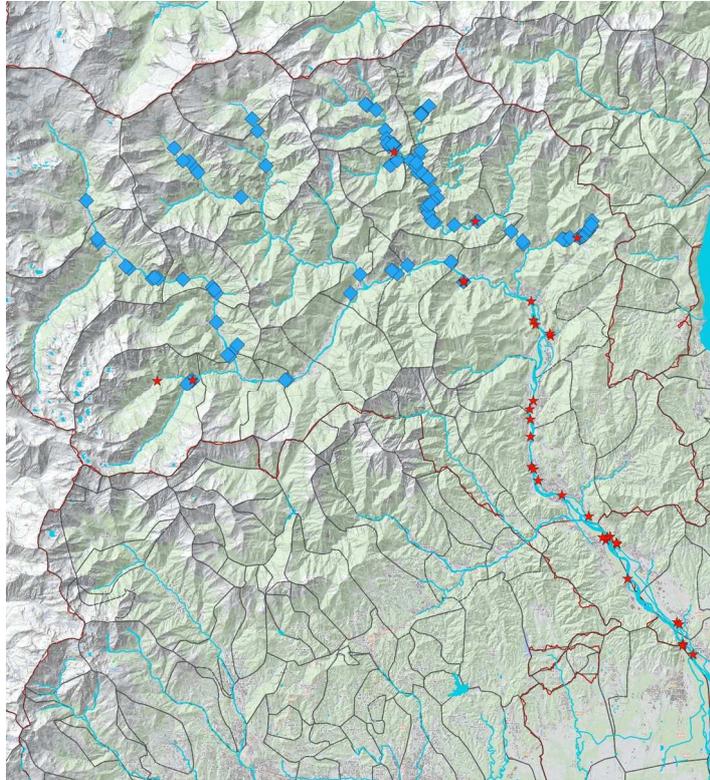


Figura 55 - Quadro dei processi rilevati (in blu) e delle segnalazioni raccolte (in rosso) sul bacino del Sesia.

Il Sesia ha raggiunto colmi mai registrati, determinando erosioni ed esondazioni con gravi danni da Varallo Sesia a Romagnano, minori i danni nella parte alta del bacino relativi alla viabilità, ad alcuni edifici privati, a strutture di pubblico interesse (pista di fondo in particolare) ed alla rete di distribuzione dei servizi primari (acqua, luce, ecc.).

A partire da San Nazzaro fino alla confluenza Po il cedimento di alcuni argini ha causato allagamenti di vaste aree con danni a edifici, strade e coltivi.

L'asta principale del fiume è stata attraversata da un colmo di piena paragonabile a quello del novembre 1968. Gli effetti registrati seppur identici in alcune zone localizzate risultano minori dell'evento di 52 anni fa sia per le opere di difesa messe in atto, sia per abbassamenti del fondo alveo. Soprattutto nella zona di pianura l'estrazione di ingenti quantità di inerti in passato ha aumentato la sezione di deflusso dell'acqua creando però problemi alle opere longitudinali che vengono minacciate dall'erosione del fondo con possibili gravi ripercussioni delle opere come il crollo del ponte tra Romagnano e Gattinara avvenuto durante la mattina del 3 ottobre (Figura 56).



Figura 56 - In una fotografia aerea del 1971 sono visibili i segni lasciati da escavazioni in alveo a monte del ponte stradale e in prossimità di quello ferroviario. Il depauperamento del materasso alluvionale ha causato un repentino abbassamento del fondo alveo di 2 m dagli anni 70' con il progressivo ridursi della sezione.

Tributari laterali

Lungo i tributari si evidenzia la piena sul Rio Croso di Morca che poco prima della confluenza con il Sesia ha causato la distruzione di alcuni edifici in località Morca (Figura 47a), e la piena del Rio Pianale e del T. Nono che ha provocato tra l'altro l'asportazione di tre ponti sul rio Pianale tra Camasco e la frazione Corte e Costa (Figura 57b e Figura 58).



Figura 57 - Comune di Morca, edifici distrutti in sinistra idrografica a valle del ponte per il centro abitato (a sinistra); la piena del Rio Pianale e del T. Nono ha provocato l'asportazione di tre ponti sul rio Pianale tra Camasco e la frazione Corte e Costa (a destra).



Figura 58 - Sottoescavazione della strada per Camasco per erosione da parte del T. Nono.

Ancora fenomeni molto intensi lungo tutto il tratto del T. Mastallone dove i danni maggiori si sono verificati in località Cravagliana – Piano delle Fate (Figura 59a) con la completa asportazione di circa 300 metri della provinciale che hanno isolato tutto il tratto a monte. La SP 9 è stata inoltre danneggiata dalla piena del torrente Mastallone in diverse decine di altri punti.



Figura 59 - Cravagliana, asportazione della SP 9 all'altezza di Cravagliana – Piano delle Fate (a sinistra); Campertogno, erosione di sponda ad opera del Sesia con danni alla via di collegamento al campeggio e asportazione completa della passerella sul torrente (a destra).

Fenomeni un po' meno frequenti lungo l'alto corso del Sesia, i torrenti Sermenza e Sorba ma comunque con diversi danni per erosione di sponda che hanno coinvolto soprattutto la viabilità (Figura 60) e alcune situazioni di alluvionamento lungo i fondovalle.



Figura 60 - Danni alla viabilità per erosioni di sponda, lungo la SP 9 tra Cravagliana e Fobello.

Fenomeni di colata detritica su rii minori

Le forti precipitazioni hanno determinato l'attivazione di numerosissime colate detritiche lungo tutto il reticolato minore del bacino del Sesia, con fenomeni generalmente di medio-piccole dimensioni e solo talvolta più estesi. La densità dei fenomeni è stata molto importante nel bacino dei torrenti Nona, Mastallone e medio-basso Sesia mentre è andata a diminuire salendo verso l'alto bacino del Sesia e relativi tributari (Sermenza, Sorba, Vogna).

A titolo di esempio si citano le colate detritiche che hanno interessato buona parte dell'abitato di Fobello (Figura 61a), l'abitato di Santa Maria (Figura 62a), la strada di collegamento tra Fobello e Cervatto (Figura 61b), la SP10 a monte di Rimasco (Figura 62b).



Figura 61 - Fobello, buona parte dell'abitato è stato interessato da una colata di detriti a granulometria medio-piccola e bassa energia); colata detritica sulla strada per Cervatto, a fianco del cimitero.



Figura 62 - Santa Maria, colata detritica all'ingresso della frazione (a sinistra); Rimasco, colata detritica sulla strada SP10 (a destra)

Processi minori

Diffusi fenomeni di ruscellamento concentrato su versante, lungo incisioni e piccoli impluvi associati generalmente a trasporto solido, per lo più detriti e massi di piccole dimensioni, che hanno interferito spesso con la viabilità provinciale e secondaria (Figura 63). Anche questi processi sono stati più concentrati nei bacini della bassa valle Sesia (Mastallone, Valbella, Nona, Bagnola, Sabbiola) rispetto a quelli del settore dell'alta valle.

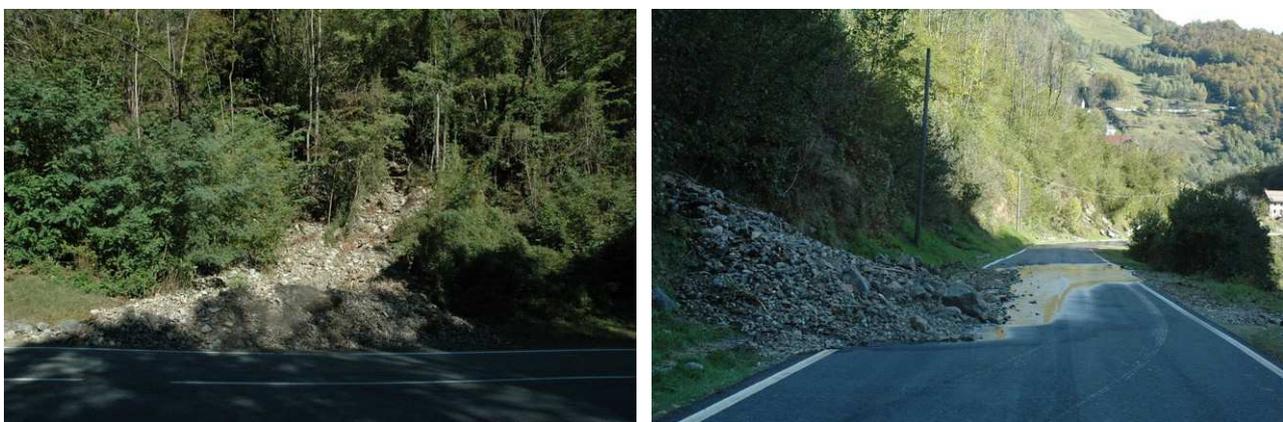


Figura 63 - Trasporto solido per ruscellamento concentrato. SP 299 nei pressi di Vocca (a sinistra), SP 9 nei pressi di Piani di Santa Maria (a destra).

Le intense precipitazioni hanno causato una moltitudine di piccoli franamenti delle scarpate lungo la viabilità provinciale e comunale (sottoscarpa e controripa) soprattutto nella valli laterali della bassa valle Sesia (Mastallone, Pascone, Rio della Crosa), che hanno causato l'interruzione temporanea della viabilità (Figura 64, e che vista l'estesa area coinvolta dall'evento non vengono cartografate. Alcune di queste hanno provocato danni a muri di contenimento, rilevati stradali, strutture di sostegno ed alcune infrastrutture, soprattutto linee elettriche.



Figura 64 - Frana scarpata di controripa in località Camasco, Varallo (a sinistra) e località Molino, Cravagliana (a destra).

Fenomeni di versante colamento rapidi superficiali

Frane superficiali di versante, tra le quali soprattutto colamenti rapidi di terra e detrito e *soil slip*, ovvero scivolamenti della coltre superficiali di dimensioni variabili indotti dalle intense precipitazioni, si sono verificati soprattutto nelle vicinanze delle aree antropizzate e nei versanti prativi e pascolo con una discreta densità, sempre nel settore di media-basso bacino del Sesia. A titolo di esempio si riportano i colamento rapidi che hanno coinvolto gli abitati di Grondo (Figura 65a) e Goj (Figura 65b) in Val Mastallone. Isolati fenomeni nel resto del territorio.



Figura 65 - Val Mastallone, colamento di terra e detrito che ha colpito alcuni edifici dell'abitato di Grondo (a sinistra); Val Mastallone, colamento rapido di terra e detriti nei pressi del borgo di Voj (a destra).

Fiume Sesia da Varallo Sesia a confluenza Po

La piena del fiume Sesia da Varallo a Vercelli ha riprodotto in gran parte gli effetti verificatesi durante la piena del novembre 1968 sulla medesima asta.

La ricostruzione dei campi d'inondazione, dei processi e degli effetti associati alle piene che nei secoli hanno interessato il corso d'acqua e altri studi che hanno utilizzato l'analisi dei dati storici nella delimitazione delle aree a rischio d'inondazione hanno permesso un primo veloce confronto dell'evento di piena appena occorso con quelli passati.

I livelli idrometrici, rilevati dai segni lasciati sul piano campagna nella parte intravalliva del bacino, da Varallo Sesia a Romagnano, hanno superato quelli delle recenti piene storiche del 1993 e 1994 e sono paragonabili a quella del 1968. L'evento è stato caratterizzato da profonde erosioni di sponda dovute ad un innalzamento repentino dei livelli idrici che hanno provocato asportazioni di ampie porzioni di pianura adiacente al fiume alimentando via via lungo il percorso la quantità di legname preso in carico.

Un'erosione in sponda destra appena dopo Crevola di Varallo Sesia ha causato l'asportazione di un tratto di argine costruito a difesa della SP 105 (Figura 66).



Figura 66 - A sinistra il tratto di corso d'acqua a valle di Crevola nelle foto aeree del 1954, che riportano gli effetti della piena del 1951, la freccia indica una significativa erosione della sponda. In seguito, verrà costruito un argine (ben visibile nella fotografia a destra 1978). Durante la notte tra il 2 e 3 ottobre 2020 l'opera è stata distrutta provocando il cedimento di un tratto di strada di 150 m. Una vettura si trovava a percorrere l'arteria la mattina di venerdì ed è precipitata in alveo. Un uomo ha perso la vita.

La piena registrata dall'idrometro di Borgosesia mostra come vi siano stati diversi picchi di portata dovuti ai contributi disgiunti temporalmente dei tributari laterali. Dai primi rilevamenti effettuati il livello raggiunto dalle acque in questo tratto sembra essere maggiore di 1-2 metri rispetto alla piena del 1993. Ruolo importante ha avuto la presenza delle opere di derivazione trasversali che hanno intrappolato parte dei tronchi degli alberi sradicati e trasportati dalle acque e hanno formato dighe temporanee esaltando i livelli idrici (Figura 67).



Figura 67 - Nella fotografia di sinistra i tronchi e arbusti trasportati dalla piena intrappolati negli organi di derivazione della traversa di Quarona dopo la piena. Nell'immagine di destra il fiume alle 8.00 della mattina di sabato 3 ottobre.

A Borgosesia regione Isola è stata allagata dalle acque del fiume tracimate nel canale a servizio della manifattura allagando tutta la zona con battenti che hanno raggiunto nei punti più depressi i 200 cm con la medesima dinamica dell'evento del novembre 1968.

Da Borgosesia a Romagnano le zone critiche colpite dall'evento risultano l'area industriale di Grignasco con l'allagamento di attività commerciali e industriali e Prato Sesia dove in regione Nosetti sono stati allagati alcuni edifici. A Grignasco già nel 1993 si è registrato l'allagamento di parte della strada provinciale e dell'edificio in prossimità dell'imbocco del ponte a causa delle acque tracimate a monte della passerella. I livelli dell'acqua sia nell'evento del 1993 che in quello del novembre 1968 hanno sfiorato il colmo dell'arginatura muro (nel '68 in un breve tratto l'hanno superato causando l'allagamento di una parte ristretta dell'area industriale, stesso processo avvenuto nel 2020). Il ponte tra Gattinara e Romagnano è crollato per il cedimento di una pila.

Nel tratto da Romagnano a Vercelli il paragone con l'evento del 1968 basata sugli effetti rilevati deve tener conto della nuova sezione di deflusso dell'alveo poiché il letto del fiume si è approfondito, in alcuni tratti, anche di 3 metri rispetto al livello del fondoalveo del 1968; i deflussi pertanto avevano a disposizione un maggiore sezione entro cui transitare.

Problemi agli argini si sono avuti comunque a San Nazzaro con l'allagamento di alcune cascine.

A monte di Castelmerlino la naturale tendenza delle acque di piena a dirigersi in sponda sinistra ha fatto sì che l'acqua, dopo aver rotto l'argine appena a monte dell'edificio, allagasse pressoché le stesse zone dell'evento del novembre 1968 (Figura 68) giungendo sino a Bivio Sesia, Borgo Vercelli, e nel territorio di Vinzaglio dove a Torrione i tiranti idrici registrati hanno altezza medesima di quella del 10 novembre 1951. All'inondazione di questa vasta area ha contribuito anche il sormonto delle acque del fiume in prossimità del corso della Sesiella, e l'attivazione a ritroso dell'alveo da parte delle acque del Sesia.

I danni maggiori nel territorio vercellese sono conseguenza di eventi meteorologici che investono sia il bacino del T. Cervo che quello del F. Sesia. È stato osservato che gli eventi meteorologici dell'agosto 1924, novembre 1951, settembre 1956 e novembre 1968, interessarono entrambi i bacini, determinando deflussi di piena elevati. Gli apporti dei due corsi d'acqua furono ingenti e causarono l'allagamento di gran parte del territorio vercellese con analoghe modalità di inondazione nei diversi anni.

MPO DI INONDAZIONE ED EFFETTI INDOTTI DALLA PIENA DEL 2-3/11/1968

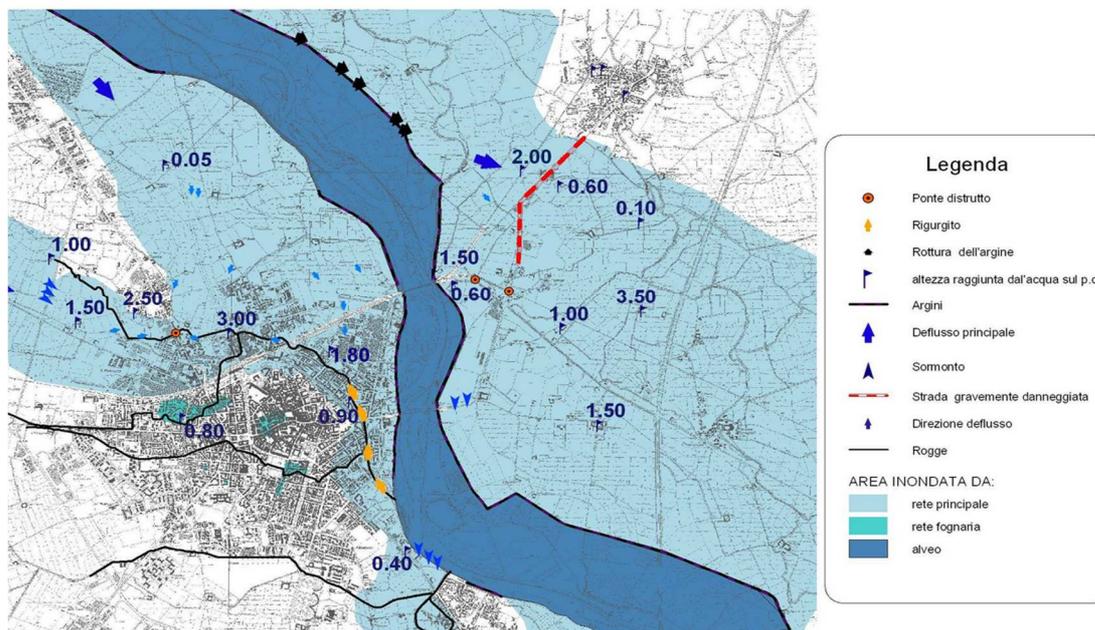


Figura 68 - Vercelli carta del campo di inondazioni ed effetti indotti dalla piena del 2-3/11/1968. (Geam Giugno-Settembre 2000) La base topografica utilizzata è costituita dalla Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000 (1991). In sponda sinistra i medesimi effetti si sono registrati nell'evento del 2-3 ottobre 2020 con la sommersione della linea ferroviaria, della strada per Borgovercelli, l'allagamento di cascine, abitazioni ed attività commerciali. "Verso le 23 del 2 novembre 1968 la Sesia rompe in più punti gli argini in sinistra tra Villata ed il ponte ferroviario di Vercelli. L'acqua si diresse verso sud sommergendo la linea ferroviaria Torino – Milano e la S.S. 11 per Novara, quindi raggiunse le frazioni Scavarda e Torrione Rossignoli attraverso l'alveo della roggia Gamarra, causando danni gravissimi. Nell'area tra Borgovercelli e Bivio Sesia numerose cascine ed abitazioni furono allagate; nelle zone più depresse i livelli idrometrici si innalzarono superando il metro di altezza."

Una ricostruzione storica degli interventi eseguiti sulle opere di difesa a Vercelli è risultato che dopo l'evento del 1968 tutti gli argini sono stati innalzati di 50 cm circa e la confluenza del Cervetto in Sesia è stata spostata più a valle. Negli anni, altri lavori di manutenzione sono stati effettuati sul sistema arginale che presenta comunque ancora criticità; con l'evolversi delle forme fluviali nel tempo le opere sono portate ad essere sollecitate da processi differenti da quelli per cui sono state costruite, magari anche più marcati. Si noti nella Figura 69 l'aumento della sinuosità dell'alveo a monte di Vercelli dal 1988 al 2012 che arriva a poca distanza dall'argine segnato in giallo.



Figura 69 - Erosione della sponda idrografica sinistra nei pressi di Cascina Valgrande. (Ortofoto 1988-89, 2010,2012). Nell'immagine del 1988 si nota la difesa spondale, indicata dalla freccia, mentre nelle successive la forte erosione con aggiramento del traliccio dell'alta tensione (cerchio bianco) e della difesa stessa.

A Vercelli allagamenti si sono registrati per difficoltà di smaltimento delle acque della roggia Cervetto nei pressi dell'area sportiva della Città tra via Viviani e l'argine del Sesia. Presso il rione Cappuccini le rogge hanno causato allagamenti di alcuni garage e pianterreni delle abitazioni.

Nei comuni di Prarolo, Pezzana, Motta dei Conti vaste porzioni di territorio sono state inondate a causa dell'asportazione di tratti del sistema arginale, con danni alla rete dei canali ai coltivi ed edifici. A Caresana il torrente Bona e la riattivazione dell'idrografia secondaria hanno portato l'acqua sino al cimitero.

L'evoluzione della morfologia fluviale nella dinamica di evento

La morfologia di un corso d'acqua e delle aree ad esse pertinenti è in continuo mutamento pertanto risulta indispensabile la verifica periodica del rischio segnalato attraverso il monitoraggio del territorio interessato. L'esempio riportato di seguito mostra l'alveo del fiume Sesia in corrispondenza dell'area industriale di Roccapietra. L'alveo nel tempo si è modificato notevolmente e da una configurazione braided nel 1800, con alveo largo e ramificato, è passato a *wandering* negli anni Cinquanta perdendo le ramificazioni laterali e dopo gli anni '70 si è trasformato in sinuoso a barre alternate. Insieme alla tipologia morfologica sono cambiati anche i processi associati alla nuova configurazione che vede un marcato aumento della sinuosità dagli anni '90 ad oggi a discapito delle sponde convesse che sono in erosione (linee rosse) mettendo a rischio strade, difese attività ricreative ed economiche (Figura 70).

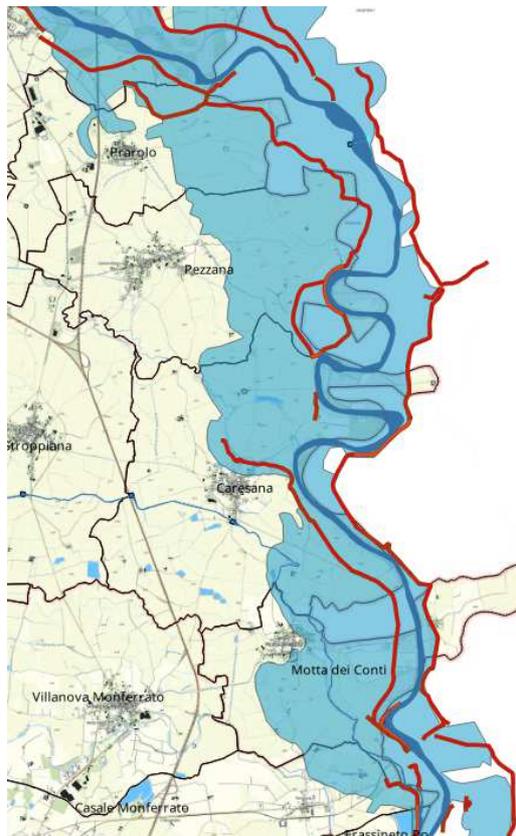


Figura 70 - Primo inquadramento generale delle aree inondate tra Vercelli e la confluenza Po a grande scala, interpretazione derivate dall'elaborazione dei dati satellitari, EMS Copernicus.

Il cambiamento di alveotipo in molti tratti dei corsi d'acqua piemontesi, per il riadattamento a nuovi apporti sedimentologici e di portata, vede anche mutare i processi associati. Ciò dovrebbe comportare un attento studio delle nuove dinamiche dell'alveo per determinarne l'evoluzione futura, l'interazione con le strutture umane esistenti e per quelle in progetto anche alla luce dei cambiamenti climatici in atto che danno sempre più luogo a eventi alluvionali estremi originati da tempeste simil-tropicali.

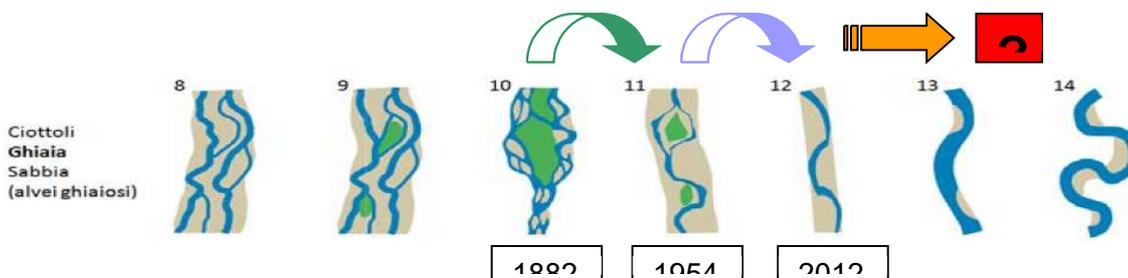
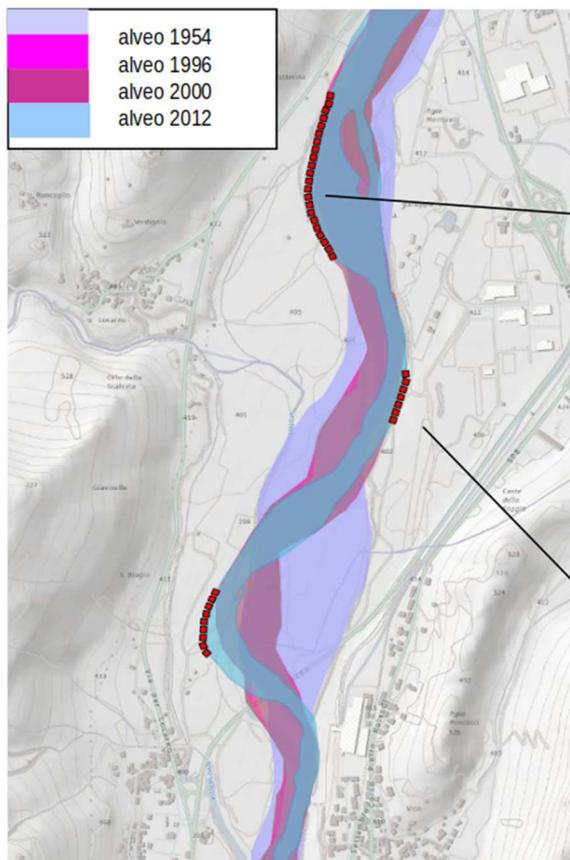


Figura 71 - Immagine tratta da IDRAIM Sistema di valutazione idromorfologica, analisi e monitoraggio dei corsi d'acqua. Manuale e linee guida, ISPRA, giugno 2014



Profonda erosione in sponda destra, messa in posa alla base di difese spondali (2014).



Sponda erosa in corrispondenza dell'avio campo di Roccapietra, vista da monte (2014).

Figura 72 -Tratto di Fiume Sesia a ridosso dell'area industriale di Roccapietra.



Figura 73 - Dalla fotografia, scattata subito dopo l'evento nel tratto considerato, si nota l'andamento sinuoso acquisito dal fiume. Sulla destra della fotografia l'erosione spondale già rilevata durante il sopralluogo del 2014 (fotografia sopra) si è notevolmente approfondita durante la piena del 2-3 ottobre 2020 asportando parte dell'avio campo di Roccapietra.

T. Cervo e Biellese

Nel Biellese collinare e montano si sono registrate diffuse frane superficiali che hanno provocato, insieme a diversi cedimenti della sede stradale, numerose interruzioni della viabilità secondaria.

Effetti rilevanti si sono registrati in alta Valle del Cervo, dove hanno prevalso i processi legati alle dinamiche fluviali e torrentizie, con tracimazioni ed erosioni spondali che hanno provocato ingenti danni alla viabilità nei comuni di Piedicavallo, Rosazza (Figura 75a) e Campiglia Cervo. I fenomeni di trasposto solido sono stati ingenti lungo la parte alta del corso del Torrente Cervo e del Torrente Mologna, affluente del Cervo; sono state rilevate anche colate detritiche lungo il reticolato minore in destra idrografica del Cervo nel territorio di Piedicavallo e di Campiglia Cervo (Rio Bele e Rio La Rivazza). Da segnalare anche la frana che ha interrotto la strada provinciale che dalla Valle del Cervo sale a Bocchetto Sessera, qualche centinaio di metri prima dello stesso, e il crollo in roccia che ha interessato il Santuario di San Giovanni (Campiglia Cervo), danneggiandone anche i locali interni (Figura 75b).

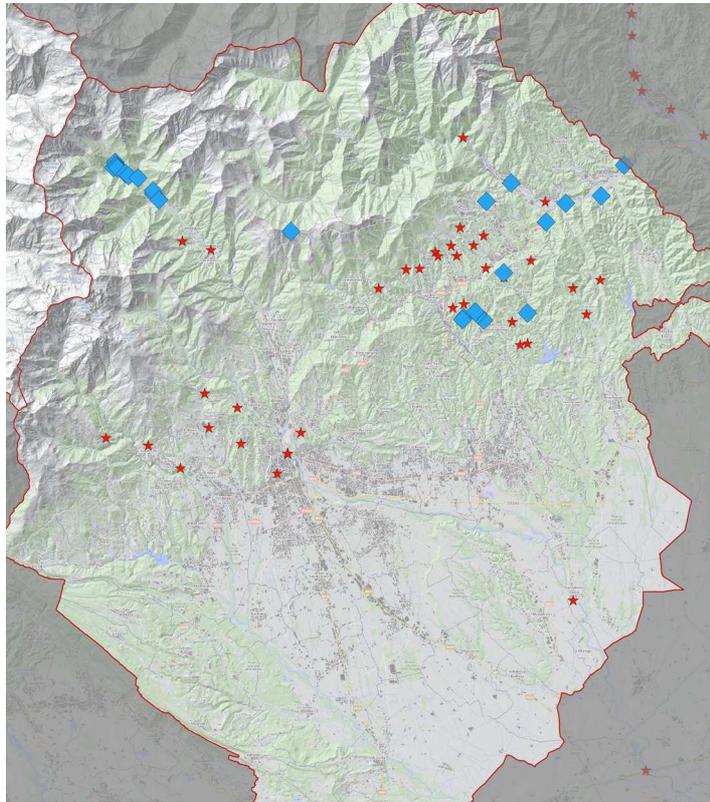


Figura 74 - Quadro dei processi rilevati (in blu) e delle segnalazioni raccolte (in rosso) nell'area del Biellese.



Figura 75 - Comune di Rosazza, Regione Fornaca, erosioni spondali con danni alla viabilità (a sinistra); Comune di Campiglia Cervo, crollo in roccia che ha interessato il Santuario di San Giovanni.

Le valli Sessera e Mosso sono state interessate da diffuse frane superficiali che hanno determinato interruzioni della viabilità secondaria e interessato alcune proprietà private. I processi principali si sono sviluppati a carico dei corsi d'acqua principali che ai rii secondari con tracimazioni ed erosioni spondali diffuse che hanno provocato danni alla viabilità nei comuni di Pray, Coggiola e Crevacuore (Figura 77).



Figura 76 - Comune di Strona, fraz. Gronda (a sinistra), Comune di Soprana, fraz. Cerreia (a destra).

Nella zona della Valle Elvo si segnalano locali fenomeni franosi nei territori di Sordevolo, Pollone, Muzzano e Occhietto Sup.re che hanno interessato la viabilità secondaria.



Figura 77 - Comune di Crevacuore, T. Strona di Postua, ex cartiera (a sinistra); Comune di Pray, Ponte dei Pianceri (a destra).

Il T. Cervo dalla confluenza con il T. Oropa alla confluenza con il F. Sesia

Le intense e copiose precipitazioni del 2-3 ottobre che hanno interessato il bacino del torrente Cervo hanno generato incrementi repentini di livello e portata sul torrente e in poche ore si è raggiunto il colmo di piena.

Nella stazione di Passobreve il colmo di piena è transitato alle 1:30 (UTC) raggiungendo i 6.41 m, come già avvenuto nell'evento del 4-6 giugno 2002, mentre nella stazione di Quinto Vercellese (VC) la piena è arrivata alle 6:00 (UTC) con un'altezza di 4.15 m.

Il Cervo lungo tutta l'asta ha raggiunto valori di oltre mezzo metro superiori al pericolo e, nella sezione di chiusura, a Quinto Vercellese di oltre un metro con una portata stimabile in circa 1800-1900 mc/sec, corrispondente ad un evento con ricorrenza circa centennale.

A Biella, poco a valle della confluenza con il T. Oropa, nella notte di venerdì le acque in piena del torrente hanno raggiunto ed eroso l'area dell'isolotto del ponte della Maddalena, adibita a parco pubblico, depositando sull'affioramento roccioso parecchi tronchi d'albero; più a valle, lo spazio culturale Hydro di Cittadellarte della Fondazione Pistoletto, posto sulla sponda destra del torrente, è stato distrutto dall'impeto delle acque (Figura 78a).



Figura 78 - Biella, crollo edifici di Cittadellarte (a sinistra); deposito materiale lapideo e ligneo a monte della traversa di derivazione (a destra).

Il torrente Cervo ha prodotto localmente esondazioni, in particolare in corrispondenza di alcune opere trasversali (traverse e ponti) provocando, nelle zone limitrofe al corso d'acqua (Figura 78b), alluvionamento dei campi coltivati con deposizione di materiale ciottoloso e limoso-sabbioso e di molto materiale ligneo.

A Chiavazza, poco prima del viadotto della tangenziale, in corrispondenza della traversa di derivazione e a valle di questa, le acque del Cervo sono esondate in sinistra idrografica, alluvionando i campi coltivati (Figura 79a) e riempiendo di materiale fine il canale di dell'opera di presa. Situazione già verificatesi durante l'evento del 4-6 giugno 2002. Si segnalano anche erosioni spondali in corrispondenza delle anse del torrente e danni ad alcune difese spondali (Figura 79).

Il corso d'acqua in questo tratto ha subito un'evoluzione molto rapida ed anomala, caratterizzata da una completa trasformazione dell'alveo da pluricursale a monocursale nell'arco di soli quarant'anni, a partire dagli anni '50, come conseguenza diretta di una incontrastata attività estrattiva. Questa divenne particolarmente intensa negli anni '70 parallelamente alla costruzione della SS 142 Biella-Laghi. Mentre a valle di Castelletto Cervo e fino alla confluenza con il Fiume Sesia le acque esondate hanno interessato le aree golenali.



Figura 79 - Nei campi a valle del viadotto, deposizione di materiale sabbioso-ciottoloso e formazione di solchi di erosione (a sinistra); erosione spondale con distruzione parziale della difesa (a destra).

Le aree di inondazione sembrano essere paragonabili con quelle cartografate durante l'evento del novembre 1968.

Si sono registrate alcune criticità: a Buronzo, in prossimità del ponte della SP3 sul torrente le acque in piena hanno lambito la sommità dell'argine in sinistra idrografica; nel comune di Balocco, nei pressi dell'autostrada A4 TO-MI si è verificata la rottura dell'argine in sinistra idrografica, nell'area della roggia Berzetti (Figura 80a e Figura 80b), provocando l'allagamento dei terreni coltivati a riso e dell'autostrada, causandone la chiusura temporanea; a Formigliana, le acque in piena del torrente hanno seriamente danneggiato il canale Cavour con la rottura di una colonna portante tanto che il canale è stato svuotato completamente.



Figura 80 -Particolare della rottura arginale (a sinistra); vista da elicottero della rottura arginale e della vicina autostrada (a destra).

DORA BALTEA

Sabato notte la Dora Baltea è uscita nella roggia Rossa a Banchette ricoprendo la campagna fino alla prima parte dell'argine. Due metri d'acqua alla rotonda di Fiorano. Si sono verificate esondazioni anche ad Ivrea (Figura 82). La situazione più critica è al quartiere Borghetto, con la zona di via delle Rocchette allagata, dove il fiume ha travolto veicoli, scantinati e i piani bassi di alcune abitazioni. Per precauzione il Ponte Vecchio è stato chiuso alle auto e ai pedoni.

L'autostrada A5 Torino-Aosta è stata chiusa per precauzione tra gli svincoli di Quincinetto e Scarmagno. La Dora è esondata dall'argine anche tra Ivrea e Montalto.

Chiusa per allagamenti la provinciale SP 68 tra Salerano e Lessolo. In nottata i vigili del fuoco sono intervenuti per diverse piante cadute sulle provinciali ad Alpette e Pont.

Per il passaggio della piena della Dora Baltea sono stati chiusi tratti della SP69 all'altezza di Salerano, la SP56 fra Strambino e l'incrocio con la SP78. La Dora Baltea è esondata al km 5+500 della bretella autostradale Ivrea-Santhià, nel territorio del comune di Azeglio.

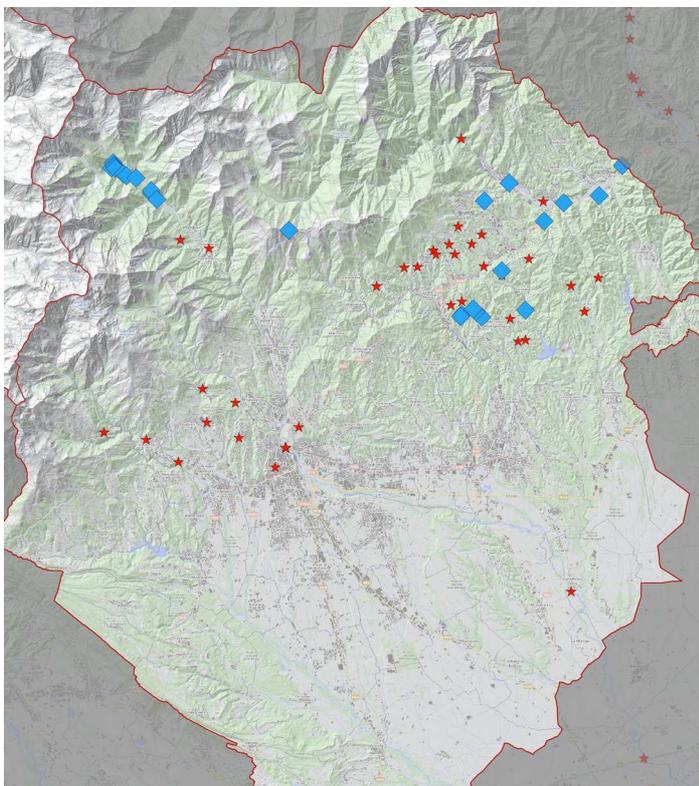


Figura 81 - Quadro dei processi rilevati (in blu) e delle segnalazioni raccolte (in rosso) sul bacino della Dora Baltea.



Figura 82 - La Dora Baltea a Ivrea (Foto Centro Meteo Piemonte del 3/10/2020).

A Vestignè, è stato allagato il maneggio Lo Sperone. Isolate circa 50 persone e una quarantina di cavalli. Chiusa per allagamenti la SP56 a Strambino.

Pochi minuti dopo la mezzanotte (tra sabato 3 e domenica 4 ottobre) è esondata la Dora Baltea. Il fiume si è riversato sulla strada tra Saluggia e Torrazza, nei pressi della Cascina Milano. Il ponte è stato chiuso e la Protezione Civile sta bloccando il traffico, sulla SP3 in entrambe le direzioni.

Tra Torrazza Piemonte e Saluggia le acque di esondazione della Dora Baltea hanno invaso i terreni agricoli e la carreggiata della SP89 (SP3 di Vercelli).

A Verolengo, in Borgo Revel si è verificata l'erosione di ettari di terreno agricolo.

Torrente Chiusella

Il torrente Chiusella è esondato a Pavone Canavese, in Borgata Marchetti, mentre a Trausella ha portato via il giardino di una casa in località Molino Vecchio.

In Valchiusella, a Brosso, chiusa in nottata la SP66 per una frana.

Il torrente Savenca, tributario destro del Chiusella, a Vidracco ha danneggiato circa 300 metri dell'acquedotto.

Torrenti Soana e Forzo

In comune di Pont Canavese a causa della piena del torrente Soana è stata evacuata la sede della Croce Rossa che si trova a ridosso del corso d'acqua, dove il livello idrometrico ha raggiunto il livello di guardia misurato presso il ponte della Feritaria.

La SP47 è stata chiusa per una caduta massi, isolando i comuni di Ingria, Ronco e Valprato. La frazione Lilla (tra Ronco e Ingria) è stata evacuata, saltati i collegamenti telefonici.

Il Torrente Forzo è esondato presso Frazione Lasinetto e ha eroso parte della carreggiata. A Convento tratti di scogliera sono andati distrutti, così pure la passerella di attraversamento del Forzo sul sentiero per Boschietto.

Fiume Orco

A Valperga, in Frazione Gallenca, l'Orco forma un'ansa la cui curvatura si era accentuata nel corso dell'evento del 2000 avvicinandosi all'abitato. Anche nel corso di questo evento si è manifestata una forte tendenza all'erosione, destando molta preoccupazione nei residenti, per quanto gli effetti siano stati limitati rispetto al 2000.

A San Benigno Canavese la SP40 è stata chiusa in via precauzionale per la piena dell'Orco tra Foglizzo e San Benigno.

VALLE VERMENAGNA

L'evento del 2-3 ottobre 2020 ha coinvolto pesantemente l'alta valle a partire dall'abitato di Vernante (Figura 83). In particolare, le situazioni più onerose hanno riguardato il territorio di Limone Piemonte con gravi danni sia al capoluogo, sia ad alcune frazioni sia alla viabilità lungo la SS 20.

Nella zona di Limonetto i due rii, che solcano la scarpata su cui sono arroccati i primi piloni della seggiovia e i cui corsi sono deviati e tominati in più punti, hanno operato una profonda erosione di fondo (sino a 6 metri di altezza) causando un potente accumulo di detriti a carico degli edifici di pertinenza della seggiovia stessa, del piazzale di sosta e del parcheggio sotterraneo.

Tale zona semi-pianeggiante ha funzionato da cassa di deposito per il materiale detritico che non ha proseguito così il suo percorso verso valle, risparmiando maggiori danni all'abitato di Limonetto.

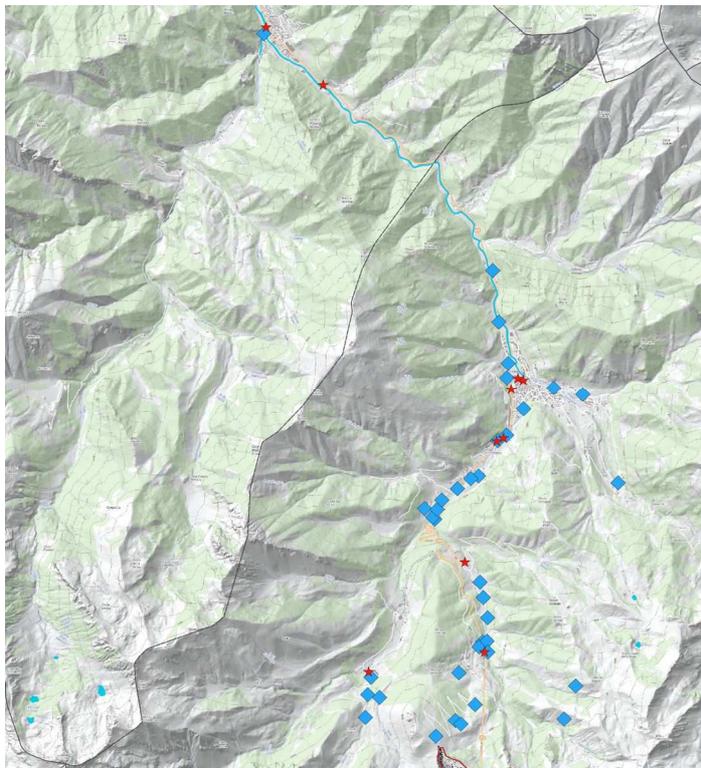


Figura 83 - Quadro dei processi rilevati (in blu) e delle segnalazioni raccolte (in rosso) sul bacino del Vermenagna.



Figura 84 - Limone P., loc. Limonetto: cono di detrito nella zona di partenza della seggiovia.

Nella zona di accesso al tunnel del colle di Tenda le acque di ruscellamento di un piccolo rio proveniente dal piazzale di Quota 1400 hanno causato un potente accumulo detritico nella zona del cantiere e il franamento della scarpata a valle della strada (Figura 85); in entrambi i casi sono state coinvolte le infrastrutture cantieristiche. Inoltre, il rio proveniente dal vallone Cabanaira ha profondamente inciso il fondovalle contribuendo, con l'erosione di sponda in sinistra idrografica, all'instabilità della scarpata franata (vedi scheda SIFRAP 004-61136-00²).

In località Villaggio Miramonti, gli edifici costruiti sul conoide alla confluenza tra il rio Panice e il torrente Vermenagna sono stati gravemente danneggiati sia per l'esondazione in destra idrografica del primo sia per l'erosione poco più a valle sempre in sponda destra da parte del secondo (Figura 86).

²http://webgis.arpa.piemonte.it/Web22/sifrap/ii_livelli/004-61136-00.pdf



Figura 85 - Limone P., area di imbocco del tunnel di Tenda: in rosso la dinamica del rio proveniente da Quota 1400 e in blu l'attività del rio del Vallone Cabanaira (a sinistra); il materiale detritico trasportato dal rio proveniente da Quota 1400 e la scarpata della frana che ha coinvolto le infrastrutture del cantiere (a destra).



Figura 86 - Limone P., Villaggio Miramonti: in rosso l'erosione di sponda da parte del t. Vermenagna e in blu il flusso delle acque del rio Panice, fuoriuscite in apice di conoide (a sinistra); particolare dell'erosione di sponda (a destra).

A valle del tornante di Villaggio Miramonti le acque in piena hanno praticamente occupato l'intero fondovalle scorrendo oltre che lungo il canale abituale anche sulla sede stradale della SS 20; l'erosione di fondo e di sponda e il successivo deposito di materiale grossolano hanno causato l'asportazione di buona parte della strada romana che si snodava in destra idrografica, hanno arrecato danni ai numerosi edifici compresi tra la SS e il corso d'acqua e provocato l'asportazione di alcuni tratti della SS stessa; l'acqua ruscellante sulla SS 20 inoltre ha provocato l'allagamento dei locali interrati degli stessi edifici (Figura 87).

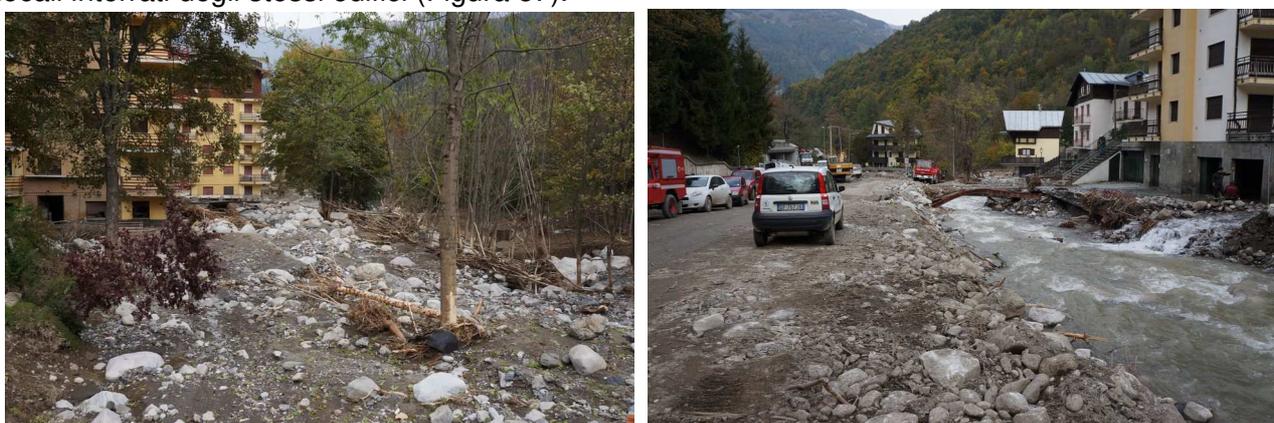


Figura 87 - Limone P., edifici coinvolti dall'intensa attività torrentizia del Vermenagna (a sinistra); SS 20: tratto eroso dal torrente Vermenagna (a destra).

Il concentrico di Limone P. è stato pesantemente coinvolto dalla piena sia del t. Vermenagna sia del rio di San Giovanni: entrambi i corsi d'acqua, alimentati anche da rii secondari, hanno sofferto i condizionamenti dovuti ai numerosi attraversamenti e tratti tombinati. L'ingente quantità di acqua ha causato importanti erosioni spondali e, con in carico il materiale detritico e arboreo trasportato è fuoriuscita dai canali occupando le vie del paese e danneggiando numerosi edifici (Figura 88).



Figura 88 - Limone P., via Valleggia: l'intensa attività torrentizia del rio di San Giovanni ha causato gravi danni lungo il tratto urbano (a sinistra); piazza San Sebastiano: parcheggio sotterraneo totalmente sommerso dalle acque del t. Vermenagna (a destra).

A valle dell'abitato di Limone P., a parte l'erosione della scarpata su cui sorge il campeggio e l'allagamento a Vernante in sponda sinistra in prossimità della confluenza con il rio di Valle Grande non si sono verificati altri processi particolarmente significativi.

I fenomeni di versante sono stati secondari, con sporadiche frane, concentrate per lo più sui versanti esposti a sudovest del vallone di Cabanaira e di quello parallelo a nord est e sul versante su cui si snoda la strada tra Quota 1400 e il colle di Tenda (Figura 89).



Figura 89 - Limone P., scivolamenti superficiali in zona Cabanaira (a sinistra), scivolamenti della coltre superficiale e del detrito sottostante con scarpate sino a 3-4 m di profondità lungo la strada per il colle di Tenda (a destra).

VALLE GESSO

L'evento meteorico eccezionale del 2 ottobre nella Valle Gesso ha dato luogo ad una violenta attività torrentizia lungo i tratti superiori dei corsi d'acqua, indicativamente al di sopra dei 1100/1300 m di quota, mentre più a valle non si sono registrate particolari situazioni di dinamica fluviale come quelle, ad esempio, che si produssero in occasione dell'evento alluvionale del giugno 2000.

Relativamente a quanto accaduto nei settori più spiccatamente montani è però importante sottolineare che i numerosi valloni che costituiscono la zona, facenti parte dei comuni di Valdieri ed Entracque, sono stati coinvolti da processi di intensità profondamente differenti e non spazialmente contigui (Figura 90). Le manifestazioni di maggiore violenza sono state rilevate: 1) lungo la Valle di Valasco fino alle Terme di Valdieri dove il ponte di accesso al borgo, posto subito a valle della confluenza con il corso d'acqua della Valle della Valletta, è stato completamente distrutto (Figura 91a);

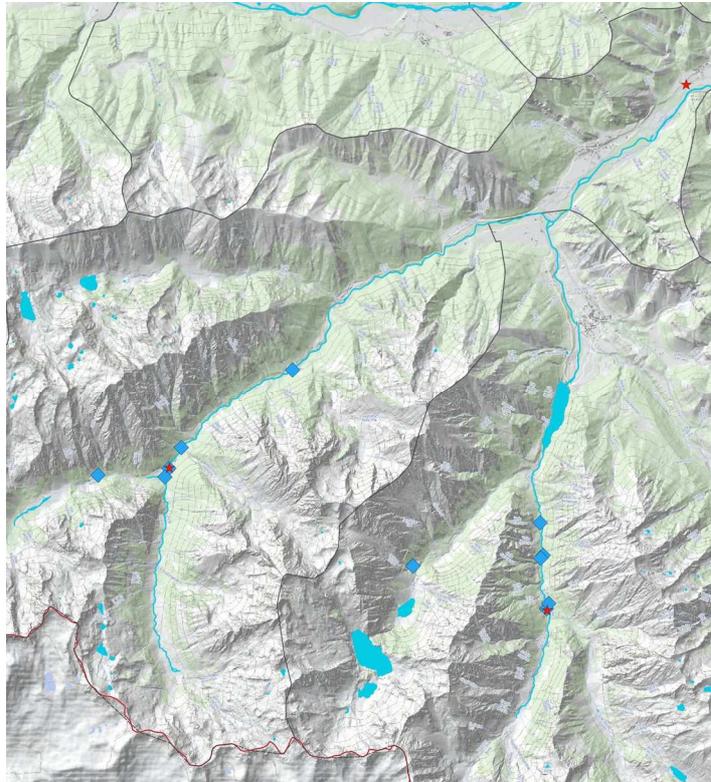


Figura 90 - Quadro dei processi rilevati (in azzurro) e delle segnalazioni raccolte (in rosso) sul bacino del T. Gesso.



Figura 91 - Valdieri: ponte distrutto all'ingresso della località Terme di Valdieri dalla violenta attività torrentizia del Torrente Gesso della Valletta (a sinistra); ponte della Vagliotta parzialmente danneggiato dalle acque del Torrente Gesso della Valletta per erosione della sponda destra (a destra).

Più in basso, fino all'abitato di Sant'Anna di Valdieri, i processi torrentizi sono stati meno significativi probabilmente anche per il fatto che il trasporto di materiale ligneo è stato contenuto, ma risulta significativa l'erosione della sponda destra che si è verificata in corrispondenza del ponte della Vagliotta (Figura 91b);

2) lungo il solco del Torrente Gesso della Barra dove la strada del vallone è stata completamente asportata per tratti di centinaia di metri (Figura 92a e Figura 92b) e ha per conseguenza portato all'isolamento della località San Giacomo di Entracque che ospitava ancora villeggianti alla data dell'evento di pioggia straordinario.



Figura 92 - Entracque: violenta attività erosiva lungo il T. Gesso della Barra.

Subito a valle di questa località lungo il Gesso della Barra si è verificata un'erosione della sponda sinistra che ha asportato la spalla del ponte utilizzato per accedere al Vallone di Monte Colombo (Figura 93a). L'abbondante trasporto solido costituito da terra, detrito e materiale vegetale che si è sviluppato principalmente lungo il Vallone della Barra e secondariamente lungo quello limitrofo della Rovina si è riversato nell'invaso artificiale della Piastra (Figura 93b).



Figura 93 - Entracque: abitato di San Giacomo di Entracque ripreso da elicottero; nel riquadro rosso il ponte per il Vallone di Monte Colombo danneggiato per erosione spondale (a sinistra); materiale fluitato nell'invaso della diga della Piastra (a destra).

Per quanto riguarda la dinamica di versante nella zona considerata non sono al momento emerse particolari nuove situazioni di instabilità.

VALLI MONREGALESI

Le valli monregalesi hanno risposto in modo differenziato agli intensi apporti meteorici del 2 ottobre; i processi più significativi, di carattere quasi esclusivamente torrentizio, si sono concentrati nelle valli Casotto e Corsaglia e marginalmente nella Valle Mongia mentre nelle valli Ellero e Pesio la situazione si è mantenuta entro limiti quasi ordinari (Figura 94).

In Valle Casotto la violenta attività del corso d'acqua nel tratto compreso tra il borgo di Valcasotto e il concentrico di Pamparato, dove il torrente scorre incassato lungo ripidi versanti boscati, ha causato il completo denudamento delle sponde per un'altezza di alcuni metri e la conseguente presa in carico di abbondante materiale arboreo; l'interferenza negativa tra le opere di attraversamento trasversali presenti nell'abitato di Pamparato e il notevole carico vegetale fluitato dalle acque del Casotto è alla base dei rilevanti danni registrati dalle infrastrutture del concentrico (Figura 95).

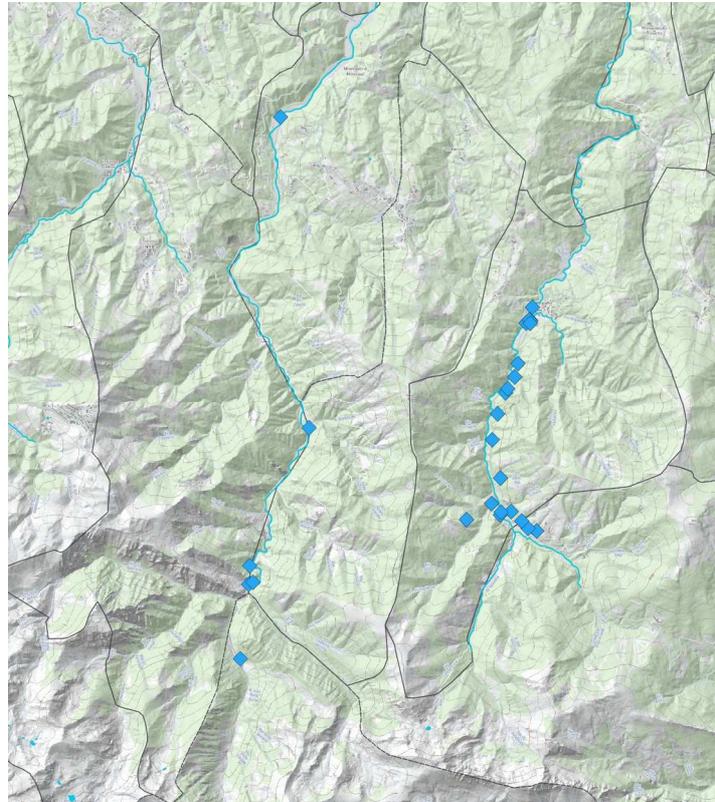


Figura 94 - Quadro dei processi rilevati (in blu) nelle valli monregalesi.



Figura 95 - Pamparato: panoramica da elicottero della parte dell'abitato di Pamparato più coinvolto dall'esondazione del T. Casotto (a sinistra); evidenti segni della violenta attività torrentizia del T. Casotto nell'abitato di Pamparato, in primo piano la strada provinciale sifonata e in secondo piano il ponte romano danneggiato.

La situazione che si è determinata in Pamparato è indubbiamente molto più grave rispetto a quando avvenne durante l'evento alluvionale del novembre 1994 e soprattutto in quello più violento per questa zona della fine di novembre del 2016. Nella parte medio-inferiore del Casotto si sono ancora registrate varie erosioni delle sponde con coinvolgimento della strada provinciale che si snoda in fregio al corso d'acqua ed esondazioni sulle piane alluvionali a monte della confluenza con il Torrente Corsaglia (Figura 96a).



Figura 96 - San Michele Mondovì: Effetti dell'esonazione del T. Casotto sulle piane in loc. Tetti Casotto, a monte della confluenza con il T. Corsaglia (a sinistra); Roburent: erosione della sponda destra del T. Corsaglia a monte dell'omonima località con asportazione di un tratto della strada di fondovalle (a destra).

Nella Valle Corsaglia, se si eccettua un'ampia erosione della sponda destra con interessamento della strada principale che si è verificata nella media valle (Figura 96b), tutti i processi più violenti, di natura torrentizia, si sono sviluppati lungo il solco principale a monte dei nuclei abitati stabilmente. Lungo il torrente, a monte della quota di circa 900 m, il corso d'acqua in piena ha eroso in modo marcato le sue sponde ampliando, in certi tratti, l'ampiezza del suo alveo di 2-3 volte; per conseguenza si è verificata l'asportazione di lunghi tratti della strada comunale in fondo battuto che scorre lungo il vallone (Figura 97a), la distruzione di alcune baite di antica realizzazione (Figura 97b) e ha provocato seri danni alla rete acquedottistica. Anche per questo settore l'intensità dei processi è stata decisamente superiore a quella che si registrò nei precedenti eventi alluvionali del 1994 e del 2016.



Figura 97 - Frabosa Soprana: erosione della sponda sinistra del T. Corsaglia a monte della loc. Scarrone (a sinistra); erosione della sponda sinistra del Torrente Corsaglia con pesanti danni alle case di località Canè Sottani (a destra).

Sotto l'aspetto della dinamica di versante non si sono verificati processi importanti; vale la pena sottolineare solo l'innesco di una frana superficiale sul lato di monte della strada della Valle Casotto, poco a valle del borgo Valcasotto, non tanto per le sue proporzioni (sviluppo longitudinale 110-120 m, ampiezza 10-15m) quanto per il fatto che il materiale ha impattato contro un'abitazione distruggendo un muro perimetrale ma, fortunatamente, senza arrecare danni al suo abitante (vedi scheda SIFRAP 004-61135-00³).

³<http://webgis.arpa.piemonte.it/Web22/sifrap/ii livelli/004-61135-00.pdf>

VALLE TANARO

L'evento ha coinvolto la valle in modo più significativo a partire dall'abitato di Viozene. Nel tratto fino a Ponte di Nava hanno prevalso i processi di tipo torrentizio, che hanno causato svariate interruzioni alla strada di fondovalle sia per erosione laterale da parte del T. Negrone sia per trasporto e deposito di materiale detritico e ligneo da parte dei rii laterali.

Da Ponte di Nava verso valle le acque di piena hanno mantenuto un'alta energia causando erosioni di sponda, diffusi allagamenti delle aree pianeggianti prossime al corso d'acqua e trasporto di un'ingentissima quantità di materiale ligneo flottante che ha ostruito i ponti provocando gravi allagamenti delle zone limitrofe (come per esempio nel caso dell'abitato di Garessio).

Numerosi ponti sono stati gravemente danneggiati o addirittura abbattuti sia per l'erosione delle spalle sia per il sormonto delle acque in piena.

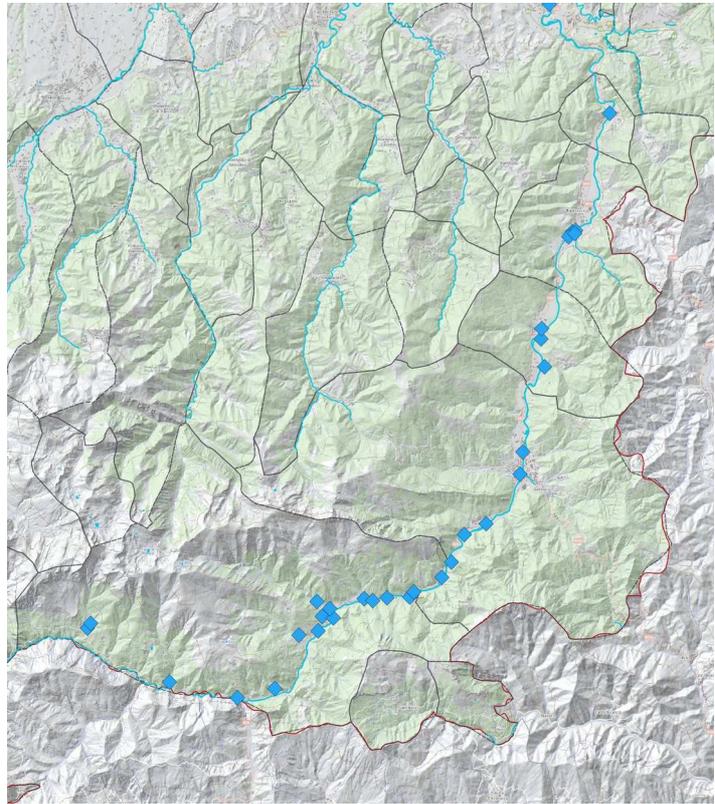


Figura 98 - Quadro dei processi rilevati (in blu) nelle valli del Moregalese.

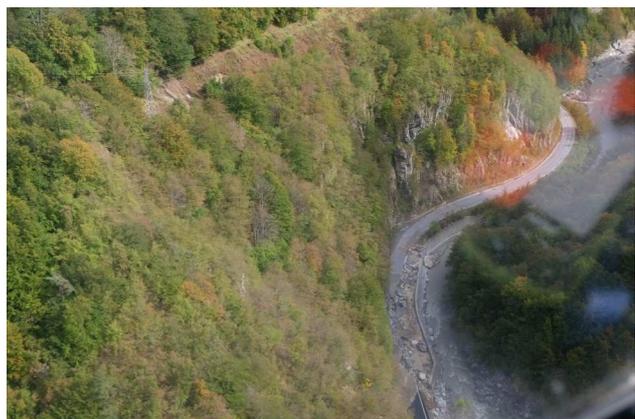


Figura 99 - SP 154, interruzione causata dall'attività torrentizia del rio Borgosotto (a sinistra); interruzione causata dall'erosione in sponda sinistra da parte del T. Negrone (a destra).



Figura 100 - Ormea, loc. Barchi: il ponte, ricostruito dopo l'alluvione del 1994, è stato completamente asportato dalla piena (a sinistra); Garessio, Cascina dell'isola: la piena ha occupato tutta la piana antistante la cascina con un'energia superiore a quanto avvenuto nel 2016, causando gravi danni agli edifici (a destra).



Figura 101 - Garessio, loc. Trappa: effetti della piena con grave coinvolgimento del cimitero della frazione (a sinistra); ponte della SP 582 sormontato dalle acque in piena, che subito a valle sono esondate in sponda sinistra coinvolgendo pesantemente l'area occupata dalla ditta Huvepharma (a destra).

Tutti i centri abitati che si trovano lungo l'asta del Tanaro nel suo tratto sino a Ceva sono stati coinvolti dalla piena con effetti analoghi come tipologia e distribuzione ma più intensi di quelli provocati dalla piena del novembre 2016.



Figura 102 - Garessio: la piazza nei pressi del ponte Odasso è stata gravemente alluvionata a seguito dell'ostruzione e del sormonto del ponte stesso da parte delle acque in piena (a sinistra); anche le vie circostanti il ponte Odasso sono

state gravemente alluvionate a seguito dell'ostruzione e del sormonto del ponte stesso da parte delle acque in piena (a destra).



Figura 103 - Priola, loc. Borgo: effetti della piena a monte e a valle del ponte per la frazione Borgo (a sinistra); Bagnasco: le acque in piena hanno coinvolto gli edifici in sinistra idrografica (a sinistra nell'immagine) a monte e a valle del ponte romano (sormontato e danneggiato nelle arcate superiori) e hanno causato un'erosione spondale in destra; coinvolto anche il cementificio (a destra nell'immagine) dalle acque ostacolate nel deflusso dal ponte stesso (a destra).



Figura 104 - Nucetto, loc. Gurej, confronto tra gli effetti della piena del 2016 e del 2020: si sono prodotti gli stessi effetti, ma nel recente evento le acque esondate hanno raggiunto un'altezza superiore di circa 50 cm.



Figura 105 - Ceva: parte della città interessata dalla piena (a sinistra); sponda sinistra a monte del ponte della SS28, effetti della piena (a destra).

Per quanto riguarda i processi lungo i corsi d'acqua secondari, si segnala in particolare l'importante attività torrentizia del rio Armella che nel suo tratto terminale attraversa l'abitato di Ormea; nel tratto di monte ha manifestato un ingente trasporto detritico e ha occupato ampie zone prossime al canale trascinando nel flusso una grande quantità di alberi; proprio l'ingente quantità di materiale ligneo flottante, all'ingresso dell'abitato di Ormea, ha causato l'ostruzione del ponte di Viale Martinetto e le acque in piena si sono riversate lungo le strade laterali al canale defluendo poi all'interno dell'abitato. Nell'evento del 2016 lo stesso rio aveva causato il sifonamento di un'arginatura nel tratto tombinato, ma il flusso era defluito al di sotto del ponte senza causare ulteriori danni. Scendendo lungo l'asta del Tanaro i rii secondari non hanno generalmente causato particolari problemi, ad eccezione del rio Peisino il cui trasporto solido ha rapidamente occluso l'attraversamento ferroviario sottodimensionato in prossimità della SS 28, causandone il sormonto e l'interruzione della viabilità con il materiale detritico fuoriuscito dall'alveo.



Figura 106 - Ormea: il ponte sul rio Armella è stato ostruito dall'abbondante materiale detritico e arboreo trasportato e le acque sono fuoriuscite defluendo lungo le due vie laterali al canale (a sinistra); rio Peisino: trasporto solido e deposito ai danni della ferrovia e della SS 28 (a destra).

I fenomeni di versante sono stati molto limitati e si è trattato prevalentemente di frane superficiali e di piccole dimensioni, che non hanno comportato gravi conseguenze, se non interruzioni temporanee della viabilità, come la frana che ha ostruito la SS28 nei pressi di località Cantarana (vedi scheda SIFRAP 004-61137-00⁴).

⁴http://webgis.arpa.piemonte.it/Web22/sifrap/ii_livelli/004-61137-00.pdf

MONITORAGGIO DEI MOVIMENTI FRANOSI

Strumenti a lettura automatizzata

Nei giorni immediatamente successivi all'evento Arpa Piemonte, sulla base di quanto stabilito dal Disciplinare per la gestione del monitoraggio frane sul territorio regionale (DGR 18-3690 del 16/04/2012), ha messo in atto le procedure di verifica sui siti di monitoraggio che ricadono nelle aree colpite dalle intense e prolungate precipitazioni.

Lunedì 5 ottobre, a seguito dell'emissione, con bollettini n° 275-276-277/2020, del livello di allerta arancione (assimilabile alla "moderata criticità" citata al par. 4.3.4 del Disciplinare MFF) per le zone A, B, C, E, F, G, H e I, è stata effettuata l'elaborazione straordinaria dei dati provenienti dalle postazioni di monitoraggio a controllo remoto ricadenti nelle aree interessate. Le tipologie di strumenti presenti nelle aree interessate dall'allerta arancione sono: inclinometri a sonde fisse e da parete, estensimetri e fessurimetri, postazioni GPS e catene multiparametriche). I risultati dell'elaborazione straordinaria sono stati pubblicati sul bollettino RERCOMF straordinario n° 12/2020 reperibile in Rugar e trasmessi agli enti competenti.

DISCIPLINARE PER LO SVILUPPO, LA GESTIONE E LA DIFFUSIONE DATI DI SISTEMI DI MONITORAGGIO SU FENOMENI FRANOSI DEL TERRITORIO REGIONALE CON FINALITÀ DI PREVENZIONE TERRITORIALE E DI PROTEZIONE CIVILE (DGR 18-3690 del 16/04/2012)

Provincia		Comune	Località	Tubo Incl.	Proprietà postazione	Data installazione	mesi di osservazione	profondità sondamovimento	andamento movimento rilevato	ultimo aggiornamento disponibile	Stato funzionamento	CINEMATISMO
Zona allertamento meteo												
AL	H	CABELLA LIGURE	MONTALDO DI COSOLA	S1_20	Arpa	giu-20	4	13	non rilevato	05/10/2020	A	ND
AL	H	CABELLA LIGURE	AIE DI COSOLA	I4-17	Arpa	giu-20	4	17	non rilevato	05/10/2020	A	ND
AL	G	CASALEGGIO BOIRO	CASTELLO	S3	Comune	dic-19	10	44	continuo con accelerazioni	05/10/2020	A	1 - MOVIMENTO ORDINARIO
AL	H	FABBRICA CURONE	CALDIROLA	S4	Arpa	nov-18	23	15	continuo con accelerazioni	05/10/2020	A	1 - MOVIMENTO ORDINARIO
							23	20	continuo con accelerazioni	05/10/2020	A	1 - MOVIMENTO ORDINARIO
AL	H	GARBAGNA	AGLIANI	I2_17	Arpa	nov-18	23	21	discontinuo	05/10/2020	A	1 - MOVIMENTO ORDINARIO
AL	G	MOLARE	OLBICELLA	I1	Comune	ott-17	36	22.5	discontinuo	05/10/2020	A	1 - MOVIMENTO ORDINARIO
AL	H	MOMPERONE	ZERBI	S5	Regione	Gen-07	80	9.5	continuo con accelerazioni	05/10/2020	A	1 - MOVIMENTO ORDINARIO
CN	E	ARGENTERA	DEROCIOIRA	S1	Arpa	giu-19	15	11	discontinuo	05/10/2020	A	2 - ACCELERAZIONE DEL MOVIMENTO
CN	F	CAPRAUNA	CONCENTRICO	CP6	Regione	Dic-15	19	12.5	discontinuo	05/10/2020	A	1 - MOVIMENTO ORDINARIO
CN	F	CISSONE	PIANENZA	I2	Arpa	apr-02	223	5	discontinuo	05/10/2020	A	1 - MOVIMENTO ORDINARIO
CN	G	CORTEMILIA	CASTELLA	S2bis	Regione	mar-18	31	8	discontinuo	05/10/2020	A	1 - MOVIMENTO ORDINARIO
CN	F	MONCHIERO	CONCENTRICO	S1	Arpa	feb-10	128	13.5	discontinuo	05/10/2020	A	1 - MOVIMENTO ORDINARIO
CN	G	PERLETTO	CONCENTRICO	I5_17	Arpa	giu-19	15	16.5	non rilevato	05/10/2020	A	0 - ASSENZA MOVIMENTO
CN	F	RODELLO	PIANDAMIANE	I7	Arpa	Mag-18	29	7.5	non rilevato	05/10/2020	A	0 - ASSENZA MOVIMENTO
CN	F	SOMANO	PEDROTTI	S10	Regione	mar-05	81	14.5	discontinuo	05/10/2020	A	1 - MOVIMENTO ORDINARIO
CN	F	VERDUNO	OSPEDALE	S2	Provincia	dic-19	12	/	non rilevato	05/10/2020	A	0 - ASSENZA MOVIMENTO
TO	L	CASTAGNETO PO	CIMENASCO	S11	Arpa	Dic-15	58	5	continuo con accelerazioni	05/10/2020	A	1 - MOVIMENTO ORDINARIO
TO	C	LOCANA	ROSONE	I4	Arpa	lug-20	3	40	non rilevato	05/10/2020	A	ND
							3	41.5	non rilevato		A	ND
VB	A	TRASQUERA	SCHIAFFO	S1_12	Arpa	nov-12	95	34	continuo con accelerazioni	05/10/2020	A	1 - MOVIMENTO ORDINARIO
VC	B	CIVIASCO	PERRACINO	S1	Arpa	apr-02	222	10.5	continuo con accelerazioni	05/10/2020	A	1 - MOVIMENTO ORDINARIO

A attiva
 N temporaneamente non attiva
 D definitivamente disattivata
 la forte deformazione del tubo ospitante compromette la corretta funzionalità della strumentazione e/o non consente manutenzione e verifica
 valori acquisiti non validati perché non coerenti con rilevazioni manuali

Figura 107 - Rapporto di elaborazione delle postazioni inclinometriche fisse n° 12 /2020.

La strumentazione non ha generalmente segnalato accelerazioni significative direttamente riconducibili all'evento del 2-3 ottobre. Dei movimenti posti sotto osservazione, solamente le postazioni di Argentera e Ormea (CN) hanno manifestato una debole attività:

- la postazione multiparametrica posta sulla frana di località Derocioira nel Comune di Argentera (ID: M4ARGA1) ha rilevato un lieve incremento dello spostamento (2.5 mm) alla profondità di 11 m; tuttavia, tale incremento è riferibile al periodo 27-29 settembre, pertanto antecedentemente all'evento;
- il fessurimetro di Ormea, località Ponte dei Sospiri (ID: F4ORMC4), dalla sera del 2 ottobre alla mattina del 3 ottobre, ha registrato un'apertura di circa 7 mm della discontinuità posta sotto controllo.

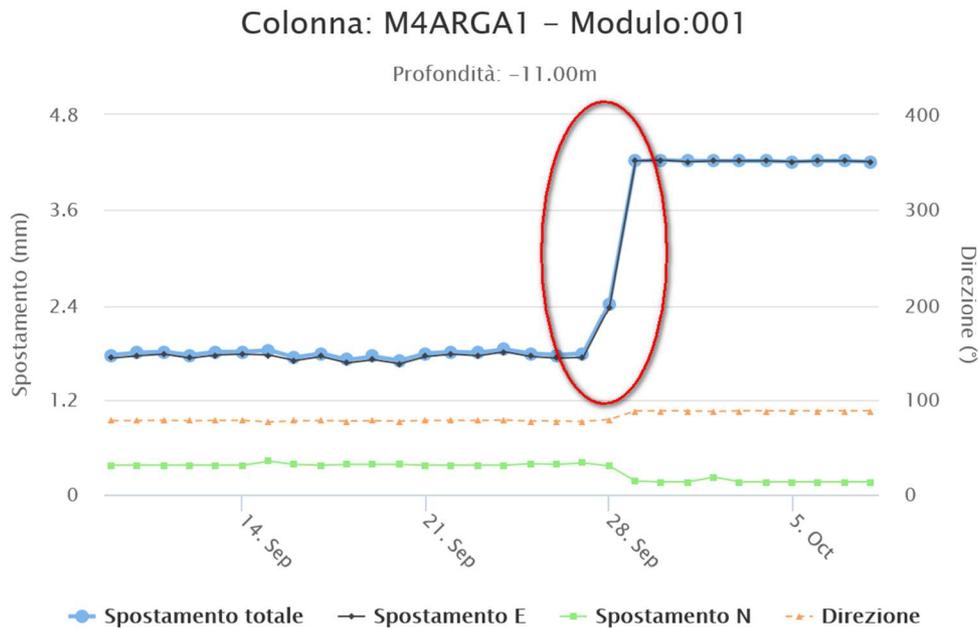


Figura 108 - Grafico dello spostamento registrato dal modulo 001 (profondità -11m dal p.c.) della sonda multiparametrica DMS in località Derocioira (Comune di Argentera).

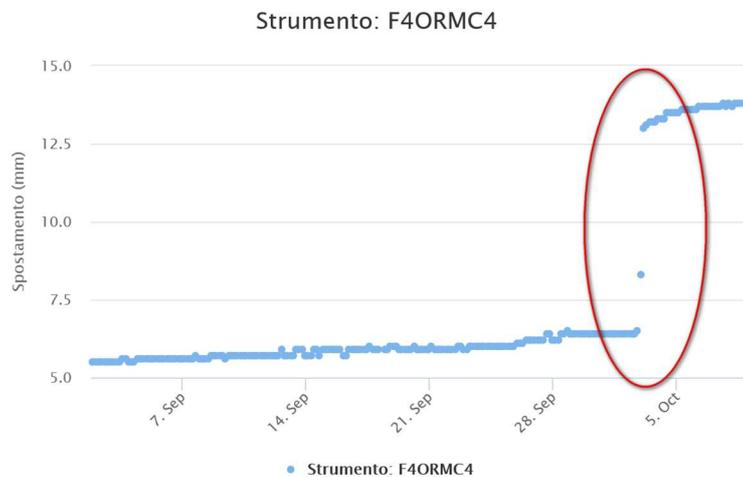


Figura 109 - Grafico dello spostamento registrato dal fessurimetro F4ORMC4 in località Ponte dei Sospiri del Comune di Ormea.

Il 12/10/2020 è stato emesso un nuovo bollettino RERCOMF ordinario che conferma sostanzialmente quanto osservato nel precedente bollettino straordinario.

Le precipitazioni registrate hanno avuto valori cumulati eccezionali, con picchi nella giornata del 2 ottobre fino a oltre 500mm nella Stazione di Sambughetto (VB) e di 540mm in quella di Limone Pancani (CN). Il carattere particolarmente intenso delle piogge ha determinato un forte ruscellamento superficiale, con un'infiltrazione ridotta nei livelli più profondi. Questo ha fatto sì che i fenomeni monitorati della ReRCoMF, che hanno superfici di scivolamento generalmente superiori ad alcuni metri, non registrassero accelerazioni significative. L'unico strumento con un incremento significativo del movimento è quello del fessurimetro di Ormea – Ponte dei Sospiri, posto a controllo di un blocco roccioso quarzítico che già in passato aveva evidenziato movimenti in occasione di piogge intense (novembre 2019).



Figura 110 - Ormea, Ponte dei Sospiri: panoramica ravvicinata della zona monitorata; il riquadro rosso indica in modo approssimativo la zona instabile, il tratto rosso pari a circa 2 metri fornisce le proporzioni del fenomeno

Nelle prossime settimane proseguirà il controllo delle postazioni a lettura in continuo con frequenza intensificata per verificare eventuali nuove accelerazioni.

Strumenti a lettura manuale

Nelle settimane seguenti all'evento, Arpa ha predisposto l'esecuzione di campagne di misure inclinometriche e topografiche nei siti ReRCoMF ricadenti nelle aree su cui le precipitazioni si sono abbattute con maggiore intensità.

In particolare, nel corso di circa un mese saranno eseguiti i rilievi nelle Provincie di Biella, Verbania, Vercelli (media Val Sesia) e Cuneo (alto corso del fiume Tanaro); le risultanze saranno illustrate nel Rapporto di approfondimento che verrà pubblicato nei prossimi mesi.