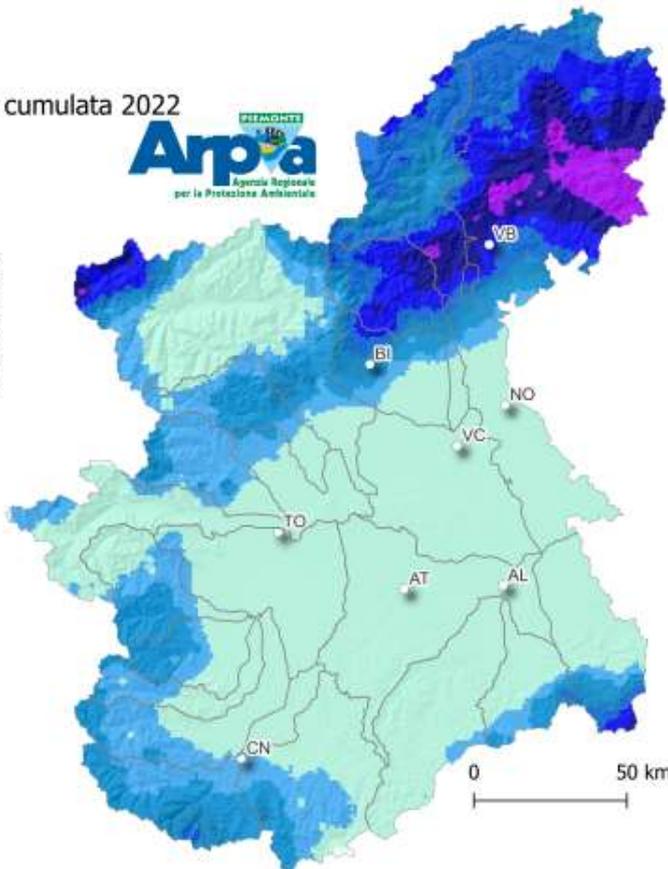
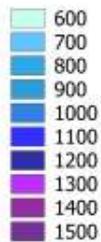


Pioggia cumulata 2022
[mm]



L'idrologia in Piemonte

2022

Il 2022 è stato un anno molto al di sotto della norma come piovosità in Piemonte, con un deficit complessivo di circa il 43%. Le precipitazioni cadute nel corso dell'anno, sulla parte del bacino del fiume Po, chiuso a valle della confluenza con il Ticino, è stata pari a circa 607 mm. Ad incidere maggiormente sul deficit osservato sono stati i quasi 111 giorni senza piogge significative registrati tra l'8 dicembre 2021 e il 29 marzo 2022.

Il 2022 può essere considerato l'anno dei record al negativo: nel bilancio complessivo dell'anno, infatti, si sono registrati ovunque e per tutti i mesi, scostamenti negativi rispetto ai valori storici di riferimento e le principali sezioni di chiusura dei principali bacini idrografici, hanno registrato i valori minimi storici delle portate sia livello mensile che annuale. Nella sezione di Isola S. Antonio, chiusura del bacino del Po piemontese, la portata media annua è stata il 67% più bassa del valore medio storico. Anche per quanto riguarda le acque sotterranee si osserva nell'anno 2022 un generale abbassamento del livello della falda superficiale.

Arpa Piemonte
Dipartimento Rischi Naturali e
Ambientali

Torino, aprile 2023

L'idrologia in Piemonte

a cura del Dipartimento Rischi Naturali e Ambientali, S.S. Idrologia e Qualità delle Acque con la collaborazione della S.S. Meteorologia, Clima e Qualità dell'Aria Strutturata, e S.S. Monitoraggio e Studi Geologici



ARPA PIEMONTE

Dipartimento Rischi Naturali e Ambientali

Via Pio VII, 9 - 10135 Torino

Tel. 011 19681350 – fax 011 19681341

Sito web: www.arpa.piemonte.it

E-mail: dip.rischi.naturali.ambientali@arpa.piemonte.it

P.E.C.: rischi.naturali@pec.arpa.piemonte.it

INDICE

1	INTRODUZIONE	4
2	PRECIPITAZIONI.....	4
	2.1 Piogge osservate.....	4
	2.2 Indice meteorologico di siccità.....	12
	2.3 Confronto climatologico	16
	2. 4 Neve.....	17
3	PORTATE	22
	3.1 Deflussi superficiali osservati	22
	3.2 Bilanci idrologici.....	27
	3.3 Asta di Po.....	28
4	SOGGIACENZA DELL'ACQUIFERO SUPERFICIALE	32
	4.2 Livelli di criticità rispetto ai valori tipici della serie storica.....	34
	4.3 Variazioni stagionali della soggiacenza nel 2022 rispetto alla serie storica, spazializzate per i GWB principali	36
5	CONSIDERAZIONI FINALI	39
6	APPROFONDIMENTI.....	40

1 INTRODUZIONE

Il presente rapporto contiene il quadro complessivo della situazione idrica relativa all'anno 2022 della porzione piemontese del bacino idrografico del fiume Po. Come di consueto l'analisi viene condotta a partire dai dati di monitoraggio della Rete Regionale Automatica di Arpa Piemonte.

Nella prima parte vengono descritte ed analizzate le precipitazioni: le valutazioni si basano sul confronto fra le osservazioni del periodo in esame ed i valori medi del periodo storico di riferimento disponibile. Sono, inoltre, calcolati gli indici di siccità a livello di bacino idrografico, al fine di consentire una valutazione dei differenti impatti del deficit di precipitazione sulle risorse idriche.

Nella seconda parte viene descritta ed analizzata la situazione dei bacini in termini di deflussi superficiali e di bilancio idrologico, con un approfondimento di maggior dettaglio per quanto riguarda l'asta del fiume Po.

Nell'ultima parte viene condotta un'analisi della soggiacenza mensile e annuale degli acquiferi superficiali a partire dai dati misurati dai piezometri della rete di monitoraggio nell'anno 2022 considerando come condizione di riferimento la serie storica 2005-2021.

2 PRECIPITAZIONI

2.1 Piogge osservate

Il 2022 in Piemonte è risultato l'anno più secco dal 1913; in particolare, le piogge totali sono state notevolmente inferiori alla media storica di riferimento 1991-2020. Tutti i mesi del 2022 sono risultati molto asciutti (in particolar modo gennaio, febbraio e marzo) ad eccezione dei mesi di agosto e dicembre in cui si sono registrate precipitazioni in linea con la media storica. Le precipitazioni cadute nel corso dell'anno sull'intero bacino del fiume Po, chiuso a valle della confluenza con il Ticino, sono state inferiori del 43% rispetto al valore storico di riferimento e pari a circa 607 mm.

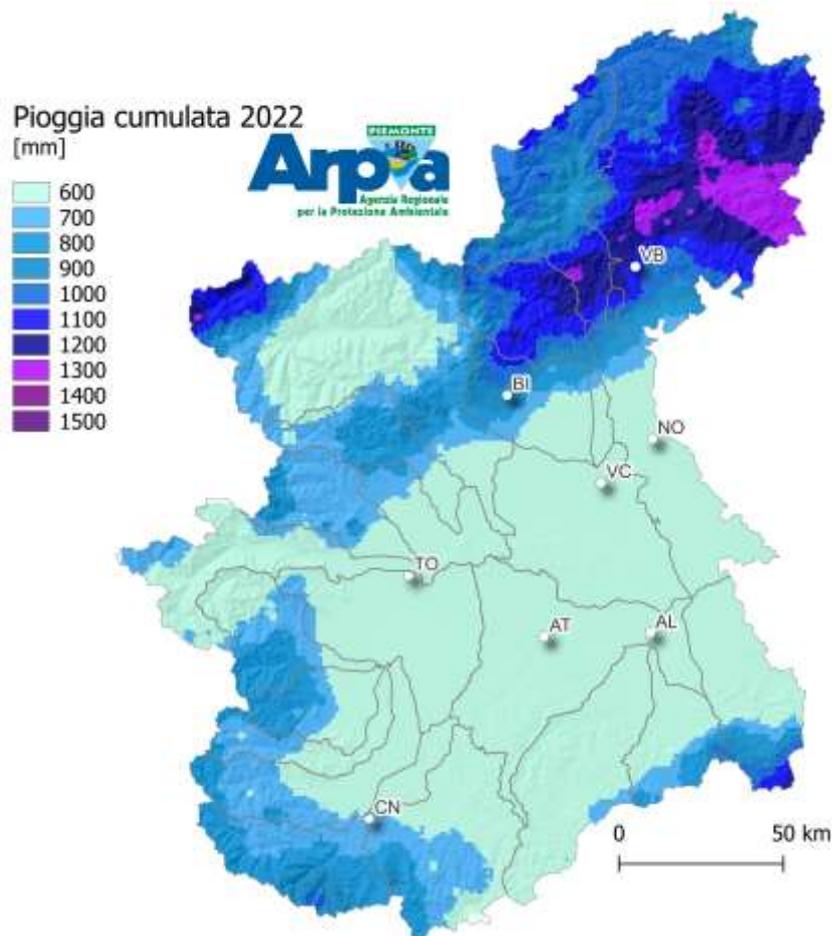


Figura 1. Pioggia cumulata nell'anno 2022

Le precipitazioni medie mensili osservate in Piemonte sono state confrontate con quelle relative al periodo 1991-2020, preso come riferimento '*climatologico*': per consentire valutazioni d'insieme alla scala dei principali bacini idrografici, non è stato fatto un confronto puntuale dei dati delle singole stazioni della rete di monitoraggio di Arpa Piemonte ma si è preferito effettuare un'analisi a scala di bacino.

Nella Figura 2 sono riportati i bacini idrografici per i quali sono stati calcolati:

- la pioggia media mensile,
- lo scostamento, espresso in percentuale, rispetto al valore medio storico calcolato sul campione delle piogge mensili disponibili.



Figura 2. Bacini idrografici

L'anno è iniziato con un mese di gennaio molto secco, in cui si sono registrati circa 5 mm di pioggia media in regione, risultando il 4° gennaio più secco dopo il 1989, il 1993 e il 2005; per l'intero bacino del fiume Po è stato registrato un deficit pluviometrico del 90%.

Anche i successivi due mesi sono risultati molto asciutti e solamente alla fine di marzo 2022 sono state registrate delle giornate con piogge significative. La somma delle precipitazioni di febbraio e marzo è stata solamente di circa 25 mm, con i rispettivi deficit pluviometrici pari al 80% e 76%.

Nei primi mesi dell'anno non si sono osservate precipitazioni significative (ovvero superiori a 5 mm giornalieri di media regionale) sul Piemonte a partire dall'8 dicembre 2021 fino al 29 marzo 2022, per un totale 111 giorni consecutivi senza pioggia. Questo lasso temporale è al 2° posto tra i periodi secchi invernali più lunghi degli ultimi 65 anni, dopo la stagione 1999-2000 (137 giorni) e prima di quella 1980-81 (107).

Il mese di aprile, anch'esso, è stato caratterizzato da una scarsità di precipitazioni, ancora sotto la media di circa il 49%, con circa 55 mm medi sul bacino complessivo.

Nel mese di maggio le giornate piovose (15) sono state in linea con quanto ci si può attendere in questo periodo dell'anno ma si è comunque registrato un deficit di precipitazioni pari al 38% rispetto al mese tipo.

Complessivamente a fine maggio si è chiuso un semestre nero per il clima piemontese soprattutto in termini di precipitazioni visto che da dicembre 2021 fino a fine primavera 2022 sono caduti mediamente alla testata del bacino del Po 181 mm di pioggia contro una norma di 433 mm, che ha rappresentato un deficit complessivo pari al 58%, con punte di oltre il 70% sulle zone pianeggianti del Torinese e del Novarese. Si è trattato del 3° semestre più asciutto degli ultimi 65 anni dopo il periodo

ottobre 1999-marzo 2000 e quello luglio 2001–gennaio 2002, sullo stesso piano del semestre gennaio-giugno 2003.

Dopo un inverno e una primavera molto secchi, anche nei mesi di giugno e luglio si sono avuti valori di precipitazione inferiori alle medie mensili. A giugno, sull'intero bacino del Po sono caduti mediamente 74 mm di pioggia con uno scarto del 23% rispetto alla media di riferimento mentre a luglio in media 44 mm di pioggia con uno scarto del 39%. Le precipitazioni di luglio si sono concentrate all'inizio e alla fine del mese ed hanno interessato, principalmente, i bacini settentrionali di Ticino, Toce e Agogna Terdoppio e quelli meridionali del Tanaro. I deficit idrici maggiori (superiori al 60%) hanno riguardato i bacini torinesi di Dora Riparia, Stura di Lanzo, Pellice e Cervo. Il mese di agosto è risultato particolarmente instabile e i frequenti temporali hanno fatto in modo che la pioggia media del mese sia risultata lievemente al di sotto della media (-5%); sono state registrate anomalie di precipitazione positiva soprattutto nei bacini occidentali di cuneese e torinese.

Nell'estate 2022, sono caduti in Piemonte circa 195 mm medi di pioggia con un deficit totale pari a circa il 18% rispetto al valore medio degli ultimi 30 anni. Essa è risultata complessivamente una delle 15 più secche degli ultimi 65 anni. Le anomalie negative di pioggia in questa stagione non sono state uniformi sul Piemonte, ma il deficit più pronunciato si è osservato nella parte centro-settentrionale della regione mentre nel cuneese e nell'alto vercellese gli apporti temporaleschi del mese d'agosto hanno ridotto il divario con i valori di riferimento.

Anche il mese di settembre è stato caratterizzato da scarsi apporti pluviometrici; sul bacino del Po, chiuso alla confluenza col Ticino, sono caduti in media circa 62 mm contro una media del mese di 103 mm nel periodo climatico 1991-2020. Sulla maggior parte del territorio le anomalie percentuali negative di settembre si attestano tra il 55 e il 60% e solo in poche zone (biellese, alessandrino, novarese) il deficit è quantificabile attorno al 30%.

Ottobre 2022 è stato un mese avaro di precipitazioni e la precipitazione media totale registrata è stata di circa 67 mm che rappresenta un deficit negativo complessivo pari al 43%. Le anomalie percentuali negative più significative si sono osservate sul settore meridionale della regione e si sono attestate tra il 70 e l'80%; invece, nella parte centrale della regione (-40/-60%) e sulle Alpi il deficit è rimasto un po' più contenuto, seppur ancora importante trattandosi del mese di ottobre.

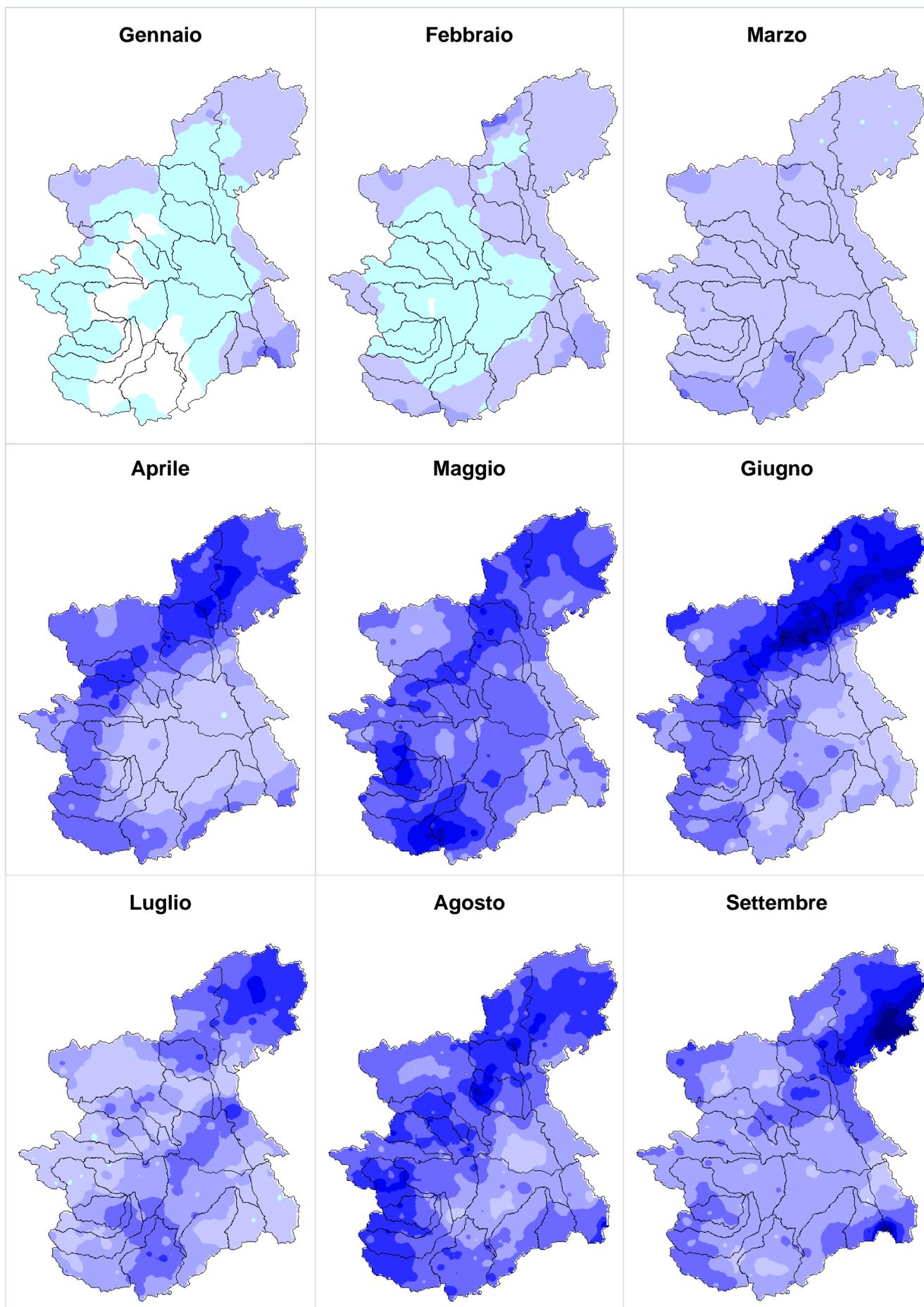
Il mese di novembre è risultato molto secco; sul bacino complessivo sono stati registrati mediamente 50 mm di pioggia contro una media del mese di 136 mm nel periodo climatico 1991-2020 comportando un deficit del 63%.

L'anno 2022 si è poi concluso con un mese di dicembre con afflussi medi superiori alla media di riferimento, pari a circa 69 mm, segnando un'anomalia positiva del 17%.

In Tabella 1 vengono riportati i dati e le statistiche della pioggia media mensile espressa in mm dei principali bacini idrografici regionali (Figura 2). Dall'analisi dei dati riportati nella tabella successiva si evince come il surplus pluviometrico di dicembre 2022 non abbia però permesso di recuperare il deficit pluviometrico del 2022 che risulta compreso tra il 30 e il 55% per i principali bacini idrografici regionali. Nella Figura 3 vengono mostrate le mappe di precipitazione mensile.

Tabella 1. Precipitazione media mensile [mm] relativa ai principali bacini idrografici regionali, scostamento pluviometrico [%]. Lo scostamento è dato da (pioggia mensile - pioggia mensile storica)/pioggia mensile storica. Il periodo storico è: 1991 – 2020.

Bacino	Area [Km ²]	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	TOTALE
ALTO PO	717	0,1	2,0	17,7	50,6	126,1	66,2	42,0	102,6	50,9	65,7	30,1	44,4	598,5
		-100%	-95%	-73%	-59%	-4%	-34%	-32%	63%	-48%	-38%	-74%	-2%	-39%
PELLICE	975	0,5	3,4	14,9	59,4	102,8	68,3	16,4	125,3	42,9	70,0	35,4	49,7	589,1
		-99%	-92%	-77%	-51%	-20%	-34%	-72%	116%	-58%	-34%	-71%	7%	-41%
VARAITA	601	0,1	2,4	15,8	49,5	95,6	52,0	33,2	99,8	44,4	46,9	32,2	50,0	521,9
		-100%	-93%	-72%	-51%	-12%	-41%	-41%	88%	-43%	-48%	-69%	18%	-39%
MAIRA	1214	0,2	5,4	18,6	46,3	95,0	52,5	33,4	97,3	47,1	37,4	39,6	62,4	535,0
		-100%	-87%	-70%	-54%	-9%	-37%	-41%	91%	-38%	-61%	-63%	28%	-35%
RESIDUO PO CONFLUENZA DORA RIPARIA	1778	0,1	0,6	10,9	25,3	65,7	51,2	32,9	70,1	35,5	38,9	25,7	39,8	396,7
		-100%	-98%	-80%	-73%	-37%	-38%	-43%	12%	-55%	-51%	-73%	2%	-52%
DORA RIPARIA	1337	1,6	4,7	12,9	46,5	65,8	61,9	13,3	83,1	42,2	58,4	43,7	66,5	500,6
		-96%	-86%	-74%	-45%	-37%	-30%	-76%	45%	-44%	-33%	-52%	51%	-38%
STURA DI LANZO	886	1,3	1,2	15,0	88,5	90,1	94,0	22,7	98,4	34,8	78,2	30,8	54,5	609,5
		-97%	-97%	-79%	-35%	-46%	-28%	-71%	10%	-71%	-38%	-78%	6%	-49%
ORCO	913	1,8	1,3	16,8	90,1	79,0	107,4	32,0	103,2	43,3	75,5	30,6	53,0	634,1
		-97%	-97%	-74%	-30%	-49%	-12%	-62%	8%	-62%	-34%	-77%	6%	-45%
RESIDUO PO CONFLUENZA DORA BALTEA	781	0,6	1,4	16,1	40,5	78,2	73,2	30,1	101,3	37,3	53,3	32,4	46,2	510,7
		-98%	-97%	-74%	-62%	-40%	-24%	-58%	24%	-58%	-41%	-73%	-7%	-48%
DORA BALTEA	3939	7,8	9,5	16,2	69,9	57,9	95,3	25,6	70,2	49,0	86,3	39,3	69,2	596,3
		-84%	-74%	-69%	-22%	-49%	3%	-64%	-10%	-42%	-2%	-60%	32%	-34%
CERVO	1019	1,6	7,8	12,4	67,2	77,4	106,8	26,5	110,5	78,9	60,1	63,2	65,9	678,4
		-97%	-84%	-85%	-51%	-55%	-13%	-68%	4%	-35%	-53%	-60%	0%	-47%
SEZIA	1132	2,2	7,0	15,6	105,8	108,1	170,4	59,9	116,4	73,1	91,4	56,8	86,4	893,0
		-97%	-88%	-83%	-35%	-43%	13%	-44%	-3%	-50%	-42%	-68%	16%	-41%
RESIDUO PO CONFLUENZA TANARO	2021	2,0	4,4	14,5	14,7	57,5	27,6	47,7	35,8	36,1	42,4	42,5	55,2	380,3
		-95%	-89%	-72%	-80%	-35%	-53%	-2%	-42%	-48%	-44%	-57%	24%	-49%
STURA DEMONTE	1472	0,0	14,4	36,2	65,2	123,5	54,5	38,8	93,6	51,4	36,0	54,2	83,3	651,2
		-100%	-71%	-51%	-47%	5%	-42%	-37%	70%	-44%	-72%	-62%	21%	-39%
TANARO	1812	0,1	9,6	32,4	41,7	114,6	32,4	60,0	72,8	31,5	29,5	45,6	72,2	542,4
		-100%	-80%	-51%	-62%	7%	-58%	14%	26%	-65%	-75%	-70%	11%	-46%
BORMIDA	1733	2,0	8,7	24,5	33,1	56,6	29,4	29,4	55,3	44,5	14,1	48,3	67,3	413,1
		-96%	-82%	-62%	-63%	-34%	-39%	-23%	22%	-49%	-88%	-67%	6%	-53%
ORBA	776	20,7	18,9	18,3	32,0	40,4	24,1	17,0	60,6	67,5	32,8	92,9	102,6	527,8
		-71%	-73%	-77%	-67%	-59%	-56%	-60%	16%	-32%	-80%	-54%	14%	-53%
ASTA TANARO	2403	1,2	3,0	19,8	12,1	69,3	38,3	41,7	37,9	33,1	18,4	37,4	58,7	370,7
		-97%	-92%	-60%	-83%	-11%	-23%	0%	-23%	-50%	-76%	-60%	43%	-46%
SCRIVIA - CURONE	1364	27,2	27,3	10,8	26,6	45,9	19,7	15,3	61,9	64,1	22,8	102,8	93,6	518,0
		-61%	-51%	-82%	-65%	-38%	-65%	-62%	9%	-30%	-83%	-38%	18%	-46%
AGOGNA - TERDOPPIO	1598	4,8	8,2	10,2	30,5	45,7	28,0	42,5	53,5	71,9	46,6	64,0	66,9	473,0
		-90%	-84%	-85%	-65%	-54%	-62%	-29%	-26%	-16%	-51%	-46%	17%	-48%
TOCE	1784	5,6	17,6	11,4	116,6	105,4	142,8	62,5	111,2	72,9	141,6	44,8	95,7	928,3
		-92%	-69%	-87%	-26%	-44%	-9%	-45%	-16%	-54%	-19%	-75%	28%	-40%
Po a Ponte Becca (PV)	37874	5,0	9,4	15,8	55,6	77,4	74,3	43,0	78,8	61,9	67,1	49,6	69,2	607,2
		-90%	-80%	-76%	-49%	-38%	-23%	-39%	-5%	-40%	-43%	-63%	17%	-43%



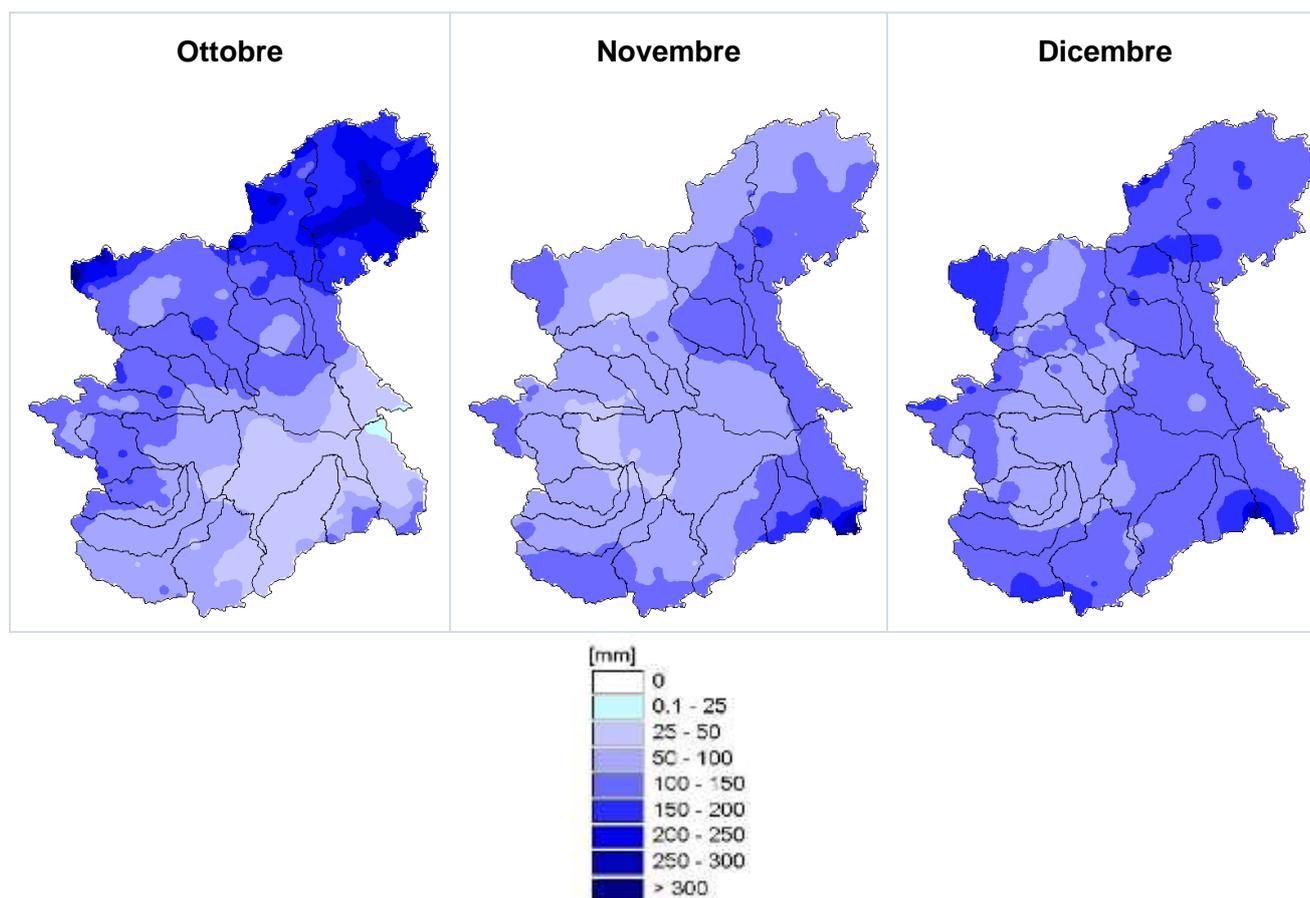


Figura 3. Precipitazioni mensili registrate nel 2022

A completamento del quadro sulla situazione idrica, nella seguente tabella si riportano i valori totali di precipitazione annua [mm] in corrispondenza delle sezioni di chiusura dei principali bacini del Piemonte ed i relativi scostamenti pluviometrici [%] rispetto al periodo di riferimento 1991-2020.

Tabella 2. Analisi riassuntiva delle precipitazioni ragguagliate ai bacini dei principali corsi d'acqua e del relativo deficit pluviometrico

Bacino	Sezione	Stazione idrometrica di riferimento	Area [Km ²]	Precipitazione gennaio-dicembre 2022 [mm]	Scostamento rispetto al valore medio storico [%]
MAIRA	Chiusura	Racconigi	1214	535	-35%
PELLICE	Chiusura	Villafranca	975	589	-41%
DORA RIPARIA	Chiusura	Torino	1337	501	-38%
STURA DI LANZO	Chiusura	Torino	886	609	-49%
DORA BALTEA	Chiusura	Verolengo	3939	596	-34%
CERVO	Chiusura	Quinto Vercellese	1019	678	-47%
SESIA	Confluenza Cervo	Palestro	2151	592	-45%
TOCE	Chiusura	Candoglia	1784	928	-40%
STURA DI DEMONTE	Chiusura	Fossano	1472	651	-39%
ORBA	Chiusura	Casalcermelli	776	528	-53%
BORMIDA	Monte Confluenza Orba	Cassine	1733	413	-53%
	Confluenza Tanaro	Alessandria	2509	449	-53%
TANARO	Confluenza Stura	Alba	3284	591	-42%
	Chiusura	Montecastello	8196	483	-47%
PO	Confluenza Maira	Carignano	3507	561	-39%
	Monte confluenza Dora Riparia	Torino	5285	506	-43%
	Confluenza Tanaro	Isola S. Antonio	25509	559	-42%
	Confluenza Ticino	Ponte Becca	37874	607	-43%
SCRIVIA	Chiusura	Serravalle	1364	518	-46%

Nella figura seguente si riporta la precipitazione media ragguagliata sul bacino del fiume Po chiuso a Ponte Becca (Pavia), nel periodo gennaio - dicembre dal 1913 al 2022; come si può osservare il 2022 è risultato l'anno più secco dal 1913 ad oggi.

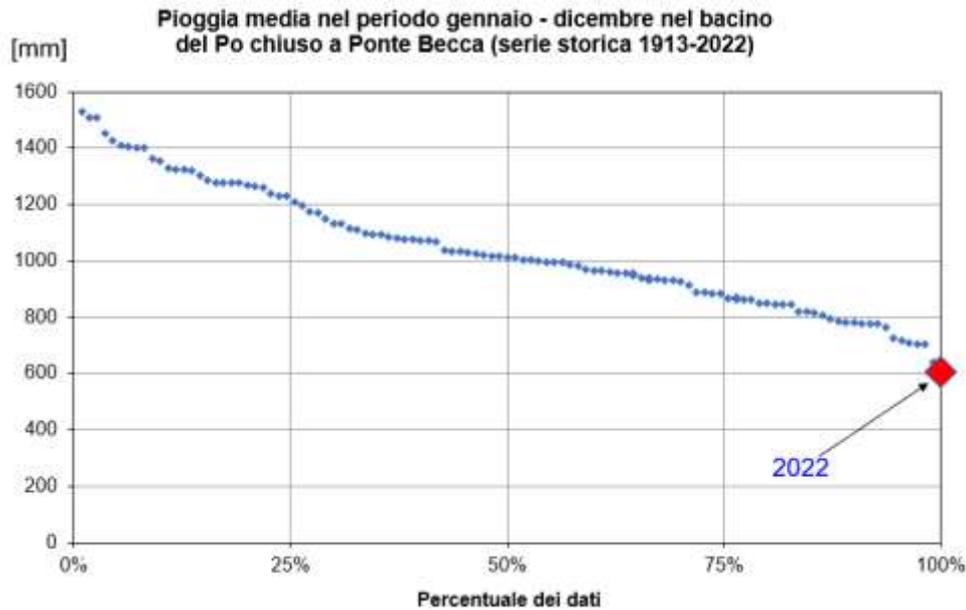


Figura 4. Precipitazione media annuale registrata da gennaio a dicembre con evidenziato in rosso il 2022

Nella figura seguente si riportano le precipitazioni giornaliere misurate sulla regione confrontate con il 90esimo e il 95esimo percentile e con il massimo giornaliero per il periodo 1958-2020. Si nota per tutto il 2022 la pioggia cumulata media in regione si è sempre trovata al di sotto della norma climatica, fino a raggiungere un deficit del 42% a fine anno. Non ha aiutato, in questo senso, la lunga serie di giorni consecutivi senza pioggia (precipitazione superiore ai 5 mm) registrati da dicembre 2021 fino marzo 2022, ben evidente in figura.

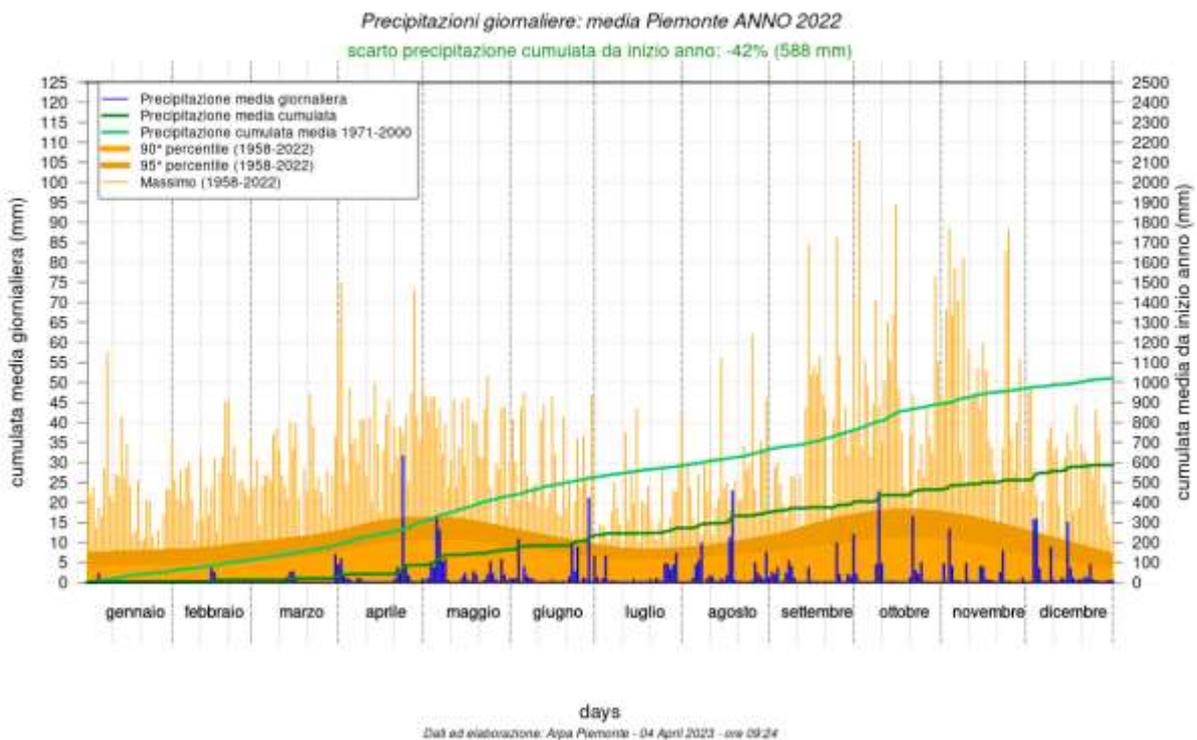


Figura 5. Precipitazione giornaliera registrata da gennaio a dicembre 2022 e confronto con i dati storici dell'ultimo trentennio (clima:1991-2020).

2.2 Indice meteorologico di siccità

Al fine di consentire una valutazione dei differenti impatti del deficit di precipitazione sulle riserve idriche è stato calcolato, per diverse scale temporali, il valore dell'indice di siccità meteorologica SPI (Indice di Precipitazione Standardizzata) a partire dalle piogge ragguagliate a livello dei principali bacini idrografici. L'indice SPI esprime in maniera compatta l'anomalia di precipitazione dalla media, normalizzata rispetto alla deviazione standard.

Valori positivi dell'indice si riferiscono ad una situazione di piovosità con entità maggiore della media climatologica di riferimento della serie pluviometrica (1991-2020), mentre valori negativi si riferiscono ai casi più siccitosi. In questo modo è possibile definire una severità oggettiva del fenomeno e confrontare bacini con caratteristiche micro-climatiche differenti.

L'indice SPI è stato quantificato sulle scale temporali di 3, 6 e 12 mesi, aggregando la precipitazione sui medesimi periodi.

Queste scale temporali riflettono l'impatto della siccità sulla disponibilità dei vari tipi di risorse idriche: i valori calcolati a 3 mesi si prestano a rappresentare deficit idrici con impatto su attività agricole di tipo stagionale, quelli a 6 mesi riflettono l'andamento del livello dei serbatoi d'acqua naturali ed artificiali mentre i valori dell'indice a 12 mesi permettono una valutazione della risorsa idrica su scala annuale.

Dopo un gennaio in condizioni generali di normalità, si è sentito chiaramente l'effetto dei 111 giorni senza precipitazioni significative nei mesi successivi che ha spinto l'intera regione in condizione di siccità estreme nel mese di marzo. Praticamente tutti i bacini mostravano ad aprile un indice SPI a 3 mesi con valori superiori a 1.5, ovvero una disponibilità idrica di 1,5 deviazioni standard inferiore rispetto alla norma del periodo.

Le precipitazioni registrate alla fine di marzo e ad aprile non hanno permesso di riportare la situazione alla normalità durante il mese di aprile; infatti, tutta la regione risultava compresa tra condizioni di siccità moderata ed estrema.

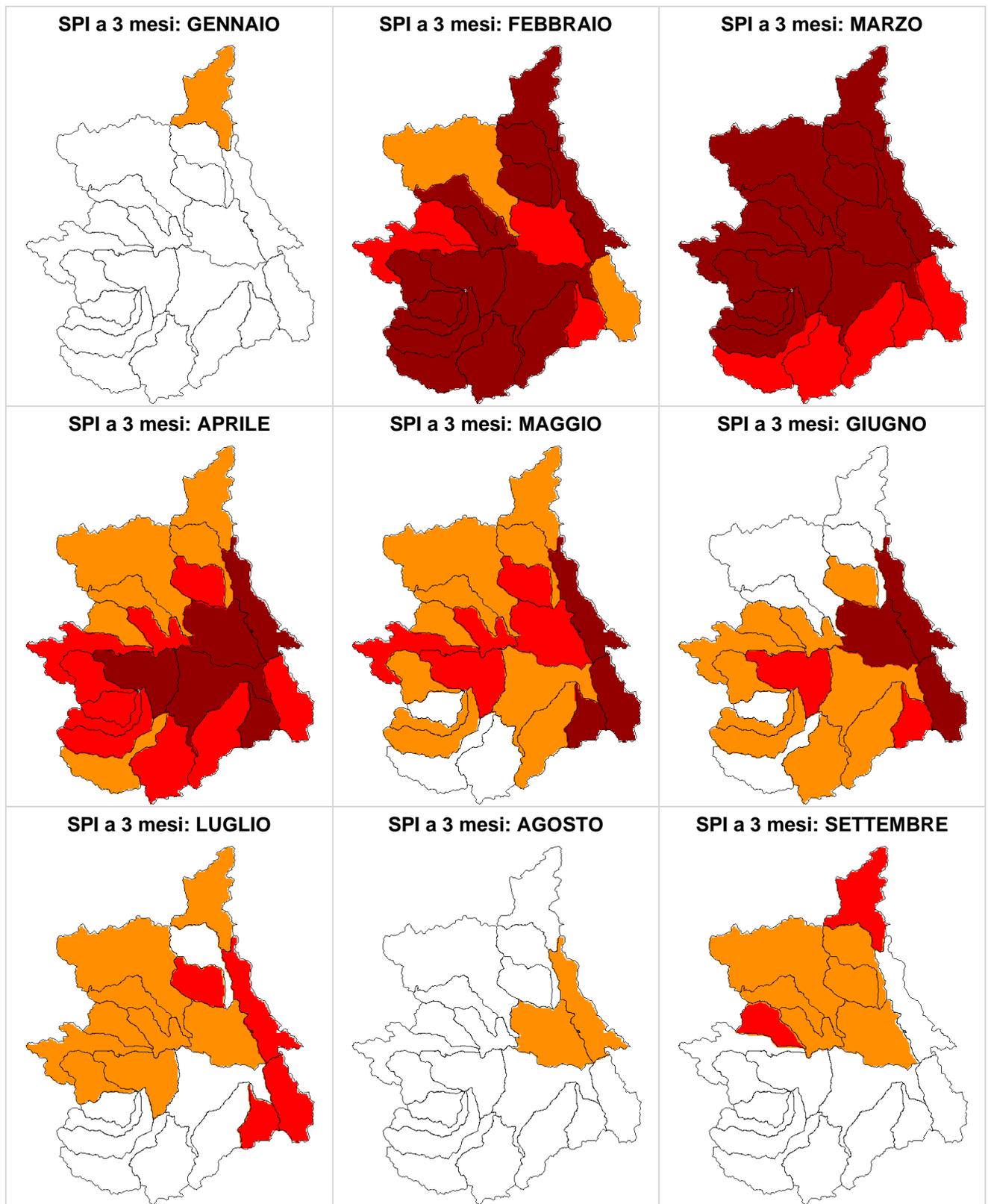
Anche il mese di maggio, seppur caratterizzato da un numero di giorni piovosi in linea con il valore storico di riferimento, ha comportato per quasi la totalità della regione condizioni comprese tra la moderata ed estrema siccità (bacino Agogna-Terdoppio, Scrivia-Curone, Orba). Le precipitazioni registrate nel mese di maggio hanno permesso di riportare in condizioni di normalità i bacini dell'Alto Po, della Stura di Demonte e del Tanaro.

I fenomeni temporaleschi registrati tra giugno e luglio hanno permesso di apportare un lieve miglioramento al valore dell'indice di SPI a 3 mesi dell'intera regione anche se in molte zone si registrano condizioni di siccità severa ed estrema. Invece, le frequenti piogge convettive del mese di agosto sono riuscite a riportare nella classe di normalità (anche se tendente al secco) gran parte della regione, come illustrato dalle mappe di SPI a 3 mesi.

L'indice SPI a 3 mesi, per il mese di settembre, risulta a nord in condizioni di siccità tra moderata e severa mentre a sud in condizioni di normalità ma tendenti al secco. Per quanto riguarda il mese di ottobre, la regione risulta divisa tra est in condizioni di siccità moderata ed ovest in condizioni di normalità ma tendenti al secco.

Le scarse precipitazioni di novembre hanno comportato un peggioramento dell'indice SPI a 3 mesi; infatti, la quasi totalità della regione risulta compresa tra condizioni di siccità moderata ed estrema ad eccezione del bacino della Dora Baltea e Dora Riparia che risultano in condizioni di normalità (anche se tendenti al secco). Invece, il surplus di precipitazioni registrate nel mese di dicembre, hanno comportato un miglioramento dell'indice SPI a 3 mesi dell'intera regione riportando in condizioni di normalità i bacini settentrionali e le pianure orientali; sono risultati in condizioni di siccità moderata i bacini meridionali (Maira, Stura di Demonte, Tanaro, Bormida e Orba) e zone centrali della regione (Residuo Po confluenza Dora Riparia e Residuo Po confluenza Dora Baltea).

Nelle figure seguenti vengono mostrate le mappe di SPI a 3 mesi per tutti i dodici mesi del 2022.



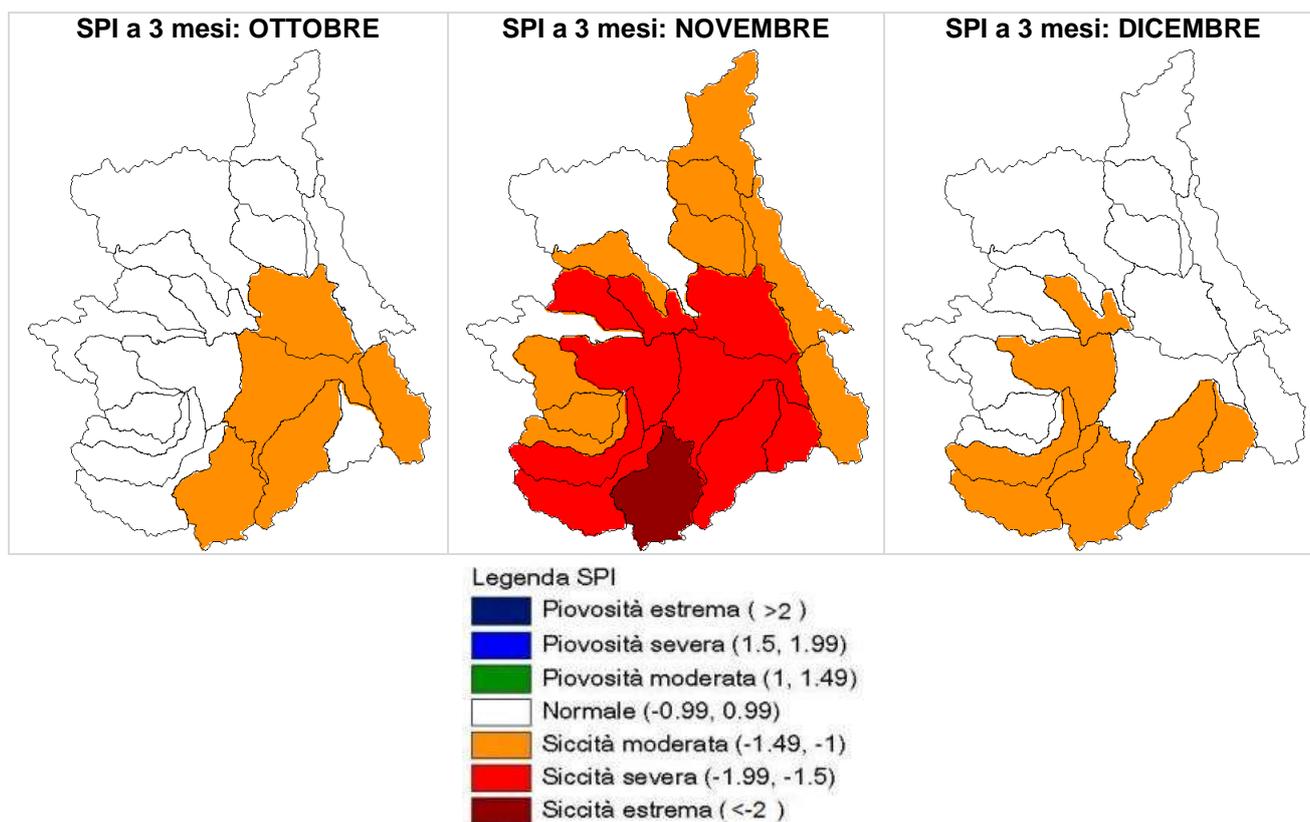


Figura 6. Severità della siccità meteorologica registrata sui bacini idrografici.

Per quanto riguarda la riserva idrica cumulata su scale temporali più lunghe, nella tabella seguente sono stati quantificati i valori di SPI a 6 e a 12 mesi.

Analizzando i valori dell'indice sulle scale di accumulazione più lunghe, si evince come l'intero 2022 sia risultato estremamente siccitoso. In particolare, l'indice SPI a 6 e 12 mesi non è mai risultato positivo e, in particolare, per i mesi di maggio, giugno e luglio è risultato compreso tra la siccità moderata ed estrema per i bacini dell'intera regione.

I bacini più colpiti da condizioni di siccità (compresa tra la moderata ed estrema) nel 2022 sono risultati essere quelli della Stura di Lanzo, Orco, Cervo, Sesia e Agogna-Terdoppio oltre che quelli di pianura (Residuo Po Confluenza Dora Riparia, Residuo Po Confluenza Dora Baltea, Residuo Po Confluenza Tanaro e Asta Tanaro).

Tabella 3. Severità della siccità meteorologica calcolata utilizzando l'indice SPI sulle scale di 6 e 12 mesi. Valori di SPI compresi tra 0,99 e -0,99 rappresentano la norma (N), compresi tra -1 e -1,49 corrispondono a siccità moderata (SM), tra -1,5 e -1,99 siccità severa (SS), maggiori di -2 a siccità estrema (SE). Valori di SPI compresi tra 1 e 1,5 corrispondono a piovosità moderata (PM), compresi tra 1,5 e 2 a piovosità severa (PS), maggiori di 2 a piovosità estrema (PE).

Bacino	SPI	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
ALTO PO	SPI6	N	N	N	N	SS	SS	SS	N	N	N	N	N
	SPI12	SM	SM	SM	SM	SM	SS	SE	SM	SM	SM	SS	SS
PELLICE	SPI6	N	N	N	N	SE	SE	SE	SM	SM	N	SM	N
	SPI12	SM	SM	SM	SM	SM	SS	SE	SM	SM	SM	SE	SS
VARAITA	SPI6	N	N	N	N	SE	SE	SS	N	N	N	SM	N
	SPI12	SM	SM	SM	SM	SM	SS	SE	SM	SM	SM	SE	SS
MAIRA	SPI6	SM	SM	SM	SM	SE	SE	SS	SM	N	N	SM	N
	SPI12	SS	SS	SS	SS	SE	SE	SE	SS	SS	SS	SE	SS
RESIDUO PO CONFLUENZA DORA RIPARIA	SPI6	SS	SS	SM	SM	SE	SE	SE	SS	SS	SS	SS	SM
	SPI12	SS	SS	SS	SS	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE
DORA RIPARIA	SPI6	N	N	N	SM	SE	SE	SE	SS	SS	SM	SM	N
	SPI12	SM	SM	SM	SM	SS	SS	SE	SE	SE	SE	SE	SE
STURA DI LANZO	SPI6	SM	SM	N	SM	SE	SE	SE	SS	SS	SS	SS	SM
	SPI12	SM	SS	SM	SM	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE
ORCO	SPI6	SM	SM	SM	SM	SE	SS	SS	SM	SM	SM	SM	SM
	SPI12	SM	SM	SM	SM	SS	SE	SE	SE	SE	SS	SE	SS
RESIDUO PO CONFLUENZA DORA BALTEA	SPI6	SS	SM	SM	SS	SE	SE	SE	SS	SS	SS	SS	SM
	SPI12	SM	SS	SM	SS	SS	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE
DORA BALTEA	SPI6	SM	SM	SM	SM	SS	SS	SS	SM	SM	SM	N	N
	SPI12	N	N	N	N	SM	SS	SE	SE	SE	SS	SS	SM
CERVO	SPI6	SM	SM	SM	SE	SE	SE	SE	SS	SS	SS	SS	SM
	SPI12	SM	SM	SM	SM	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE
SESIA	SPI6	SS	SM	SM	SS	SE	SS	SS	SM	SM	SM	SM	SM
	SPI12	SS	SS	SS	SS	SE	SS	SE	SE	SE	SE	SE	SE
RESIDUO PO CONFLUENZA TANARO	SPI6	SS	SS	SM	SS	SE	SE	SE	SE	SE	SS	SS	SM
	SPI12	SS	SS	SS	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE
STURA DEMONTE	SPI6	SM	SM	SM	SM	SS	SS	SM	N	N	N	SM	SM
	SPI12	SM	SS	SM	SS	SE	SE	SE	SS	SE	SS	SE	SS
TANARO	SPI6	SM	SS	SM	SM	SE	SE	SM	N	SM	SM	SS	SM
	SPI12	SS	SS	SS	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SS	SE	SS
BORMIDA	SPI6	N	N	N	SM	SE	SE	SE	SM	SM	SM	SS	SM
	SPI12	SM	SM	SM	SS	SS	SS	SS	SS	SM	SE	SE	SE
ORBA	SPI6	N	N	N	SS	SE	SE	SE	SE	SS	SS	SS	SM
	SPI12	N	N	N	SM	SS	SM	SS	SM	SM	SE	SE	SE
ASTA TANARO	SPI6	SS	SS	SM	SS	SE	SE	SS	SM	SM	SM	SS	SM
	SPI12	SS	SE	SS	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SS
SCRIVIA - CURONE	SPI6	N	N	N	SM	SE	SE	SE	SE	SS	SS	SS	SM
	SPI12	SM	SM	SM	SS	SS	SS	SE	SS	SS	SE	SE	SE
AGOGNA - TERDOPPIO	SPI6	SM	SM	SM	SS	SE	SE	SE	SE	SE	SS	SS	N
	SPI12	SS	SE	SS	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE
TOCE	SPI6	SS	SM	SM	SS	SE	SE	SE	SE	SS	SM	SM	SM
	SPI12	N	SM	SM	N	SS	SS	SE	SE	SE	SE	SE	SE

2.3 Confronto climatologico

In questo paragrafo si analizza il fenomeno della siccità considerando non solo la sua intensità ma anche la sua durata all'interno dell'anno e la percentuale di territorio coinvolto e confrontando queste caratteristiche con quanto accaduto negli anni del periodo 1950-2022.

Viene utilizzato un indice di classificazione sintetico degli anni siccitosi che tiene conto delle seguenti caratteristiche:

- severità della siccità (SPI a 3 mesi)
- lunghezza dei periodi siccitosi
- estensione spaziale del fenomeno (percentuale di territorio coperta dal bacino rispetto alla superficie della regione).

L'indice adimensionale che se ne ricava varia tra 0 e 1 e permette quindi di dare una prima valutazione globale del fenomeno siccitoso in riferimento agli episodi accaduti in passato.

Inoltre, per come è stato costruito, può essere calcolato in qualsiasi momento dell'anno fornendo la soglia minima sotto la quale il singolo anno in esame non può scendere ma solo aumentare in caso di ulteriori episodi siccitosi.

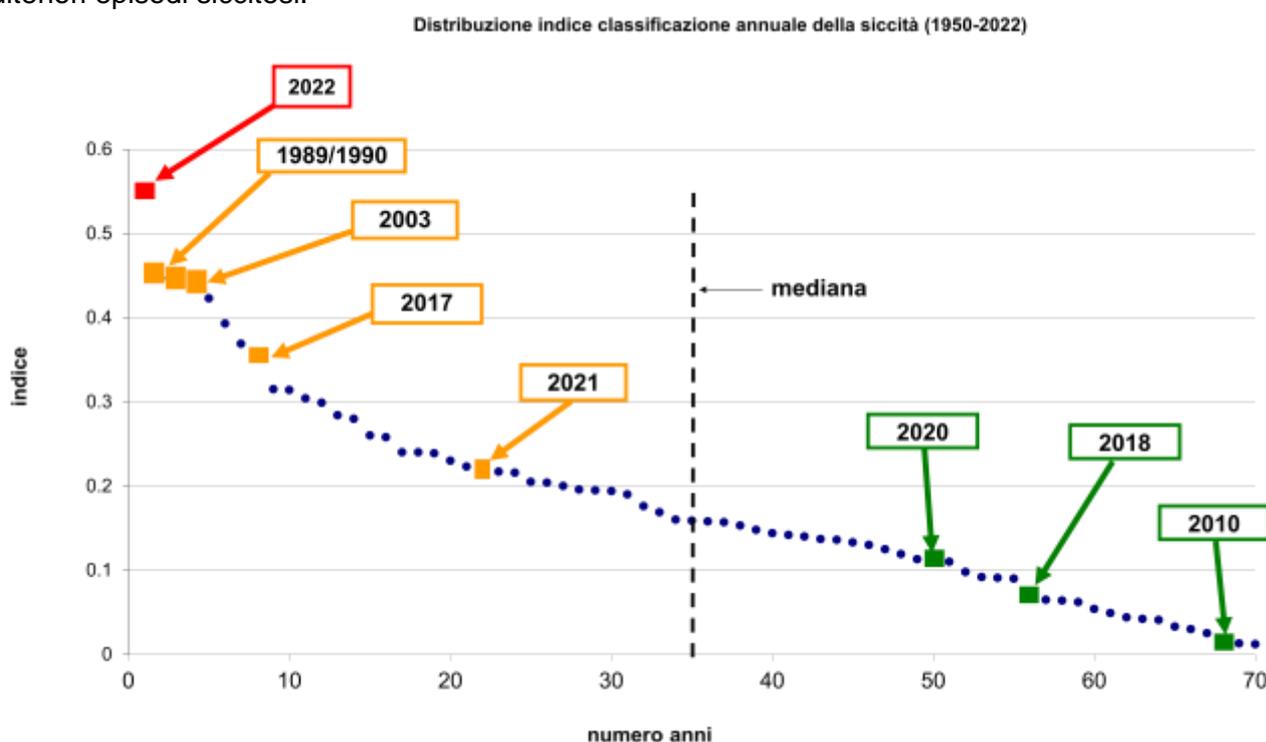


Figura 7. Indice di classificazione sintetico della siccità in Piemonte calcolato annualmente dal 1950 al 2022

Il grafico riassuntivo di Figura 7 mostra come, nel 2022, il Piemonte si sia trovato globalmente in condizioni siccitose da record, ben al di sopra degli eventi più importanti che si sono verificati in questi ultimi 75 anni, come quello accaduto negli anni 1989 e 1990 e quello del 2003.

Da notare come la mancanza di precipitazioni invernali e primaverili abbiano gradualmente aggravato la siccità sul territorio piemontese che ha raggiunto il suo culmine all'inizio dell'estate 2022 e nemmeno le scarse piogge autunnali, sono riusciti a mitigare significativamente la situazione complessiva.

2. 4 Neve

La quantificazione della risorsa idrica immagazzinata nel manto nevoso è di fondamentale importanza per la corretta definizione dei processi di formazione delle portate idriche nei corsi d'acqua di origine alpina. Con il termine "Snow Water Equivalent (SWE)" si indica il volume di acqua immagazzinata nel bacino sotto forma di neve e viene espressa in milioni di metri cubi.

Per poter stimare i volumi idrici effettivamente immagazzinati sotto forma di neve è stata simulata la dinamica della componente nivale utilizzando il modello idrologico fisico spazialmente distribuito, FEST (Flash flood Event based Spatially distributed rainfall runoff Transformation) operativo presso il Centro Funzionale di Arpa Piemonte. La modellazione considera: l'accumulo della componente nivale, la neve al suolo, la fase di fusione e la propagazione dell'acqua generata all'interno del manto nevoso.

I dati giornalieri dello SWE calcolati sul bacino del Po chiuso a Ponte Becca (PV) a valle della confluenza con il Ticino, sono stati confrontati con i dati storici, ovvero con il 1° ed il 9° decile della distribuzione dei valori storici per il periodo 1999-2021 (Figura 8).

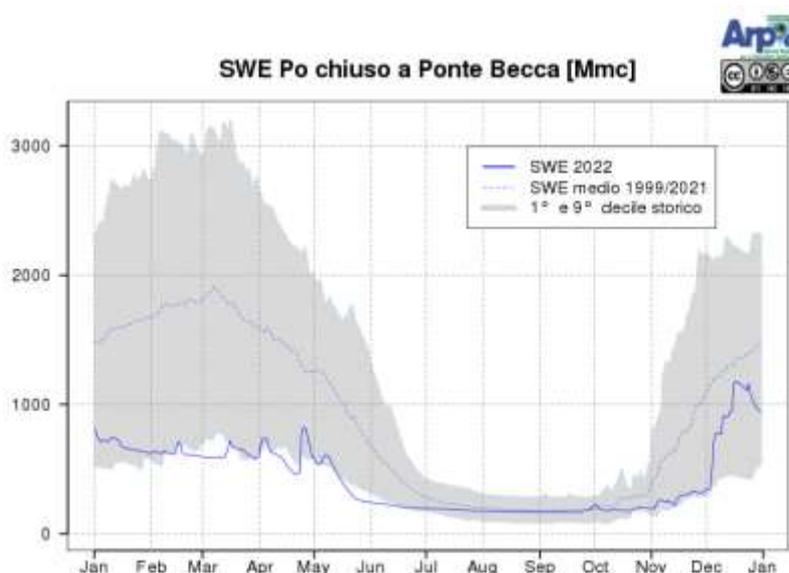


Figura 8. Andamento giornaliero dello SWE nel corso del 2022 e confronto con i dati storici.

Nel 2022 le precipitazioni nevose hanno fatto registrare un record negativo come quantitativi di neve fresca cumulata da novembre (2021) a maggio (2022) e anche come inizio di stagione 2022-2023. L'andamento dell'SWE è quindi risultato con valori prossimi al 1° decile per lunghi periodi, evidenziando un rapido esaurimento a partire da fine aprile: la rapida fusione del manto nevoso ha determinato significativi effetti nel reticolo idrografico della regione, con ridotti deflussi già a inizio primavera. Nel mese di novembre e dicembre le scarse nevicate non hanno inoltre determinato un accumulo idrico in media coi valori tipici del periodo.

Già le nevicate autunnali (fine 2021) di scarso rilievo hanno determinato valori di neve al suolo e accumuli di neve fresca generalmente inferiori alla media anche nel mese di dicembre, in particolare nei settori settentrionali; nei settori occidentali e meridionali invece il deficit risultava più contenuto e, per alcune stazioni, addirittura in media con i valori di riferimento (Lago del Chiotas – Entracque, CN). Con il proseguire della stagione la situazione è andata peggiorando a causa della mancanza di precipitazioni significative, determinando valori stagionali che sono stati ovunque sotto la media degli ultimi 40 anni (Figura 9), sia come spessori di neve al suolo che come cumulate di neve fresca complessiva.

Il deficit è stato notevole su tutto il territorio regionale, non solo alle quote medio-basse ma anche alle quote più elevate, dove gli spessori di neve al suolo raggiungono valori notevoli proprio nel periodo primaverile grazie ai maggiori apporti stagionali che tuttavia non si sono registrati.

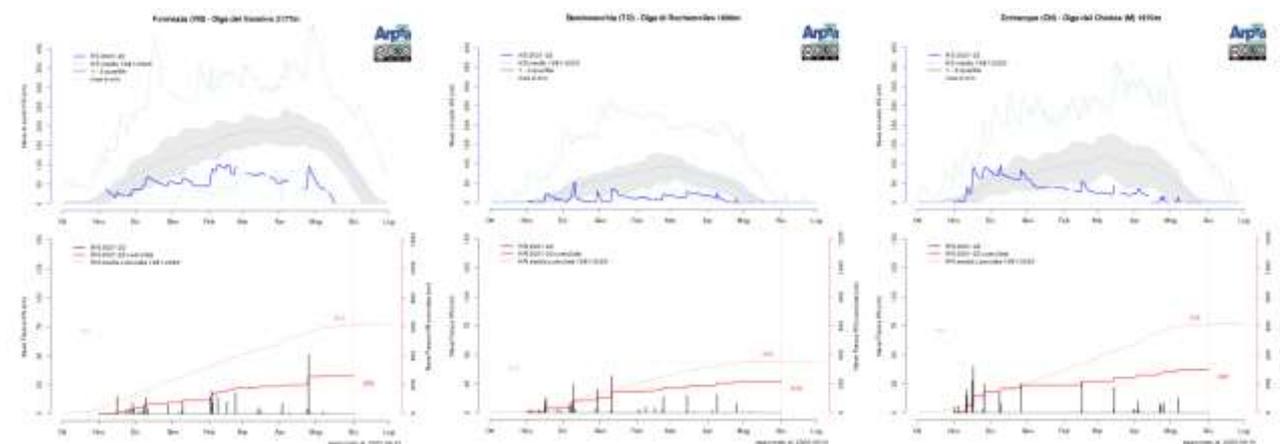


Figura 9: in ordine da sinistra a destra le stazioni manuali di Lago Vannino – Formazza (VB), Lago di Rochemolles – Bardonecchia (TO), Lago del Chiotas – Entracque (CN) per la stagione 2021-2022. In alto l'andamento giornaliero della neve al suolo -HS- dove la linea blu spessa indica l'HS della stagione, la linea tratteggiata indica l'andamento medio dell'HS e l'area colorata in grigio indica +/- la deviazione standard rispetto alla media. In basso le nevicate -HN-: le barre nere indicano i singoli valori di neve fresca giornaliera (asse y di riferimento di sinistra), la linea spessa rossa indica la relativa cumulata, mentre la linea tratteggiata si riferisce alla cumulata media (queste ultime due linee fanno riferimento all'asse y di destra). I numeri riportano rispettivamente il totale di neve fresca della stagione e della media storica (1981-2020).

L'estate 2022 dal punto di vista dell'innevamento inizia con una carenza di innevamento da record. A tutte le quote si registra un anticipo della fusione totale del manto nevoso di circa 2 mesi che in particolare alle quote più elevate, determina un anticipo significativo della stagione vegetativa. A tal proposito si può osservare nei grafici di Figura 10 l'innevamento delle stazioni nivometriche automatiche del Colle del Sommeiller (2981m) Bardonecchia (TO) e di Passo del Moro (2820m) – Macugnaga (VB). Nella parte evidenziata dai rettangoli rossi, si può notare che già in prossimità della metà del mese di maggio lo spessore di neve al suolo ha raggiunto la completa fusione, mentre per i valori medi del periodo di riferimento a fine giugno si ha ancora uno spessore prossimo ad 1 metro di neve al suolo. Inoltre, sempre nello stesso grafico, nella parte inferiore, è possibile notare come siano mancate le ultime nevicate della stagione, generalmente ancora presenti fino verso la fine del mese di giugno in prossimità dei 3000m di quota.

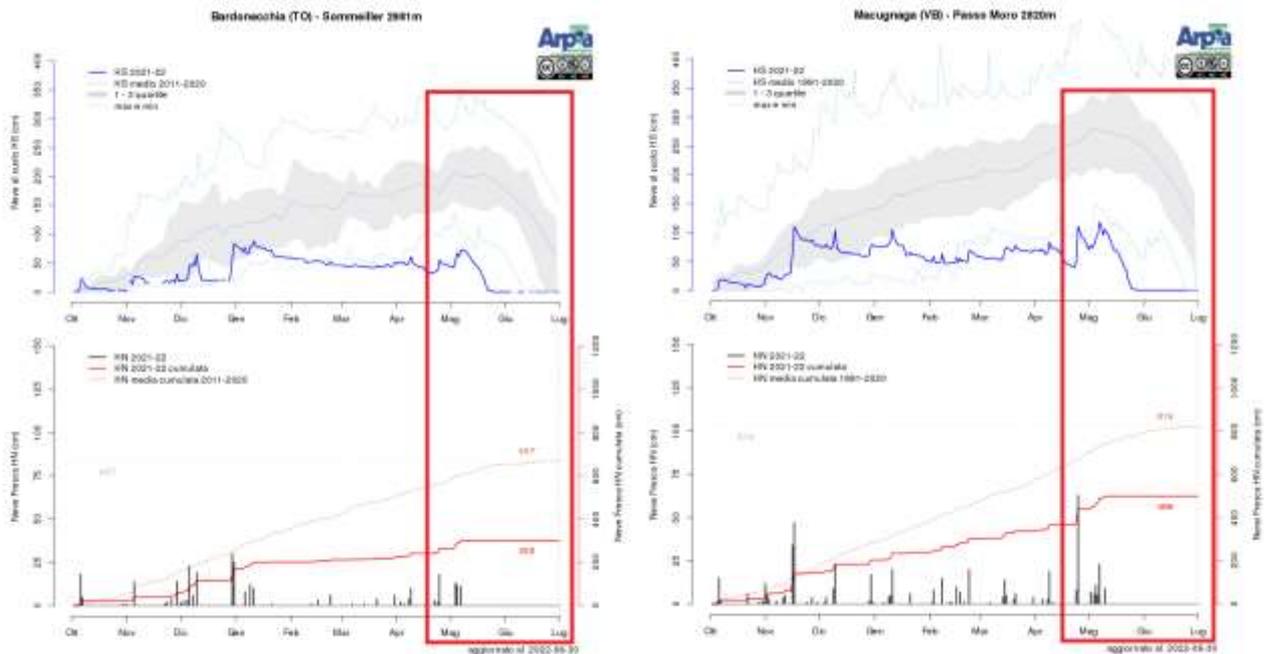


Figura 10: in ordine da sinistra a destra le stazioni nivometriche automatiche del Colle del Sommeiller – Bardonecchia (TO) e Passo del Moro – Macugnaga (VB) per la stagione 2021-2022. In alto l'andamento giornaliero della neve al suolo -HS- dove la linea blu spessa indica l'HS della stagione, la linea tratteggiata indica l'andamento medio dell'HS e l'area colorata in grigio indica +/- la deviazione standard rispetto alla media. In basso le nevicate -HN-: le barre nere indicano i singoli valori di neve fresca giornaliera (asse y di riferimento di sinistra), la linea spessa rossa indica la relativa cumulata, mentre la linea tratteggiata si riferisce alla cumulata media (queste ultime due linee fanno riferimento all'asse y di destra). I numeri riportano rispettivamente il totale di neve fresca della stagione e della media storica (rispettivamente del periodo 2011- 2020 e 1991-2020).

La stagione invernale 2022-2023 è risultata molto simile alla stagione precedente per deficit di precipitazioni nevose, in particolare per la carenza degli apporti nevosi autunnali in quota. Gli ultimi mesi dell'anno 2022 sono stati, in alcuni casi, più scarsi rispetto alla stagione invernale 2021-2022. Per la stazione della Diga del Chiotas nel comune di Entracque (CN), la cumulata di neve fresca dal 1° novembre al 31 dicembre del 2022 è stata inferiore di circa 50 cm rispetto agli stessi mesi del 2021 (rispettivamente 144 cm nell'ultimo bimestre del 2022 e 192 cm in quello del 2021)

Nel complesso la stagione 2022-2023 si sta rivelando sempre molto sotto la media come quantitativi di neve fresca precipitata, anche se con valori generalmente più contenuti rispetto alla stagione 2021-2022 (confronto dei valori cumulati fino al mese di aprile). Nonostante le precipitazioni leggermente più abbondanti, il corrispettivo valore di neve al suolo risulta sempre nettamente inferiore ai valori medi stagionali.

Rispetto alla stagione 2021-2022 analizzando l'andamento della neve al suolo si può notare come già durante i mesi invernali (2022-2023) siano stati misurati localmente dei valori di spessore di neve al suolo prossimi agli 0 cm anche alle quote di media montagna (2000m circa). Queste condizioni sono presumibilmente da ricondurre in primis alle temperature generalmente sopra la media anche in quota, ma anche alla ventilazione sostenuta che in mancanza di nevicate autunnali possono portare alla completa erosione della neve al suolo soprattutto quando le prime precipitazioni nevose risultano fredde e non umide (molto più facilmente soggette ad erosione e trasporto da parte del vento).

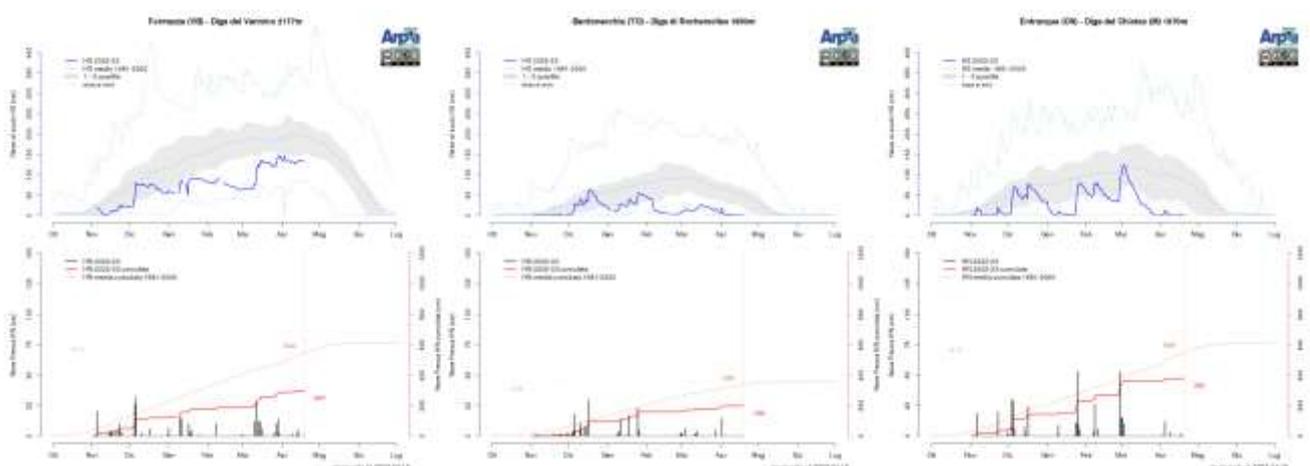


Figura 11: in ordine da sinistra a destra le stazioni manuali di Lago Vannino – Formazza (VB), Lago di Rochemolles – Bardonecchia (TO), Lago del Chiotas – Entracque (CN) per la stagione 2022-2023. In alto l'andamento giornaliero della neve al suolo -HS- dove la linea blu spessa indica l'HS della stagione, la linea tratteggiata indica l'andamento medio dell'HS e l'area colorata in grigio indica +/- la deviazione standard rispetto alla media. In basso le nevicate -HN-: le barre nere indicano i singoli valori di neve fresca giornaliera (asse y di riferimento di sinistra), la linea spessa rossa indica la relativa cumulata, mentre la linea tratteggiata si riferisce alla cumulata media (queste ultime due linee fanno riferimento all'asse y di destra). I numeri riportano rispettivamente il totale di neve fresca della stagione e della media storica (1981-2020)

Prendendo in considerazione l'anno solare 2022 gli apporti di neve fresca sono stati ovunque sotto la media del periodo (Figura12). In particolare, il deficit è stato dell'ordine dei -40/-60% in generale in tutti i settori, sia alle quote più elevate che a quelle più basse. In singoli casi si sono raggiunti valori record di quasi -80% (Antrona Lago di Camposecco, VB, 2320 m) dove gli apporti nevosi sono stati particolarmente carenti, pressoché identici a quelli di Antrona - Alpe Cavalli

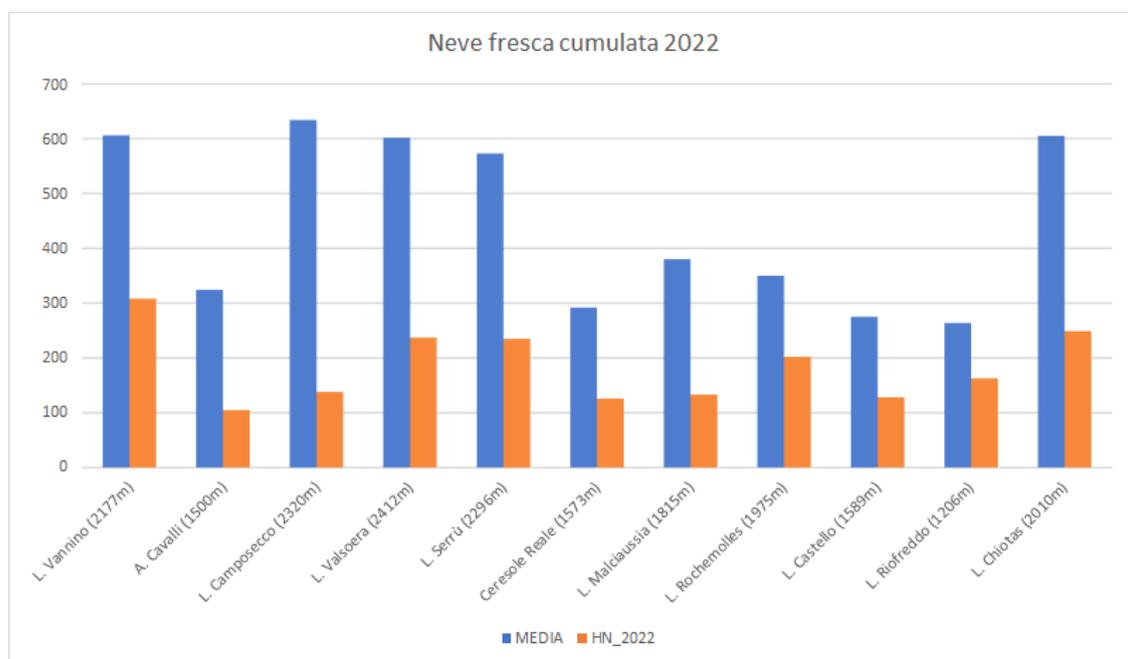


Figura 12. Valori di neve fresca cumulata media dal 1° gennaio al 31 dicembre per il periodo 1981-2020 in blu, in arancione il valore del 2022.

Guardando la stagione 2021-2022 nell'insieme degli ultimi decenni tramite l'analisi del SAI – Standardized Anomaly Index, risulta evidente l'eccezionalità della stagione (Figura 13), situazione che rischia di ripetersi in modo molto simile per la stagione 2022-2023 visti gli apporti registrati per buona parte della stagione invernale.

Il metodo del SAI permette di analizzare nell'insieme i valori delle stazioni per ottenere un valore di anomalia indicativo per tutto il Piemonte; questo valore esprime l'anomalia del parametro esaminato rispetto al valore medio del periodo di riferimento. Ricavando un indice SAI per ogni stazione si può poi ottenere un valore adimensionale che può essere mediato tra varie stazioni, a quote e località differenti. Più i valori sono vicini allo 0 più si avvicinano ai valori medi del periodo di riferimento (1981-2020). I valori delle stagioni che rimangono entro le linee continue (arancioni, che indicano rispettivamente il 1° e il 3° quartile) possono essere considerate nella media, mentre le variazioni che ricadono nell'intervallo tra le linee continue e quelle tratteggiate (rispettivamente nella parte negativa tra il 10° e il 25° percentile e nella parte positiva tra il 75° e il 90° percentile) sono considerate stagioni anomale, fuori dalla media. In ultimo, le stagioni che ricadono al di sotto del 10° percentile e al di sopra del 90° percentile si considerano stagioni eccezionali.

Nel grafico di Figura 13 sono riportate le anomalie di neve fresca cumulata sulla stagione, standardizzate per le stazioni del territorio piemontese dal 1960 al 2021. Nel complesso la stagione invernale 2021-2022 risulta notevolmente sotto la media, molto lontano dal 10° percentile, per cui la stagione è da considerarsi eccezionale. Infatti, se osserviamo l'intero grafico del SAI degli ultimi 60 anni vediamo come non sia mai stata registrata una stagione con un deficit tale in tutto il periodo analizzato.

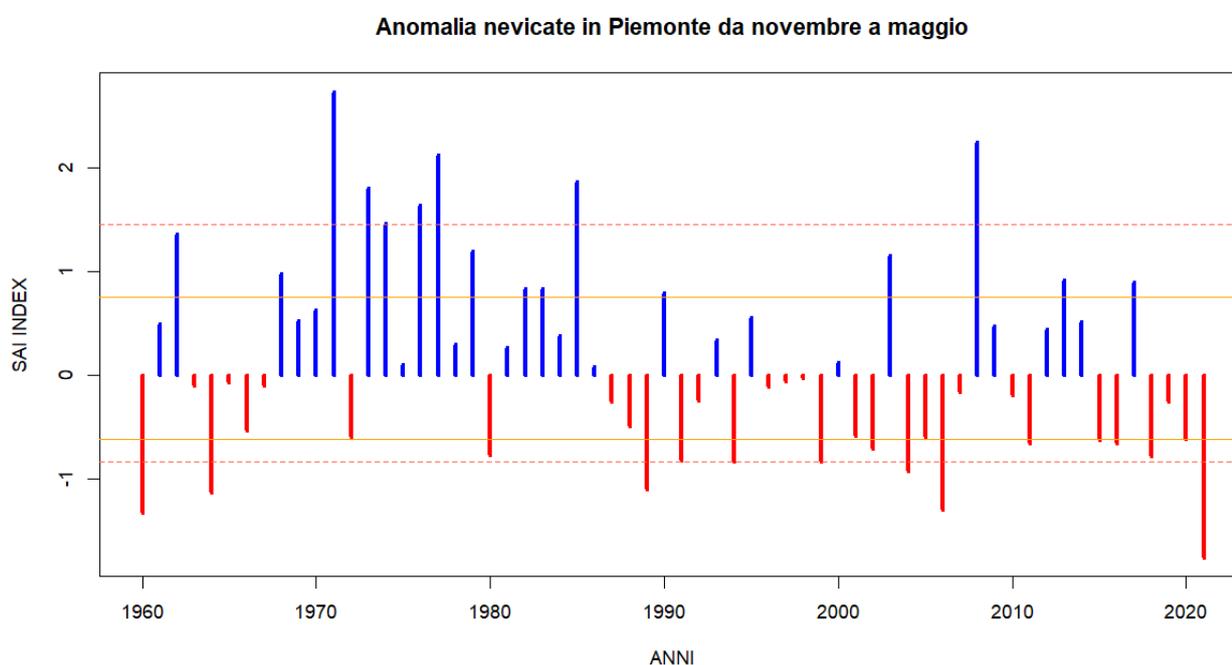


Figura 13. Indice di Anomalia Standardizzata (SAI) per le precipitazioni nevose in Piemonte. Il periodo analizzato va dagli inizi degli anni '60 ad oggi, il periodo climatico di riferimento è quello dei 40 anni dal 1981-2020.

3 PORTATE

3.1 Deflussi superficiali osservati

L'analisi dei deflussi superficiali è stata condotta sulla base dei dati registrati nelle stazioni idrometriche della rete regionale di monitoraggio, nel corso dell'anno 2022. Per i principali corsi d'acqua regionali sono stati calcolati gli scostamenti della portata mensile ed annuale rispetto alla media storica. Gli scostamenti (o deficit), espressi in percentuale, si ottengono dalla differenza tra la portata osservata e il valore medio storico, normalizzata rispetto al valore medio storico e pertanto, valori negativi rappresentano portate inferiori alla media del periodo considerato, valori positivi corrispondono a portate superiori.

La Tabella 4 mostra il quadro completo degli scostamenti relativi all'anno 2022 per le stazioni idrometriche selezionate.

Tabella 4. Portata media mensile e annua per il 2022 e scostamento rispetto al periodo di riferimento storico per le principali stazioni idrometriche regionali

Stazione Idrometrica Bacino	Q MED 2022 [m ³ /s] e scostamento [%]													N. anni serie storica
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Q Media annua	
PELLICE A VILLAGRANCA	1,02	0,89	0,81	1,09	6,77	0,70	0,62	1,00	0,83	1,07	0,68	0,71	1,35	19
	-76%	-76%	-91%	-95%	-84%	-98%	-88%	-45%	-86%	-82%	-96%	-92%	-90%	
CHISONE A SAN MARTINO	2,93	2,30	2,34	3,38	15,54	6,43	2,87	2,89	1,88	2,79	2,70	2,54	4,05	19
	-45%	-52%	-69%	-82%	-57%	-81%	-75%	-49%	-72%	-60%	-82%	-69%	-70%	
SANGONE A TRANA	0,94	0,84	0,74	1,25	2,79	1,10	0,78	0,97	0,76	1,13	0,87	0,93	1,09	20
	-48%	-49%	-71%	-77%	-57%	-75%	-60%	-26%	-67%	-53%	-82%	-66%	-66%	
DORA RIPARIA A SUSA	5,40	4,35	4,97	8,31	20,14	11,97	6,46	6,04	5,25	6,22	6,87	6,55	7,71	15
	-9%	-21%	-36%	-50%	-35%	-63%	-59%	-31%	-25%	-10%	-17%	-11%	-39%	
DORA RIPARIA A TORINO	11,03	11,95	12,96	11,11	21,37	11,18	9,05	4,96	4,65	8,36	10,60	10,75	10,66	20
	-37%	-34%	-35%	-61%	-54%	-77%	-59%	-61%	-66%	-45%	-52%	-40%	-55%	
STURA DI LANZO A LANZO	5,94	4,30	3,67	8,06	20,67	14,85	10,87	9,55	6,42	8,30	5,96	5,13	8,64	20
	-18%	-35%	-67%	-65%	-49%	-63%	-48%	-36%	-59%	-37%	-72%	-49%	-54%	
STURA DI LANZO A TORINO	4,32	2,27	2,08	6,53	17,71	7,93	4,91	4,94	3,93	8,72	4,95	4,91	6,10	20
	-53%	-76%	-86%	-77%	-63%	-82%	-70%	-61%	-76%	-52%	-85%	-68%	-73%	
MALONE A FRONT	0,38	0,32	0,41	0,95	ND	ND	1,06	0,65	1,18	ND	ND	0,38	0,67	21
	-80%	-85%	-85%	-78%	ND	ND	-36%	-61%	-54%	ND	ND	-88%	-78%	
SOANA A PONT	2,48	2,02	1,46	1,84	4,28	3,17	2,38	2,33	2,02	2,37	1,75	1,43	2,30	19
	-2%	-6%	-59%	-79%	-70%	-79%	-71%	-64%	-69%	-59%	-70%	-61%	-66%	
ORCO A SAN BENIGNO	5,44	3,92	2,90	4,25	9,72	3,55	1,50	1,64	3,16	3,78	3,58	3,23	3,89	19
	-31%	-56%	-76%	-85%	-78%	-91%	-88%	-82%	-72%	-74%	-87%	-74%	-79%	
CHIUSELLA A PARELLA	1,14	0,23	0,90	1,81	2,59	0,95	1,16	0,64	0,43	0,92	0,45	0,51	0,98	20
	-56%	-90%	-76%	-77%	-78%	-89%	-70%	-83%	-91%	-83%	-95%	-88%	-83%	
DORA BALTEA A TAVAGNASCO	35,99	30,84	25,70	38,52	128,34	123,50	110,80	78,78	46,74	48,04	38,42	35,22	61,74	20
	2%	-4%	-27%	-44%	-23%	-48%	-33%	-35%	-45%	-25%	-42%	-16%	-34%	
CERVO A QUINTO VERCELLESE	8,49	5,16	5,04	8,64	17,37	10,48	8,09	11,94	15,57	9,52	9,71	11,95	10,16	19
	-59%	-76%	-79%	-75%	-60%	-58%	-54%	-49%	-48%	-66%	-78%	-61%	-64%	
SESIA A BORGOSIESA	5,74	5,42	6,14	15,22	26,73	16,13	15,32	10,50	9,08	10,54	7,25	7,96	11,34	16
	-49%	-43%	-71%	-66%	-53%	-62%	-31%	-39%	-30%	-66%	-85%	-43%	-62%	
SESIA A PALESTRO	17,54	12,88	13,08	24,96	40,93	23,85	16,88	26,25	25,40	29,16	22,69	25,46	23,26	26
	-62%	-74%	-80%	-75%	-71%	-68%	-65%	-58%	-65%	-62%	-84%	-64%	-71%	

Stazione Idrometrica Bacino	Q MED 2022 [m³/s] e scostamento [%]													N. anni serie storica
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Q Media annua	
AGOGNA A MOMO	1,25	1,01	0,44	0,33	0,29	0,47	0,09	0,10	0,70	0,37	0,63	1,49	0,60	19
	-80%	-85%	-93%	-95%	-97%	-90%	-96%	-97%	-88%	-94%	-95%	-86%	-91%	
TOCE A CANDOGLIA	14,36	11,42	8,93	18,29	47,11	37,07	37,86	32,13	23,04	26,22	19,49	17,45	24,45	22
	-60%	-65%	-77%	-72%	-59%	-68%	-51%	-45%	-57%	-64%	-77%	-61%	-63%	
VARAITA A POLONGHERA	1,46	1,33	1,16	1,32	3,56	1,22	0,61	0,45	0,47	0,41	0,68	0,72	1,12	18
	-53%	-61%	-79%	-85%	-73%	-90%	-83%	-74%	-79%	-84%	-89%	-85%	-80%	
MAIRA A RACCONIGI	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,87	1,77	ND	20
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-95%	-86%	ND	
BANNA A SANTENA	0,10	0,10	0,09	0,13	0,14	0,12	0,07	0,15	0,11	0,13	0,11	0,12	0,11	21
	-91%	-96%	-97%	-94%	-94%	-91%	-88%	-70%	-75%	-84%	-96%	-95%	-93%	
STURA DI DEMONTE A GAIOLA	4,88	4,38	4,23	6,24	14,68	7,77	4,46	4,40	5,01	4,57	5,07	4,43	5,84	19
	-42%	-45%	-62%	-72%	-62%	-77%	-72%	-56%	-47%	-57%	-66%	-58%	-64%	
BELBO A CASTELNUOVO	0,42	0,35	0,33	0,43	0,74	0,33	0,25	0,16	0,23	0,26	0,37	0,55	0,37	19
	-80%	-91%	-95%	-90%	-81%	-77%	-65%	-76%	-68%	-69%	-90%	-84%	-86%	
BORMIDA DI MILLESIMO A CAMERANA	0,88	0,79	0,71	0,70	0,95	0,66	0,37	0,31	0,44	0,43	0,48	0,81	0,63	27
	-69%	-71%	-85%	-84%	-73%	-59%	-61%	-54%	-58%	-78%	-93%	-79%	-78%	
BORMIDA DI SPIGNO A MOMBALDONE	1,55	1,23	1,34	2,55	3,41	0,92	0,46	0,34	0,46	0,43	0,57	1,24	1,21	27
	-85%	-89%	-91%	-81%	-70%	-72%	-53%	-47%	-75%	-92%	-97%	-90%	-86%	
BORMIDA A CASSINE	7,53	8,64	5,72	7,60	10,33	2,60	1,72	1,44	1,72	1,91	2,31	3,04	4,55	26
	-71%	-71%	-85%	-77%	-62%	-72%	-52%	-41%	-63%	-83%	-95%	-90%	-78%	
ORBA A BASALUZZO	4,87	3,33	3,48	3,50	2,87	1,22	0,33	0,50	1,29	0,78	3,35	8,72	2,85	20
	-74%	-88%	-89%	-81%	-82%	-78%	-89%	-83%	-76%	-96%	-92%	-65%	-84%	
TANARO A FARIGLIANO	10,90	8,99	9,17	16,04	34,63	6,86	5,14	5,82	5,91	6,02	6,81	9,58	10,49	19
	-61%	-72%	-83%	-77%	-48%	-81%	-57%	-37%	-57%	-74%	-89%	-76%	-72%	
TANARO AD ALBA	21,49	19,76	17,85	21,56	55,53	14,60	8,02	9,79	10,41	16,60	19,26	21,45	19,69	27
	-57%	-62%	-78%	-81%	-58%	-82%	-72%	-52%	-68%	-67%	-80%	-67%	-71%	
TANARO A MONTECASTELLO	43,13	35,03	30,03	38,45	82,90	16,76	10,37	12,60	16,31	23,97	32,14	48,72	32,53	27
	-63%	-71%	-81%	-77%	-57%	-84%	-74%	-57%	-65%	-75%	-85%	-66%	-74%	
SCRIVIA A SERRAVALLE	8,64	4,47	2,20	2,50	2,19	1,08	0,82	0,81	1,45	0,98	2,08	7,54	2,90	20
	-53%	-75%	-88%	-79%	-77%	-73%	-61%	-66%	-44%	-88%	-91%	-60%	-74%	
SCRIVIA A GUAZZORA	6,77	3,11	1,67	1,65	0,70	0,62	0,32	0,30	0,31	0,30	0,81	5,34	1,83	21
	-72%	-85%	-92%	-89%	-94%	-87%	-85%	-86%	-86%	-97%	-97%	-79%	-87%	
PO A VILLAFRANCA PIEMONTE	4,87	7,25	7,94	7,19	13,93	5,72	5,85	6,47	5,47	6,14	6,03	7,03	6,99	12
	-60%	-43%	-52%	-62%	-47%	-74%	-51%	-36%	-54%	-52%	-79%	-52%	-58%	
PO A TORINO MURAZZI	31,77	28,22	23,83	23,88	50,69	29,46	27,93	18,95	16,63	21,03	19,54	20,91	26,07	27
	-46%	-53%	-68%	-75%	-66%	-75%	-38%	-49%	-64%	-69%	-79%	-71%	-66%	
PO A SAN SEBASTIANO	26,97	29,57	31,73	21,92	63,96	29,56	24,67	25,27	35,02	45,51	35,02	30,74	33,33	15
	-66%	-70%	-74%	-86%	-76%	-88%	-63%	-45%	-52%	-48%	-82%	-73%	-75%	
PO A CASALE MONFERRATO	60,87	63,22	62,16	32,15	83,68	25,57	19,93	30,66	44,64	67,67	61,39	60,39	51,03	13
	-48%	-55%	-63%	-85%	-77%	-93%	-85%	-62%	-60%	-54%	-77%	-59%	-73%	
PO A VALENZA	114,08	106,91	95,81	92,16	162,63	64,19	63,53	89,02	129,59	119,26	103,98	99,03	103,35	17
	-43%	-50%	-62%	-73%	-71%	-87%	-68%	-53%	-52%	-54%	-75%	-62%	-66%	
PO A ISOLA SANT'ANTONIO	166,87	148,86	128,29	125,25	245,53	88,32	75,11	104,15	151,67	169,69	145,95	168,49	143,18	24
	-47%	-56%	-69%	-74%	-70%	-85%	-70%	-56%	-55%	-59%	-77%	-60%	-67%	

Il 2022 può essere considerato un anno record per quanto riguarda i deflussi in Piemonte; sono mancati eventi significativi nei mesi storicamente più piovosi e tutto l'anno è stato caratterizzato da diversi periodi asciutti, infatti gli scostamenti rispetto ai valori storici di riferimento, sono negativi per tutti i mesi e per tutti gli idrometri considerati.

Si è partiti con un mese di gennaio caratterizzato da deflussi decisamente sotto la media praticamente ovunque, ad eccezione di Soana e Dora Baltea dove gli scostamenti risultano trascurabili. Febbraio e marzo sono stati nuovamente asciutti con deflussi sotto la media e scostamenti negativi anche oltre -80% a sud su Bormida e Belbo, e oltre il -60% su Orco e Stura di Lanzo a nord del Po. Anche nel mese di aprile la situazione è rimasta sostanzialmente invariata e quindi sotto la media.

Nonostante nel mese di maggio si siano verificate un numero di giornate piovose in linea con quanto ci si può attendere in questo periodo dell'anno, le portate dei corsi d'acqua hanno registrato ovunque rilevanti scostamenti negativi rispetto alla media storica di riferimento. Ad eccezione del Toce e della Dora Baltea che presentano scostamenti negativi inferiori al 30%, sui restanti bacini si sono registrati deficit fino al 70-80%. Per questo i valori medi delle portate fluviali registrate nel mese di maggio si sono attestati a livelli record: circa il 50% degli idrometri ha registrato il valore medio mensile più basso, per il mese analizzato, da quando sono in funzione.

A giugno e luglio, con il permanere di una situazione di deficit pluviometrico e insieme all'attivazione delle derivazioni ad uso irriguo, le portate dei corsi d'acqua del reticolo idrografico principale e secondario sono rimaste particolarmente critiche e hanno continuato a presentare rilevanti scostamenti negativi rispetto alla media storica di riferimento. In particolare, in alcune sezioni sullo Stura di Demonte e sul Tanaro lo scarto risulta superiore al 70% mentre sul Po il deficit risulta compreso tra il 40 e 80% circa.

L'estate poi si è chiusa con un mese di agosto particolarmente instabile con frequenti temporali e apporti pluviometrici in media con il valore di riferimento, che però non sono bastati a ridurre l'importante scostamento negativo che ha continuato a caratterizzare le portate dei corsi d'acqua dell'intera regione, soprattutto nei bacini meridionali dove Tanaro e Stura di Demonte registrano scarti anche superiori al 70%. Lungo l'asta del Po la situazione è leggermente migliorata rispetto al mese precedente; infatti, sono stati registrati scarti negativi compresi tra poco meno del 40% e poco più del 50% alla sezione di chiusura del Po piemontese (Isola S. Antonio) che a fine luglio era a -70%.

Tale situazione, di scarsi apporti pluviometrici e importanti e significativi deficit negativi di portata, ha caratterizzato anche il periodo tardo estivo-autunnale complessivamente in tutta la regione. In particolare, i maggiori scostamenti negativi sono stati registrati nel mese di novembre: al sud su Scrivia, Bormida e Tanaro sono stati dell'ordine del 90%, mentre al nord su Toce e Sesia superiori al 70-80%.

L'anno 2022 si è poi concluso con un mese di dicembre con afflussi medi superiori alla media di riferimento, che hanno ridotto ma non colmato il deficit accumulato durante l'anno; alla sezione di chiusura del bacino del Po piemontese, sezione di Isola S. Antonio (PV), la portata media annua è risultata il 67% più bassa del valore medio storico.

Il confronto tra le portate medie annue calcolate dal 1998 al 2022 per il Po a Isola S. Antonio è riportato nella Figura 14.

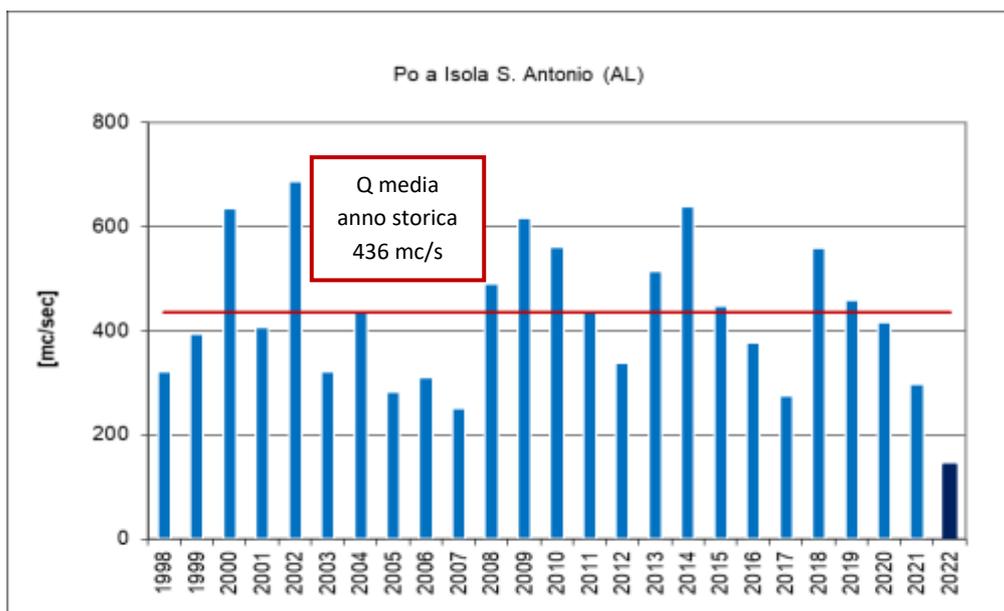


Figura 14. Portate medie annue per la sezione del Po a Isola Sant'Antonio (AL).

Come si evince dal grafico, la portata media annua del 2022, pari a circa 143 mc/sec, è decisamente inferiore al riferimento storico (436 mc/sec) e rappresenta il valore più basso registrato dal 1998.

Nella stessa sezione è stato, inoltre, calcolato l'indice SRI (*Standardized Runoff Index*) valutato in maniera analoga all'indice SPI (paragrafo 2.2) ed utilizzato per classificare l'anomalia di portata rispetto alla media storica.



Figura 15. Indice SRI annuale dal 1996 al 2022 calcolato a Isola S. Antonio (AL) e suoi valori di riferimento.

In termini di anomalia di portata per il Po a Isola S. Antonio (AL), il 2022 è risultato un anno tra il molto e l'estremamente secco e con un valore di SRI associato a tale anno che risulta il più basso nell'intervallo di tempo considerato 1996-2022.

Per un quadro più completo si riporta, nella Figura 16, l'indice SRI relativo al 2022 calcolato per gli idrometri più significativi e rappresentativi delle chiusure dei principali bacini idrografici piemontesi

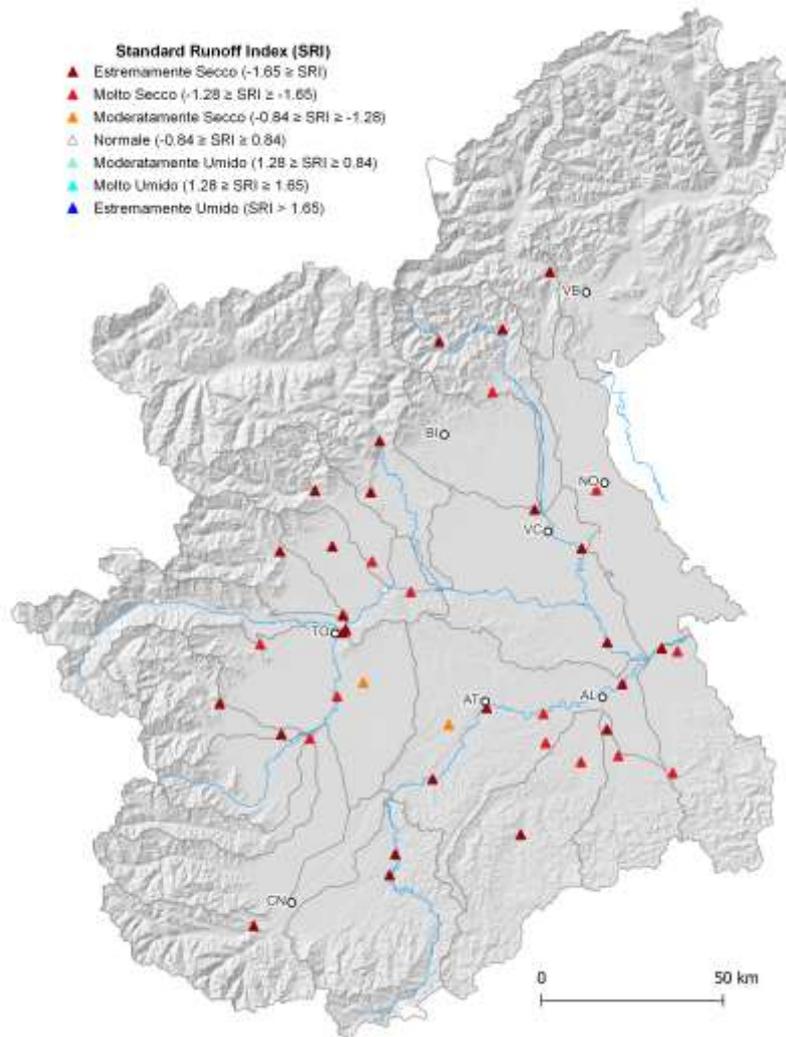


Figura 16. Indice SRI del 2022 calcolato per gli idrometri più significativi

L'indice SRI 2022 è risultato estremamente secco per il 58% delle stazioni considerate e molto secco per il 30%, percentuali molto significative che mostrano come praticamente tutta la regione abbia risentito della scarsità idrica in termini di deflussi superficiali.

3.2 Bilanci idrologici

Relativamente ai caratteri idrologici osservati si riporta una sintesi per area idrografica:

Bacini alpini settentrionali. Le precipitazioni sono risultate prevalentemente concentrate nei pochi episodi intensi dei periodi primaverile e autunnale; nel complesso l'apporto pluviometrico rispetto all'andamento storico è risultato inferiore alla media di circa il 40%. I deflussi sono risultati scarsi rispetto alla media storica sull'intero anno idrologico, con contributi specifici annuali dell'ordine di 15-20 l/skmq e coefficienti di deflusso dell'ordine di 0,5; i contributi specifici di magra ordinaria si sono attestati intorno a 3-4 l/skmq, circa al 50% dei valori medi storici. Non sono stati osservati eventi di piena significativi nell'intero settore, come nel resto del sistema idrografico regionale.

Bacini alpini occidentali. Le precipitazioni annuali sono risultate inferiori alla media (deficit dell'ordine del 50%), con un andamento idrologico caratterizzato da un'unica fase di incremento delle portate, in occasione della morbida primaverile, rispetto ai valori di deflusso di base attestati su portate di magra. I bilanci idrologici in condizioni naturali hanno presentato contributi medi annuali di entità molto bassa (8-15 l/skmq), con un rilevante calo dei coefficienti di deflusso annuali rispetto alla media.

Bacini pedemontani settentrionali. I deficit pluviometrici si sono attestati intorno al 40-50% rispetto all'anno medio, con un andamento idrologico sostanzialmente stabile su portate di magra a cui si sono alternate poche situazioni di rialzo puntuale a seguito degli episodi pluviometrici. I contributi medi annuali sono risultati dell'ordine di 10 l/skmq, sensibilmente inferiori alla media, con una significativa riduzione, anche in questi bacini, dei coefficienti di deflusso.

Bacini pedemontani occidentali. È stato osservato, un regime naturale estremamente scarso, con deficit di precipitazione rispetto alla media dell'ordine del 50% e andamento dei deflussi assestato su valori di base tipici delle magre (contributi specifici di 3-4 l/skmq) inframezzato da brevi periodi di maggior deflusso nella fase primaverile e in occasione dei pochi eventi pluviometrici. I contributi medi annuali sono risultati inferiori a 10 l/skmq e i coefficienti di deflusso in regime naturale inferiori a 0,5.

Alto Tanaro. A fronte di un deficit pluviometrico del 40-50% su base annuale, è stato osservato un andamento dei deflussi estremamente scarso, con contributi specifici annuali dell'ordine di 5 - 6 l/skmq e coefficienti di deflusso, in regime naturale, intorno a 0,3-0,4.

Bacini appenninici meridionali. Il deficit di precipitazioni dell'ordine del 40% su base annuale ha determinato un regime idrometrico estremamente scarso (ad eccezione del mese di gennaio), in particolare nel periodo estivo-autunnale, con contributi specifici medi annuali dell'ordine di 5 l/skmq e coefficienti di deflusso 0,2-0,3.

La Tabella 5 riporta i dati generali del bilancio idrologico 2022 nelle sezioni di riferimento (altezze di afflusso/deflusso e coefficienti di deflusso) a confronto con l'anno medio.

Tabella 5. Dati di bilancio idrologico del 2022 e confronto con l'anno medio nelle principali stazioni idrometriche regionali; la variazione percentuale $\Delta CDef$ [%] è calcolata come $(\text{coeff defl } 2022 - \text{coeff defl medio storico}) / \text{coeff defl medio storico}$.

Stazione Idrometrica Bacino	Storico			Anni di riferimento	Valori anno 2019			$\Delta CDef$ [%]
	Afflusso medio annuo [mm]	Deflusso medio annuo [mm]	Coeff. di deflusso medio		Afflusso tot [mm]	Deflusso tot [mm]	Coeff. di deflusso	
PELLICE A VILAFRANCA	1018	443	0,42	19	623	43	0,07	-90%
CHISONE A SAN MARTINO	959	731	0,77	19	594	222	0,37	-70%
SANGONE A TRANA	1171	669	0,59	20	625	238	0,38	-64%
DORA RIPARIA A SUSÀ	791	579	0,75	15	567	354	0,63	-39%
DORA RIPARIA A TORINO	840	560	0,68	20	536	254	0,47	-55%

Stazione Idrometrica Bacino	Storico			Anni di riferimento	Valori anno 2019			ΔCDef [%]
	Afflusso medio annuo [mm]	Deflusso medio annuo [mm]	Coeff. di deflusso medio		Afflusso tot [mm]	Deflusso tot [mm]	Coeff. di deflusso	
STURA DI LANZO A LANZO	1225	1017	0,84	20	662	471	0,71	-54%
STURA DI LANZO A TORINO	1221	818	0,66	20	643	219	0,34	-73%
MALONE A FRONT	1375	781	0,58	21	698	111	0,16	-86%
SOANA A PONT	1239	1013	0,82	19	721	339	0,47	-67%
ORCO A SAN BENIGNO	1204	736	0,59	19	687	145	0,21	-80%
CHIUSELLA A PARELLA	1516	1129	0,74	20	846	204	0,24	-82%
DORA BALTEA A TAVAGNASCO	891	892	1,00	20	607	589	0,97	-34%
CERVO A QUINTO VERCELLESE	1161	876	0,77	19	650	316	0,49	-64%
SEZIA A BORGOSZIA	1600	1396	0,84	16	976	516	0,53	-63%
SEZIA A PALESTRO	1266	983	0,73	26	732	284	0,39	-71%
AGOGNA A MOMO	1371	548	0,36	19	723	86	0,12	-84%
TOCE A CANDOGLIA	1510	1396	0,91	22	913	505	0,55	-64%
VARAITA A POLONGHERA	870	335	0,37	18	567	62	0,11	-81%
MAIRA A RACCONIGI	873	349	0,39	20	537	ND	ND	ND
BANNA A SANTENA	753	161	0,19	21	422	10	0,02	-94%
STURA DI DEMONTE A GAIOLA	1042	957	0,90	19	709	330	0,47	-66%
BELBO A CASTELNUOVO	692	220	0,30	19	393	28	0,07	-87%
BORMIDA DI MILLESIMO A CAMERANA	961	347	0,34	27	505	72	0,14	-79%
BORMIDA DI SPIGNO A MOMBALDONE	949	706	0,69	27	470	97	0,21	-86%
BORMIDA A CASSINE	863	446	0,48	26	457	94	0,20	-79%
ORBA A BASALUZZO	1276	756	0,59	20	628	628	0,20	-17%
TANARO A FARIGLIANO	1031	767	0,74	19	586	215	0,37	-72%
TANARO AD ALBA	963	626	0,62	27	603	184	0,31	-71%
TANARO A MONTECASTELLO	876	496	0,51	26	517	129	0,25	-74%
SCRIVIA A SERRAVALLE	1221	541	0,45	20	713	148	0,21	-73%
SCRIVIA A GUAZZORA	974	466	0,44	21	561	60	0,11	-87%
PO A VILLAFRANCA PIEMONTE	1077	822	0,82	12	605	358	0,59	-57%
PO A TORINO MURAZZI	924	475	0,51	26	513	153	0,30	-68%
PO A SAN SEBASTIANO	990	475	0,47	14	547	117	0,21	-75%
PO A CASALE MONFERRATO	967	444	0,46	13	559	120	0,21	-73%
PO A VALENZA	976	558	0,57	17	575	188	0,33	-66%
PO A ISOLA SANT'ANTONIO	906	535	0,55	24	550	175	0,32	-67%

Come si può notare dalla tabella, i coefficienti di deflusso nel 2022 sono, in generale, marcatamente più bassi dei valori storici di riferimento. Diminuzioni superiori al 80% sono state registrate in alcuni bacini occidentali, quali ad esempio Orco, Chiusella, Malone, Pellice, Varaita, e al sud nei bacini di Bormida, Belbo e Scrivia. Al nord la variazione negativa è stata in generale di circa -60-70%. Si evidenzia il deficit fortemente negativo del bacino del Banna pari a -94%.

Lungo l'asta del Po si sono calcolati coefficienti di deflusso più bassi rispetto ai valori storici di riferimento, con percentuali mediamente costanti dalla sezione di Torino verso valle (circa -60-70%).

3.3 Asta di Po

Per le stazioni dell'asta di Po dotate di un numero significativo di anni recenti di osservazione, si riporta, nei grafici seguenti, una descrizione di maggior dettaglio dell'andamento idrologico in particolare in termini di confronto tra le portate medie mensili e i deflussi cumulati.

A Torino si osservano caratteristiche idrologiche rappresentative di condizioni di deflusso inferiori alla media storica per tutto l'anno, con differenze più marcate da giugno a fine anno. Il coefficiente di

deflusso risulta il 68% più basso di quello medio storico: 0,30 del 2022 contro 0,51 storico (come si legge Tabella 5).

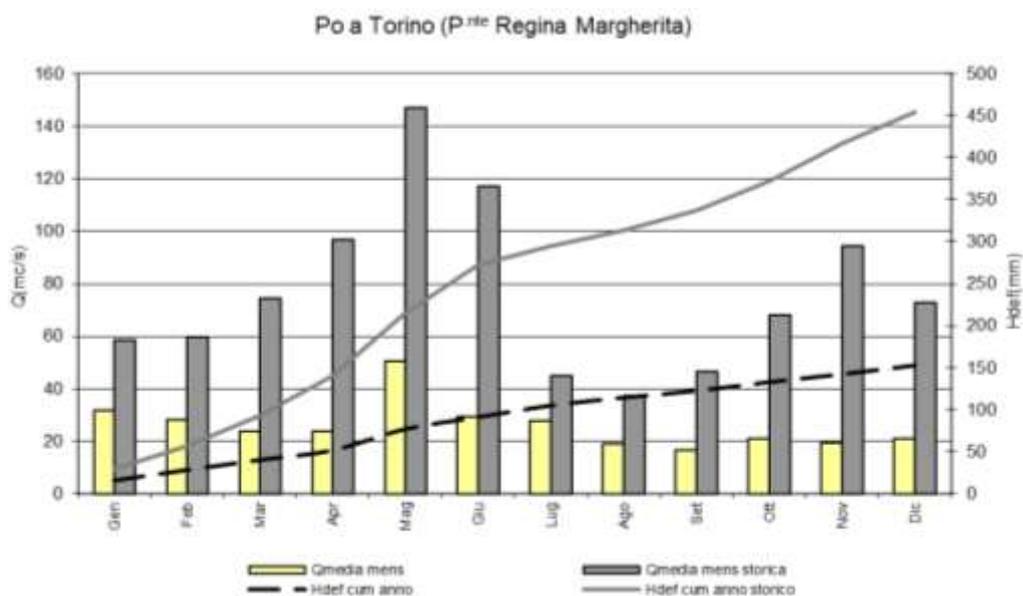


Figura 17. Confronto tra i valori di portata media mensile e deflusso annuo cumulato del 2022 rispetto al periodo storico di riferimento (anni di funzionamento della stazione) per l'idrometro sul Po a Torino.

A San Sebastiano, sezione che chiude il Po a monte della confluenza con la Dora Baltea, si ritrova un andamento idrologico molto simile rispetto al Po a Torino, con deflussi inferiori per tutto l'anno, in maniera via via più decisa per gli ultimi mesi. Anche in questo caso il coefficiente di deflusso è risultato più basso di circa il 75% rispetto al valore medio storico: 0,21 del 2022 contro 0,47 storico (vedi Tabella 5).

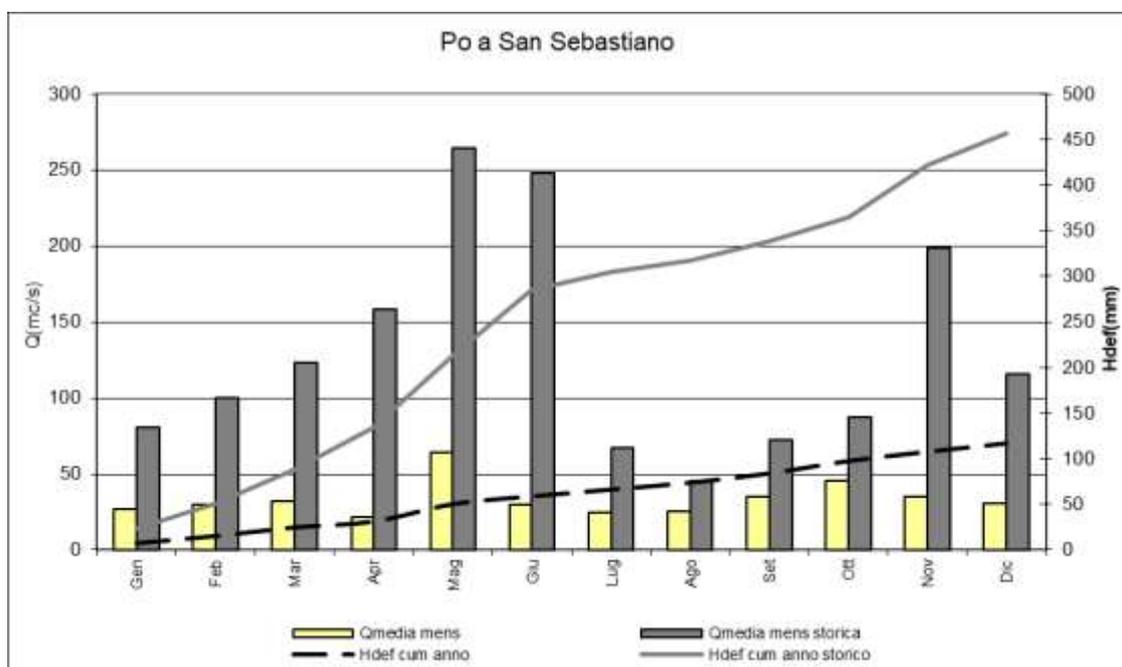


Figura 18. Confronto tra i valori di portata media mensile e deflusso annuo cumulato del 2022 rispetto al periodo storico di riferimento (anni di funzionamento della stazione) per l'idrometro sul Po a San Sebastiano.

Anche per il Po a Valenza (valle confluenza Sesia) l'andamento idrologico rilevato nel 2022 è sostanzialmente lo stesso delle sezioni più a monte ma con differenze tra deflussi osservati e storici

leggermente inferiori rispetto alle altre sezioni, infatti il coefficiente di deflusso annuale, pari a 0,33, risulta più basso di circa -66% rispetto al valore medio storico pari a 0,57 (vedi Tabella 5).

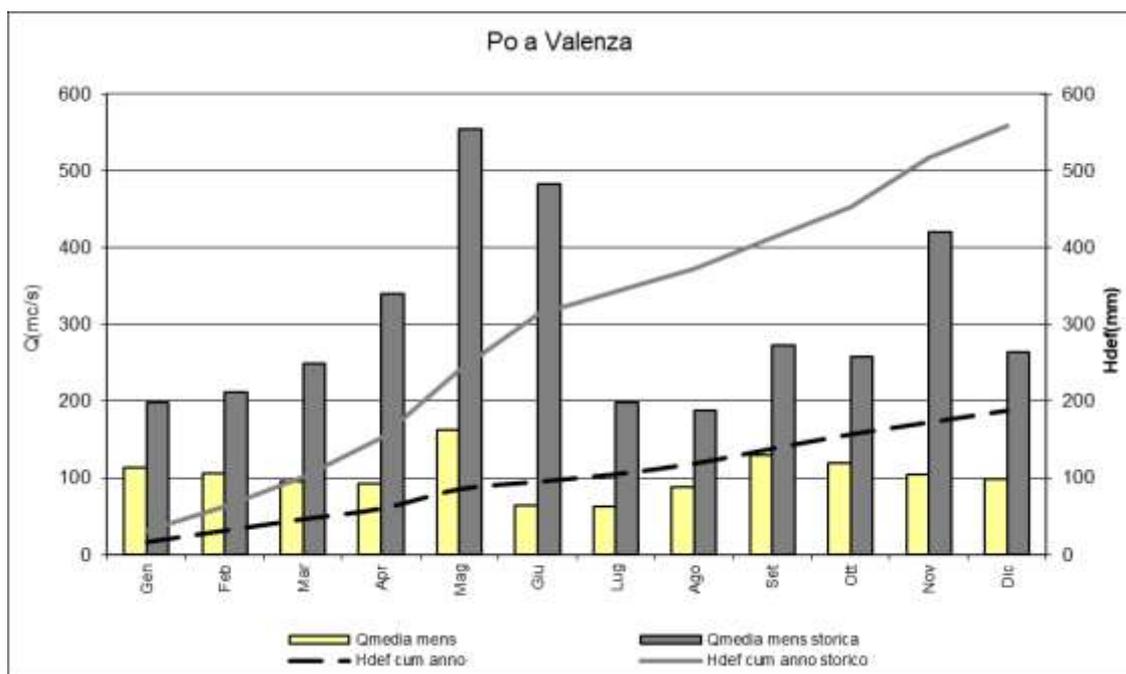


Figura 19. Confronto tra i valori di portata media mensile e deflusso annuo cumulato del 2022 rispetto al periodo storico di riferimento (anni di funzionamento della stazione) per l'idrometro sul Po a Valenza.

Nella sezione di chiusura regionale a Isola Sant' Antonio, si evidenzia un andamento del deflusso su base annuale analogo alle sezioni di monte, quindi con condizioni di deflusso inferiori alla media storica per tutto l'anno, con differenze crescenti dai primi mesi fino a fine anno. Il valore del coefficiente di deflusso annuale risulta più basso di circa -66% rispetto al valore medio storico: 0,32 del 2022 contro 0,55 storico (vedi Tabella 5).

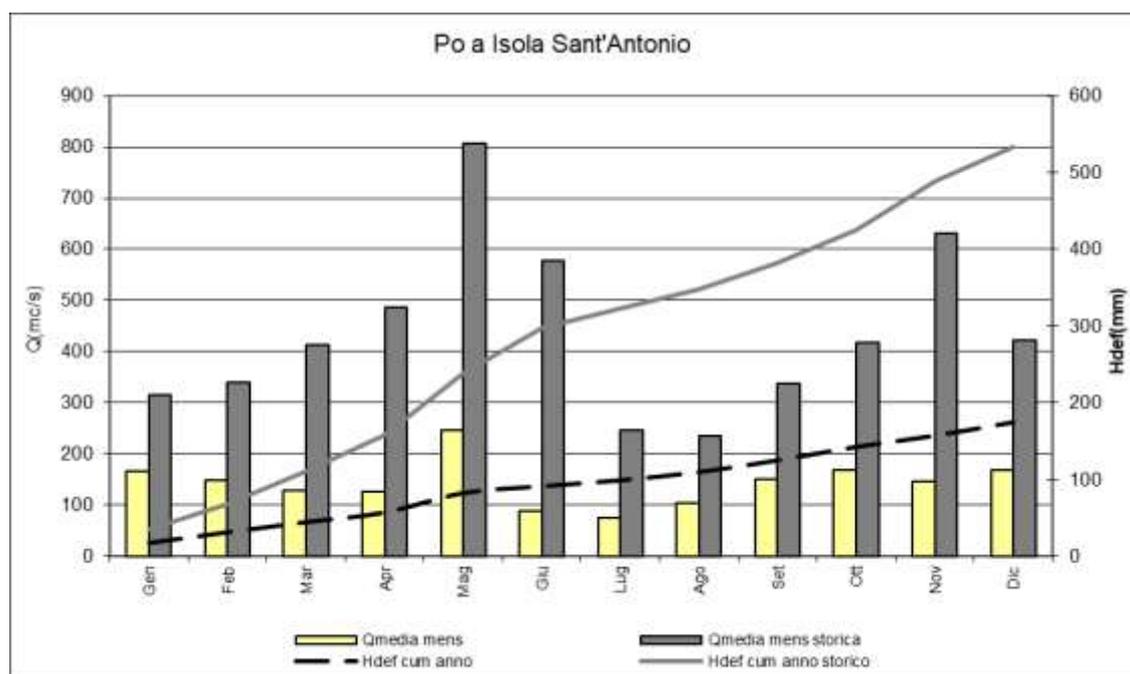


Figura 20. Confronto tra i valori di portata media mensile e deflusso annuo cumulato del 2022 rispetto al periodo storico di riferimento (anni di funzionamento della stazione) per l'idrometro sul Po a Isola Sant'Antonio.

I valori dei coefficienti di deflusso calcolati per l'anno 2022 sono i più bassi mai stimati su tutte le sezioni dell'asta del Po analizzate.

Come ulteriore approfondimento del quadro delle portate più nello specifico del fiume Po, vengono riportate, nella Tabella 6, le portate giornaliere media, minima e massima annuale e i valori della curva di durata delle portate per il 2022 e i valori medi, minimi e massimi delle stesse relativamente al periodo di funzionamento delle stazioni.

Tabella 6 Valori caratteristici delle portate giornaliere e delle curve di durata relativi all'anno 2022 e al periodo di riferimento storico per le sezioni dell'asta di Po più significative.

Stazione Idrometrica	Periodo di riferimento	Q _{MAX} [m ³ /s]	Q _{MED} [m ³ /s]	Q _{MIN} [m ³ /s]	Q ₁₀ [m ³ /s]	Q ₉₁ [m ³ /s]	Q ₁₈₂ [m ³ /s]	Q ₂₇₄ [m ³ /s]	Q ₃₅₅ [m ³ /s]
PO A TORINO	2022	72	26	12	57	30	24	20	15
	Media 1995-2021	773	77	25	241	86	56	42	29
	Min 1995-2021	171	42	14	96	40	30	25	17
	Max 1995-2021	2093	121	39	495	153	101	75	52
PO A SAN SEBASTIANO	2022	165	33	8	93	38	28	23	13
	Media 2008-2021	1857	135	14	512	154	86	50	21
	Min 2008-2021	377	67	2	179	82	48	30	5
	Max 2008-2021	3880	189	35	773	255	146	94	53
PO A VALENZA	2022	249	103	36	187	117	103	84	42
	Media 2005-2021	3049	303	73	1053	335	210	152	91
	Min 2005-2021	765	195	12	429	187	142	89	30
	Max 2005-2021	4797	437	133	1680	577	366	274	164
PO A ISOLA SANT'ANTONIO	2022	473	143	47	286	162	146	110	51
	Media 1998-2021	4313	436	100	1471	490	306	215	124
	Min 1998-2021	943	250	43	615	225	183	150	55
	Max 1998-2021	9780	687	155	2888	781	520	375	179

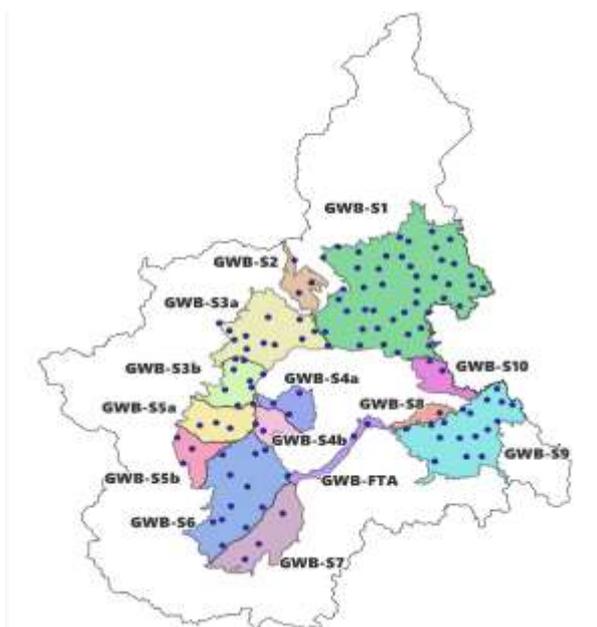
Risulta quindi evidente come i valori caratteristici di portata sulle stazioni del Po analizzate siano inferiori ai valori minimi di riferimento calcolati nel periodo di funzionamento sia per le sezioni più a monte (Torino e San Sebastiano) che per le due più a valle.

4 SOGGIACENZA DELL'ACQUIFERO SUPERFICIALE

Il livello delle falde rappresenta la sommatoria dei fattori che incidono sulla ricarica naturale ed eventualmente artificiale delle stesse (apporti diretti dalle precipitazioni, alimentazione dalle aree di ricarica, dai corsi d'acqua o dai canali, dall'allagamento delle risaie) e dei prelievi per i diversi usi.

In periodi di siccità, quando anche i corsi d'acqua superficiali sono in condizioni di magra o secca, i prelievi da falda - l'unica risorsa idrica ancora disponibile - tendono ad aumentare, così anche gli effetti negativi sulla falda stessa si amplificano (maggiori prelievi e minore ricarica).

La seguente analisi pone a confronto i valori di soggiacenza misurati dai piezometri della rete di monitoraggio (Figura 21) nell'anno 2022 con la condizione di riferimento corrispondente alla serie storica 2005-2021 per poter valutare la situazione della soggiacenza dell'acquifero superficiale.



Acquifero superficiale	Denominazione
GWB-S1	Pianura Novarese, Biellese e Vercellese
GWB-S2	Pianura inframorenica di Ivrea
GWB-S3a	Pianura Torinese e Canavese tra Dora Baltea e Stura di Lanzo
GWB-S3b	Pianura Torinese tra Stura di Lanzo, Po e Chisola
GWB-S4a	Altopiano di Poirino dx Banna Rioverde
GWB-S5a	Pianura Pinerolese tra Chisola e sistema Chisone-Pellice
GWB-S5b	Pianura Pinerolese tra sistema Chisone-Pellice e Po
GWB-S6	Pianura Cuneese
GWB-S7	Pianura Cuneese in destra Stura di Demonte
GWB-FTA	Pianura fondo Tanaro astigiano
GWB-S8	Pianura Alessandrina in sinistra Tanaro
GWB-S9	Pianura Alessandrina in destra Tanaro
GWB-S10	Pianura casalese

Figura 21. Distribuzione sul territorio regionale dei piezometri con dati disponibili, in relazione con i corpi idrici sotterranei (Ground Water Body - GWB).

4.1 Soggiacenza media mensile e annuale aggregata per GWB

Ogni area idrogeologica è caratterizzata oltre che da peculiari condizioni idrogeologiche, anche da specifiche ricarica e tipologia di sfruttamento della risorsa.

I piezometri ricadenti in un medesimo acquifero che mostrano risposte simili della soggiacenze al variare di precipitazioni e portate dei corsi d'acqua sono stati utilizzati per elaborazioni aggregate a partire dai dati medi mensili e annuali di soggiacenza. L'aggregazione di dati di piezometri confrontabili fornisce un'indicazione sull'andamento della soggiacenza del GWB nel suo insieme.

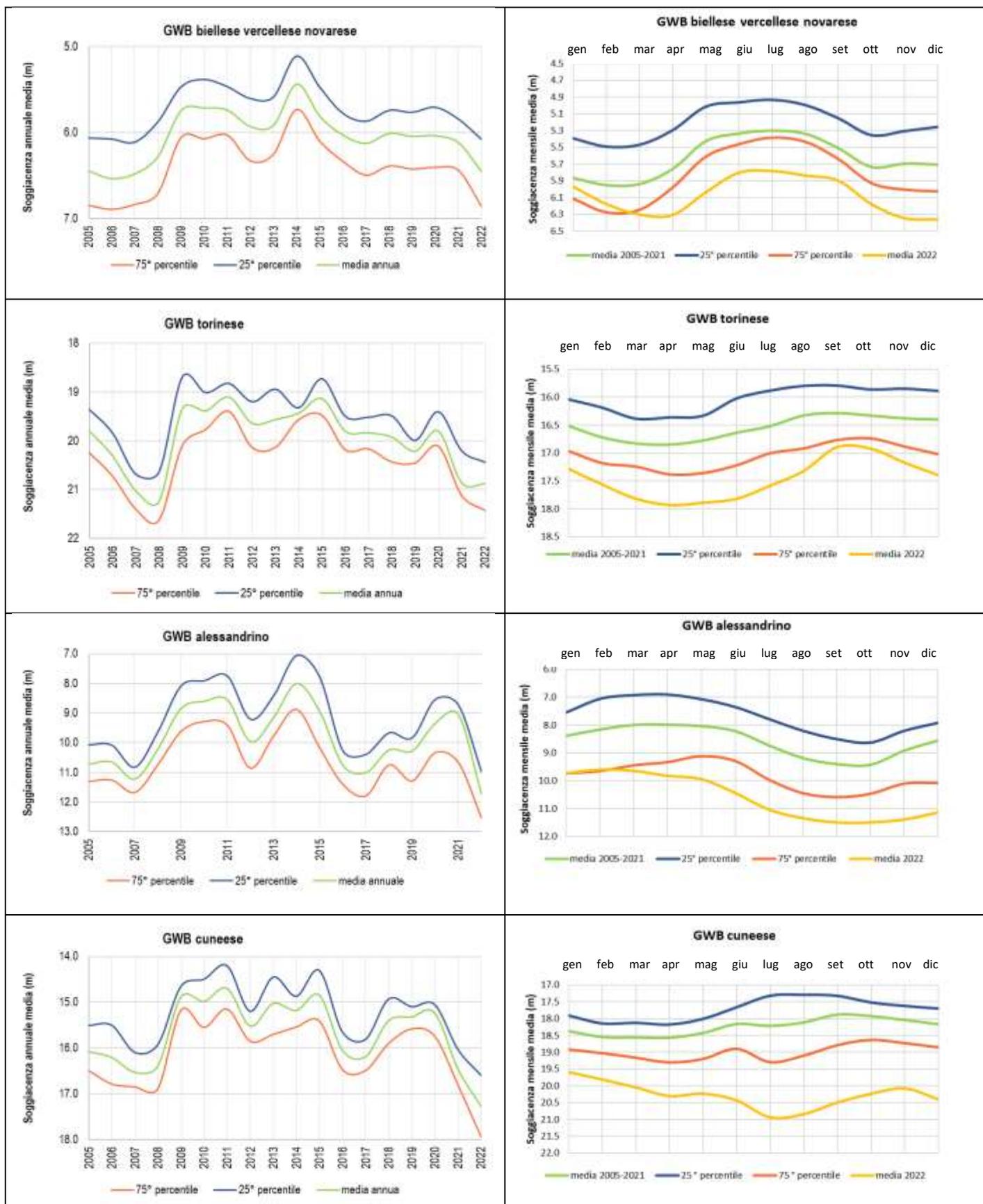


Figura 22 Andamento aggregato per GWB della soggiacenza media annua 2005-2022 (grafici a sinistra) e andamento aggregato per GWB della soggiacenza media mensile del 2022 rapportata a quella della serie 2005-2021 (grafici a destra).

Pianura biellese, vercellese, novarese. In questo settore sia l'andamento aggregato annuale sia il confronto su base mensile tra 2022 e serie storica, mostrano come il 2022 abbia registrato i livelli più bassi. L'andamento stagionale mostra un innalzamento del livello medio della falda superficiale nei periodi tardo primaverile ed estivo a causa degli apporti provenienti dal reticolo superficiale e dai canali irrigui attraverso l'allagamento delle risaie.

Pianura torinese tra Stura di Lanzo, Po e Chisola. L'andamento della soggiacenza in questo settore mostra un aumento a partire dai mesi primaverili, con un massimo tardo estivo e una diminuzione nella stagione autunnale per l'aumento delle precipitazioni e la concomitante diminuzione della pressione esercitata dall'emungimento dei pozzi. Mentre non si nota un trend nell'andamento delle medie annuali, anzi gli abbassamenti più importanti sembrano essersi verificati negli anni 2007-2008, le medie mensili del 2022 sono sempre più basse di quelle della serie aggregata 2005-2021.

Pianura alessandrina in destra Tanaro. L'andamento aggregato annuale per questo acquifero mostra come il 2022 abbia registrato i livelli più bassi in assoluto. L'andamento medio mensile del 2022 presenta la tipica flessione della curva, con abbassamento dei livelli nei mesi estivi, ma, a differenza della serie storica, non si ripristinano i livelli di soggiacenza di inizio anno.

Pianura cuneese. In quest'area l'andamento delle medie annue mostra una tendenza all'approfondimento della soggiacenza a partire dal 2009, fino ai valori più bassi mai registrati in precedenza nel 2022. Come osservato anche negli altri settori piemontesi, l'andamento delle medie mensili 2022 è sempre inferiore rispetto a quello della serie aggregata di riferimento, con abbassamenti dei livelli della falda più accentuati in estate, forse per l'aumentato sfruttamento delle acque sotterranee per l'agricoltura.

4.2 Livelli di criticità rispetto ai valori tipici della serie storica

Allo scopo di confrontare le condizioni idrodinamiche attuali con la condizione 'naturale' di riferimento per ciascun piezometro è stata calcolata la fluttuazione del livello della falda nell'anno medio sul lungo periodo.

Le curve, costruite interpolando i valori del 25° e il 75° percentile dei dati mensili di soggiacenza della serie storica di ciascun piezometro, definiscono una fascia di fluttuazione che può essere considerata la naturale oscillazione annua media dell'acquifero in quel dato punto della rete (Figura 23).

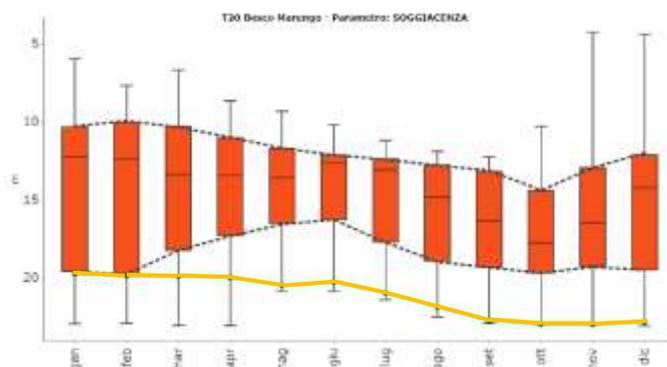


Figura 23 Boxplot della media mensile 2022 (linea gialla) in relazione alla serie storica. Le linee tratteggiate identificano la fascia di fluttuazione dell'acquifero.

Valori della soggiacenza attuale al di sotto della fascia di naturale oscillazione stagionale della falda (75° percentile) definita dalla serie storica evidenziano per il corpo idrico sotterraneo una condizione di criticità dal punto di vista dello stato quantitativo come evidenziato nella tabella seguente.

Tabella 7 Livelli di criticità del 2022 rispetto ai valori tipici della serie storica della soggiacenza, piezometri divisi per GWB.

GWB	Piezometro	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Pianura Novarese, Biellese e Vercellese	Alice Castello PII13												
	Biandrate PII34									ND			
	Biella PII23												
	Cavaglià PII14												
	Cossato PII24												
	Gattinara PII26												ND
	Granozzo Monticello PII37												
	Landiona PII19												
	Mongrando PII21												
	Novara PII35												
	Romentino PII38												
	Vercelli PII11												
	Suno PII51												
Pianura inframorenica di Ivrea	Strambino P44									ND			
Pianura Torinese e Canavese tra Dora Baltea e Stura di Lanzo	Caluso P38												ND
	Caselle PZ-SL6												
	Rivarolo P21						ND	ND					
	Volpiano P34												
Pianura Torinese tra Stura di Lanzo, Po e Chisola	Collegno P18												
	Druento PZSL5/3												
	Torino P. Armi P26									ND	ND		
	Venaria P30												ND
Altopiano di Poirino	Carmagnola P16												
Pianura Pinerolese tra Chisola e sistema Chisone-Pellice	Carmagnola TF2												
	Scalenghe P17												
	Virle Piemonte P7												
Pianura Pinerolese tra sistema Chisone-Pellice e Po	Barge P8												
	Bricherasio P45	ND											
Pianura Cuneese	Cuneo T1												
	Moretta P14/1												
	Scarnafigi P9												
	Tarantasca P2												
Pianura Cuneese in destra Stura di Demonte	Beinette T3												
	Morozzo T2												
Pianura Alessandrina in destra Tanaro	Alessandria T22												
	Alessandria T23												
	Alessandria T24												
	Bosco Marengo T20												
	Castellazzo Bormida T26												
	Frugarolo T21												
	Masio DST												
	Montecastello T14												
	Novi Ligure T19												
	Pontecurone T11												
	Tortona T16												
	Tortona T17												



4.3 Variazioni stagionali della soggiacenza nel 2022 rispetto alla serie storica, spazializzate per i GWB principali

Per alcune stazioni di monitoraggio più significative sia per la disponibilità di dati completi per il 2022 sia per la loro rappresentatività in relazione all'acquifero di riferimento, sono stati costruiti i boxplot a partire da un'aggregazione trimestrale dei dati per mettere in evidenza le variazioni stagionali.

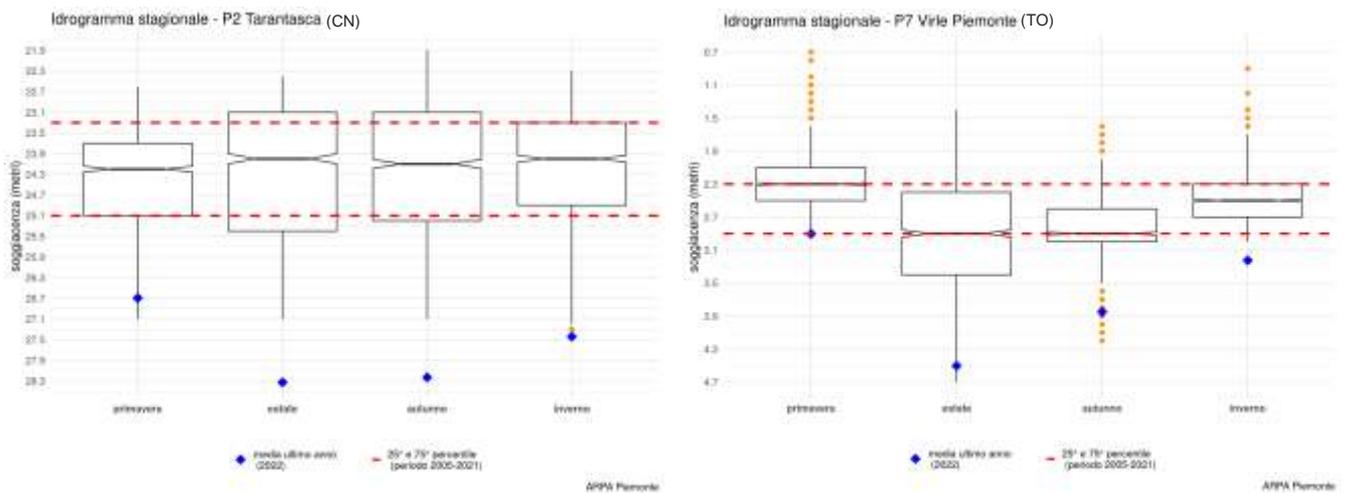


Figura 24 Boxplot delle medie stagionali 2022 in relazione alla serie storica 2005-2021

I dati sono stati aggregati e spazializzati per ogni GWB al fine di definire le variazioni stagionali del livello delle acque sotterranee.

La Figura 26 mostra come tutte le GWB si trovino al di sotto della fascia di fluttuazione (> 75° percentile), la gradazione di colore mette in evidenza le GWB con valori di soggiacenza via via più in discesa.

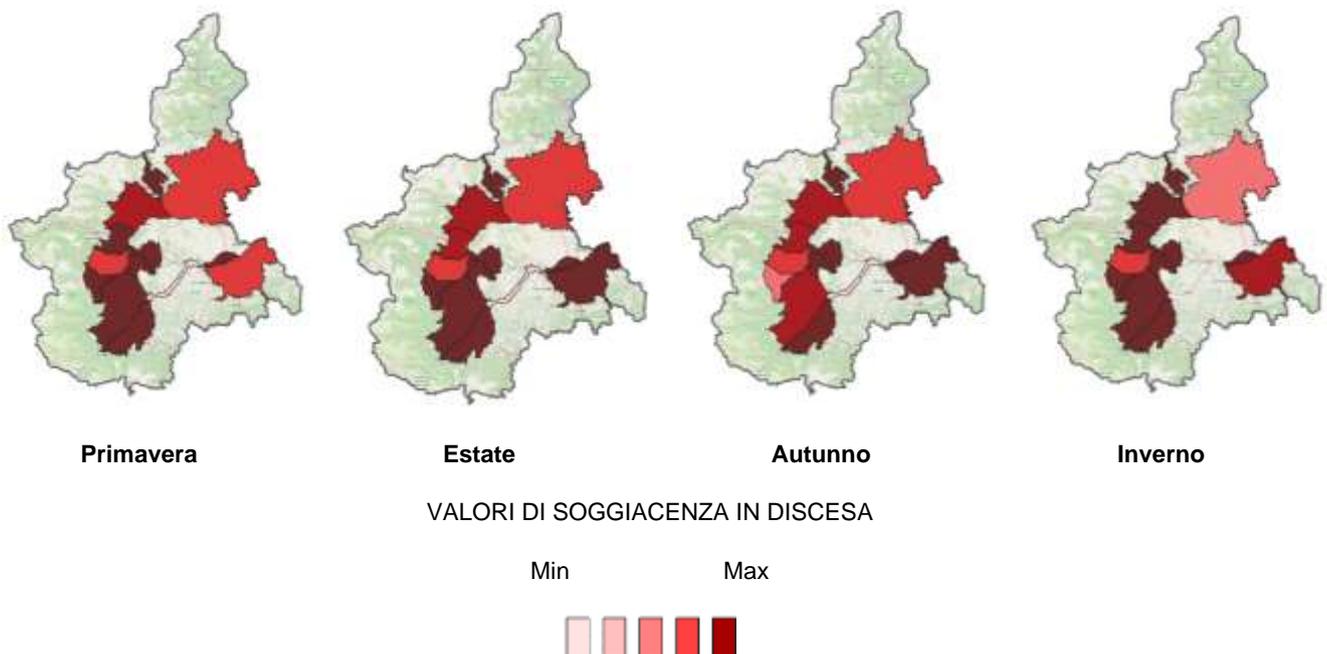


Figura 25 Grado di anomalia della soggiacenza 2022 rispetto alla fascia di fluttuazione dell'anno idrologico medio (serie di riferimento 2005-2021) nelle diverse stagioni.

4.4 Variazione del livello della superficie piezometrica nel 2022 rispetto all'anno medio storico

Mediante la spazializzazione della differenza, espressa in percentuale, tra la soggiacenza media dell'anno 2022 e quella dell'anno medio ricavato dal periodo 2005-2021, si è valutato lo scostamento e la distribuzione della distanza della falda dal piano campagna nell'ultimo anno (Figura 27). Dalla mappa emerge la presenza di due "macro-aree" in cui risulta un vistoso abbassamento del livello della falda stimabile in circa 4 metri: la prima, nella parte sud-est del Piemonte, e la seconda posta nella parte sud-ovest. Un abbassamento localizzato si registra nella area a est di Pinerolo. La porzione all'estremità nord invece presenta valori stazionari rispetto alla media storica con fulcro nella zona tra Santhià e Vercelli. Leggermente in discesa tutta l'area novarese compresa tra il torrente Terdoppio e il Ticino così come quella torinese tra Dora Baltea e Sangone.

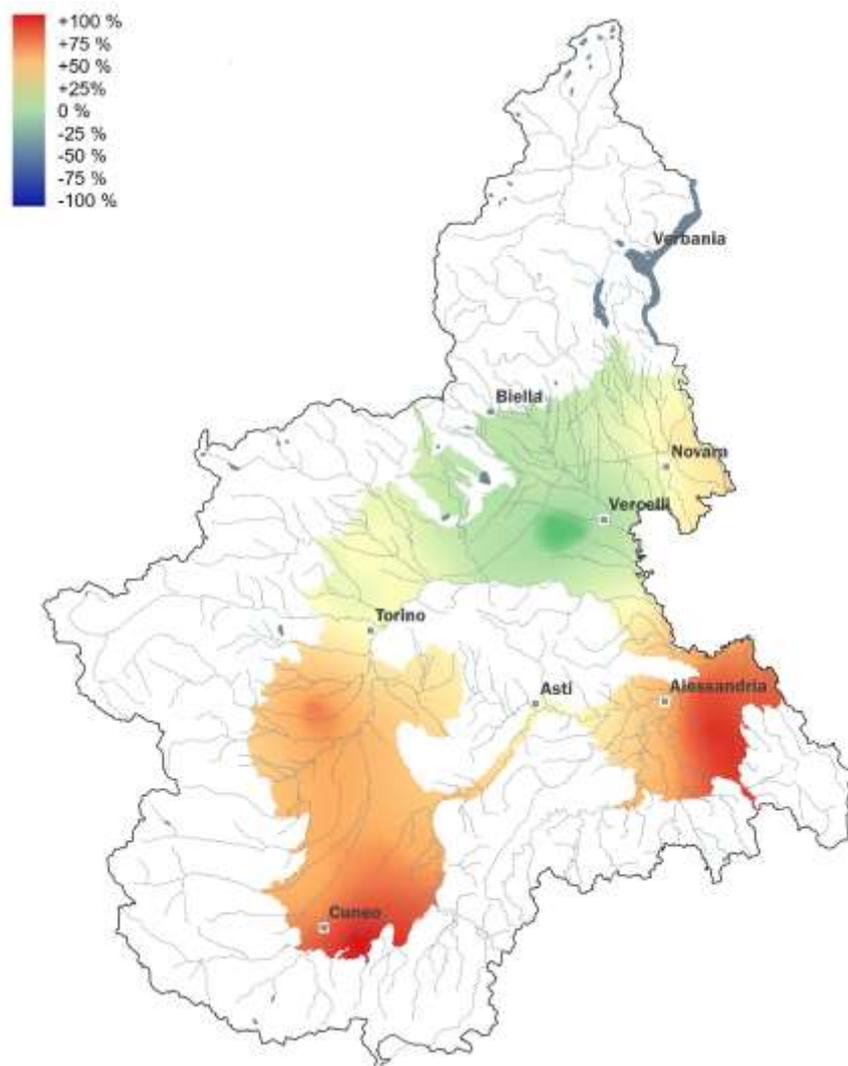


Figura 26 Carta della differenza percentuale tra la soggiacenza media del 2022 e quella dell'anno medio storico ricavato dal periodo 2005-2021

Si riporta di seguito un approfondimento relativo alle aree risicole, province di Vercelli, Novara e Biella

AREE RISICOLE

Nell'area risicola a nord del Po per piezometri significativi delle province di Vercelli, Novara e Biella, il confronto tra i dati del 2022 e quelli del 2021 e con quelli di anni significativi (2009 e 2015), in cui si sono avute significative modificazione nelle tendenze degli andamenti della piezometria, mostra come nel periodo di sommersione dei campi la falda abbia avuto abbassamenti costanti nel tempo (a Bianzè, ad esempio, la differenza del livello 2022 rispetto al 2009 è dell'80%). Si osserva quindi nell'ultimo decennio una minor capacità di ricarica della falda nonostante l'apporto superficiale di acqua.

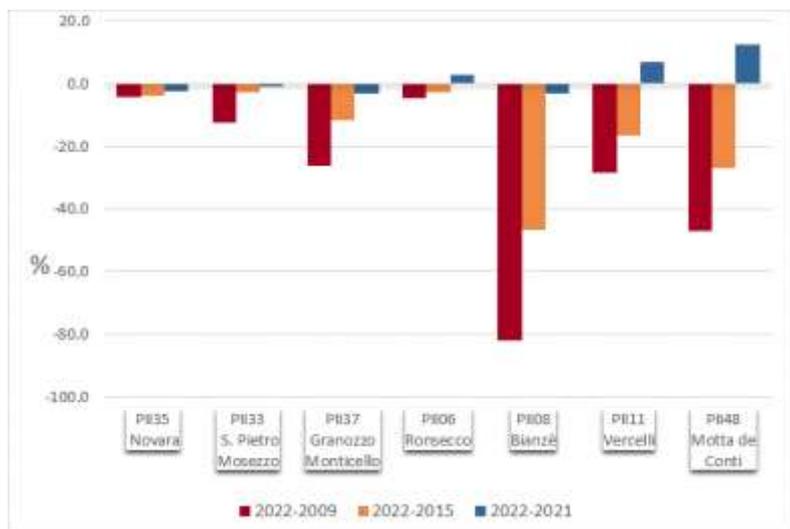
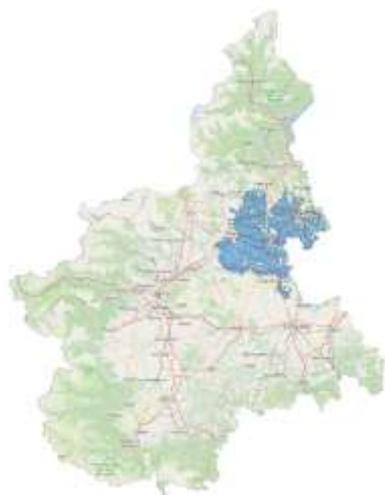


Figura 27 Il diagramma di alcuni piezometri in zona risicola, relativamente ai mesi di coltivazione del cereale, mostra gli scostamenti percentuali della soggiacenza tra la media percentuale del 2022 e quella 2021 in blu, tra il 2022 e il 2015 in arancio e 2022-2009 in rosso.

5 CONSIDERAZIONI FINALI

Il 2022 è stato un anno molto al di sotto della norma come piovosità in Piemonte, con un deficit complessivo di circa il 43%. Le precipitazioni cadute nel corso dell'anno, sulla parte del bacino del fiume Po, chiuso a valle della confluenza con il Ticino, è stata pari a circa 607 mm. Ad incidere maggiormente sul deficit osservato sono stati i quasi 111 giorni senza piogge significative registrati tra l'8 dicembre 2021 e il 29 marzo 2022.

Per quanto riguarda la neve il deficit del 2022 risulta significativo sull'arco alpino piemontese rispetto alla media storica (periodo 1981-2020); questo deficit è risultato molto accentuato sia nella stagione invernale 2021-22 che in quella 2022-23, evidenziando una marcata riduzione degli apporti nevosi. La risorsa nivale, valutata in termini di SWE, ha dato quindi evidenti segni di deficit e l'anticipata completa fusione, con un anticipo superiore al mese, ha determinato una riduzione dei deflussi idrici già a partire dal periodo primaverile.

Dal punto di vista della siccità meteorologica, l'annata 2022 è stata decisamente drammatica, con il fenomeno che con il passare dei mesi si è progressivamente trasformato in emergenza socio-economica. L'inverno 2021-2022, secco e caldo da record con i suoi 111 giorni consecutivi senza precipitazioni significative, ha impedito la formazione di riserve nivali consistenti sulle Alpi, tanto che a marzo, con l'inizio della stagione irrigua, la maggior parte del Piemonte si è venuta a trovare in condizioni di siccità estrema sul breve periodo (3 mesi). Questa condizione è quindi diventata estrema anche sul lungo periodo (6 e 12 mesi) verso fine primavera ed inizio estate, visto che la primavera 2022 è stata la 6° più secca degli ultimi in 65 anni. Un intervallo moderatamente instabile ad agosto, in particolare nei settori meridionali della regione, ha contribuito ad alleviare la pesante situazione siccitosa sul breve periodo ma un trimestre autunnale tra i più avari di precipitazione registrati negli ultimi decenni, ha nuovamente aggravato la situazione generale su tutte le scale temporali e, in particolare, nel sud del Piemonte. L'anno, tuttavia, si è chiuso con un mese di dicembre al di sopra della norma in termini di pioggia e neve (in montagna) cadute, l'unico mese oltre ad agosto a mostrare il segno più nel bilancio tra precipitazioni osservate e norma climatologica (91-20).

Nonostante questo, il deficit pluviometrico medio annuo 2022 ha fatto registrare valori percentuali negativi ovunque, mediamente attorno al 40%, con gli indici SPI e SPEI a 12 mesi su valori inferiori a -1.5 (siccità severa ed estrema) nell'80% circa del territorio Piemontese.

Relativamente alle portate dei corsi d'acqua regionali, il 2022 può essere considerato l'anno dei record al negativo, nel bilancio complessivo dell'anno, infatti, si sono registrati ovunque e per tutti i mesi, scostamenti negativi rispetto ai valori storici di riferimento e le principali sezioni di chiusura dei principali bacini idrografici, hanno registrato i valori minimi storici delle portate sia livello mensile che annuale. Nella sezione di Isola S. Antonio, chiusura del bacino del Po piemontese, la portata media annua è stata il 67% più bassa del valore medio storico.

Per quanto riguarda le acque sotterranee si osserva nell'anno 2022 un generale abbassamento del livello della falda superficiale con valori che presentano talvolta uno scostamento importante rispetto ai valori storici, variabile dall'ordine dai decimetri a metri. Le uniche aree dove la soggiacenza resta relativamente stabile sono quelle dell'area di pianura biellese, vercellese e novarese.

6 APPROFONDIMENTI

[Il clima in Piemonte 2022](#)

[Rendiconto nivometrico 2021-2022](#)

[Rapporto temporali 25-29 LUGLIO 2022](#)

[Rapporto siccità in Piemonte 2022](#)