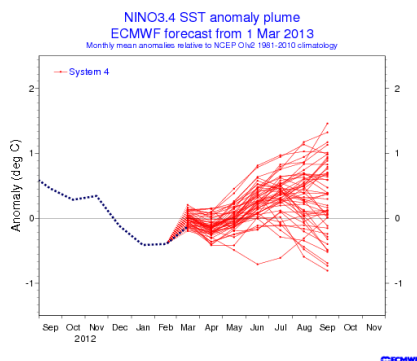


Valutazione dei possibili scenari meteorologici, idrologici e geomorfologici per il territorio piemontese nella primavera

2013

La stagione invernale ha fatto registrare valori di precipitazioni superiori alla media nei settori meridionali dove occorre prestare attenzione alle possibili attivazioni di fenomeni valanghivi e frane. Per il trimestre aprile-maggio-giugno le previsioni meteorologiche stagionali non rilevano segnali significativi di anomalie rispetto alla media climatologica, solo nel mese di aprile è previsto sul Piemonte un segnale più marcato di anomalia positiva di precipitazione.

Arpa Piemonte

Sistemi Previsionali



Torino, 10 aprile 2013

INDICE

1	PREMESSA.....	1
2	PRECIPITAZIONI.....	2
3	CONDIZIONI DI INNEVAMENTO	5
4	PORTATE	11
5	PREVISIONI STAGIONALI	13
	CIRCOLAZIONE GENERALE E TELECONNESSIONI	13
	PRECIPITAZIONI	15
	TEMPERATURE.....	18
6	SCENARIO METEOROLOGICO.....	19
7	SCENARI DI INNEVAMENTO	23
8	SCENARI FRANE.....	25
9	SCENARI CLIMATICI	29
10	CONCLUSIONI.....	31

1 PREMESSA

La presente relazione, predisposta da Arpa Piemonte in qualità di Centro Funzionale Regionale e Centro di Competenza per le attività di previsione meteorologica, idrologica e geomorfologica di interesse nazionale, costituisce un'analisi conoscitiva di valutazione dei possibili scenari nella primavera – estate dell'anno in corso, finalizzata alle attività preventive del sistema di Protezione Civile.

L'analisi è stata elaborata sulla base dei sistemi di previsione e monitoraggio del Centro Funzionale allo scopo di delineare le possibili evoluzioni stagionali e valutarne preventivamente le possibili criticità.

Il documento è articolato in due parti, la prima riguarda la descrizione della situazione attuale con riferimento alle condizioni meteorologiche, di innevamento e dei deflussi sulla base dell'andamento climatico dell'inverno. La seconda parte, introdotta da un'analisi a grande scala delle configurazioni meteorologiche attese per i prossimi mesi, presenta gli scenari meteorologici di dettaglio relativamente agli andamenti attesi per i parametri pioggia e temperatura con cui sono state costruire le simulazione dell'andamento dell'innervamento sul territorio regionale e le valutazioni circa i fenomeni franosi. Infine, viene presentata una simulazione a scenario delle potenziali condizioni della situazione idrologica attesa nella tarda primavera.

2 PRECIPITAZIONI

Durante i primi due mesi del 2013, gennaio e febbraio, le precipitazioni che hanno interessato il Piemonte sono state inferiori alla media del periodo storico di riferimento (1960-1990); in entrambi i mesi sono caduti poco più di 30 mm di pioggia media ragguagliata sul bacino del Po chiuso a Ponte Becca (Linarolo-Pv). A marzo sono caduti invece circa 109 mm di pioggia.

Lo scostamento, calcolato come differenza tra la pioggia media mensile e la pioggia media mensile storica divisa per la media mensile storica, risulta negativo a gennaio (-51%), a febbraio (-58%) e positivo solo a marzo, +33%.

Se si considerano le precipitazioni dell'anno idrologico, intendendo per anno idrologico la precipitazione totale caduta a partire dal mese di ottobre 2012 e fino al 31 marzo 2013, essa è in linea con i valori storici (+6,4%) ma, se si analizzano solo i primi tre mesi dell'anno si nota che in Piemonte lo scostamento è del -20%.

Nella successiva figura sono evidenziate le precipitazioni mensili sul bacino occidentale del Po e lo scostamento mensile rispetto al periodo storico.

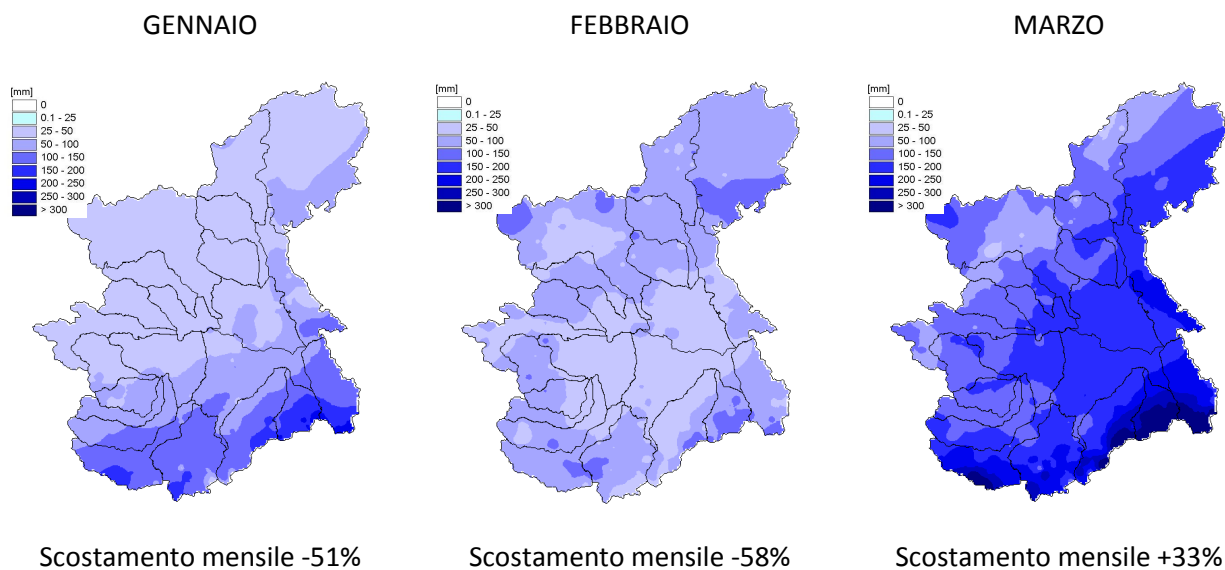


Figura 1. Precipitazione mensile da gennaio 2013 e scostamento sull'intero bacino del Po chiuso a Ponte Becca (calcolato con il dato storico del periodo 1960-1990)

Nella tabella successiva vengono riportate le statistiche per ogni sottobacino del territorio regionale: viene evidenziato lo scarto a partire dal mese di gennaio 2013 e quello a partire dal mese di ottobre 2012 (inizio anno idrologico).

Bacino	Scarto da gennaio 2013	Scarto da ottobre 2012
Alto Po	-18%	5.5%
Pellice	-27%	-5.1%
Varaita	-12%	8.1%
Maira	16%	11.2%
Residuo Po confluenza Dora Riparia	-11%	-2.8%
Dora Riparia	-45%	-15.8%
Stura Lanzo	-44%	-15.6%
Orco	-50%	-20.4%
Residuo Po confluenza Dora Baltea	-16%	2.8%
Dora Baltea	-39%	-14.8%
Cervo	-41%	-4.9%
Sesia	-46%	0.8%
Residuo Po confluenza Tanaro	-5%	1.4%
Stura Demonte	20%	25.9%
Tanaro	9%	12.5%
Bormida	24%	26.1%
Orba	55%	50.4%
Residuo Tanaro	3%	-2.5%
Scrivia Curone	31%	27.1%
Agogna Terdoppio	-2%	8.5%
Toce	-54%	-2.9%
Ticino svizzero	-36%	18.2%
Po a Ponte Becca	-20%	6.4%

Tabella 1. Statistiche relative ai sottobacini del territorio regionale

L'indice SPI (standard precipitation index) calcolato per il mese di marzo evidenzia un quadro di abbondanza idrica sul territorio regionale. Su un periodo più lungo, gli ultimi 3 mesi, l'effetto viene compensato dai mesi di gennaio e febbraio che sono stati poco piovosi: l'indice SPI a 3 mesi risulta infatti, in media con 2 bacini in moderata siccità. Considerando un periodo più lungo (6 mesi) le precipitazioni risultano comunque in media.

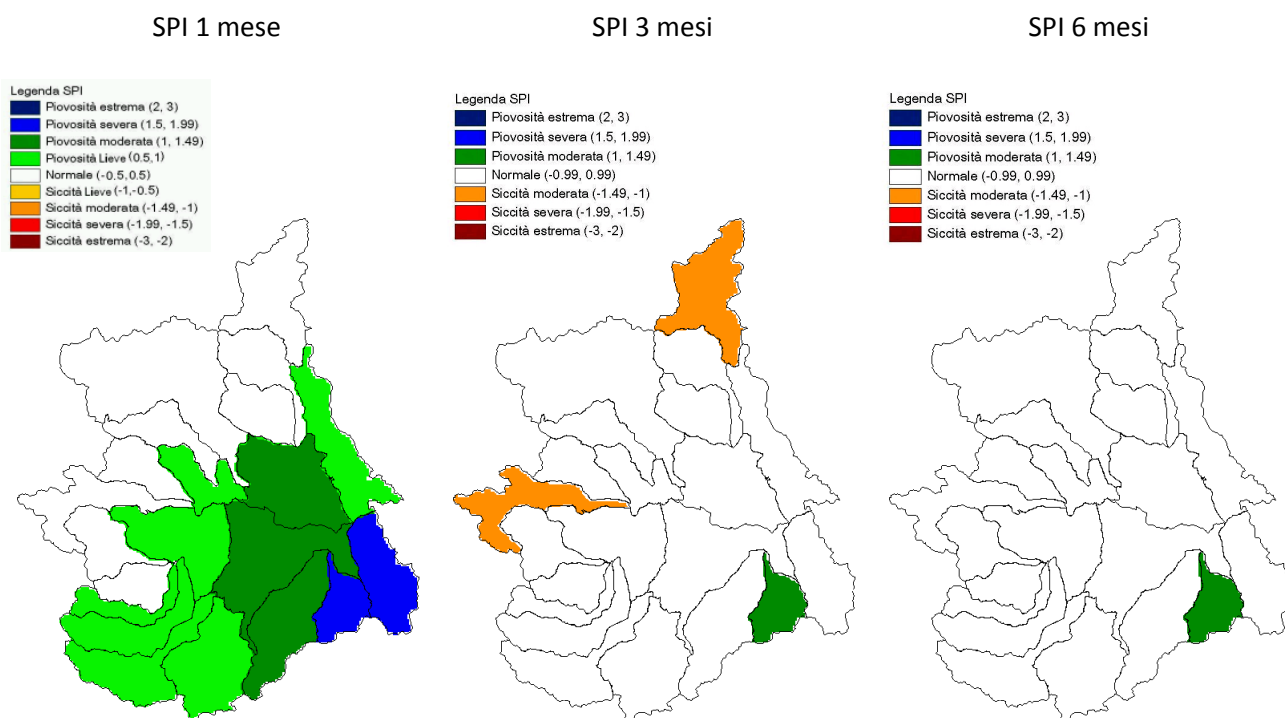


Figura 2. Valori dell'indice SPI a 1, 3 e 6 mesi calcolati a marzo 2013 sul territorio regionale

L'indice di Palmer (Palmer Drought Severity Index), utilizzato in agro-meteorologia per fornire indicazioni sui deficit di pioggia calcolati su scale temporali multiple e sulla loro severità, calcolato per il mese di marzo 2013, mette in luce che, dal punto di vista agricolo, il segnale di siccità è concentrato sul settore nord occidentale del territorio regionale a causa della concomitanza tra anomalie positive nelle temperature e precipitazioni in media. Sui bacini medio-orientali, caratterizzati da precipitazioni abbondanti, si denota un segnale di incipiente periodo umido.

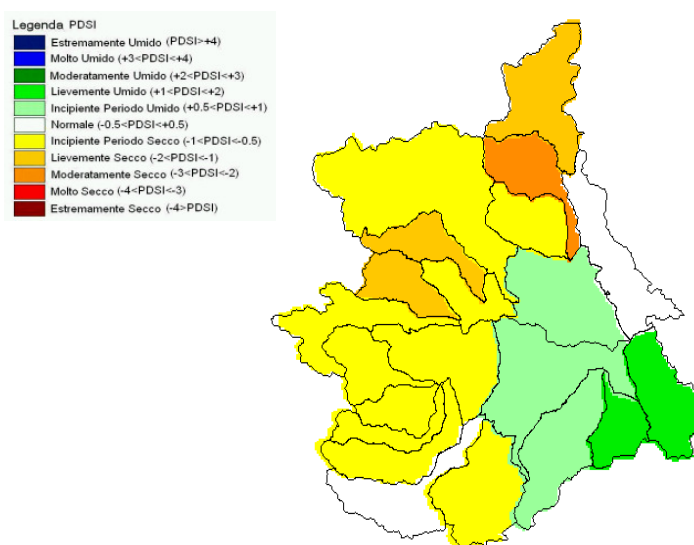


Figura 3. Indice di Palmer calcolato sul territorio regionale nel mese di marzo 2013

3 CONDIZIONI DI INNEVAMENTO

La stagione invernale 2012-2013 ha fatto registrare valori di precipitazione nevosa generalmente al di sotto della media durante i primi mesi soprattutto sui settori meridionali per poi riportarsi su valori nettamente superiori alla media nei settori meridionali ed occidentali e generalmente nella media o di poco inferiore in quelli nord-occidentali e settentrionali.

I dati riportati in seguito fanno riferimento alla media storica trentennale 1981-2010; i valori di neve fresca sono calcolati come differenza della neve al suolo per rendere possibile in confronto dei dati anche con altre stazioni.

Dall'analisi dei dati di 12 stazioni manuali campione, rappresentative dell'arco alpino piemontese (Tabella 2, Figura 4) per il periodo novembre - marzo della stagione 2012-2013, la stazione che ha fatto registrare un valore di neve fresca cumulata nettamente superiore alla media è stata la stazione di Entracque – Lago Chiotas con 714 cm (+72,6 %). Spostandosi verso nord si notano ancora valori superiori alle medie fino alle Alpi Graie al confine con le A.Cozie nord: Vinadio – Riofreddo 354cm (+47,2%), Acceglio – Saretto 351cm (+22,8%), Pontechianale – Castello 262cm (+15,1%), Bardonecchia – Lago Rochemolles 344cm (+20,3%) e Usseglio – Malciaussia 345cm (+21,6%). Dalle Alpi Graie fino ai settori settentrionali i valori sono generalmente al di sotto o prossimi ai valori della media storica (1981-2010): Ceresole Reale – Capoluogo 225cm (-10%), Ceresole – Lago Serrù 405cm (-1,4%), Locana – Lago Valsoera 364cm (-14,2%), Antrona – Lago Camposecco 432cm (+6%), Antrona – Alpe Cavalli 237cm (-14,1%) e Formazza - Lago Vannino 438cm (+0,7%)

Settore Alpino	Denominazione	Hn Media '81-'10 nov-mar	Hn 2011-2012 nov-mar		Hn 2012-2013 nov-mar	
			Valore cm	Variazione %	Valore cm	Variazione %
Lepontine	Formazza – L.Vannino (2177m)	435	496	14.1	438	0.7
Pennine	Antrona – A. Cavalli (1500m)	276	129	-53.2	237	-14.1
Pennine	Antrona – L. Camposecco (2320m)	408	276	-32.3	432	6.0
Graie	Locana – L. Valsoera (2412m)	424	325	-23.4	364	-14.2
Graie	Ceresole Reale – L. Serrù (2296m)	411	312	-24	405	-1.4
Graie	Ceresole Reale – Capoluogo (1573m)	250	120	-52	225	-10.0
Graie	Usseglio – L. Manciaussia (1815m)	284	173	-39	345	21.6
Cozie N	Bardonecchia – L. Rochemolles (1975m)	286	322	12.6	344	20.3
Cozie S	Pontechianale – L. Castello (1589m)	228	106	-53.4	262	15.1
Cozie S	Acceglio – L. Saretto (1540m)	286	148	-48.2	351	22.8
Marittime	Vinadio – L. Riofreddo (1206m)	241	125	-48	354	47.2
Marittime	Entracque – L. Chiotas (2010m)	414	341	-17.6	714	72.6

Tabella 2. Totale delle precipitazioni nevose Hn (cm) nelle stagioni 2011-2012 e 2012-2013, a confronto con la media del periodo 1981-2010, per 12 stazioni manuali campione rappresentative dell'arco alpino piemontese.

Si segnala il fatto che nelle stazioni dei settori meridionali e sud-occidentali i quantitativi di neve fresca registrati fino a fine marzo risultano anche superiori al totale stagionale medio calcolato per il periodo novembre-maggio (vedi grafici andamento stagionale).

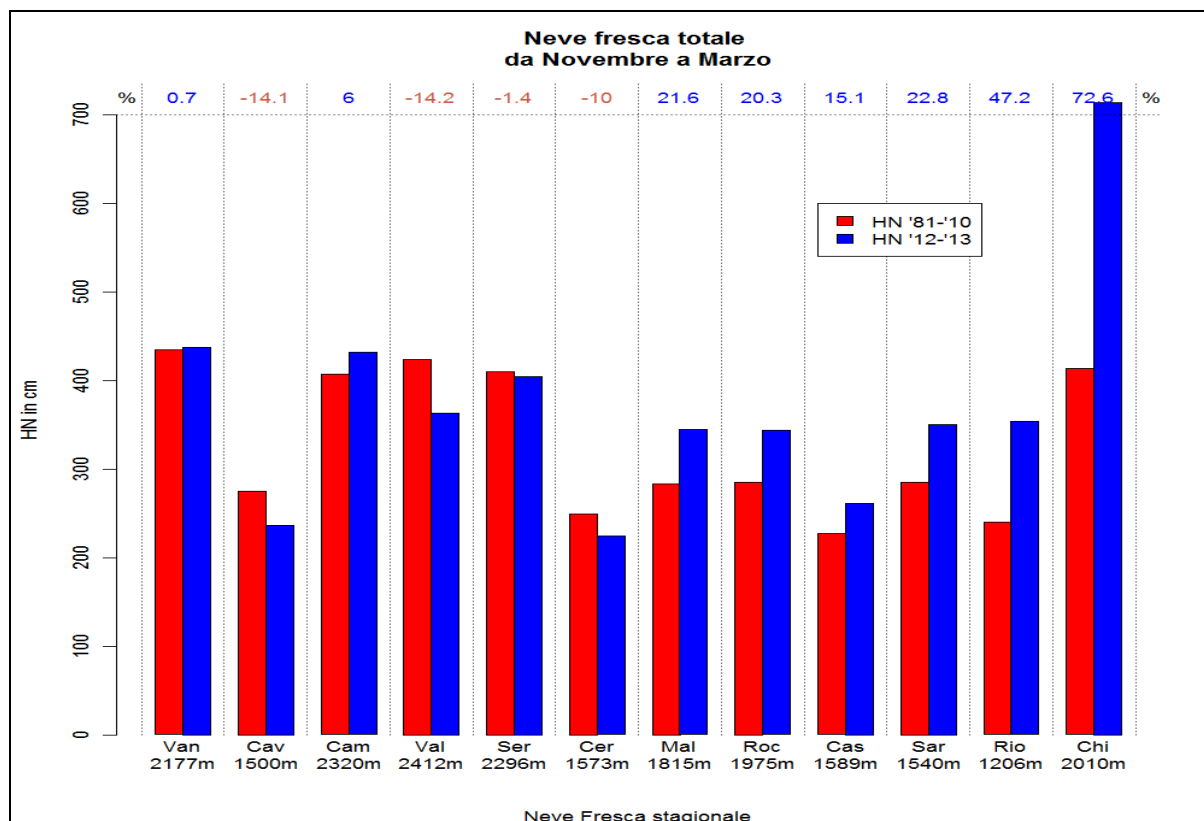


Figura 4. Totale delle precipitazioni nevose Hn (cm) nella stagione 2012-2013, a confronto con la media trentennale del periodo 1981-2010, per 12 stazioni manuali campione rappresentative dell'arco alpino piemontese. In alto è riportata la variazione percentuale di neve fresca rispetto alla media storica di riferimento.

Tale situazione evidenzia la grande variabilità spaziale nella distribuzione del manto nevoso sul territorio regionale. Infatti, mentre mediamente sulle Alpi piemontesi i valori di neve al suolo al 31 marzo rientrano nei valori compresi tra il 1° e il 9° decile nelle Alpi Cozie e Marittime (ed anche nelle Alpi Liguri per vicinanza), i valori sono superiori al 9° decile anche a quote relativamente basse (Tabella 3).

Settore alpino	Stazione (quota)	Neve al suolo HS (cm)	Riferimento storico	
			1° decile (cm)	9° decile (cm)
Lepontine	Formazza / L. Vannino (2180 m)	203	74	240
Pennine	Antrona / A. Cavalli (1500 m)	65	0	90
Pennine	Antrona / Lago Camposecco (2320 m)	120	40	204
Graie	Locana / Lago Valsoera (2420 m)	145	33	196
Graie	Ceresole Reale / L. Serrù (2296 m)	135	35	170
Graie	Ceresole Reale / Capoluogo (1575)	26	0	75
Graie	Usseglio / Malciaussia (1820 m)	38	0	76
Cozie N	Bardonecchia / Rochemolles (1975 m)	90	25	120
Cozie S	Pontechianale / Castello (1589 m)	65	0	60
Cozie S	Acceglio / Saretto (1540 m)	60	0	53
Marittime	Vinadio / Riofreddo (1206 m)	100	0	31
Marittime	Entracque / Chiotas (2010 m)	309	0	155

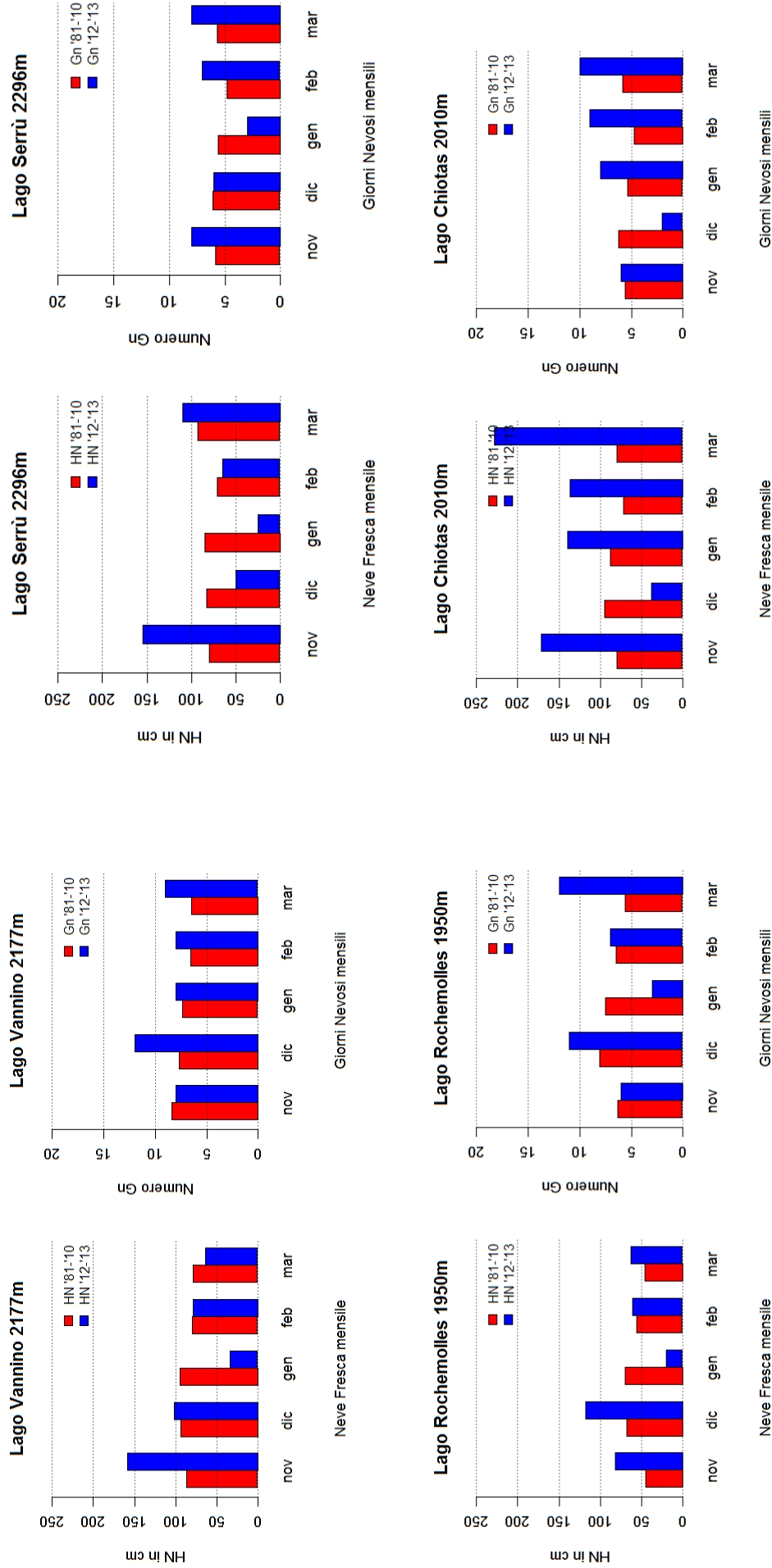
Tabella 3. Altezza della neve al suolo al 31 marzo 2013 e confronto con dati storici

Dall'analisi delle precipitazioni nevose mensili (figura 4) si può notare che i mesi centrali della stagione invernale sono stati i più secchi sia nei settori settentrionali che occidentali e meridionali, mentre quelli con più precipitazioni, intese sia come numero di giorni nevosi che come intensità, si sono concentrati nei mesi tardo autunnali e primaverili. Infatti mediamente risulta che i due mesi con il numero maggiore di giorni nevosi siano febbraio e marzo.

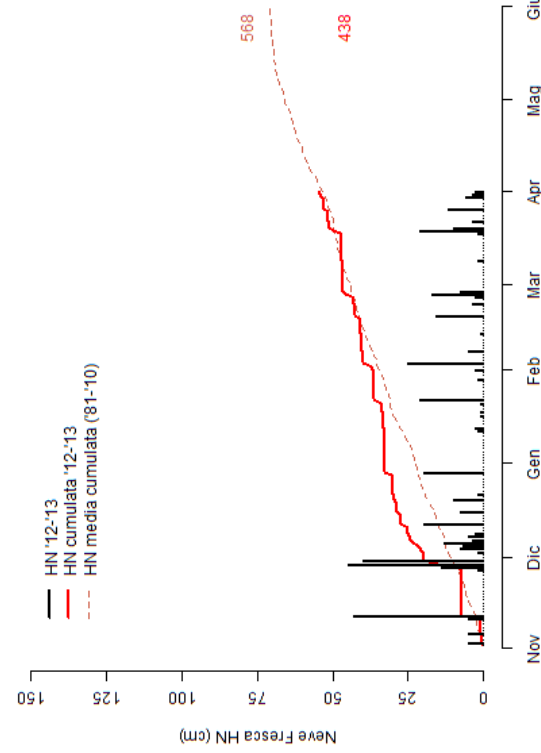
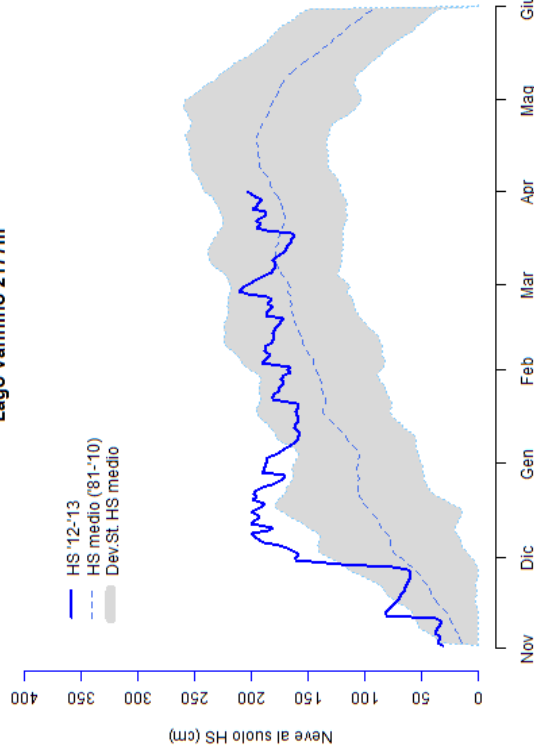
Questa condizione ha fatto sì che in questo periodo dell'anno in tutto il territorio alpino piemontese l'innnevamento risulti generalmente buono o di molto superiore alla media soprattutto sui rilievi meridionali.

Di seguito ai grafici dei valori mensili, vengono riportati i grafici stagionali dei valori medi giornalieri di alcune stazioni nivometriche rappresentative dal mese di novembre al mese di maggio. La stagione in corso è analizzata in questi grafici fino al mese di marzo. Per ogni stazione sono presenti due grafici. Il primo riporta l'andamento giornaliero della neve al suolo (HS): la linea blu spessa indica l'HS nella stagione 2012-2013, la linea tratteggiata indica l'andamento medio dell'HS negli ultimi 30 anni (1981-2010), l'area colorata in grigio indica +/- la deviazione standard rispetto alla media. Il secondo grafico invece riporta le precipitazioni nevose (HN): le barre nere indicano i singoli valori di neve fresca giornaliera della stagione 2012-2013 (asse y di riferimento di sinistra), la linea spessa rossa indica la cumulata relativa alla stagione in analisi mentre la linea tratteggiata si riferisce alla cumulata media degli ultimi 30 anni (1981-2010) (queste ultime due linee fanno riferimento all'asse y di destra). I numeri riportano rispettivamente il totale di neve fresca della stagione in corso e della media storica.

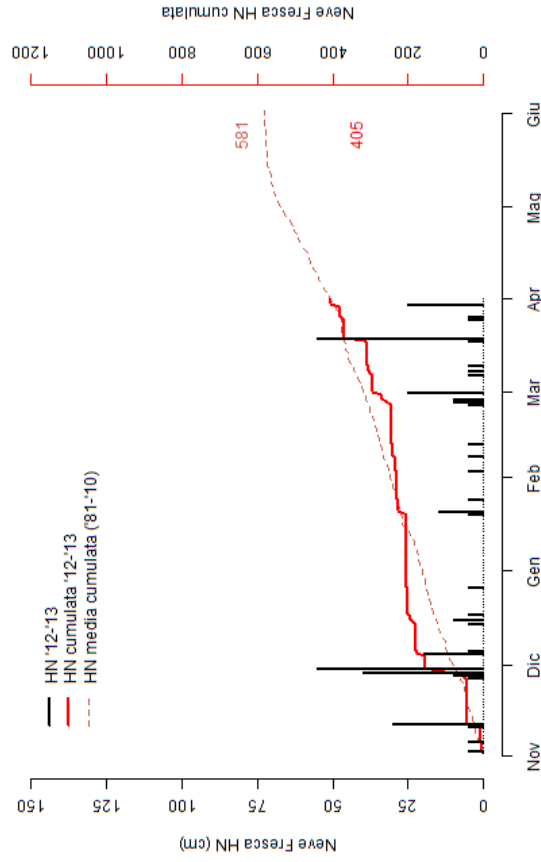
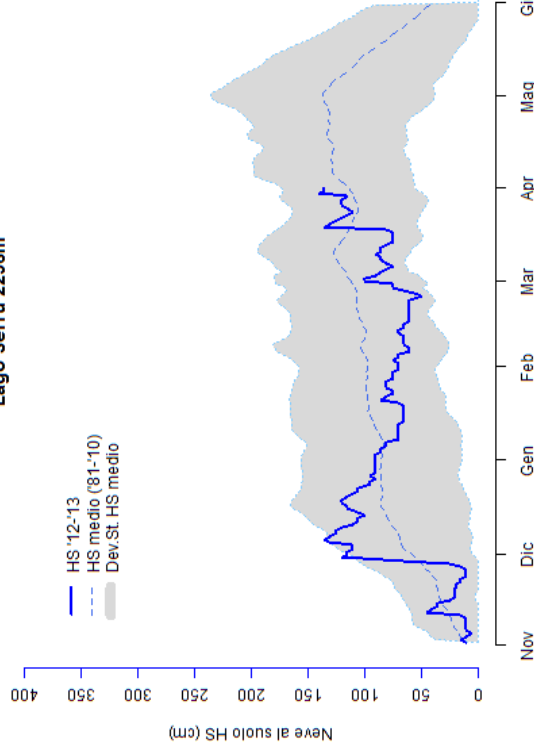
Figura 5 Analisi delle precipitazioni nevose mensili (cm) nella stagione 2011-2012, a confronto con la media del periodo 1966-2009, per 4 stazioni campione rappresentative dell'arco alpino piemontese.



Lago Vannino 2177m



Lago Serrù 2296m



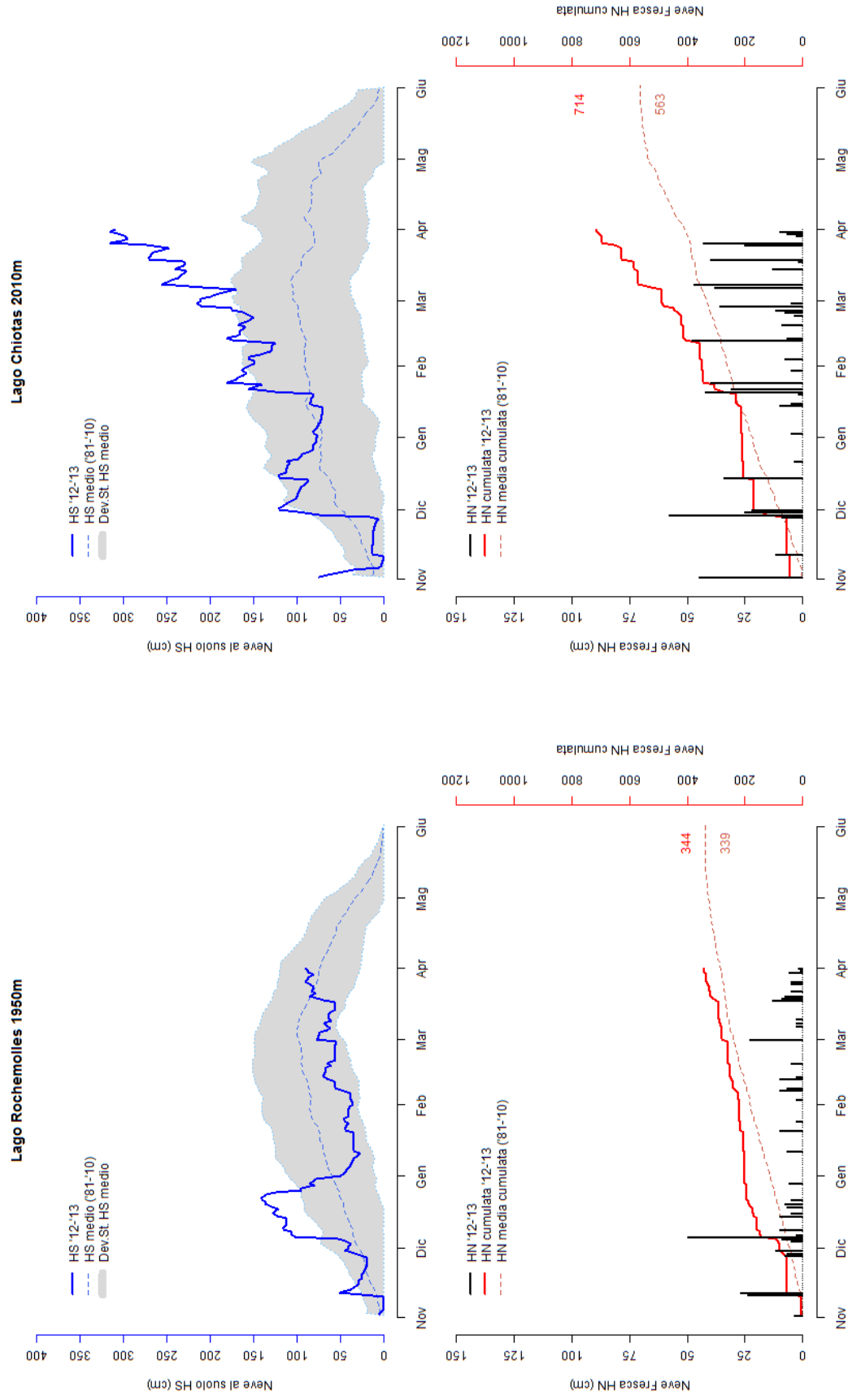


Figura 6 Grafici relativi all'andamento stagionale giornaliero

4 PORTATE

Per valutare complessivamente le portate dei principali corsi d'acqua regionali sono stati presi in considerazione diversi elementi per fornire un quadro dettagliato della situazione: indici di siccità stimati e previsti, portate medie registrate, situazione dei principali invasi.

Le portate dei principali fiumi del mese di marzo vengono evidenziate nella seguente tabella con un confronto con i dati storici. Si può notare che, nella maggioranza delle sezioni considerate, si registrano portate medie superiori alla media del periodo; fanno eccezione i bacini di Sesia, Dora Baltea e Stura di Lanzo dove si registrano portate medie inferiori rispetto ai valori storici. Complessivamente, però, alla sezione di Isola Sant'Antonio, chiusura della parte piemontese del bacino del Po, i valori misurati si presentano superiori alla media.

SEZIONE	Portata media mensile [mc/s]	Deflusso mensile [10 ⁶ mc]	Portata media mensile storica [mc/s]	Deflusso mensile storico [10 ⁶ mc]	Scarto [10 ⁶ mc]	Scarto [%]
Po a Isola S. Antonio	484.1	1296.6	376.4	1008.2	288.3	28.6
Stura di Lanzo a Lanzo	7.0	18.7	10.0	26.9	-8.2	-30.5
Maira a Racconigi	17.3	46.4	14.5	38.9	7.5	19.3
Dora Baltea a Tavagnasco	24.1	64.5	32.7	87.7	-23.2	-26.5
Tanaro ad Alba	103.8	278.1	82.9	222.2	55.9	25.2
Stura di Demonte a Gaiola	11.1	29.7	10.5	28.2	1.5	5.3
Bormida di Millesimo a Camerana	8.3	22.2	3.3	8.7	13.4	153.3
Sesia a Campertogno	1.4	3.8	2.7	7.4	-3.5	-47.9

Tabella 4. Tabella di sintesi con le portate medie dei principali fiumi piemontesi e statistiche al 31 marzo 2013

A livello di invasi si evidenzia come il volume complessivamente invasato dalle dighe piemontesi (31 bacini con capacità massima di invaso superiore a 1 milione di mc) sia stimato in circa 94 milioni di mc al 31 marzo 2013; rispetto al periodo 2008-2012 il volume invasato è inferiore di circa il 12%.

Capacità di invaso	Volume invasato		Volume invasato medio (2008-12)		Scarto	
[10 ⁶ mc]	[10 ⁶ mc]	[%]	[10 ⁶ mc]	[%]	[10 ⁶ mc]	[%]
386.5	94.1	24.4%	107.6	27.8%	-13.4	-12.5%

Tabella 5. Capacità d'invaso e utilizzo delle principali dighe piemontesi al 31 marzo 2013

Nella figura successiva viene evidenziato il livello del lago Maggiore che, dopo un inverno con valori al di sopra della media storica, si presenta a fine marzo con livelli nella media.

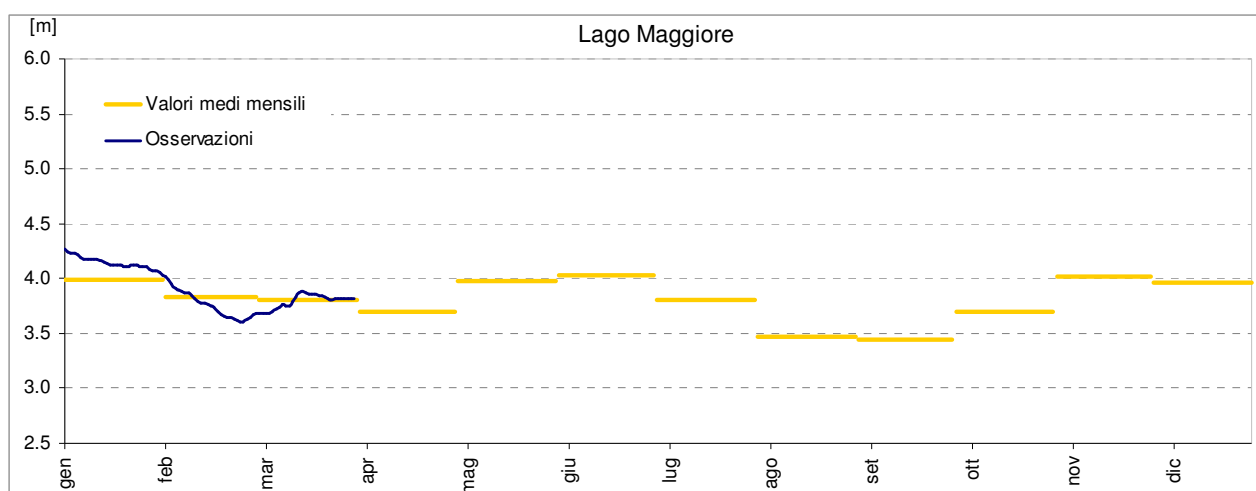


Figura 7. Livelli medi giornalieri del lago Maggiore nel 2013 e confronto con i valori medi storici

5 PREVISIONI STAGIONALI

Attraverso un confronto ragionato delle indicazioni derivanti da una selezione di modelli numerici di previsione stagionale, diffusi dai maggiori Centri Meteorologici Internazionali, è possibile valutare l'andamento più probabile delle precipitazioni e temperature attese per i prossimi mesi.

Nonostante l'evoluzione delle condizioni meteo-climatiche a lungo termine porti inevitabilmente con sé un'intrinseca e non eliminabile incertezza, la quale tende ad aumentare necessariamente nel tempo vista la natura "caotica" degli stati dell'atmosfera, si ritiene utile analizzare e ivi presentare un confronto critico tra le principali previsioni stagionali disponibili, al fine di tracciare una linea di tendenza per i possibili scenari sul Piemonte per i prossimi mesi.

L'analisi delle previsioni stagionali sul territorio regionale del Piemonte parte ovviamente da un'analisi su scala europea, tenendo conto di alcuni aspetti climatologici legati alla circolazione generale e valutando attentamente le situazioni meteorologiche che hanno impatto sull'area subalpina italiana.

Sono quindi state analizzate le previsioni emesse dai principali centri meteorologici:

- Centro Europeo per le Previsioni Meteorologiche a Medio Termine (ECMWF)
- UK's National Weather Service (Met Office)
- International Research Institute for Climate and Society (IRI)
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)

CIRCOLAZIONE GENERALE E TELECONNESSIONI

Ponendo l'attenzione sulla circolazione globale prevista intorno all'area europea (Figura 8) per il trimestre aprile-maggio-giugno non si evidenziano al momento segnali particolarmente enfatizzati come per il mese di marzo.

Una debole anomalia negativa del geopotenziale in quota nel mese di aprile sul medio Atlantico, a largo del Portogallo, potrebbe essere responsabile di un'influenza destabilizzante sulla nostra regione, perché lascerebbe ancora parzialmente aperta la "porta" alle perturbazioni oceaniche verso il bacino del Mediterraneo, come avvenuto spesso nel mese di marzo.

Tale instabilità potrebbe essere più spiccata nella prima parte del mese, attenuandosi gradualmente nei giorni seguenti.

Infatti nelle mappe successive la pressione risale: in particolare nel mese di maggio un'anomalia positiva del geopotenziale in quota sull'Atlantico potrebbe essere il segnale di un rafforzamento dell'anticiclone delle Azzorre, che porterebbe quindi tempo più stabile sull'Europa occidentale e sul Piemonte.

Anche nei mesi successivi su gran parte d'Europa (in particolare sull'Europa centrale e meridionale) l'anomalia del geopotenziale in quota rimane lievemente positiva o comunque con segnali non significativamente lontani dalla media climatologica, questo lascerebbe ipotizzare un

andamento abbastanza allineato alla normale climatologia del periodo per il resto della Primavera e l'inizio dell'Estate.

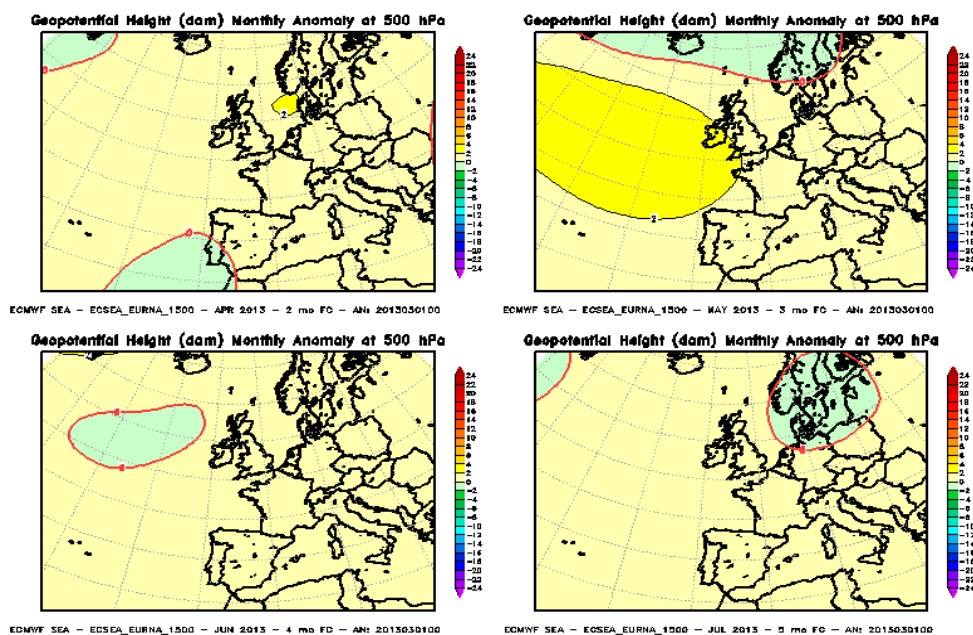


Figura 8. Anomalia mensile del geopotenziale in quota (a 500 hPa) prevista dal modello ECMWF per i 4 mesi da aprile a luglio 2013 (mese di emissione: marzo 2013)

Se invece quel debole segnale lievemente positivo dell'anomalia di geopotenziale in quota sull'Europa centrale e meridionale dovesse poi venire rafforzato dalle prossime evoluzioni modellistiche, allora verrebbe associato ad un'estensione dell'anticiclone africano verso nord, con conseguenti condizioni stabili e calde, anche premature rispetto alla stagione meteorologica estiva, come già viene prospettato dalle proiezioni stagionali sulle temperature di alcuni modelli a lungo termine (ECMWF, Met Office e soprattutto IRI: Figura 9).

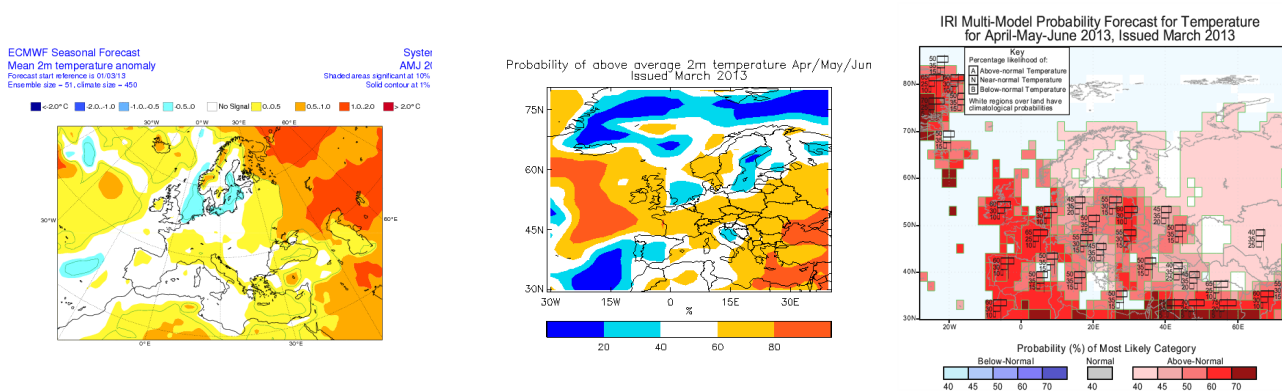


Figura 9. Anomalia della temperatura a 2 metri prevista dai modelli ECMWF, Met Office e IRI, per il trimestre aprile-maggio-giugno 2013 (mese di emissione: marzo 2013)

Infatti, è previsto un progressivo riscaldamento anche del ENSO (l'indice di teleconnessione del Nino), che passerebbe dalle attuali condizioni di sostanziale neutralità (anche lievemente negative, cioè tendenti alla Nina) a condizioni tendenzialmente più calde, cioè più rivolte verso il Nino. Questo potrebbe essere un segnale di riscaldamento sensibile per il corso della primavera e l'inizio dell'estate.

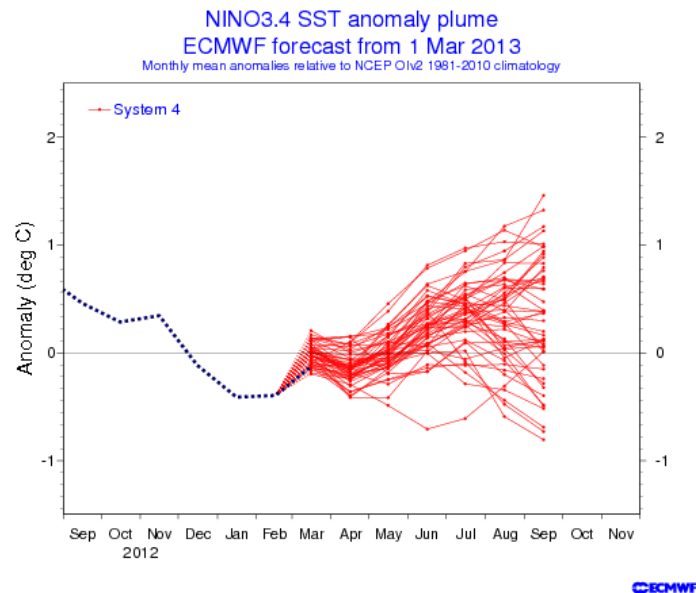


Figura 10. Previsione dell'ENSO del modello ECMWF (mese di emissione: marzo 2013)

PRECIPITAZIONI

Per quanto riguarda le precipitazioni, una prima analisi sulla stagione primaverile evidenzia un debole segnale di precipitazione lievemente superiore alla norma su base trimestrale (aprile-maggio-giugno) sia per NOAA che per Met Office, più marcato sull'Europa sudoccidentale (Penisola Iberica o Mediterraneo occidentale) ma in probabile estensione sull'Europa meridionale, anche fino all'Italia tirrenica; mentre per ECMWF non appaiono segnali particolarmente significativi.

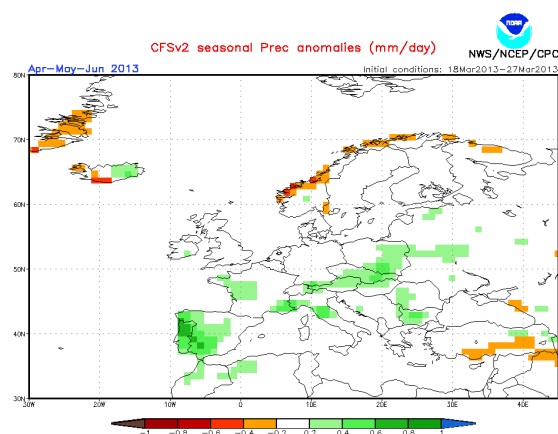
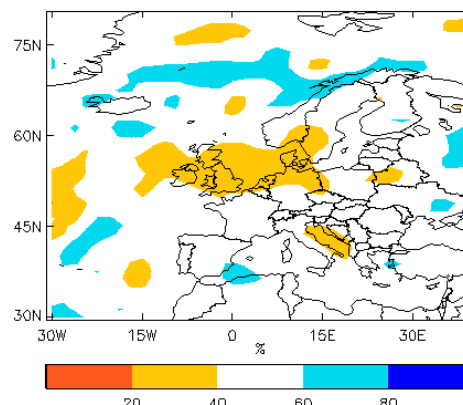

 Probability of above average precipitation Apr/May/June
 Issued March 2013


Figura 11. Anomalia di precipitazione prevista dai modelli NOAA e Met Office per il trimestre aprile-maggio-giugno 2013 (mese di emissione: marzo 2013)

Se analizziamo la precipitazione su base mensile (Figura 12 e Figura 13), notiamo che ECMWF e NOAA trovano accordo nel confermare, solo per il mese di aprile, un debole segnale di anomalia positiva localizzato tra il Piemonte meridionale e l'alto Tirreno, e anche più marcatamente spiccato sull'Europa sudoccidentale, zona solitamente favorevole all'ingresso delle perturbazioni sul nostro territorio regionale.

La piovosità sembra poi diminuire nel successivo mese di maggio. Tuttavia, la previsione per il mese di maggio risulta un po' discordante tra i due modelli, perché, mentre ECMWF presenta una lieve indicazione di deficit pluviometrico, localizzato sul Piemonte, NOAA mantiene ancora un debole segnale di surplus di pioggia tra nordovest italiano e la Costa Azzurra, comunque nettamente inferiore rispetto al mese precedente e limitato al settore sudoccidentale della nostra regione.

Sia ancora la discordanza tra i modelli, sia l'assenza di segnali marcati, significativamente lontani dalla media climatologica, ci lascia ipotizzare per giugno un andamento che non si discosterà di molto dalla norma climatologica.

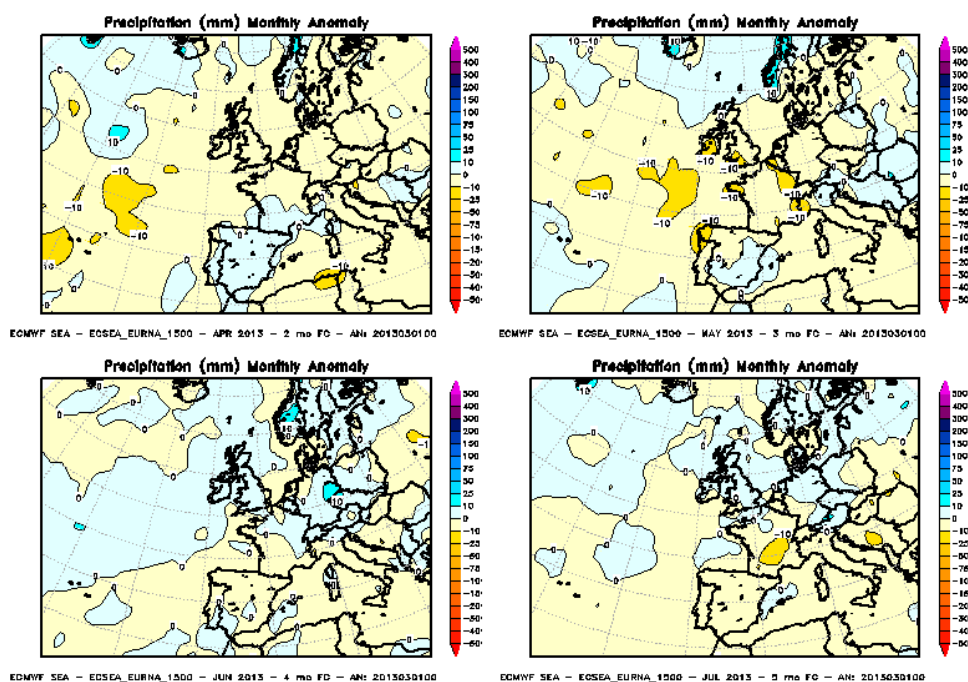


Figura 12. Anomalia mensile di precipitazione prevista dal modello ECMWF per i 4 mesi da aprile a luglio 2013 (mese di emissione: marzo 2013)

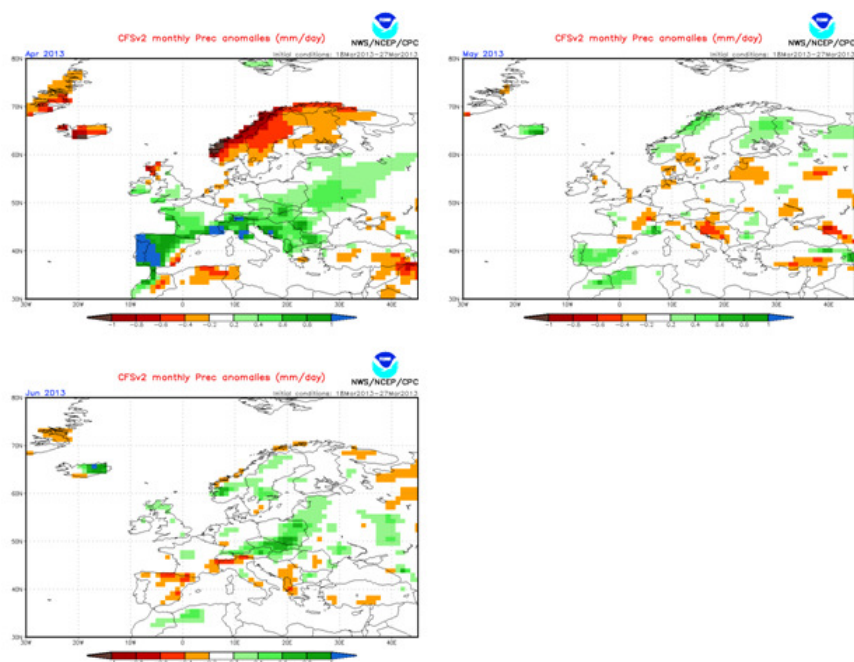


Figura 13. Anomalia mensile di precipitazione prevista dal modello NOAA per i mesi da aprile a giugno 2013 (mese di emissione: marzo 2013)

TEMPERATURE

Su base mensile i segnali dei modelli meteorologici appaiono discordanti ma nessuno enfatizza particolari variazioni rispetto alla norma nel trimestre in esame. Per ECMWF (vedi Figura 14) il segnale freddo evidenziato nel mese di marzo si attenua complessivamente nel mese di aprile e si localizza progressivamente verso la parte più meridionale del Mediterraneo. Il Piemonte, ed in generale il centro Europa, tende a scaldarsi e ritornare verso valori nella norma e mantenerli anche nei mesi successivi.

NOAA, al contrario, individua un debole segnale di anomalia termica negativa che dall'area iberica potrebbe allargarsi parzialmente al resto dell'Europa meridionale, interessando marginalmente anche il Piemonte. Entrambi i modelli si discostano così poco dalla climatologia di riferimento che non si individuano segnali particolarmente influenti sullo scioglimento del manto nevoso.

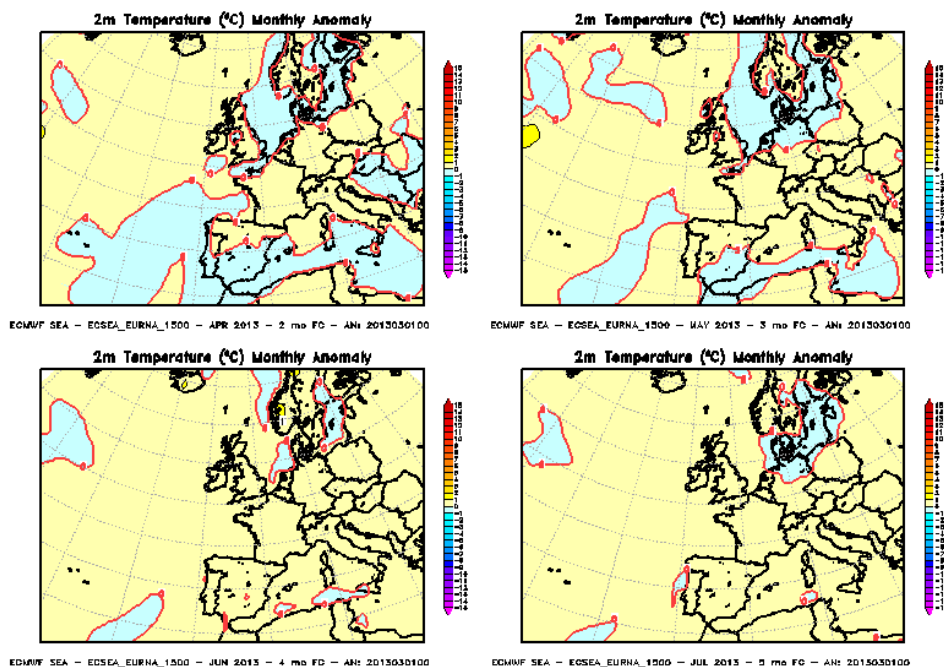


Figura 14. Anomalia mensile di temperatura a 2 metri dal modello ECMWF per i 4 mesi da aprile a luglio 2013 (mese di emissione: marzo 2013)

6 SCENARIO METEOROLOGICO

Al fine di ipotizzare l'evoluzione meteorologica del periodo primaverile 2013 è stato elaborato lo scenario ritenuto il più probabile che fornisce, per ogni area di allertamento del territorio piemontese, la precipitazione e la quota dello zero termico su scadenze esattorie nel periodo aprile-giugno. La realizzazione dello scenario è frutto dell'elaborazione statistica dei dati di precipitazione registrati dai pluviometri della rete meteoroidrografica di Arpa Piemonte e della quota dello zero termico ricavata dalle analisi del modello ECMWF, relative al periodo aprile-giugno 1998-2012.

Attraverso una accurata analisi della distribuzione della precipitazione nel periodo climatologico di riferimento, sia in termini di pioggia cumulata sia in termini di distribuzione temporale della precipitazione nei mesi in esame, sono inizialmente stati ipotizzati tre serie sintetiche corrispondenti a tre diversi scenari di evoluzione:

- una serie climatologica la cui precipitazione cumulata mensile corrisponda alla mediana della distribuzione delle cumulate mensili ed il cui numero di giorni di pioggia corrisponda alla mediana della distribuzione dei giorni con precipitazione $\geq 0,2$ mm (serie sintetica S1);
- una serie in cui la precipitazione cumulata mensile corrisponda al 75° percentile della distribuzione delle cumulate mensili, mantenendo il numero di giorni piovosi conforme alla climatologia (serie sintetica S2);
- una serie in cui la precipitazione cumulata mensile corrisponda al 90° percentile della distribuzione delle cumulate mensili, mantenendo il numero di giorni piovosi conforme alla climatologia (serie sintetica S3).

Quindi è stato individuato lo scenario più probabile atteso, combinando le serie sintetiche in accordo con le previsioni stagionali emesse dai diversi centri meteorologici, in particolare dal Centro Europeo per le Previsioni Meteorologiche a Medio Termine (ECMWF) nel marzo 2013, al fine di non limitarsi ad considerazioni puramente statistiche.

Dall'analisi si evince che solo nel mese di aprile il segnale di precipitazione è di poco superiore alla media, mentre non vi sono segnali significativi per la temperatura.

Ne consegue che lo scenario con maggiore probabilità di realizzazione stima una precipitazione superiore alla media per il mese di aprile, mentre maggio e giugno sono da considerarsi in linea con la climatologia. La serie finale SA (scenario atteso), utilizzata per le simulazioni successive, risulta quindi composta dalla serie caratterizzata da un segnale di anomalia positiva di precipitazione S2 per il mese di aprile e dalla serie climatologica S1 per i mesi di maggio e giugno.

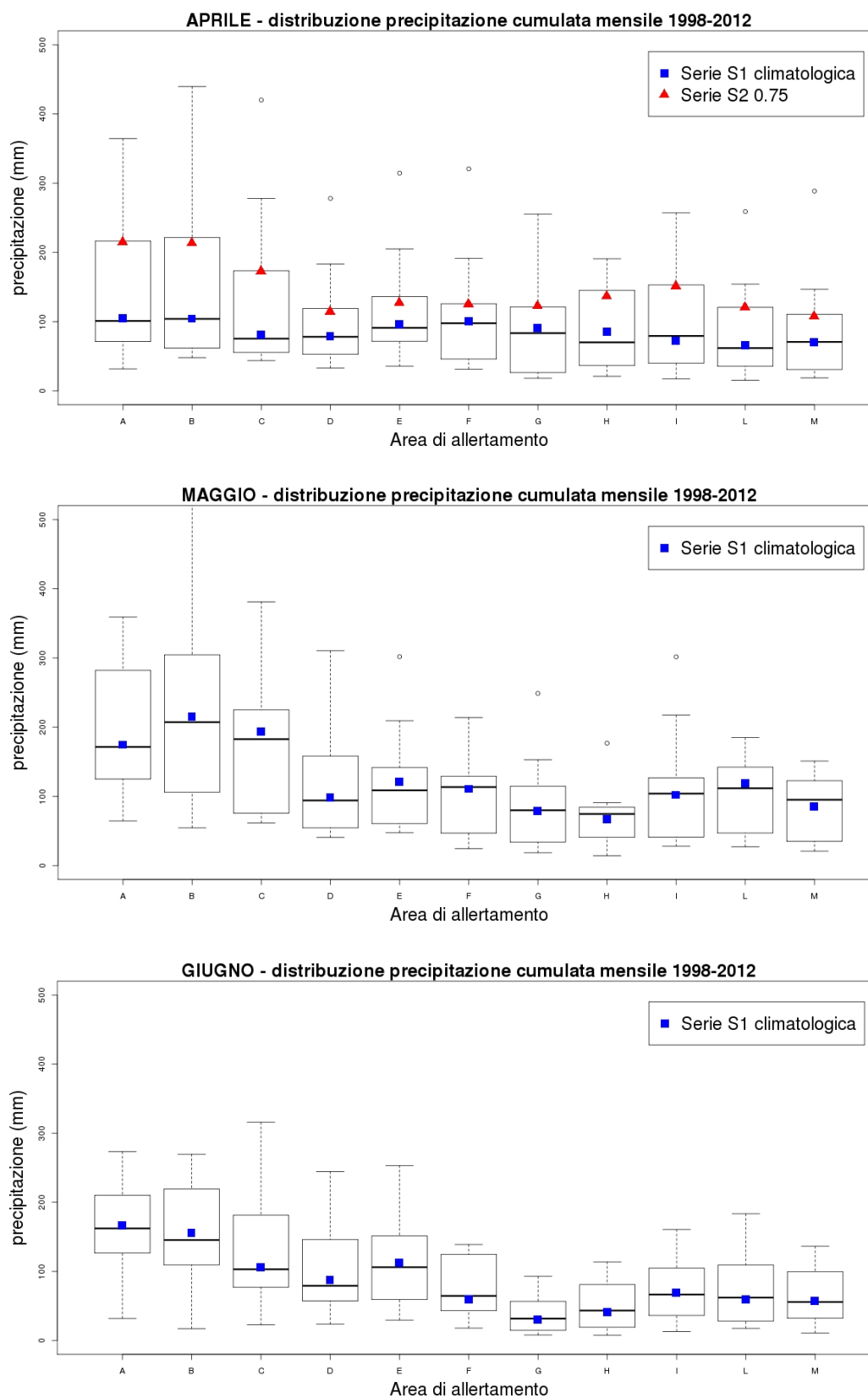
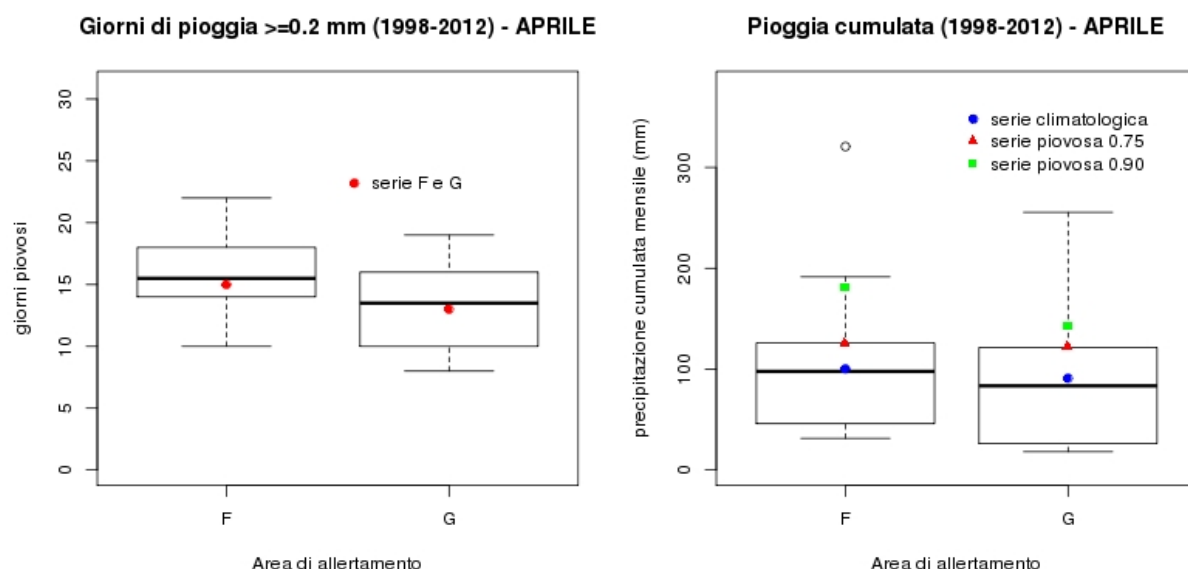


Figura 15. Boxplot della distribuzione di precipitazione cumulata mensile per i mesi di aprile, maggio e giugno su tutte le aree di allertamento nel periodo 1998-2012. In blu sono evidenziati i valori di precipitazione cumulata della serie sintetica S1 conforme alla climatologia. Nel mese di aprile, in rosso, è evidenziata la precipitazione cumulata della serie sintetica S2, relativa al segnale di anomalia positiva prevista.

Per quanto riguarda la temperatura, per elaborare una serie confrontabile con la climatologia, sono state analizzati i valori di zero termico delle analisi del modello ECMWF degli ultimi 15 anni, ricavando un valore rappresentativo giornaliero per ogni area di allertamento, ma che mantenesse sia la coerenza temporale sia spaziale tra le differenti area di allertamento.

Al fine di valutare la risposta del territorio in caso di fenomeni precipitativi più intensi e la probabilità di attivazione di fenomeni franosi, tutte e tre le serie sono state elaborate per l'intero trimestre sulle aree di allertamento Alto Tanaro (Piem-F) e Belbo-Bormida (Piem-G), a cui appartengono il territorio delle Langhe e la collina alessandrina, dove si sviluppano particolari fenomeni franosi traslativi e rotazionali.

La Figura 16 mostra i boxplot della distribuzione dei giorni piovosi e della cumulata mensile nel periodo di riferimento ed i valori di cumulata mensile delle tre serie sintetiche S1, S2 ed S3 per le aree di allertamento Alto Tanaro e Belbo Bormida.



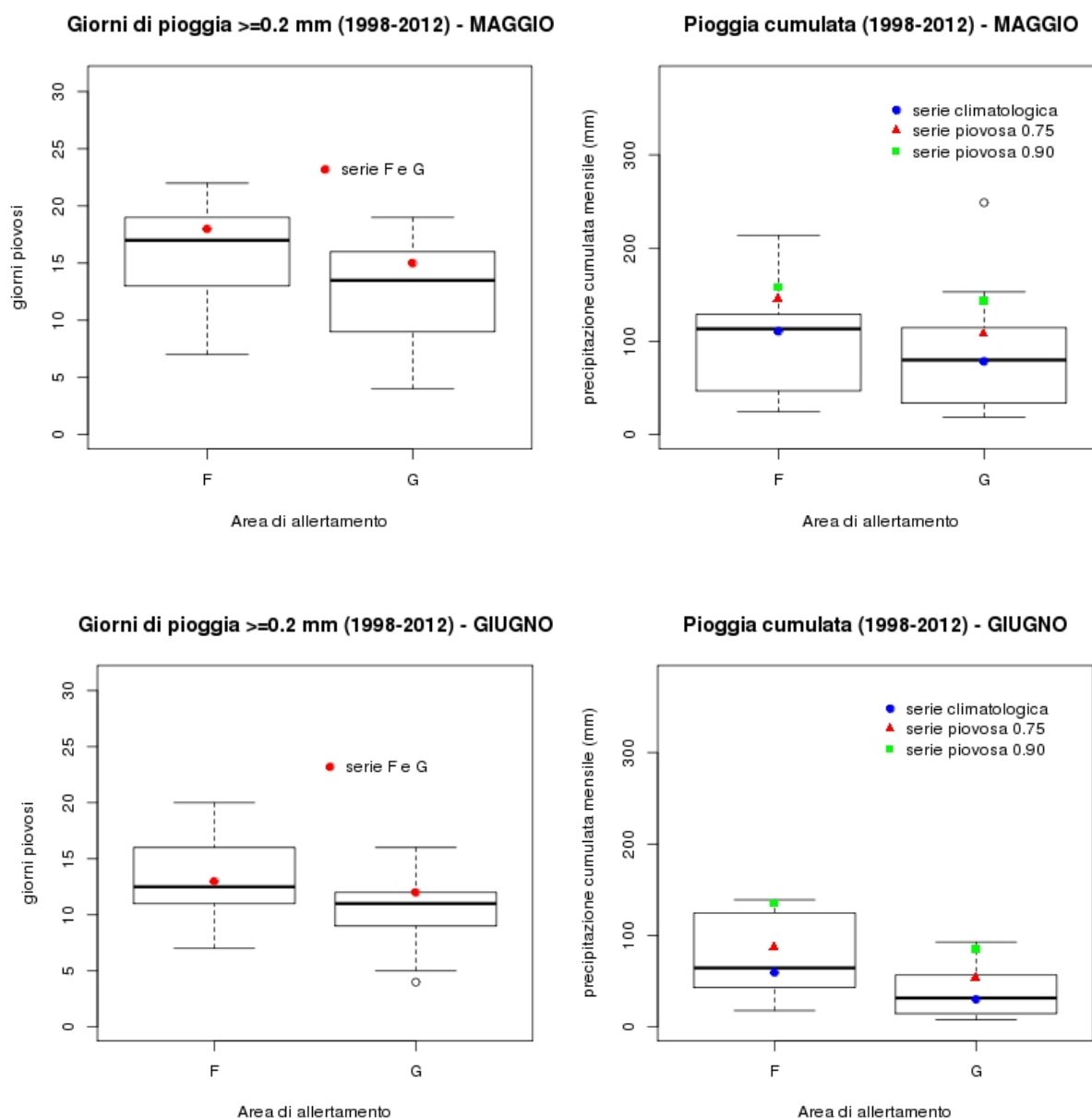


Figura 16. Distribuzioni dei giorni piovosi e della precipitazione cumulata mensile nel trimestre aprile-maggio-giugno e valori relativi alle tre serie sintetiche S1, S2 ed S3.

7 SCENARI DI INNEVAMENTO

Le simulazioni numeriche basate sul modulo neve del modello idrologico del Centro Funzionale hanno consentito di valutare l'andamento atteso dell'innevamento nei diversi bacini idrografici del territorio regionale.

A partire dall'innevamento stimato per il giorno 31 marzo 2013 è stato possibile, sulla base dello scenario meteorologico atteso, effettuare una stima dell'accumulo e fusione del manto nevoso per i successivi tre mesi. Sulla base delle analisi effettuate si può affermare che la primavera 2013 fino al mese di marzo si è presentata con una copertura nevosa al di sopra della media in particolare nei bacini meridionali della regione.

I volumi di SWE (snow water equivalent) stimati a fine aprile si presentano ancora al di sopra della media storica grazie al contributo di nuovi apporti nevosi previsti; lo scenario di precipitazione e temperatura attesi per i successivi mesi mostra valori di SWE ancora al di sopra della media. In generale, sull'intero bacino del Po chiuso alla confluenza con il Ticino, i valori di SWE potrebbero collocarsi per l'intero periodo analizzato al di sopra della media storica del periodo.



All'inizio del mese di aprile il manto nevoso nei settori alpini meridionali, grazie alle nevicate frequenti e abbondanti registrate in tutta la stagione invernale, è ancora molto consistente. Nell'imminente periodo primaverile uno scenario di pericolo di valanghe elevato può essere ipotizzabile sia in caso di marcato rialzo termico diurno che in caso di nuove abbondanti nevicate. Nella prima ipotesi l'aumento delle temperature nelle ore diurne determina la fusione della neve, riducendo i legami tra i cristalli che rimangono separati da un film di acqua allo stato liquido. Ciò può causare valanghe di piccole e medie dimensioni di superficie se la fusione è limitata agli strati superficiali e centrali, di grandi dimensioni di fondo se la fusione raggiunge gli strati profondi. Nella seconda ipotesi ulteriori apporti di neve fresca, nei prossimi mesi, potrebbero determinare nuovi

distacchi di valanghe che, scorrendo in canali già ingombri del deposito nevoso, assumerebbero notevoli dimensioni e potrebbero scendere al di sotto del limite di innevamento.

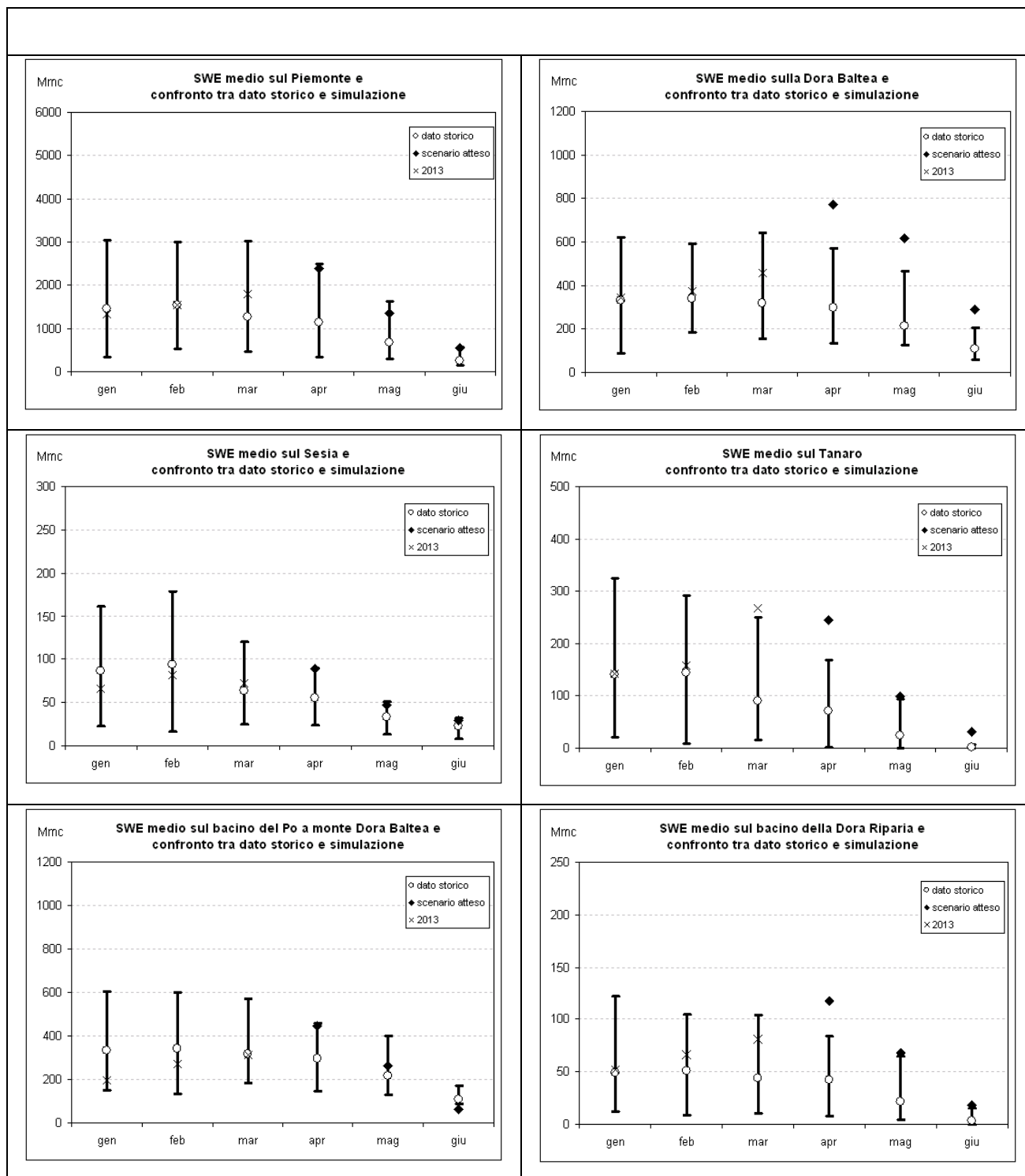


Figura 17. Suddivisione bacini analizzati e Snow Water Equivalent stimato a partire dallo scenario meteorologico atteso; con la barra verticale si identificano il 1° e il 9° decile della distribuzione della serie storica (10 anni).

8 SCENARI FRANE

Le considerazioni del presente paragrafo sono riferite ai fenomeni di dissesto classificati come scivolamenti traslativi e rotazionali che riguardano i comuni compresi nelle province di Cuneo, Asti ed Alessandria elencati nell'allegato 4 del 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" approvato con D. G. R. 16 aprile 2012, n. 18-3690.

Per la valutazione della probabilità di attivazione di questa tipologia di frane il Centro Funzionale Regionale ha realizzato un modello, denominato TRAPS (Translational/Rotational slides Activation Prediction System) basato sulla relazione tra attivazioni storiche degli scivolamenti e valori di precipitazione rivelatisi critici per l'innesco di tali fenomeni. Sulla base dell'analisi storica sono state definite delle soglie di attivazione, variabili in funzione del mese in essere, considerando le precipitazioni critiche come somma dell'apporto pluviometrico dell'evento scatenante l'innesco e delle precipitazioni (pioggia/neve) dei 60 giorni antecedenti.

L'ipotesi di base per la determinazione dei valori soglia è che sia necessario un certo quantitativo d'acqua predisponente, infiltrata nei 60 giorni precedenti il giorno considerato, a cui sommare il contributo della pioggia, o neve fusa, nel corso dell'evento scatenante affinché si raggiunga la soglia di instabilità.

Come sintesi delle elaborazioni del modello TRAPS, ai sensi del Disciplinare su citato, viene emesso mensilmente un "Bollettino di probabilità di attivazione di scivolamenti traslativi/rotazionali" nel periodo compreso tra novembre a maggio che contiene una valutazione della probabilità di innesco secondo tre livelli (bassa, media e alta).

Il bollettino viene normalmente pubblicato intorno al 15 del mese sul portale "Rischi Naturali" di Arpa Piemonte <http://www.arpa.piemonte.it/rischinaturali/> all'indirizzo:

<http://www.arpa.piemonte.it/rischinaturali/rischi/rischio-idrogeologico/scivolamenti-traslativi/scivolamenti-traslativi.html>

Di seguito sono rappresentati gli scenari evolutivi del fenomeno per i prossimi mesi ottenuti dal modello TRAPS utilizzando come dati di input le precipitazioni previste a lungo termine per il periodo compreso tra aprile e giugno.

Utilizzando i valori "reali" di acqua infiltrata attribuiti al 01 aprile come t0 della serie pluviometrica prevista (pioggia lorda) fino a fine giugno, sono stati generati tre differenti scenari di probabilità di attivazione per gli scivolamenti traslativi/rotazionali considerando tre differenti serie sintetiche di precipitazione: valori giornalieri della serie climatologica la cui precipitazione cumulata mensile corrisponde alla mediana della distribuzione dei giorni con precipitazione >0,2 mm (S1); valori giornalieri della serie caratterizzata da una cumulata mensile pari al 75° percentile della distribuzione delle cumulate mensili, mantenendo il numero di giorni piovosi conforme alla climatologia (1998-2010) (S2); valori giornalieri ricavati dalla serie caratterizzata da una cumulata mensile pari al 90° percentile delle cumulate mensili, mantenendo il numero di giorni piovosi conforme alla climatologia (1998-2010) (S3).

Sulla base di tali dati si ottengono: uno scenario legato ai valori di precipitazione della mediana S1 e due scenari peggiorativi rappresentati dai valori associati al 75° (S2) e al 90° (S3) percentile.

I dati delle tre serie sono stati cumulati su una finestra mobile di 60 giorni a partire dai dati di precipitazione osservati dal 01 gennaio 2013 fino all'origine della serie prevista coincidente con il primo di aprile 2013, per le due aree di allertamento Piem-F e Piem-G ricadenti nell'area di simulazione. I valori di precipitazione lorda così previsti per i mesi di aprile, maggio e giugno sono stati confrontati con i valori soglia del modello TRAPS, laddove presenti. Per il mese di giugno ci si è limitati a riportare a titolo informativo sul diagramma i valori ricavati, poiché non sono contemplati valori soglia per tale mese. L'assenza di un valore soglia per il mese di giugno è dovuta al fatto che storicamente non si sono mai verificati inneschi importanti e/o diffusi di scivolamenti traslativi in tale periodo e nell'area considerata.

I diagrammi risultanti per le aree Piem-F (Bacino alto Tanaro) e Piem-G (bacini di Belbo e Bormida) riportano il solo valore massimo, ottenuto dalla cumulata dei valori di precipitazione lorda prevista nella finestra mobile di 60 giorni, all'interno del mese considerato (Figura 18 e Figura 19).

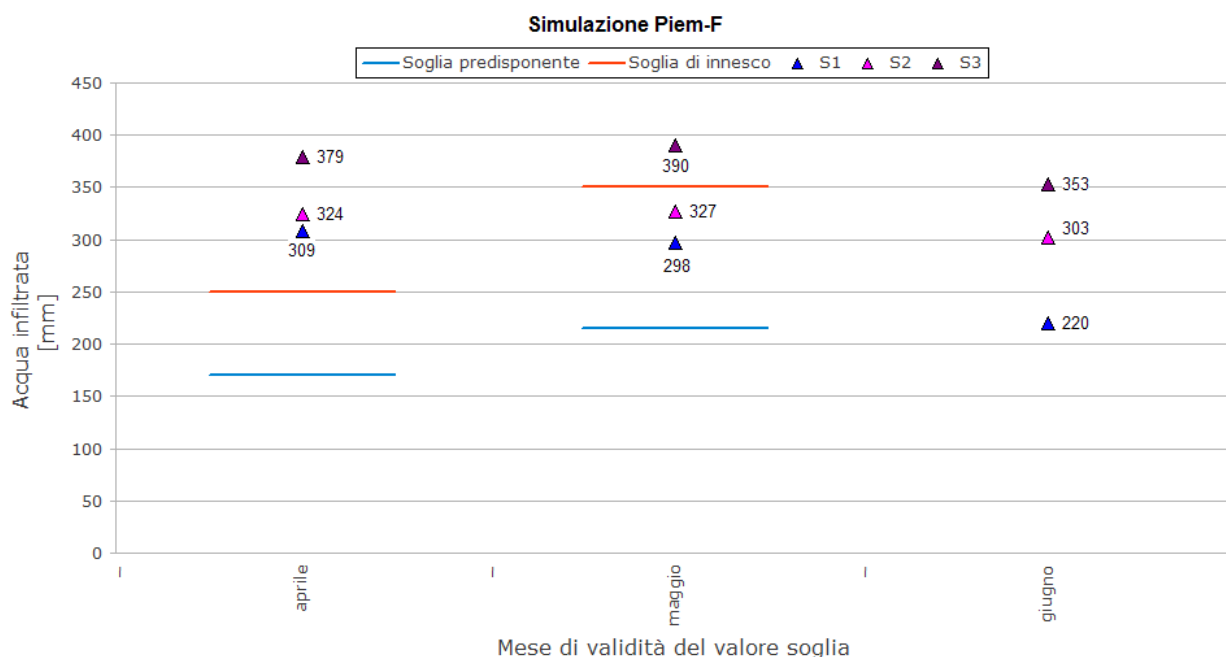


Figura 18. Confronto tra valore d'acqua infiltrata (triangoli blu: valori della mediana (S1); triangoli fucsia: valori giornalieri ricavati dalla serie caratterizzata da una cumulata mensile pari al 75° percentile della distribuzione di pioggia 1998-2010 (S2); triangoli viola: valori giornalieri ricavati dalla serie caratterizzata da una cumulata mensile pari al 90° percentile della distribuzione di pioggia 1998-2010 (S3) e le soglie di precipitazione antecedente (inferiore azzurra) e di innesco (superiore rossa) per l'area Piem-F nei mesi di aprile e maggio 2013. Per il mese di giugno i valori di acqua infiltrata per le tre serie sono riportati a solo titolo informativo, in quanto non confrontabili con valori soglia.

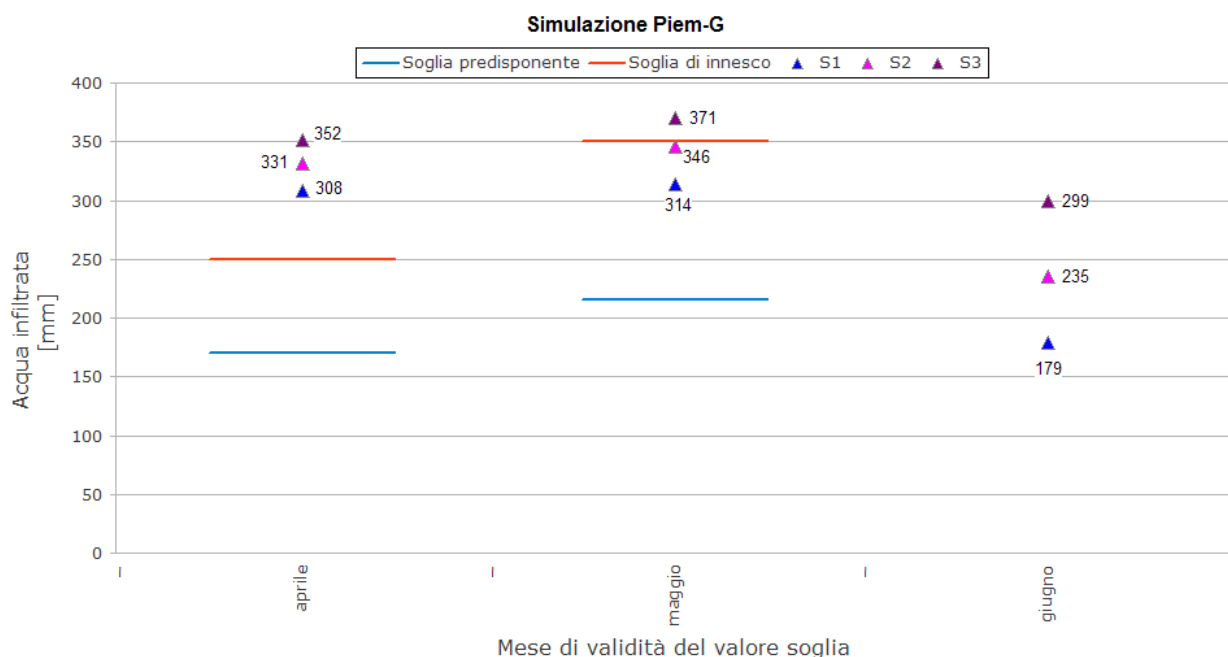


Figura 19. Confronto tra valore d'acqua infiltrata (triangoli blu: valori della mediana (S1); triangoli fucsia: valori giornalieri ricavati dalla serie caratterizzata da una cumulata mensile pari al 75° percentile della distribuzione di pioggia 1998-2010 (S2); triangoli viola: valori giornalieri ricavati dalla serie caratterizzata da una cumulata mensile pari al 90° percentile della distribuzione di pioggia 1998-2010 (S3) e le soglie di precipitazione antecedente (inferiore azzurra) e di innesco (superiore rossa) per l'area Piem-F nei mesi di aprile e maggio 2013. Per il mese di giugno i valori di acqua infiltrata per le tre serie sono riportati a solo titolo informativo, in quanto non confrontabili con valori soglia.

Tenuto conto che lo scenario atteso (SA) è la combinazione di S2 per il mese di aprile ed S1 per maggio e giugno, le simulazioni evidenziano situazioni di criticità elevata (superamento della soglia di innesco - linea rossa), corrispondente ad uno scenario di alta probabilità di attivazione per scivolamenti traslativi e rotazionali di grandi dimensioni, per le aree Piem-G e Piem-F nel mese di aprile. Per il mese di maggio e per entrambe le aree di allertamento, i valori di precipitazione sono prossimi alla soglia di innesco predisponente, ovvero della soglia corrispondente ai valori minimi di acqua infiltrata necessari affinché, al verificarsi di un evento pluviometrico severo, si verifichi il superamento della soglia di innesco. Va ricordato che la validità degli scenari di probabilità di attivazione derivanti dalle simulazioni che tengono conto delle piogge previste a lungo termine, è strettamente legata alla bontà delle previsioni stesse, di conseguenza al verificarsi di eventi pluviometrici imprevisti, gli scenari di probabilità di attivazione dei fenomeni franosi possono differire sensibilmente da quelli finora ipotizzati.

Da quanto emerge dall'analisi dei risultati ottenuti dal modello con riferimento allo scenario meteorologico atteso SA si può concludere che si prevedono, per il mese di aprile, condizioni di alta probabilità di attivazione, mentre per il mese di maggio si delinea, per entrambe le aree, uno scenario di media/alta probabilità di attivazione per frane da scivolamento traslativo/rotazionale. Il mese di giugno, sebbene non dotato di soglie di riferimento, può considerarsi, visti i valori di precipitazione attesa, caratterizzato da una medio/bassa probabilità di attivazione per tali fenomeni. Si fa presente infine che tali considerazioni andranno riviste alla luce delle effettive

precipitazioni che si potranno verificare nel periodo primaverile. A tal proposito si rimanda alla consultazione dei bollettini che verranno pubblicati a metà aprile e metà maggio e che saranno elaborati sulla base delle precipitazioni effettivamente misurate (vedi <http://www.arpa.piemonte.it/rischinaturali/>).

9 SCENARI CLIMATICI

A livello previsionale a lungo termine, per valutare l'impatto sulla siccità meteorologica sulla base delle precipitazioni potenziali attese nei mesi di aprile e maggio 2013 e tenendo conto della situazione registrata in partenza (condizioni osservate a marzo 2013), è possibile adottare un approccio a scenario basato sull'indice SPI a 3 mesi che tenga conto degli aspetti climatici caratteristici della Regione Piemonte.

Le precipitazioni cumulate su 3 mesi per i bacini piemontesi, che sono alla base del calcolo dell'indice SPI corrispondente, sono state calcolate a partire dalla precipitazione cumulata osservata nel mese di marzo, sommata ai decili più significativi ai fini di interesse specifico e suggeriti dal clima della regione riferito al periodo 1961-1990.

I decili scelti sono sempre il 1°, rappresentativo di condizioni poco piovose, il 5° che corrisponde ad una situazione nella norma e il 9° che misura un mese particolarmente piovoso.

Combinando tali potenziali scenari per i mesi di aprile e maggio e ricordando che l'SPI a 3 mesi in modalità scenario si basa, come già detto, su una situazione di partenza reale, è possibile ottenere 9 scenari rappresentativi in media di tutte le condizioni potenziali che si possono verificare a fine maggio, in termini di siccità meteorologica.

La figura 20 rappresenta quindi il risultato finale dell'elaborazione effettuata secondo tale metodologia: lungo le righe è mostrata la variazione dello scenario risultante a fine maggio a partire da una condizione climatica fissata ad aprile (nella prima riga 1° decile di pioggia ad aprile, nella riga centrale 5° decile di pioggia nello stesso mese ed infine nella riga in basso 9° decile di precipitazione per il mese di aprile).

Come atteso, gli scenari posti in figura agli angoli in alto a sinistra ed in basso a destra, rappresentativi rispettivamente di una condizioni di scarsità di pioggia prolungata e viceversa di abbondanza di precipitazioni per entrambi i mesi, mostrano come la regione si verrebbe a trovare agli antipodi in termini di condizioni di siccità meteorologica. E' da osservare come le elevate precipitazioni del mese di marzo sul settore meridionale, che in forma nevosa presentato tempi di rilascio più lenti, attutiscano le potenziali condizioni di severità della siccità in caso di mesi asciutti.

Le situazioni intermedie possono fornire invece indicazioni di tipo gestionale maggiormente utile. Innanzitutto si nota come ad uno scenario medio per entrambi i mesi (mappa centrale in figura 20), corrisponda una situazione normale anche dal punto di vista della siccità e come la memoria delle precipitazioni di marzo rimanga per il settore più meridionale della regione. Soltanto alcune zone settentrionali possono trovarsi in condizioni di siccità moderata, questo partendo appunto dal presupposto che le precipitazioni di aprile e maggio siano nella norma climatica.

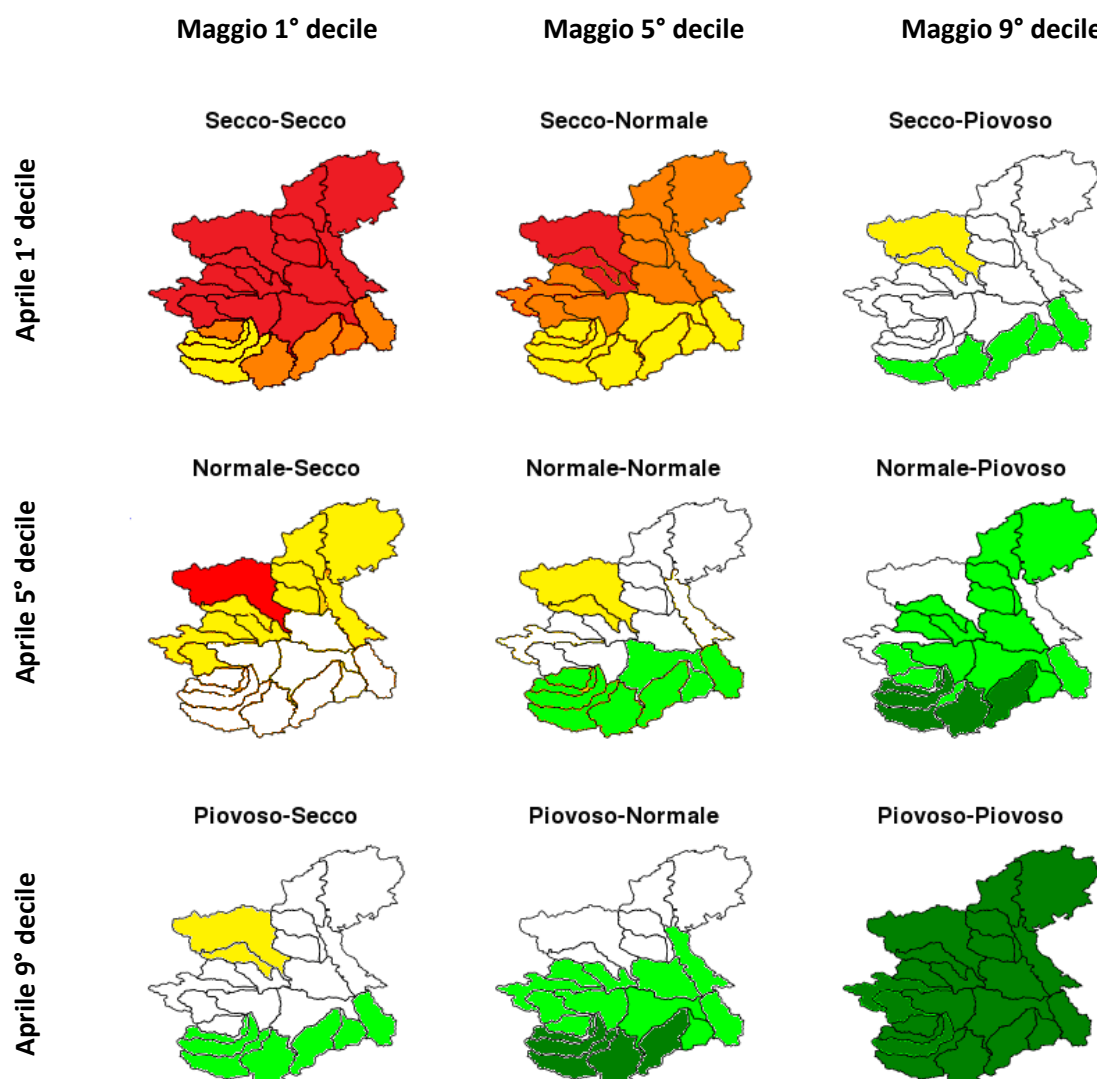


Figura 20. Scenari climatologici combinati per l'indice SPI a 3 mesi relativi ai mesi di marzo (osservato), aprile e maggio. Da sinistra a destra lungo le righe sono rappresentati i risultati utilizzando rispettivamente il 1° decile, 5° decile e il 9° decile della precipitazione cumulata di Aprile; dall'alto in basso il risultato combinato utilizzando il 1° decile, il 5° decile e il 9° decile della precipitazione cumulata di maggio.

In secondo luogo, si osserva come, nel caso di un solo mese secco tra aprile e maggio (a patto che l'altro sia piovoso) la regione resti in condizioni di normalità o di leggera piovosità (mappe agli angoli in basso a sinistra ed in alto a destra), senza alcuna sostanziale differenza fra quale sia il mese secco.

Infine, da tale analisi si evince che per avere condizioni di siccità, è necessario che almeno uno dei due mesi sia secco, mentre l'altro fornisca un contributo nella media o inferiore.

Complessivamente quindi, considerando l'elevato apporto precipitativo registrato a marzo 2013 (condizioni di partenza), la simulazione a scenario indica come per avere condizioni di siccità almeno moderata è necessario un significativo deficit di precipitazione nei mesi di aprile e maggio.

10 CONCLUSIONI

A partire dal 1 gennaio 2013 le precipitazioni sulla regione Piemonte sono state inferiori alla media del periodo storico di riferimento, considerando sia il trentennio 1961-1991 sia 1971-2000. Lo scostamento risulta negativo a gennaio e febbraio, dove la precipitazione registrata è stata circa la metà di quella media, mentre è positivo solo nel mese di marzo, che ha fatto registrare un +33% rispetto alla media.

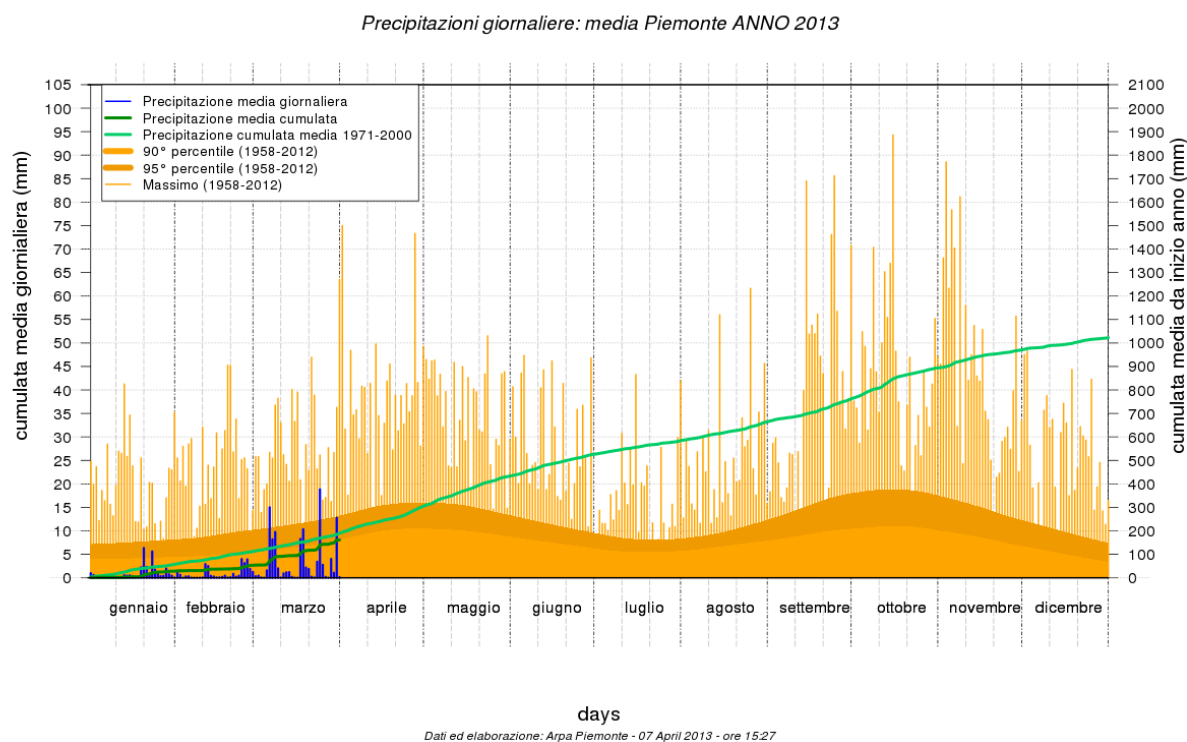


Figura 21. Andamento giornaliero della precipitazione misurata fino al 31 di marzo 2013 (valori riferiti ad un punto medio posto a 900 m di quota) in relazione al clima.

E' da osservare come l'andamento termico abbia fatto registrare, dall'inizio dell'anno, anomalie di segno diverso nei mesi di gennaio e febbraio, rispetto al mese di marzo. In particolare l'inverno relativamente più mite con basse precipitazioni, ha determinato, dal punto di vista agricolo, un segnale di debole siccità incipiente nel settore nordoccidentale.

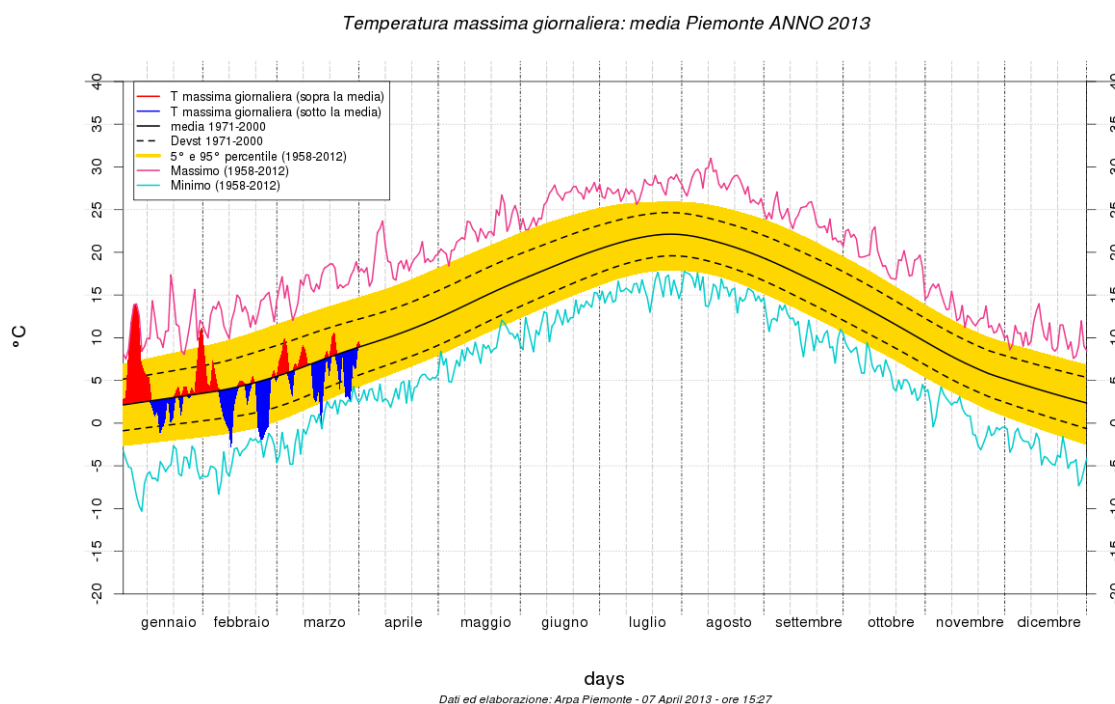


Figura 22. Andamento giornaliero della temperatura osservata fino al 31 di marzo 2013 (valori riferiti ad un punto medio posto a 900 m di quota) in relazione al clima.

La stagione invernale 2012-2013 ha fatto registrare valori di precipitazione nevosa generalmente superiori alla media nei settori meridionali e occidentali e generalmente nella media o di poco inferiore in quelli nord-occidentali e settentrionali.

Al fine di ipotizzare l'evoluzione meteorologica del periodo primaverile del 2013 sono state analizzate le diverse previsioni stagionali valutando le configurazioni più realistiche per il territorio regionale. Sulla base di tali valutazioni, è stato elaborato, oltre allo scenario climatologico normale, lo scenario ritenuto più probabile. Per il trimestre aprile-maggio-giugno le previsioni meteorologiche stagionali non rilevano segnali significativi di anomalie molto forti rispetto alla media climatologica, solo nel mese di aprile è previsto sul Piemonte un segnale più marcato di anomalia positiva di precipitazione.

La copertura nevosa al 31 marzo è abbondantemente al di sopra della media e le simulazioni numeriche realizzate a partire dallo scenario meteorologico previsto hanno consentito di valutare l'innevamento atteso per la primavera. I volumi di SWE (snow water equivalent) stimati a fine aprile si presentano ancora al di sopra della media storica grazie al contributo di nuovi apporti nevosi previsti; lo scenario di precipitazione e temperatura attesi per i successivi mesi mostra valori di SWE ancora al di sopra della media. In generale sull'intero bacino occidentale del Po i valori di SWE potrebbero collocarsi per l'intero periodo analizzato al di sopra della media storica del periodo.

L'altezza consistente del manto nevoso nei settori alpini meridionali ad inizio aprile fa ipotizzare, per il periodo primaverile, uno scenario di pericolo di valanghe elevato sia in caso di marcato rialzo termico diurno che in caso di nuove abbondanti nevicate.

E' stata valutata anche la probabilità di innesco per gli scivolamenti traslativi e rotazionali di grandi dimensioni nelle colline meridionali piemontesi, al fine di prevedere se, partendo dalle attuali condizioni di acqua infiltrata nel suolo, a fronte di eventi pluviometrici di una certa intensità potranno verificarsi nuove attivazioni. Per questo tipo di fenomeno si prevedono condizioni di alta probabilità di attivazione per il mese di aprile, mentre per il mese di maggio si delinea uno scenario di media-alta probabilità di attivazione. Per un aggiornamento della situazione si rimanda alla consultazione del "Bollettino di probabilità di attivazione di scivolamenti traslativi/rotazionali" predisposto ai sensi del disciplinare approvato con D. G. R. 16 aprile 2012, n. 18-3690 e pubblicato sul portale tematico dell'Agenzia <http://www.arpa.piemonte.it/rischinaturali/>.

Le condizioni idrologiche dei corsi d'acqua sono state valutate prendendo in considerazione diversi elementi per fornire un quadro dettagliato della situazione ad integrazione dell'analisi sulla risorsa nivale su descritta. Per il mese di marzo le portate dei principali fiumi sono generalmente superiori alla media con qualche eccezione per i bacini settentrionali. Il livello del lago Maggiore è nella norma del periodo mentre i volumi invasi nelle dighe del Piemonte sono di poco sotto il valore medio.

A livello previsionale, per valutare l'impatto sulla siccità meteorologica sulla base delle precipitazioni potenziali attese nei mesi di aprile e maggio, è stato adottato un approccio a scenario basato sull'indice SPI a 3 mesi che ha tenuto conto degli aspetti climatici caratteristici della Regione Piemonte. Da questa analisi si evince che per avere condizioni di siccità almeno moderata è necessario un significativo deficit di precipitazione nei mesi di aprile e maggio considerando l'elevato apporto precipitativo registrato a marzo 2013. Con la ripresa della stagione irrigua, al fine di monitorare l'evoluzione del quadro meteo-idrologico sul territorio regionale è stato ripreso con il mese di aprile l'emissione del bollettino idrologico settimanale ed avviata un'attività di sorveglianza specifica da parte del Centro Funzionale.

Approfondimenti:

[Il clima in Piemonte 2012](#)

[Bollettino di allerta meteoidrografica](#)

[Bollettino di probabilità di attivazione di scivolamenti traslativi/rotazionali](#)

[Bollettino idrologico mensile](#)

[Bollettino valanghe](#)

IN COPERTINA

In alto: previsione dell'ENSO del modello ECMWF (mese di emissione: marzo 2013); in basso: Indice di Palmer calcolato sul territorio regionale nel mese di marzo 2013.