



**REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA**

PRESIDÈNZIA
PRESIDENZA

Direzione generale agenzia regionale del distretto idrografico della Sardegna

Servizio tutela e gestione delle risorse idriche, vigilanza sui servizi idrici e gestione delle siccità

RIESAME E AGGIORNAMENTO DEL PIANO DI GESTIONE DEL DISTRETTO IDROGRAFICO DELLA SARDEGNA

**2° Ciclo di pianificazione
2016-2021**

ALLEGATO N. 4 - SEZ. N. 3

**ANALISI CLIMATOLOGICA DELLE PRECIPITAZIONI 2013-2015 PER LA
CRITICITÀ NELL'ALIMENTAZIONE IDRICA DEL NORD SARDEGNA"**
(a cura di ARPAS).

DIRETTIVA 2000/60/CE

D.LGS 152/2006



**REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE**

Allegato alla Delibera del Comitato Istituzionale n. 1 del 15/03/2016

Il Segretario Generale

**Il Presidente delegato del
Comitato Istituzionale**

Roberto Silvano

Paolo Giovanni Maninchedda

Marzo 2016



INDICE

1.	INTRODUZIONE	4
2.	ANALISI GENERALE DELLE PRECIPITAZIONI DELLA SARDEGNA	5
2.1	Considerazioni climatologiche.	5
2.2	Analisi e confronto col clima delle precipitazioni di breve periodo.	6
2.3	Analisi e confronto col clima delle precipitazioni di medio e lungo periodo.	9
3.	ANALISI DELLE PRECIPITAZIONI DEL NORD-EST DELL'ISOLA	16
3.1	Indice di precipitazione standardizzata – SPI	16
4.	CONSIDERAZIONI SUL BILANCIO IDROCLIMATICO	22
5.	CONCLUSIONI	32

1. INTRODUZIONE

La presente relazione analizza le precipitazioni da novembre 2013 a novembre 2015 sull'intero territorio della Sardegna, con particolare attenzione alla sua parte nordorientale, al fine di fornire degli elementi per valutare l'impatto delle condizioni meteoclimatiche sulla criticità nell'alimentazione idrica del Nord-Sardegna.

La relazione si basa sulle stazioni della rete meteorologica del Dipartimento Meteoclimatico di ARPAS e sulla rete termopluviometrica in tempo reale di Protezione Civile.

La pluviometria viene analizzata come semplici cumulati e tramite lo *Standardized Precipitation Index* (SPI). La pluviometria complessiva viene analizzata sia coi valori assoluti sia per mezzo di un confronto percentuale con tre normali climatologiche (1951-1980, 1961-1990 e 1971-2000). Lo SPI viene calcolato sulla base della climatologia 1971-2000.

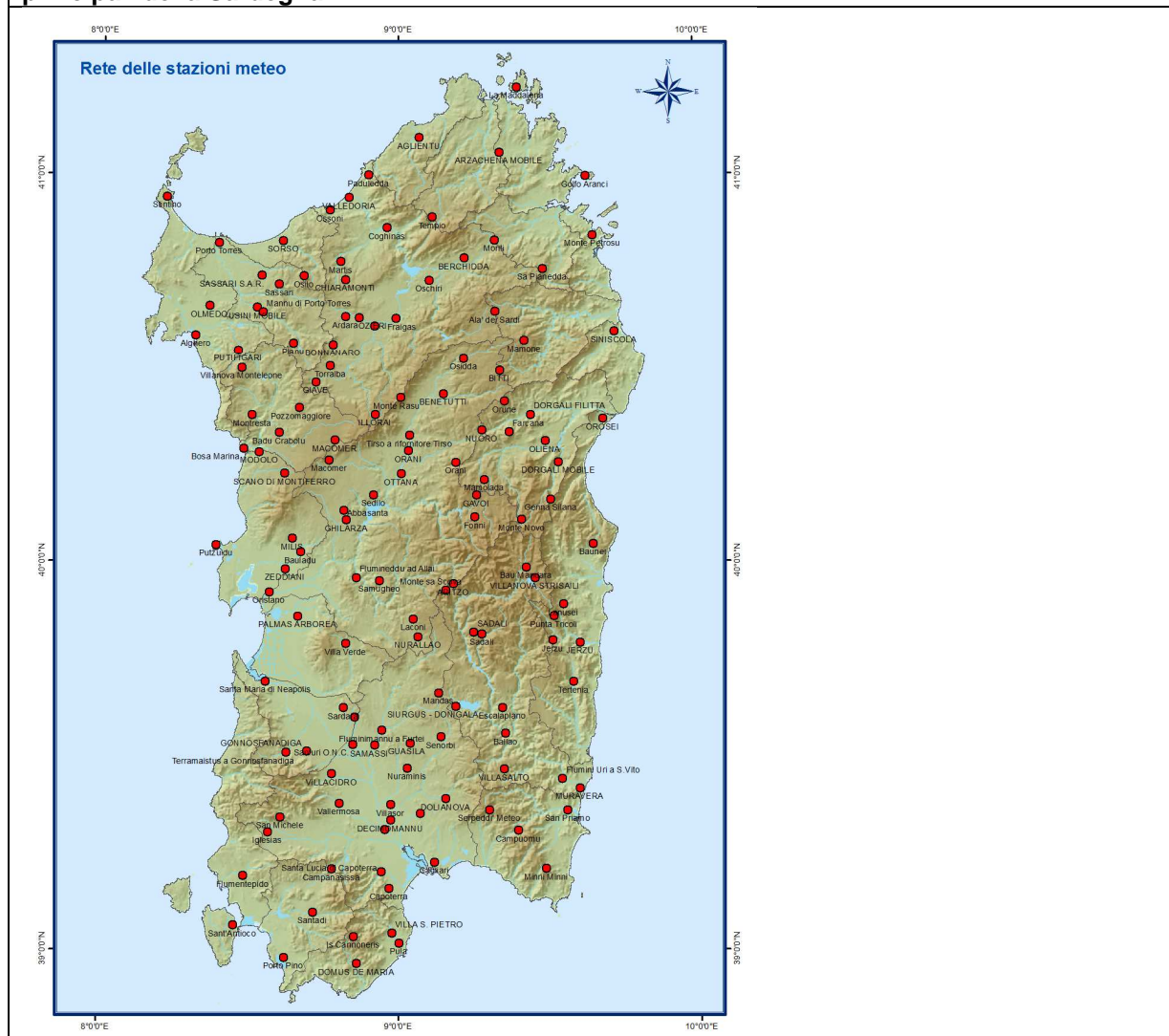
La relazione, infine, esamina il bilancio idroclimatico a partire da ottobre 2014, allo scopo di distinguere separatamente la componente della precipitazione che è rimasta sul terreno (assorbita o ruscellata) dalla parte che si è persa per evaporazione o per traspirazione vegetale.

2. ANALISI GENERALE DELLE PRECIPITAZIONI DELLA SARDEGNA

2.1 Considerazioni climatologiche.

L'analisi della pluviometria complessiva sulla Sardegna si basa su tutte le stazioni della Rete meteorologica ARPAS e della Rete in tempo reale di Protezione Civile, aventi una serie quasi completa di dati nel periodo in esame (**figura 1**). Come si può osservare dalla figura proprio sul bacino del Liscia, uno dei due bacini interessati dalla criticità nell'alimentazione idrica, la copertura della rete meteoclimatica è carente per cui le informazioni su quel bacino sono da considerarsi parziali.

Figura 1: Stazioni meteoclimatiche utilizzate per l'analisi. I contorni in grigio indicano i bacini principali della Sardegna.



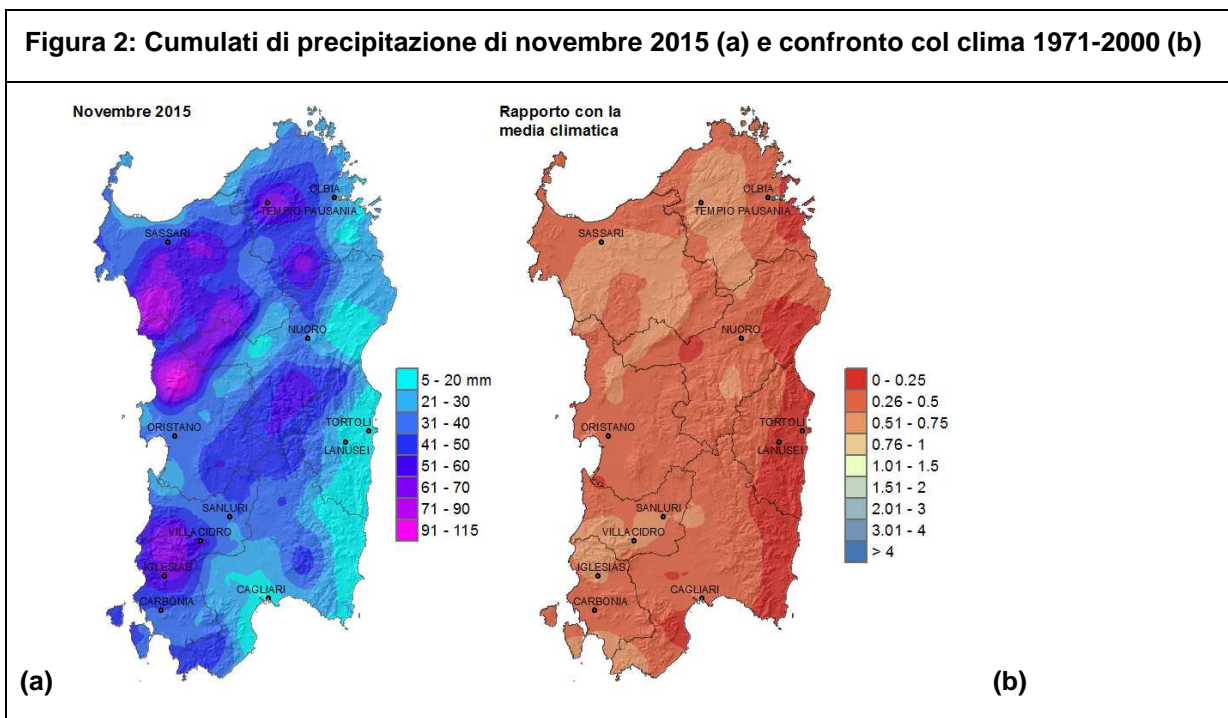
I cumulati di precipitazione e i confronti col clima si riferiscono ai seguenti periodi: il singolo mese di novembre 2015; i periodi di tre, sei, dodici, tredici e ventiquattro mesi precedenti il mese di novembre 2015; quattordici mesi da ottobre 2014 e novembre 2015.

I cumulati su tutti i periodi (tranne il singolo mese di novembre 2015) sono stati confrontati con tre normali climatologiche: 1951-1980, 1961-1990 e 1971-2000. La normale 1961-1990 è tuttora quella ufficiale per l'Organizzazione Mondiale della Meteorologia¹, mentre quelle 1951-1980 e 1971-2000 sono due normali climatologiche secondarie.

I tre confronti sono stati introdotti perché sulla Sardegna la normale 1971-2000, cioè quella più utilizzata per le analisi climatologiche, è risultata relativamente poco piovosa e, dunque, è più prossima ad una situazione di clima *asciutto*; per contro le normali 1951-1980 e 1961-1990 somigliano maggiormente al clima tipico del XX secolo, cioè quello nel quale sono stati progettati e costruiti tutti gli invasi della Sardegna.

2.2 Analisi e confronto col clima delle precipitazioni di breve periodo.

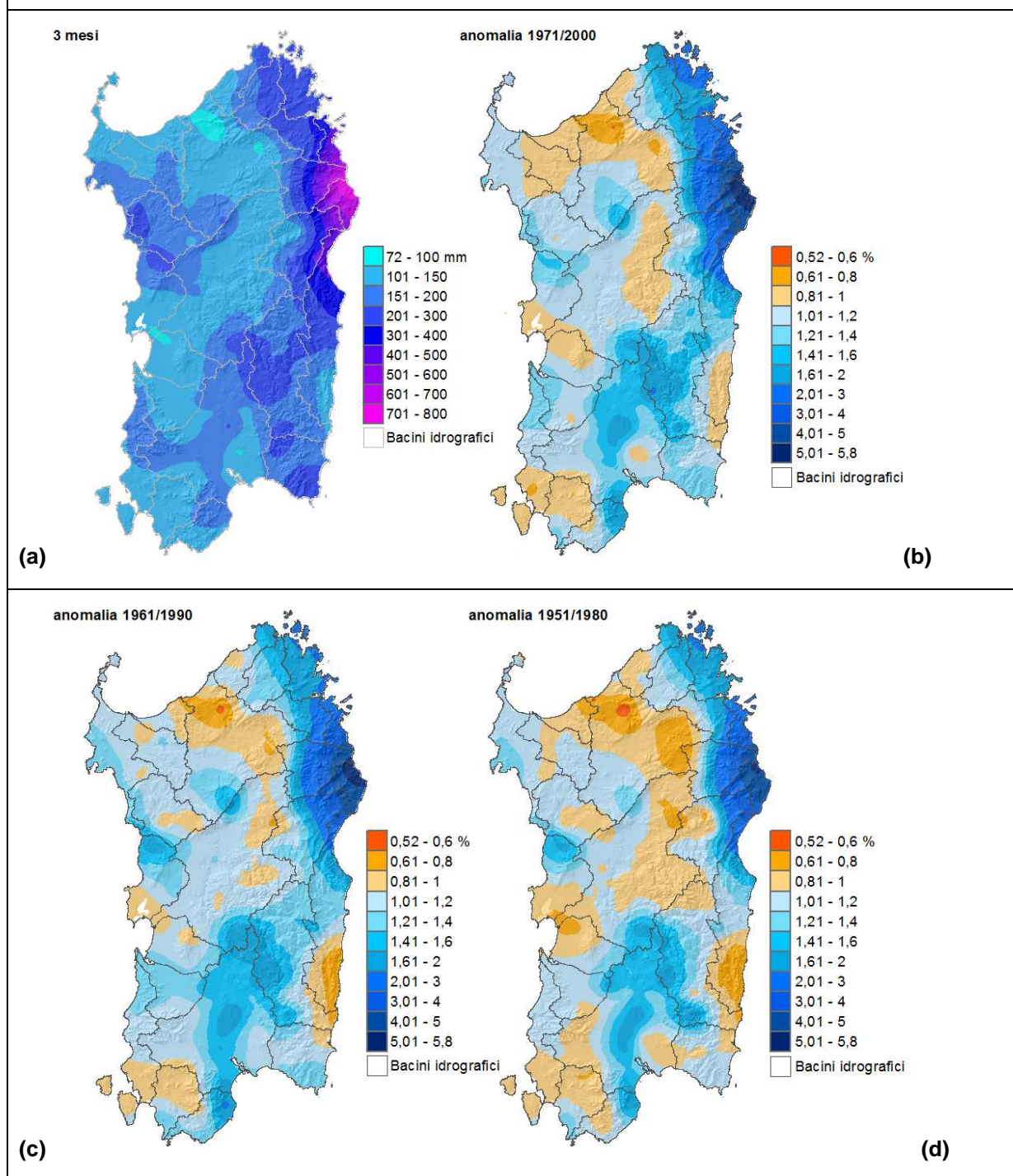
Come si può chiaramente evincere dalla **figura 2**, le piogge di novembre 2015 hanno interessato maggiormente la parte centro-occidentale dell'Isola sulla quale hanno superato i 40-50 mm, con punte superiori sino a 90-100 mm. Sulla Sardegna orientale le precipitazioni sono state più modeste, restando inferiori ai 40 mm.



¹ La prossima normale climatologica principale sarà il 1991-2020.

Si tratta di piogge fortemente deficitarie che solo in poche zone hanno superato la metà di quanto piove normalmente a novembre². Questo deficit è particolarmente grave in virtù del fatto che novembre, assieme a dicembre, è per la Sardegna il mese più piovoso.

Figura 3: Cumulati di precipitazione da agosto a ottobre 2015 (a), confronti con le climatologie 1971-2000 (b), 1961-1990 (c) e 1951-1980 (d). I contorni in grigio indicano i bacini principali della Sardegna.



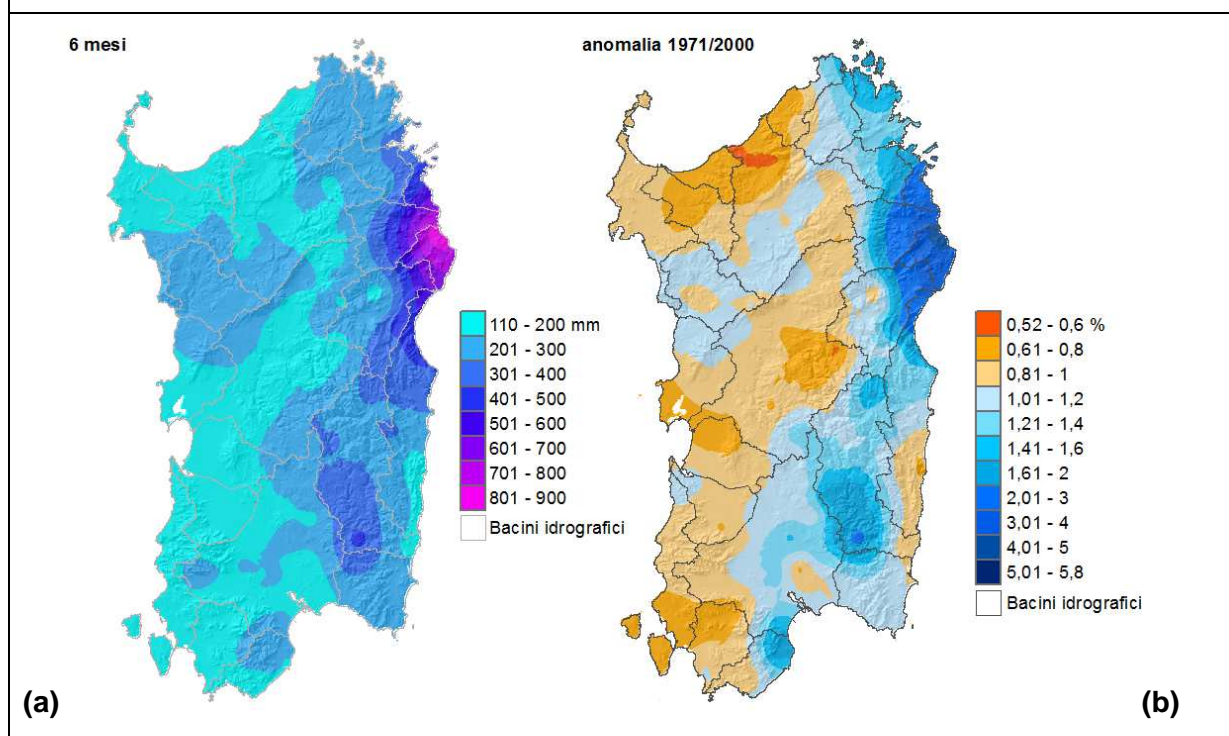
² Il confronto con le normali climatologiche 1961-1990 e 1951-1980 non è rilevante per l'analisi e non viene mostrato.

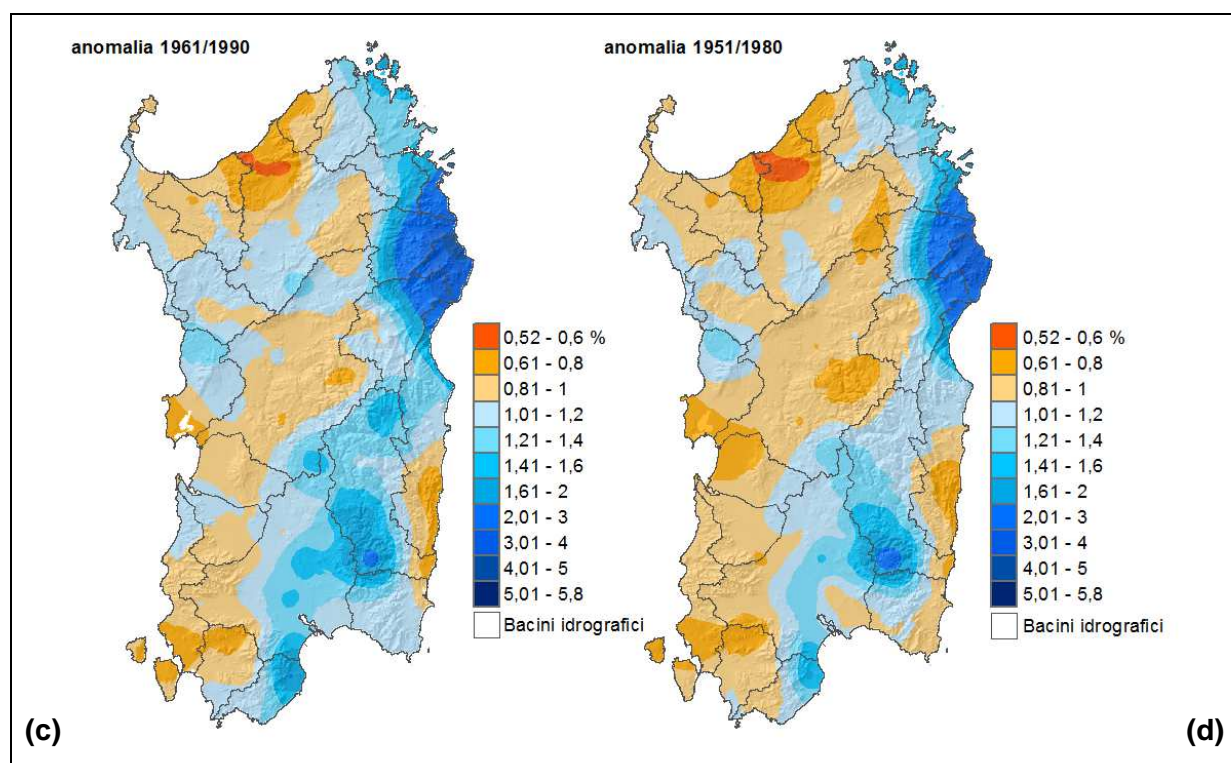
L'analisi del trimestre precedente il mese di novembre (**figura 3**) mostra dei cumulati che hanno avuto un massimo tra la Baronia e la Gallura costiera, con piogge complessive superiori ai 400 mm e valori rapidamente decrescenti verso l'entroterra.

Si tratta di valori molto superiori alla media nelle due aree maggiormente interessate dalle piogge, mentre sul resto dell'Isola i cumulati risultano allineati alla media oppure inferiori, in particolare sul bacino del Coghinas e su molti dei bacini montani della Sardegna centrale. Il confronto con le tre normali climatologiche non mostra grandi differenze, per effetto della scarsa piovosità tipica del trimestre agosto-ottobre.

Questa distribuzione delle piogge è fortemente condizionata dall'evento eccezionale del 30/9-2/10/2015 che ha investito queste zone e, in misura minore, qualche altra parte dell'Isola. Per le particolari condizioni meteorologiche che hanno caratterizzato l'evento, le piogge sono cadute prevalentemente a valle dell'invaso del Liscia e hanno interessato poco quello di Sos Canales.

Figura 4: Cumulati di precipitazione da maggio a ottobre 2015 (a), confronti con le climatologie 1971-2000 (b), 1961-1990 (c) e 1951-1980 (d). I contorni in grigio indicano i bacini principali della Sardegna.





I cumulati su sei mesi (**figura 4a**) non mostrano grandi differenze rispetto a quelli su tre mesi, in virtù del fatto che si è aggiunto il trimestre maggio-luglio che è stato pressoché privo di piogge. I confronti con i tre climi (**figura 4b, c e d**) mostrano un deficit pluviometrico leggermente più marcato; questo risultato è dovuto al fatto che le piogge del trimestre maggio-luglio sono di per sé tipicamente modeste, ma sono pur sempre superiori rispetto a quelle effettivamente cadute nel 2015.

Anche in questo caso il paragone tra le tre climatologie non mostra grandi differenze nei tre casi.

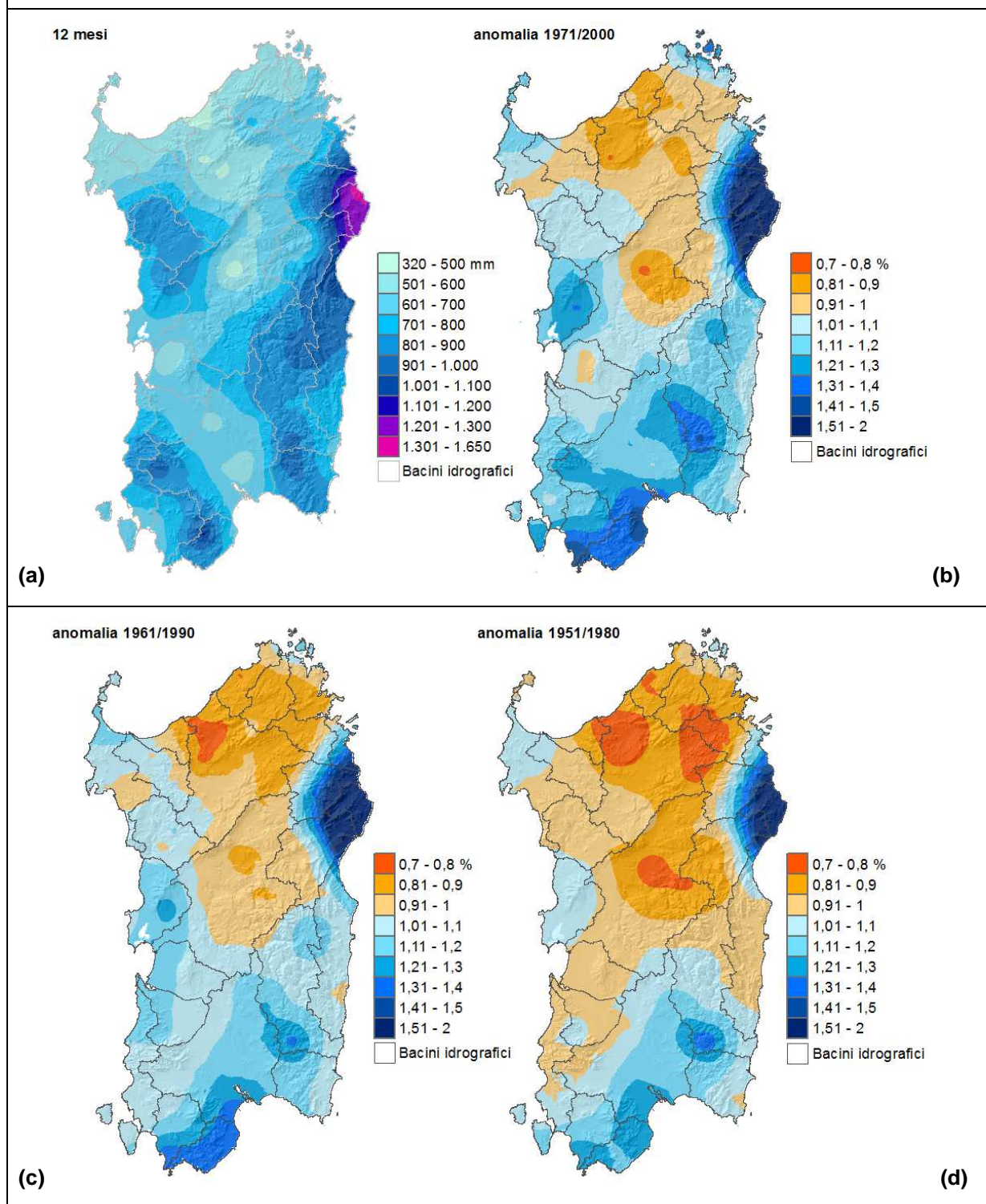
2.3 Analisi e confronto col clima delle precipitazioni di medio e lungo periodo.

L'analisi delle precipitazioni sul medio periodo, cioè sui dodici, tredici e quattordici mesi, mostra dei risultati molto diversi rispetto all'analisi di breve periodo.

Questa porzione di analisi esamina un periodo standard, cioè i dodici mesi precedenti novembre 2015, e due periodi non standard lunghi tredici e quattordici mesi. I due periodi non standard servono per valutare l'effetto dell'ultimo anno idrologico completo (ottobre 2014 - settembre 2015) sommato all'inizio dell'anno idrologico in corso. L'utilizzo dei quattordici mesi, in particolare, risponde a questa esigenza adeguando l'analisi ai dati più aggiornati.

Sul medio periodo, inoltre, i confronti con le tre normali climatologiche mostrano un effetto più visibile rispetto all'analisi di breve periodo.

Figura 5: Cumulati di precipitazione da novembre 2014 a ottobre 2015 (a), confronti con le climatologie 1971-2000 (b), 1961-1990 (c) e 1951-1980 (d). I contorni in grigio indicano i bacini principali della Sardegna.



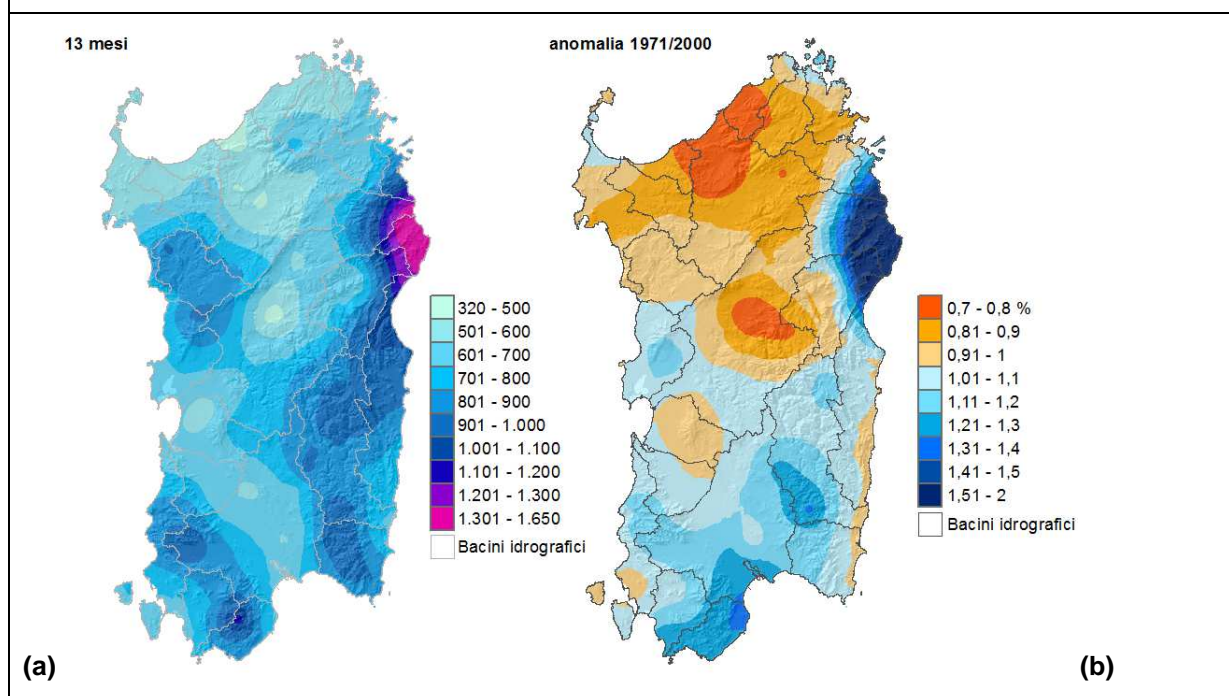
I cumulati di precipitazione da novembre 2014 a ottobre 2015 (**figura 5**) seguono in primo luogo l'orografia, con valori che vanno dai circa 500 mm delle pianure e della fascia centrale della Sardegna sino ad oltre 900 mm nelle aree montane e

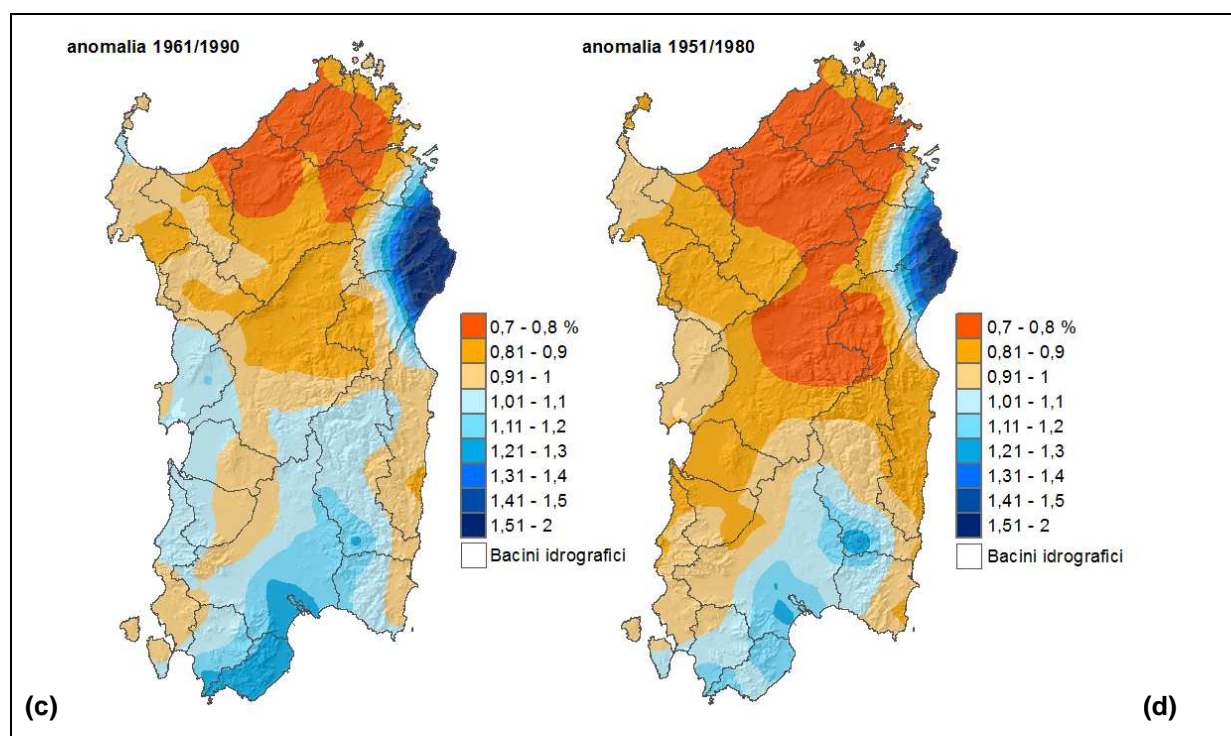
pedemontane della Sardegna centro-meridionale. Due situazione peculiari, di segno opposto, si rilevano in Gallura (tranne Olbia) e Barbagia del Nuorese, da una parte, e in Baronia e sulla fascia costiera nordorientale, dall'altra: sulla prima le piogge sono state complessivamente modeste, con cumulati sui dodici mesi che quasi da nessuna parte superano i 700 mm; sulla Baronia e sulla fascia costiera che va sino ad Olbia, invece, le piogge sono state molto elevate, con cumulati compresi tra 800 mm e 1300 mm.

Il rapporto tra il cumulato e le due normali climatologiche più recenti (**figure 5b e 5c**) mostra che nel centro-sud le piogge sono state comprese tra 90% e 120% dalla media su quasi tutta la Sardegna centro-meridionale con un gradiente crescente da Nord a Sud. Nel Nord dell'Isola, in particolare sul bacino del Coghinas e sulla Gallura, il confronto con la medesima climatologia, mostra un deficit pluviometrico piuttosto marcato.

Rispetto alla climatologia 1951-1980 (**figure 5d**) le piogge risultano deficitarie anche su una parte del centro-sud della Sardegna. In particolare, è importante rimarcare che sui bacini di interesse della presente analisi le piogge dei dodici mesi risultano inferiori all'80% della media climatologica 1951-1980.

Figura 6: Cumulati di precipitazione da ottobre 2014 a ottobre 2015 (a), confronti con le climatologie 1971-2000 (b), 1961-1990 (c) e 1951-1980 (d). I contorni in grigio indicano i bacini principali della Sardegna.





I cumulati di precipitazione da ottobre 2014 a ottobre 2015 (**figura 6a**) risultano simili a quelli dei dodici mesi, tranne la zona costiera orientale maggiormente interessata dalle piogge eccezionali più recenti.

Il confronto con le tre climatologie (**figura 6b, c e d**), invece, mette bene in evidenza che la carenza di precipitazioni di ottobre 2015 sui bacini della Sardegna centro-settentrionale, sommata alla carenza di piogge dell'anno idrologico 2014-2015, ha fatto sì che le piogge di quelle zone risultino complessivamente deficitarie.

Il paragone tra le tre climatologie, inoltre, mostra che tale deficit è progressivamente più marcato se si va indietro nel tempo: il rapporto tra le piogge del centro-nord e il clima 1971-2000 risulta tra l'80% e il 90%, mentre il rapporto tra le piogge del centro-nord e il clima 1951-1980 risulta tra il 70% e l'80%.

L'analisi a quattordici mesi, cioè da ottobre 2014 a novembre 2015 (**figura 7**), è sicuramente la più interessante perché mostra l'effetto combinato tra le piogge modeste dell'ultimo anno idrologico completo e quelle quasi assenti dell'inizio di quello in corso.

I cumulati, infatti, sono molto simili a quelli a 12 e 13 mesi (**figure 5 e 6**), mentre i confronti con la climatologia mostrano un grave deficit pluviometrico sul centro-nord Sardegna anche rispetto al trentennio più secco, cioè il 1971-2000 (**figura 7b**).

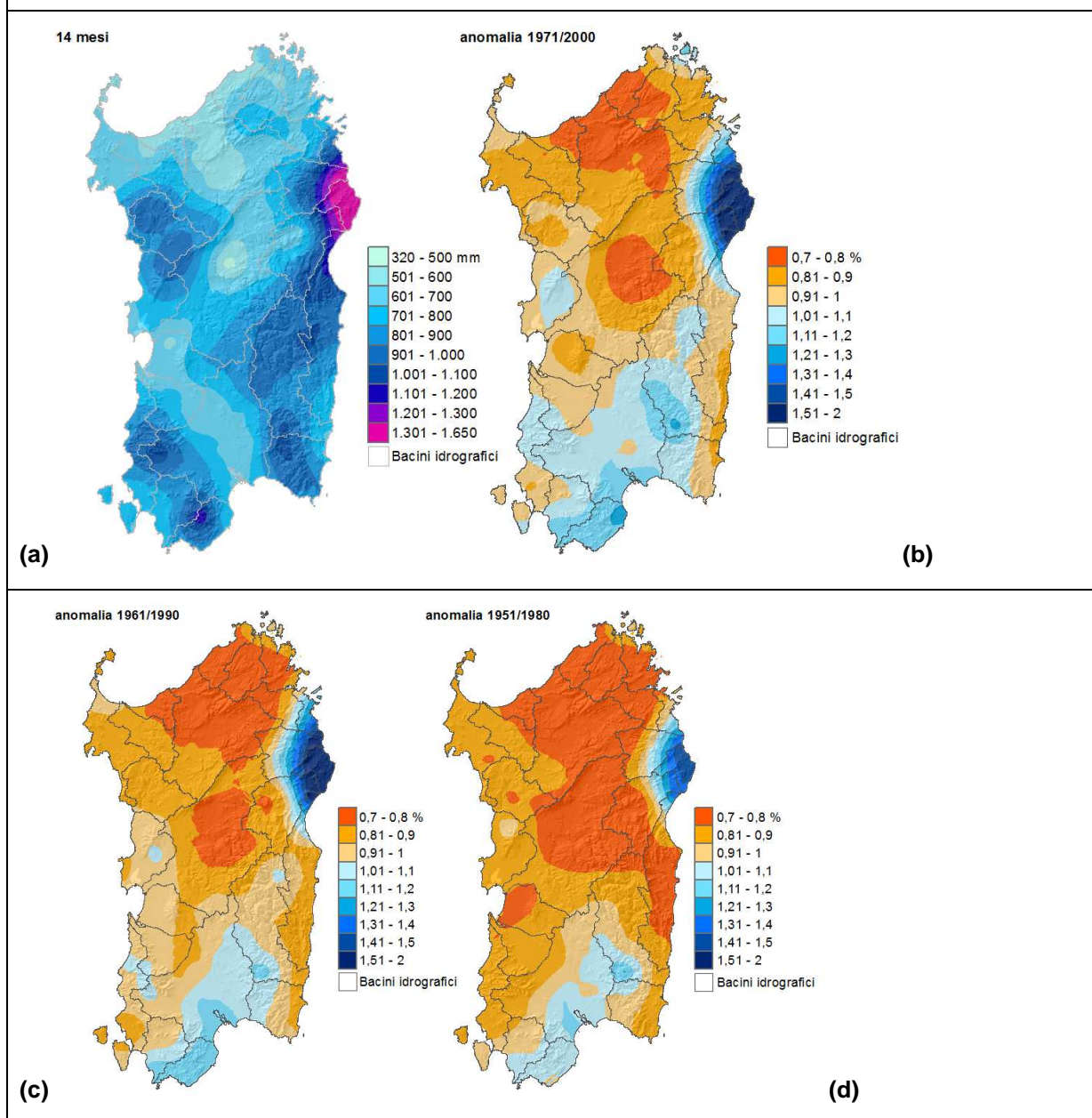
Il confronto con la normale 1961-2000 (**figura 7c**) conferma ulteriormente che su tutto il centro-nord della Sardegna³ le piogge sono state carenti e che il deficit è più

³ Con la sola eccezione della Baronia.

grave su tutti i bacini della fascia centrale, come il Liscia, il Coghinas, il Tirso (inclusa la parte relativa all'invaso di Sos Canales).

Il confronto con la climatologia 1951-1980 (**figura 7d**), infine, inizia a mostrare un deficit pluviometrico grave anche su alcuni bacini centro-meridionali, come ad esempio il Cedrino (a monte dell'invaso) e numerosi altri minori sul versante tirrenico.

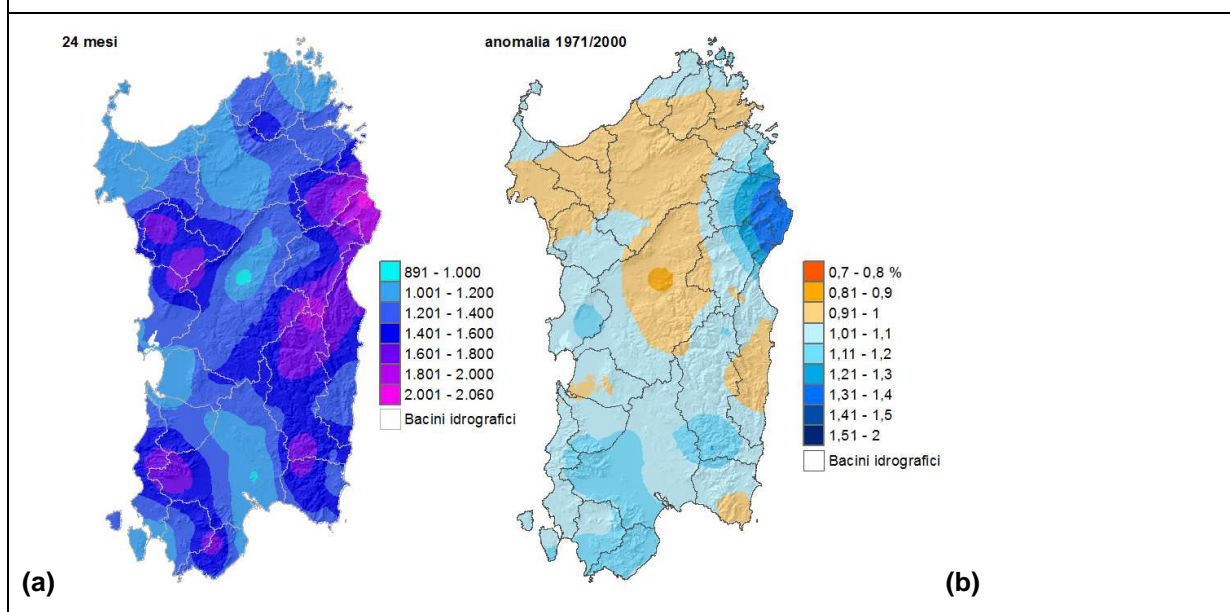
Figura 7: Cumulati di precipitazione da ottobre 2014 a novembre 2015 (a), confronti con le climatologie 1971-2000 (b), 1961-1990 (c) e 1951-1980 (d). I contorni in grigio indicano i bacini principali della Sardegna.

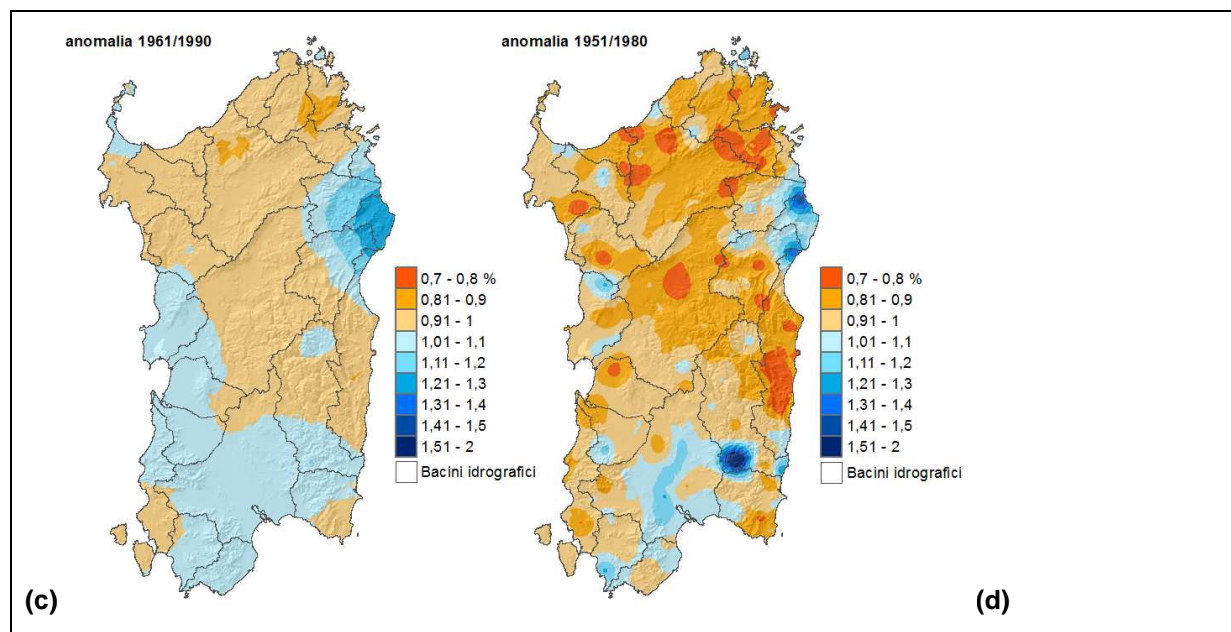


L'analisi di lungo periodo, cioè quella sui ventiquattro mesi da novembre 2013 a ottobre 2015, tiene conto anche del contributo dell'anno idrologico 2013-2014, includendo dunque le piogge eccezionali del 18 novembre 2013.

I cumulati di precipitazione (**figura 8a**) di gran parte della Sardegna risultano vicini ai valori tipici della Sardegna, quindi con un evidente effetto dell'orografia e con cumulati particolarmente bassi sul Campidano, sulla Nurra e sulla parte centrale dell'Isola. Fanno eccezione, seppure in misura meno evidente rispetto alle analisi di breve e medio periodo, i cumulati di precipitazione della Gallura e della Baronia.

Figura 8: Cumulati di precipitazione da novembre 2013 a ottobre 2015 (a), confronti con le climatologie 1971-2000 (b), 1961-1990 (c) e 1951-1980 (d). I contorni in grigio indicano i bacini principali della Sardegna.





Rispetto alla climatologia 1971-2000 (**figura 8b**) i cumulati risultano sostanzialmente in linea con il clima biennale, ad eccezione della Baronia sulla quale sono stati eccezionalmente elevati perché superiori alla climatologia biennale sino al 50%.

Se si passa a confrontare le piogge del biennio con la normale 1961-1990 (**figura 8c**) i cumulati di precipitazione risultano in linea o leggermente inferiori alla media.

Rispetto alla climatologia 1951-1980 (**figura 8d**) il confronto di lungo periodo mostra che su alcune zone della Sardegna, inclusi i bacini del Coghinas e del Liscia, le piogge sono state deficitarie, con cumulati anche inferiori all'80% della media biennale, mentre solo in poche zone dell'Isola le piogge sono state in linea con la media.

La **tabella 1**, infine, mostra i valori del cumulo di precipitazione su 1, 3, 6, 12, 13, 14 e 24 mesi sulle cinque stazioni di riferimento per le aree di interesse dell'analisi.

Tabella 1: Cumulati di precipitazione su 1, 3, 6, 12, 13, 14 e 24 mesi in cinque stazioni campione di interesse per l'analisi.

Stazione	Cumulati su 1 mese (novembre 2015)				Cumulati su 3 mesi (agosto-ottobre 2015)			
	Cumulato di precipitazione [mm]	Rapporto con la normale climatologica			Cumulato di precipitazione [mm]	Rapporto con la normale climatologica		
		1971-2000	1961-1990	1951-1980		1971-2000	1961-1990	1951-1980
Alà dei Sardi	66.6	0.62	0.56	0.47	136.2	0.93	0.82	0.67
Monti	48.9	0.56	0.38	0.35	200.4	1.31	1.09	0.81
Oschiri	36.8	0.48	0.42	0.42	111.6	1.00	0.97	0.85
Osidda	43.4	0.47	0.44	0.44	118.2	1.02	0.98	0.84
Tempio	72.0	0.67	0.67	0.65	192.0	1.17	1.24	1.17

Stazione	Cumulati su 6 mesi (maggio-ottobre 2015)				Cumulati su 12 mesi (novembre 2014-ottobre 2015)			
	Cumulato di precipitazione <i>[mm]</i>	Rapporto con la normale climatologica			Cumulato di precipitazione <i>[mm]</i>	Rapporto con la normale climatologica		
		1971-2000	1961-1990	1951-1980		1971-2000	1961-1990	1951-1980
Alà dei Sardi	220.8	0.89	0.83	0.70	695.2	0.81	0.73	0.65
Monti	276.8	1.11	0.98	0.77	706.4	1.01	0.71	0.61
Oschiri	229.2	1.21	1.22	1.10	562.4	1.01	0.96	0.88
Osidda	175.4	0.79	0.82	0.74	648.8	0.93	0.85	0.86
Tempio	282.4	1.09	1.15	1.11	837.4	1.03	1.06	1.04
Stazione	Cumulati su 13 mesi (ottobre 2014-ottobre 2015)				Cumulati su 14 mesi (ottobre 2014-novembre 2015)			
	Cumulato di precipitazione <i>[mm]</i>	Rapporto con la normale climatologica			Cumulato di precipitazione <i>[mm]</i>	Rapporto con la normale climatologica		
		1971-2000	1961-1990	1951-1980		1971-2000	1961-1990	1951-1980
Alà dei Sardi	700.6	0.75	0.67	0.59	767.2	0.74	0.66	0.57
Monti	711.2	0.93	0.65	0.54	760.1	0.89	0.62	0.52
Oschiri	562.4	0.91	0.87	0.79	599.2	0.86	0.82	0.75
Osidda	653.4	0.87	0.79	0.79	696.8	0.82	0.76	0.75
Tempio	839.6	0.93	0.96	0.93	911.6	0.90	0.93	0.90
Stazione	Cumulati su 24 mesi (novembre 2013-ottobre 2015)							
	Cumulato di precipitazione <i>[mm]</i>	Rapporto con la normale climatologica						
		1971-2000	1961-1990	1951-1980				
Alà dei Sardi	1441.8	0.84	0.76	0.67				
Monti	1441.4	1.03	0.73	0.62				
Oschiri	1143.4	1.02	0.98	0.90				
Osidda	1315.6	0.94	0.86	0.87				
Tempio	1772.0	1.09	1.12	1.10				

3. ANALISI DELLE PRECIPITAZIONI DEL NORD-EST DELL'ISOLA

3.1 Indice di precipitazione standardizzata – SPI

Per l'analisi delle condizioni di siccità si è utilizzato un indice specifico, lo SPI (*Standardized Precipitation Index*), cioè quello maggiormente utilizzato a livello internazionale per descrivere gli eventi siccitosi. Lo SPI considera lo scostamento della pioggia di un dato periodo dal valore medio climatico, rispetto alla deviazione standard della serie storica di riferimento. Nella presente relazione la serie storica di riferimento si basa sulla normale climatologica 1971-2000.

La chiave di interpretazione dell'indice per valutare l'impatto siccità è riportata in **tabella 2**.

Tabella 2: Valori dell'indice SPI e corrispondenti classi di siccità.

Classe	Valori di SPI
Estremamente umido > 2	> 3.0
	da 2.5 a 3.0
	da 2.0 a 2.49
Molto umido	da 1.5 a 1.99
Moderatamente umido	da 1.0 a 1.49
Vicino alla media	da 0.01 a 0.99
	da -0.99 a 0
Moderatamente siccitoso	da -1.49 a -1.0
Molto siccitoso	da -1.99 a -1.5
	da -2.49 a -2.0
Estremamente siccitoso < -2	da -3.0 a -2.5
	< -3.0

Lo SPI può essere elaborato a diverse scale temporali che riflettono l'impatto della siccità sulla disponibilità delle differenti risorse idriche, indicate nella **tabella 3**. Come si può vedere l'umidità del suolo risponde alle anomalie di precipitazione su scale temporali brevi (circa 1-3 mesi), mentre l'acqua nel sottosuolo, nei fiumi e negli invasi risponde su scale temporali più lunghe, fino a 48 mesi.

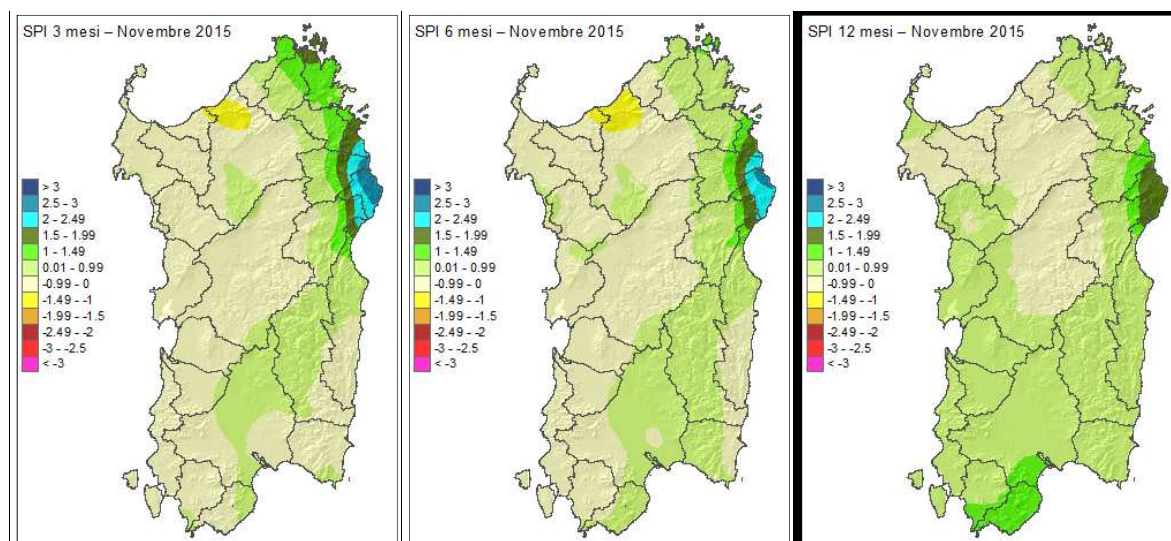
Tabella 3: Effetto delle anomalie di precipitazione

Scala temporale	Impatti
1 mese	Umidità del suolo
3 mesi	Umidità del suolo
6 mesi	Corsi d'acqua-resa produttiva colture
12 mesi	Bacini idrici ridotti; falde e portate fluviali
24 mesi	Bacini idrici medi; falde e portate fluviali
48 mesi	Bacini idrici grandi; falde e portate fluviali

Nella presente relazione lo SPI è stato calcolato per periodi di 3, 6, 12 e 24 mesi riferiti al mese di ottobre 2015, riportando graficamente i risultati sia in forma di mappa sia come singole stazioni rappresentative della Sardegna nord-orientale.

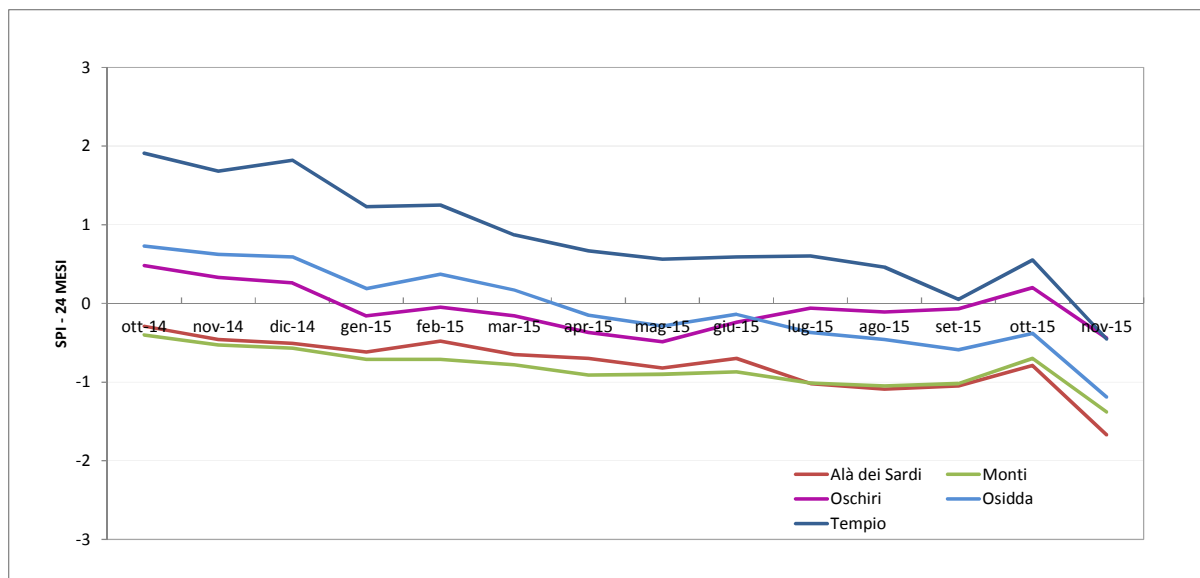
La rappresentazione sotto forma di mappa (**figura 8**) è relativa allo SPI a 3 mesi, 6 mesi e 12 mesi, mentre la rappresentazione come grafico (**figure 9-12**) è relativa ai 24 mesi, ai 12 mesi e alle elaborazioni su periodi non standard.

Nella figura 8 si può osservare che, se si esclude la fascia costiera orientale, la Sardegna mostra valori dello SPI corrispondenti alle classi *vicino alla media* e *moderatamente umido*. Questo è particolarmente evidente, in particolare, nell'analisi dei 3 mesi, in virtù delle abbondanti piogge del mese di ottobre 2015. Nella parte costiera del bacino del Coghinas si registrano nei periodi più brevi valori compresi tra -1 e -10.5 corrispondenti alla classe *moderatamente siccitoso*.

Figura 8: Mappe di SPI a 3, 6, 12 mesi per il mese di novembre 2015

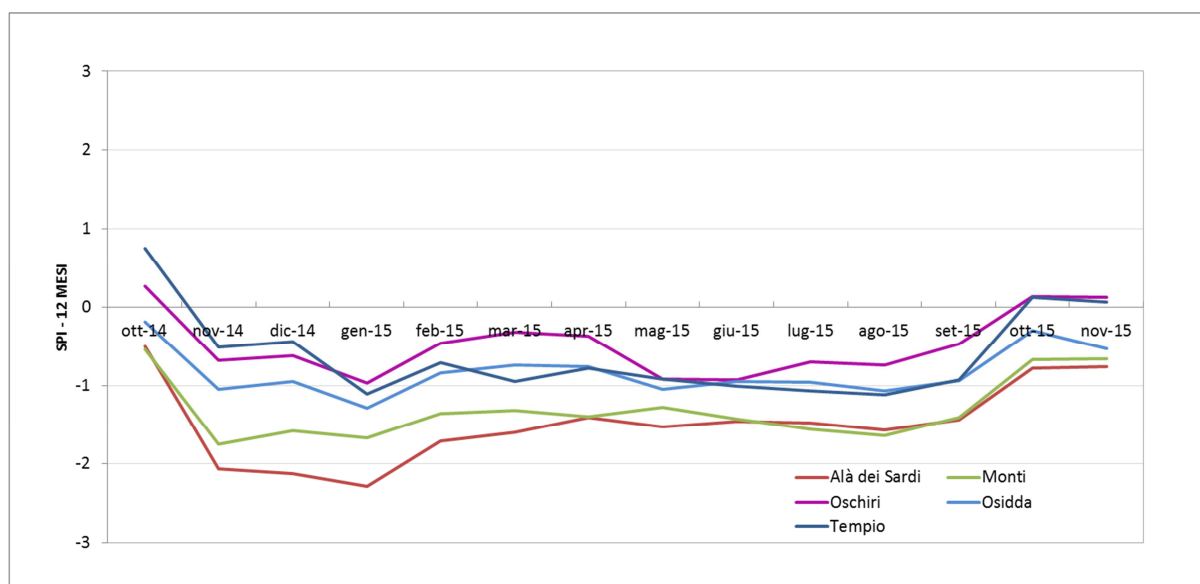
La **figura 9** mostra l'andamento dello SPI a 24 mesi per le stazioni di tabella 1, cioè quelle più rappresentative dell'area del Liscia e di Sos Canales: Tempio, Alà dei Sardi, Monti, Oschiri e Osidda sino al mese di novembre del 2015. Nella figura si può evidenziare la presenza di valori negativi con alcune stazioni che nel mese di novembre scendono al di sotto del valore -1, corrispondenti perciò alla classe *moderatamente siccitoso*, mentre la stazione di Alà dei Sardi in particolare ha avuto le condizioni relativamente più critiche portandosi in prossimità della classe *molto siccitoso*.

La stazione di Tempio per questa elaborazione risente soprattutto nella parte iniziale della elevata pluviometria che ha caratterizzato il periodo 2012-2013.

Figura 9: Andamento mensile dello SPI su 24 mesi per stazioni rappresentative

La **figura 10** mostra l'andamento dello SPI a 12 mesi per le medesime stazioni di tabella 1 e di figura 9.

Come si vede, per quasi tutto il periodo le stazioni risultano siccitose. In particolare si nota che l'effetto della ripresa delle piogge di ottobre 2015 è stato compensato dalla scarsità di precipitazioni del mese successivo.

Figura 10: Andamento mensile dello SPI su 12 mesi per stazioni rappresentative aggiornate al mese di novembre 2015.

L'effetto complessivo di un anno idrologico deficitario (ottobre 2014 - novembre 2015), seguito da un inizio di anno idrologico relativamente siccitoso (ottobre-novembre 2015), è ben evidente dalle **figure 11 e 12** che riportano lo SPI su periodi anomali, cioè 13 e 14 mesi.

Particolarmente interessante è l'ultimo valore dello SPI a 14 mesi (**figura 12**) che mostra come la scarsità di piogge del mese di novembre 2015 mantiene i valori col segno negativo, in alcuni casi inferiori a -1 corrispondenti a condizioni *moderatamente siccitose* (stazioni di Monti ed Alà dei Sardi).

Figura 11: Andamento mensile dello SPI su 13 mesi per stazioni rappresentative aggiornate al mese di novembre 2015.

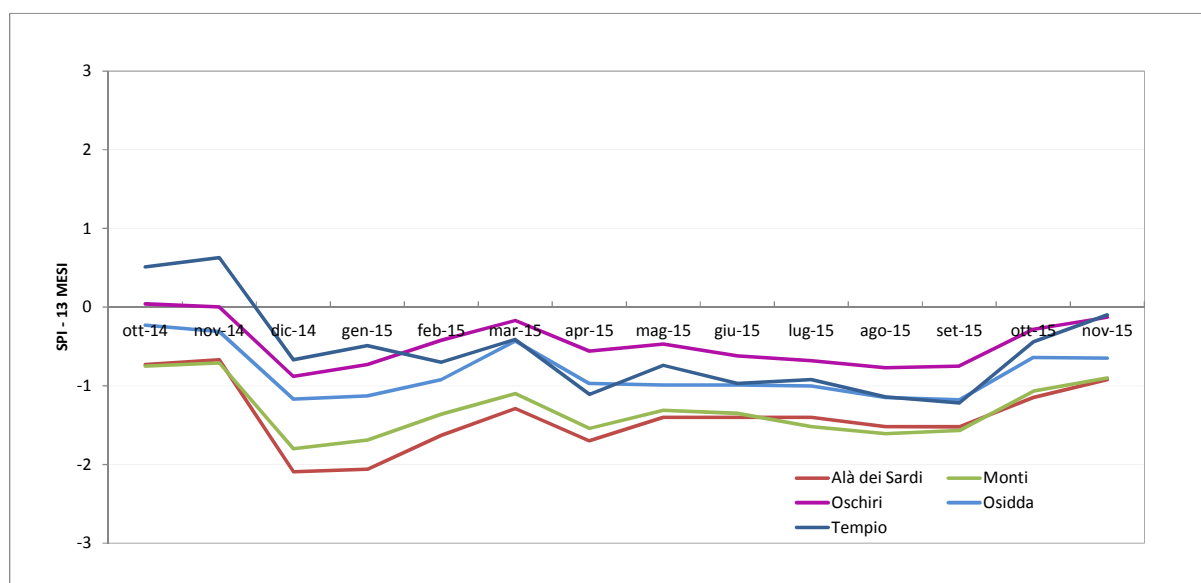
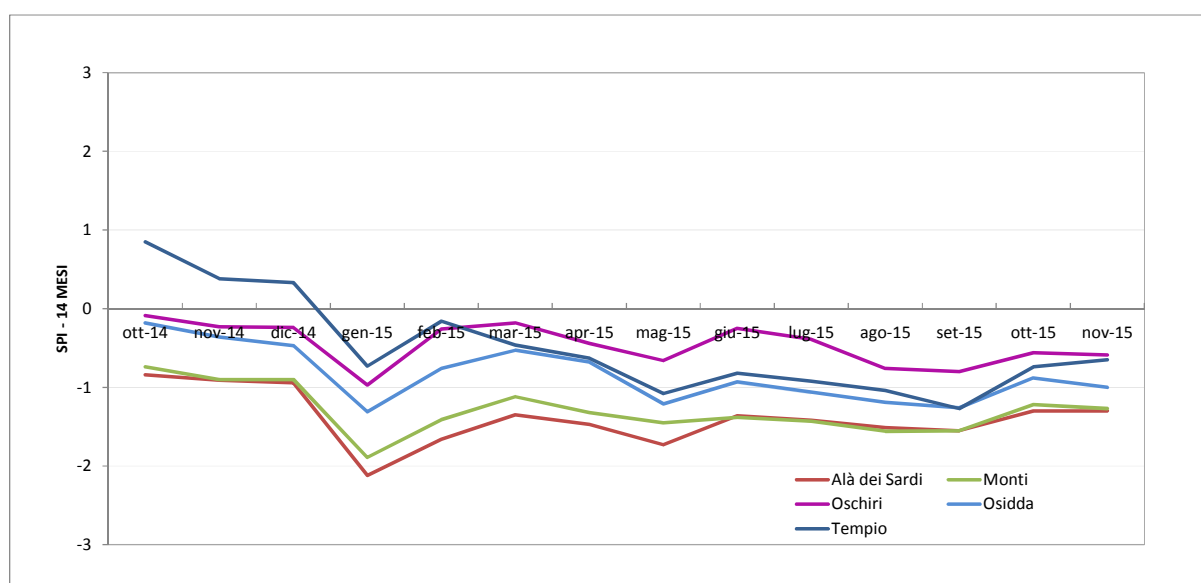


Figura 12: Andamento mensile dello SPI su 14 mesi per stazioni rappresentative aggiornate al mese di novembre 2015.



Come elemento di sintesi, infine, la tabella 4 riepiloga lo SPI per le cinque stazioni di **tabella 1**.

Tabella 4: Riepilogo dei valori di SPI 12, 13 e 14 mesi per le cinque stazioni rappresentative dei bacini del Liscia e di Sos Canales.

Stazione	SPI 12 mesi			SPI 13 mesi		SPI 14 mesi
	Ott-set	Nov-ott	Dic-nov	Ott-ott	Nov-nov	Ott-nov
Tempio	-0.9	0.1	0.1	-0.4	-0.1	-0.7
Alà dei Sardi	-1.4	-0.8	-0.8	-1.2	-0.9	-1.3
Monti	-1.4	-0.7	-0.7	-1.1	-0.9	-1.3
Oschiri	-0.5	0.1	0.1	-0.3	-0.1	-0.6
Osidda	-0.9	-0.3	-0.5	-0.6	-0.7	-1.0

4. CONSIDERAZIONI SUL BILANCIO IDROCLIMATICO

Il *bilancio idroclimatico* (BIC) rappresenta la differenza tra le precipitazioni e le perdite evapotraspirative, entrambe espresse in millimetri. Il bilancio idroclimatico consente di esprimere l'apporto meteorologico netto, evidenziando le condizioni di disponibilità idrica e le eventuali condizioni di siccità che caratterizzano le diverse aree della Sardegna nel corso dell'anno. L'evapotraspirazione di riferimento (ET_0) è calcolata col metodo di Hargreaves-Samani basato sui dati di temperatura minima, massima e media.

Nelle figure i valori positivi indicano condizioni di surplus idrico mentre quelli negativi rappresentano condizioni di deficit idrico e condizioni siccitose. Per ciascun mese sono inoltre riportate le mappe di anomalia calcolate come differenza rispetto alla media climatica 1970-2000.

Le **figure 13, 14 e 15** mostrano il bilancio idroclimatico a 12 mesi (ottobre 2014-settembre 2015), 13 mesi (ottobre 2014-ottobre 2015) e 14 mesi (ottobre 2014-novembre 2015).

Le tre figure mostrano un bilancio idroclimatico negativo nel centro-Nord Sardegna per l'intera Sardegna, già evidente nel semplice anno idrologico 2014-2015, ma più marcato nell'anno idrologico esteso al bimestre ottobre-novembre 2015.

Il confronto con il clima mostra che il bilancio idroclimatico è stato molto inferiore alla media proprio in Gallura, dove si vede un deficit idrico inferiore a -400 mm nel bilancio idroclimatico a 12 mesi (**figura 13**), inferiore a -500 mm nel bilancio idroclimatico a 13 mesi e inferiore a -600 mm nel bilancio idroclimatico a 14 mesi.

Questo risultato è particolarmente importante perché mostra che, mentre lo SPI e i cumulati di precipitazione permettono di evidenziare solo un moderato deficit pluviometrico, il bilancio idroclimatico evidenzia un ulteriore aggravio della situazione per effetto dell'evapotraspirazione dovuta alle alte temperature di numerosi mesi.

Figura 13: Bilancio Idroclimatico totale dei 12 mesi ottobre 2014 - settembre 2015 e corrispondente anomalia rispetto al clima 1971-2000.

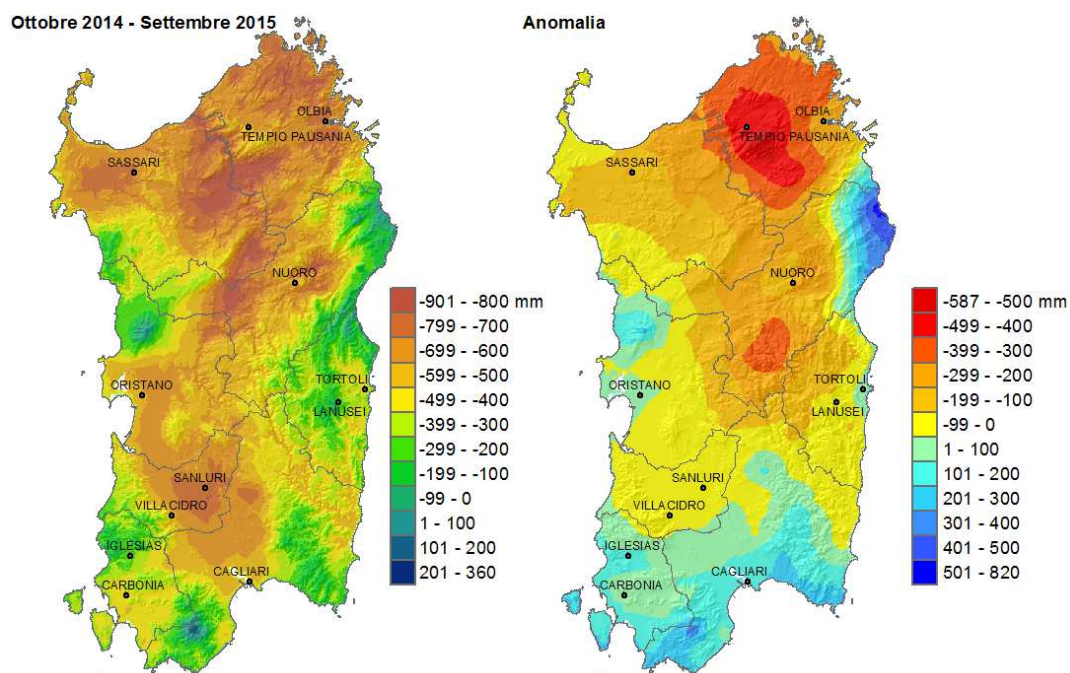


Figura 14: Bilancio Idroclimatico totale dei 13 mesi ottobre 2014 - ottobre 2015 e corrispondente anomalia rispetto al clima 1971-2000.

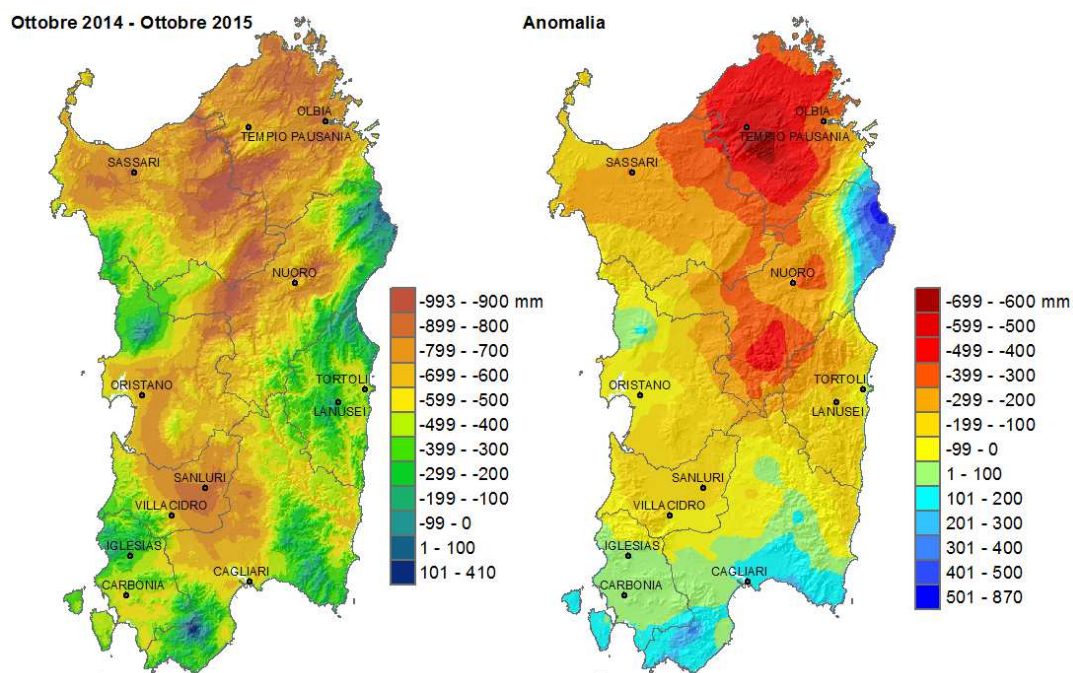
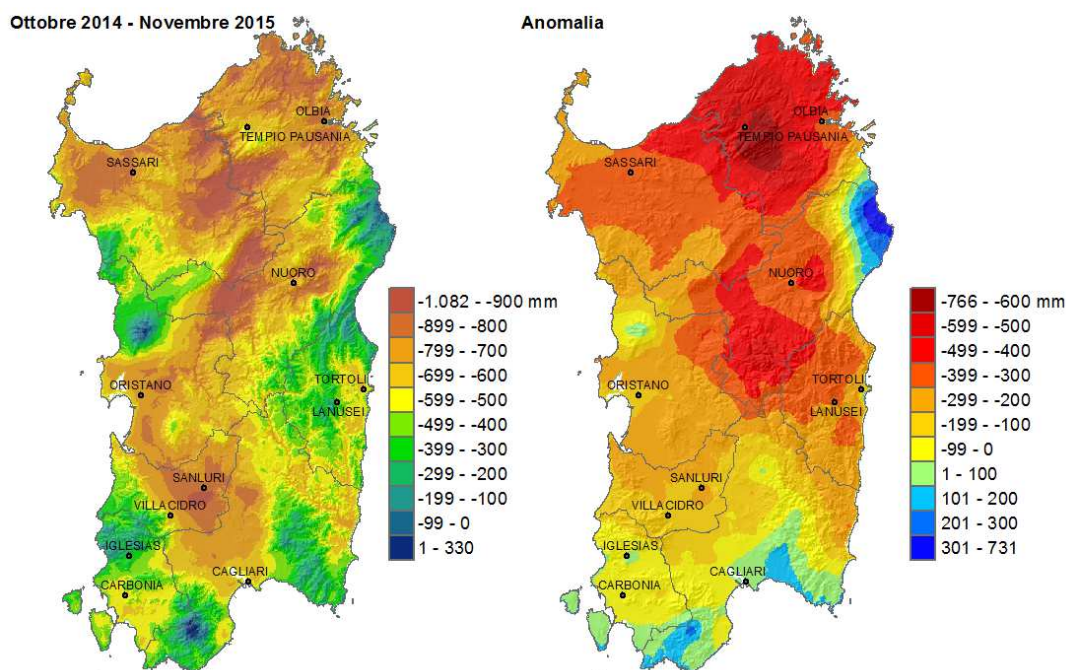


Figura 15: Bilancio Idroclimatico totale dei 14 mesi ottobre 2014 – novembre 2015 e corrispondente anomalia rispetto al clima 1971-2000.



Le **figure 16-29** riportano, invece, il bilancio idroclimatico e il confronto col clima per ogni singolo mese da ottobre 2014 a novembre 2015.

Si può osservare come nel mese di ottobre 2014 (**figura 16**) le condizioni indicano un sensibile deficit, fortemente anomalo rispetto alle condizioni climatiche di riferimento; a partire dal mese di novembre 2014 (da **figura 17** a **figura 20**), invece, per effetto della riduzione dell'evapotraspirazione, il BIC torna ad essere positivo sulla generalità del territorio isolano, anche se in misura inferiore al clima.

Figura 16: Bilancio Idroclimatico del mese di ottobre 2014

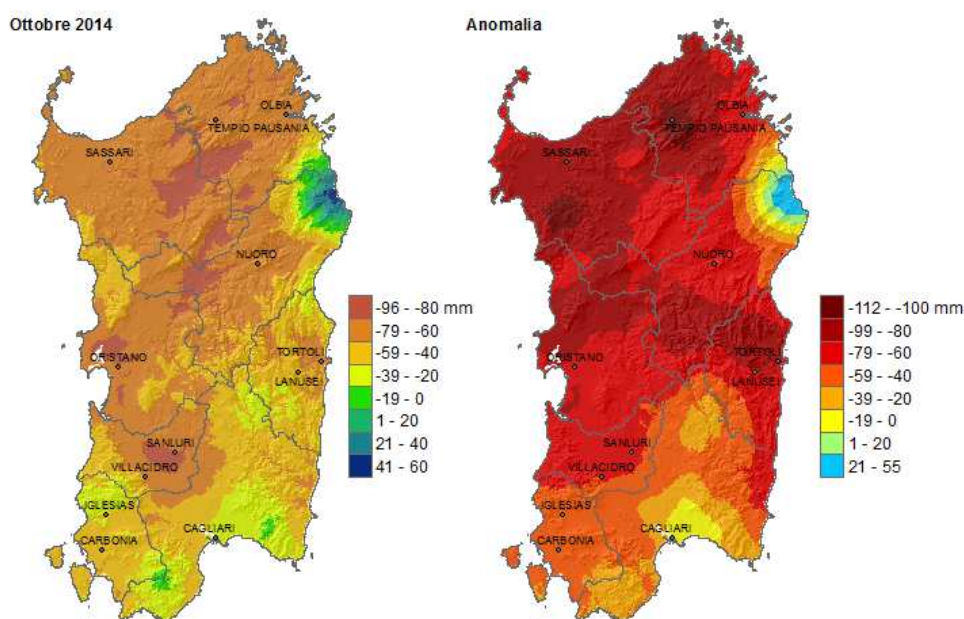


Figura 17: Bilancio Idroclimatico del mese di novembre 2014

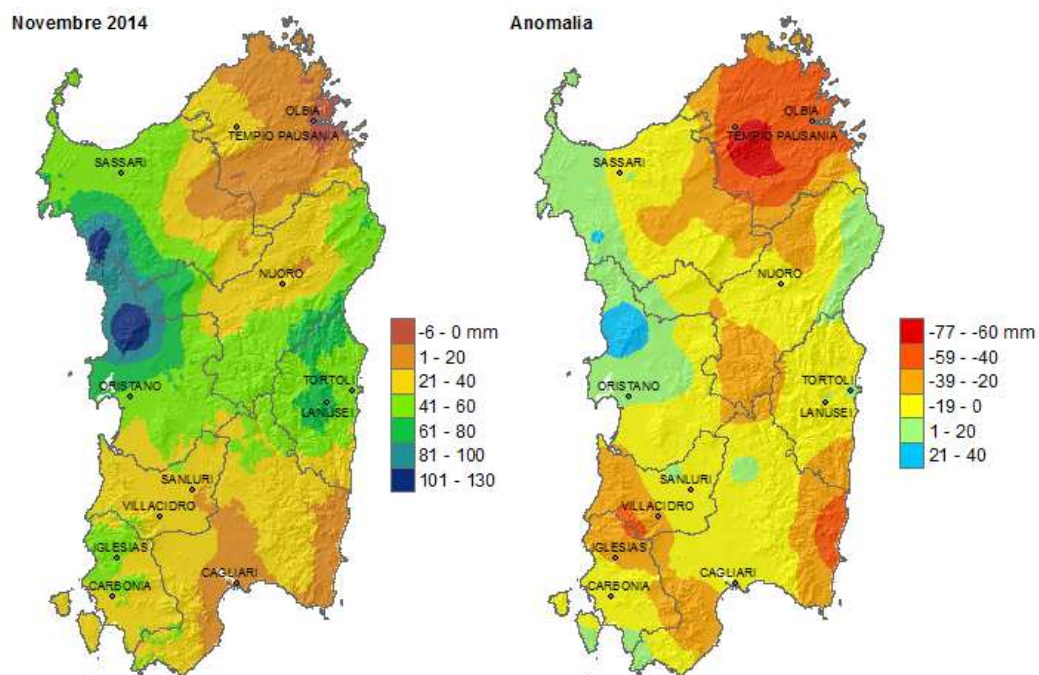


Figura 18: Bilancio Idroclimatico del mese di dicembre 2014

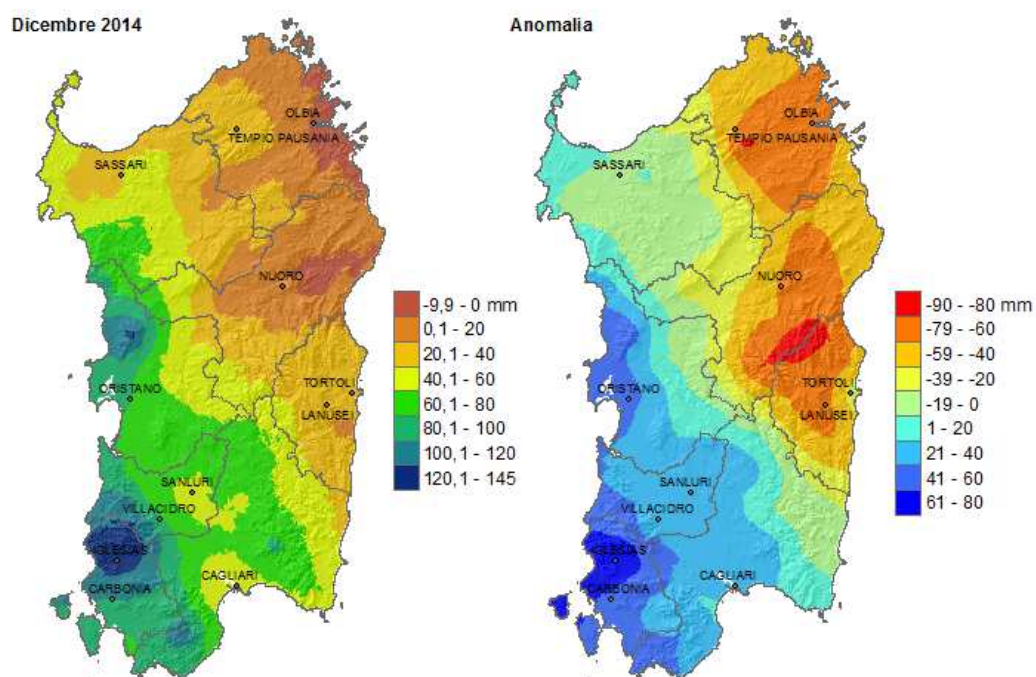


Figura 19: Bilancio Idroclimatico del mese di gennaio 2015

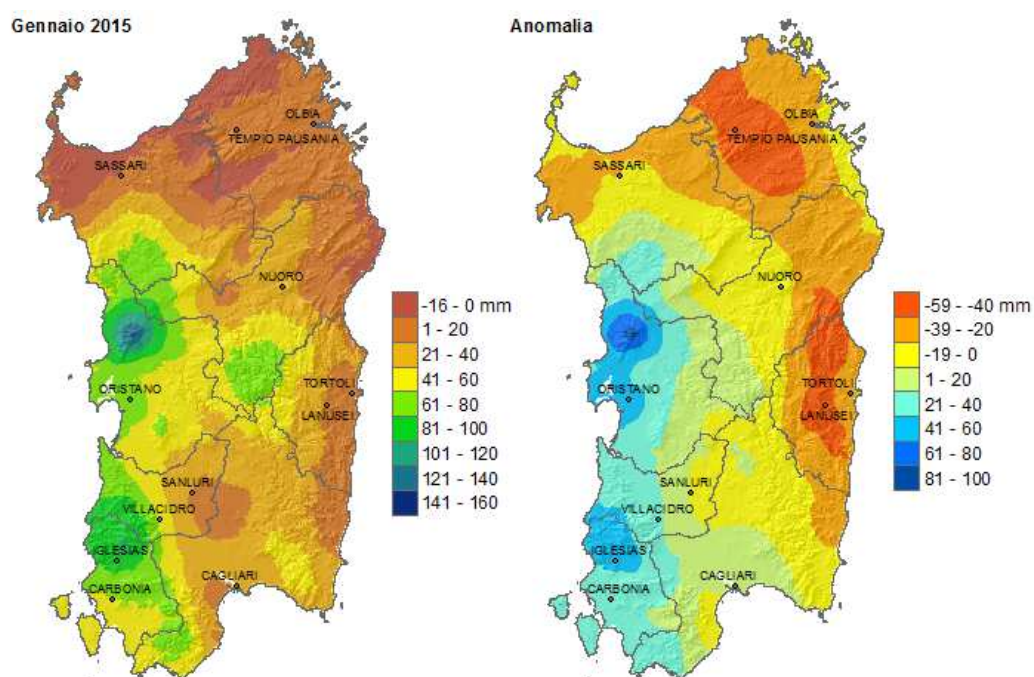
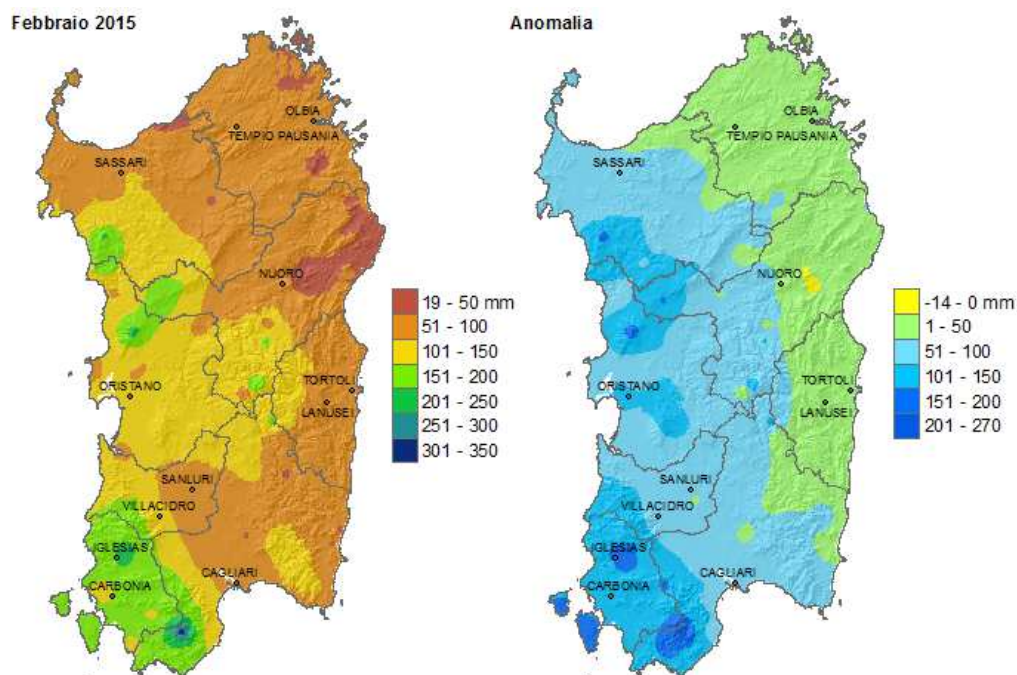


Figura 20: Bilancio Idroclimatico del mese di febbraio 2015



Il bilancio idroclimatico si mantiene positivo fino al mese di marzo (**figura 21**) quando nella fascia occidentale l'evapotraspirazione tende a prevalere sugli apporti piovosi.

Le condizioni di deficit si protraggono dal mese di aprile (**figura 22**) fino al termine dell'estate, quando nella fascia costiera orientale si è registrato un ampio surplus idrico in virtù delle piogge particolarmente abbondanti.

Figura 21: Bilancio Idroclimatico del mese di marzo 2015

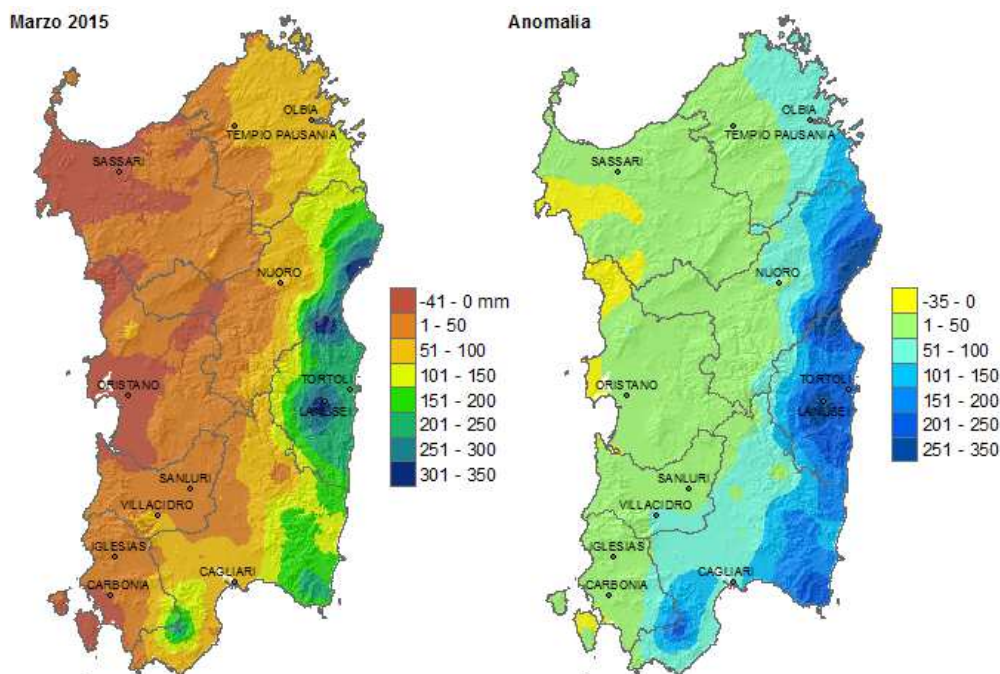


Figura 22: Bilancio Idroclimatico del mese di aprile 2015

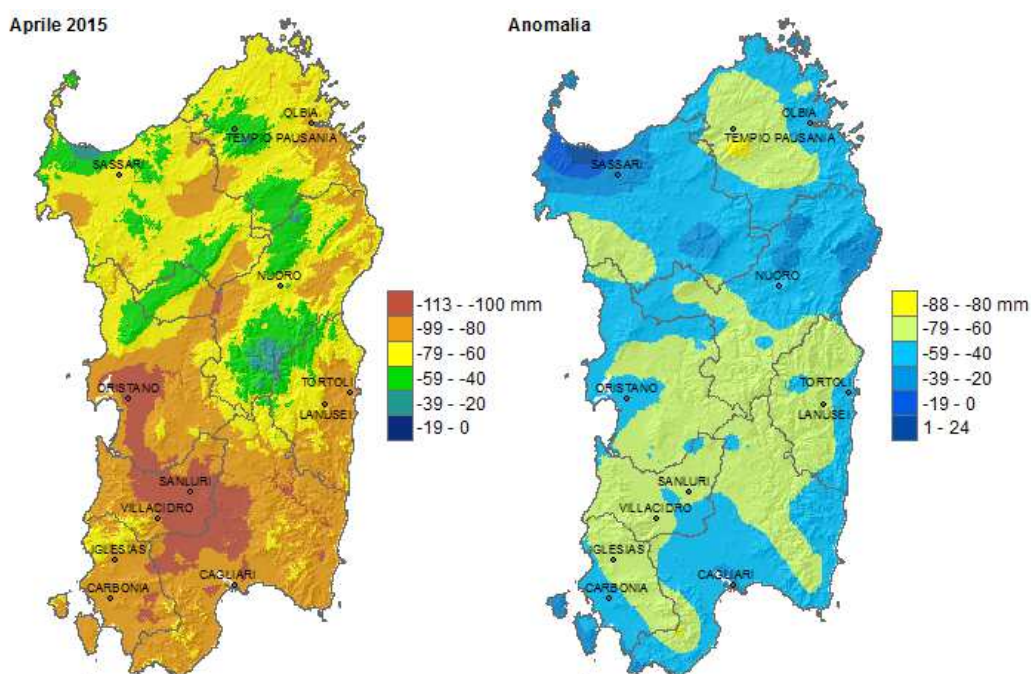


Figura 23: Bilancio Idroclimatico del mese di maggio 2015

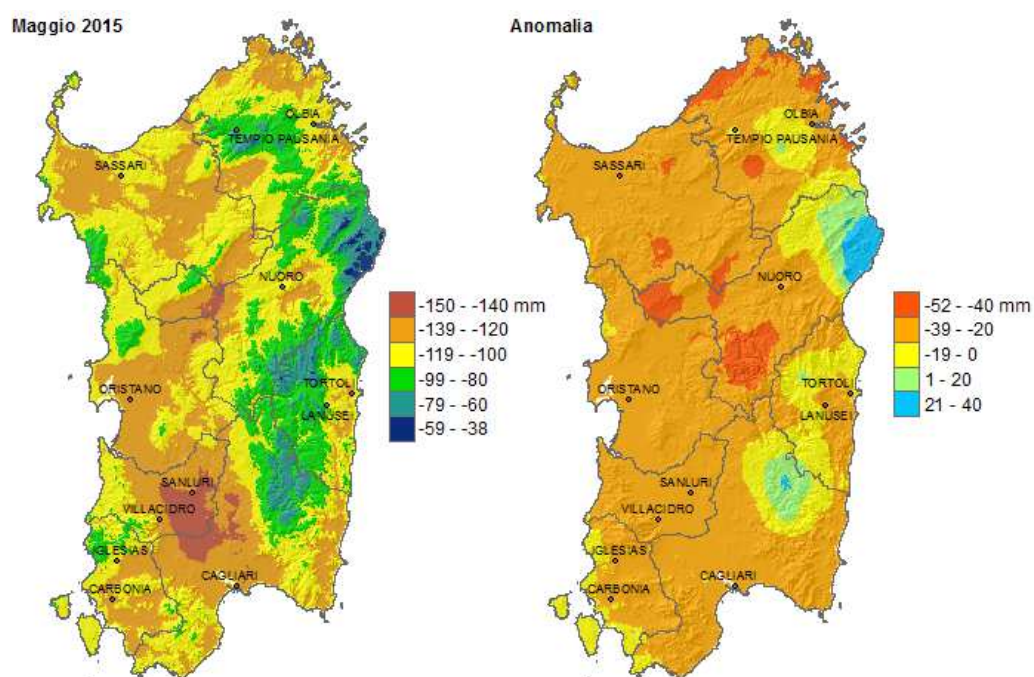


Figura 24: Bilancio Idroclimatico del mese di giugno 2015

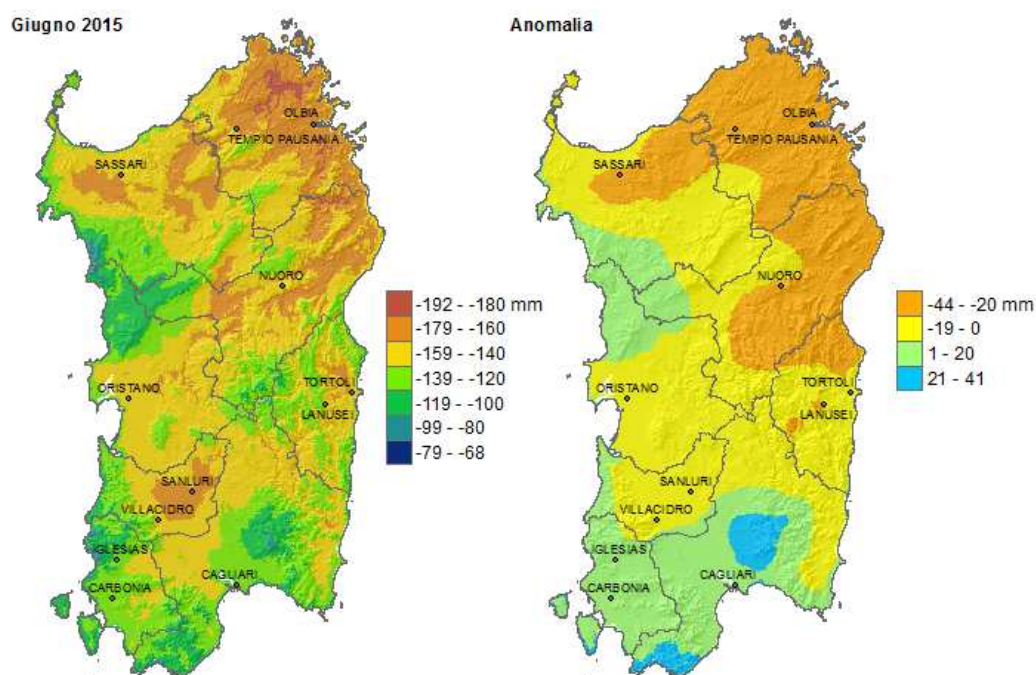


Figura 25: Bilancio Idroclimatico del mese di luglio 2015

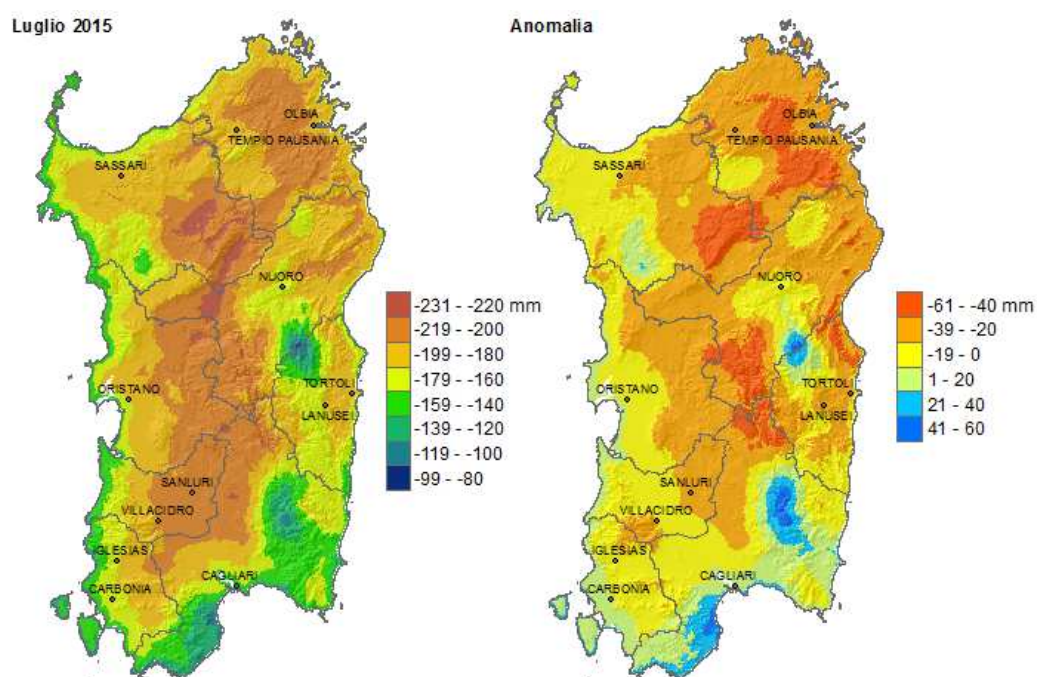


Figura 26: Bilancio Idroclimatico del mese di agosto 2015

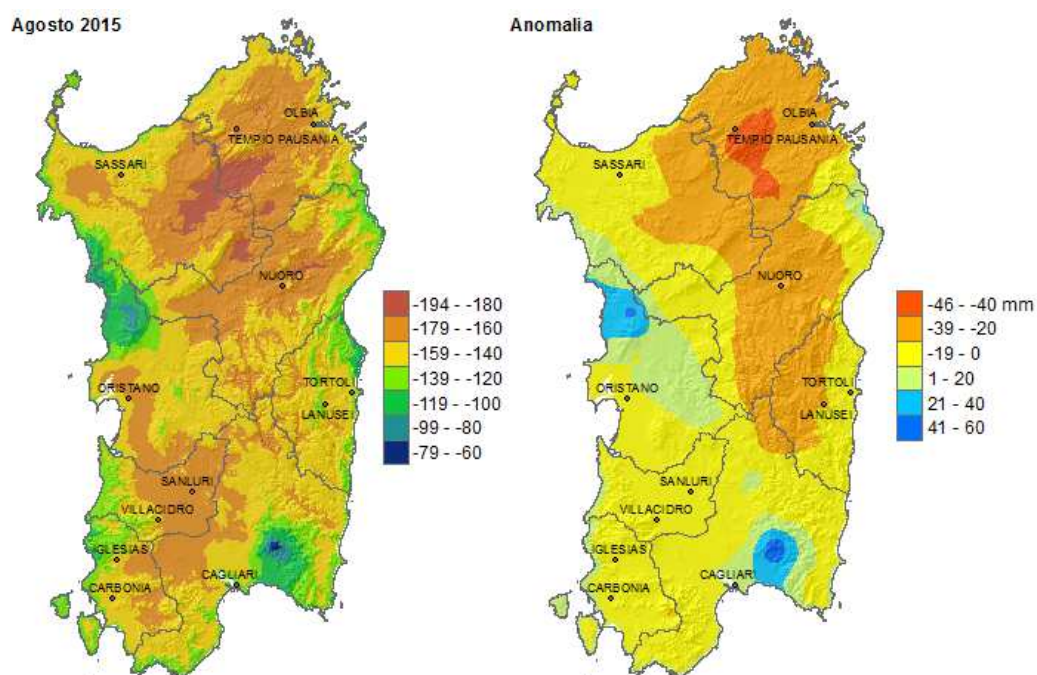
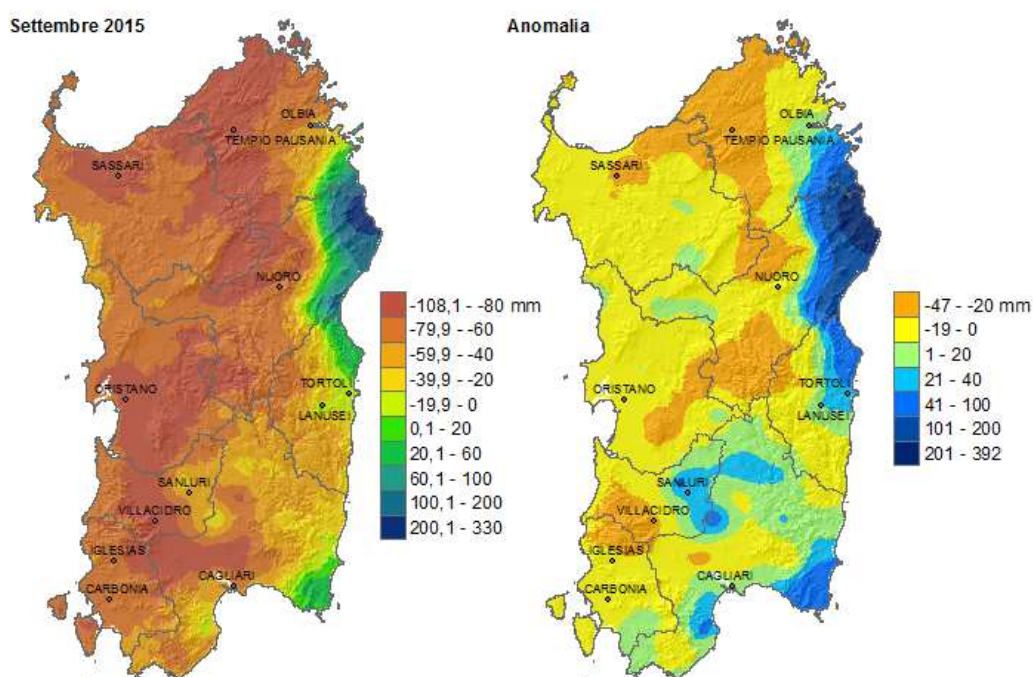
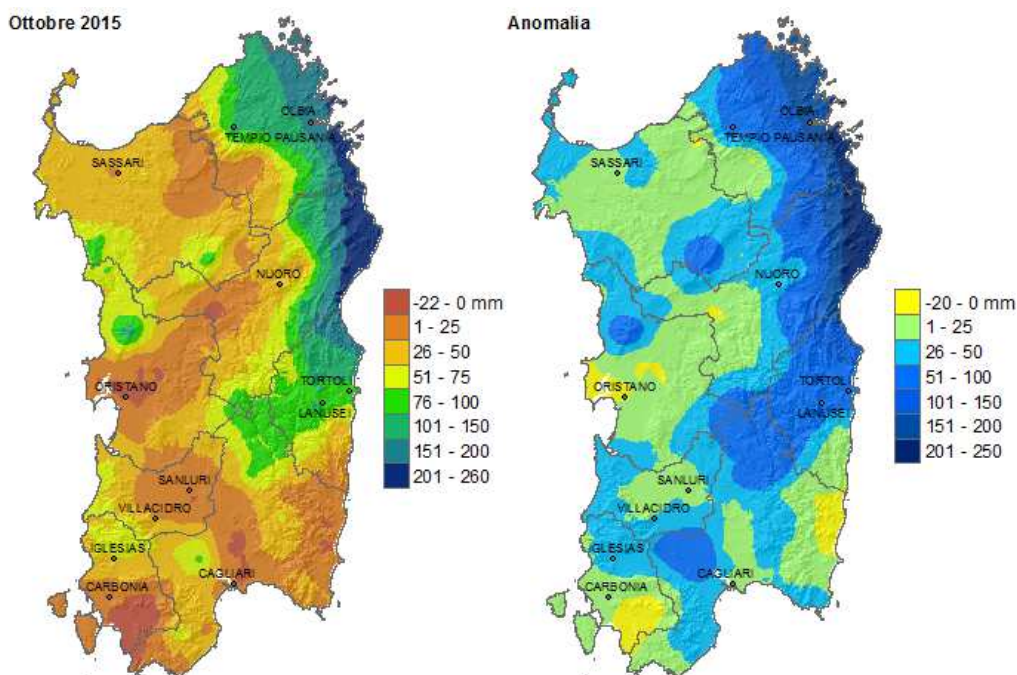


Figura 27: Bilancio Idroclimatico del mese di settembre 2015



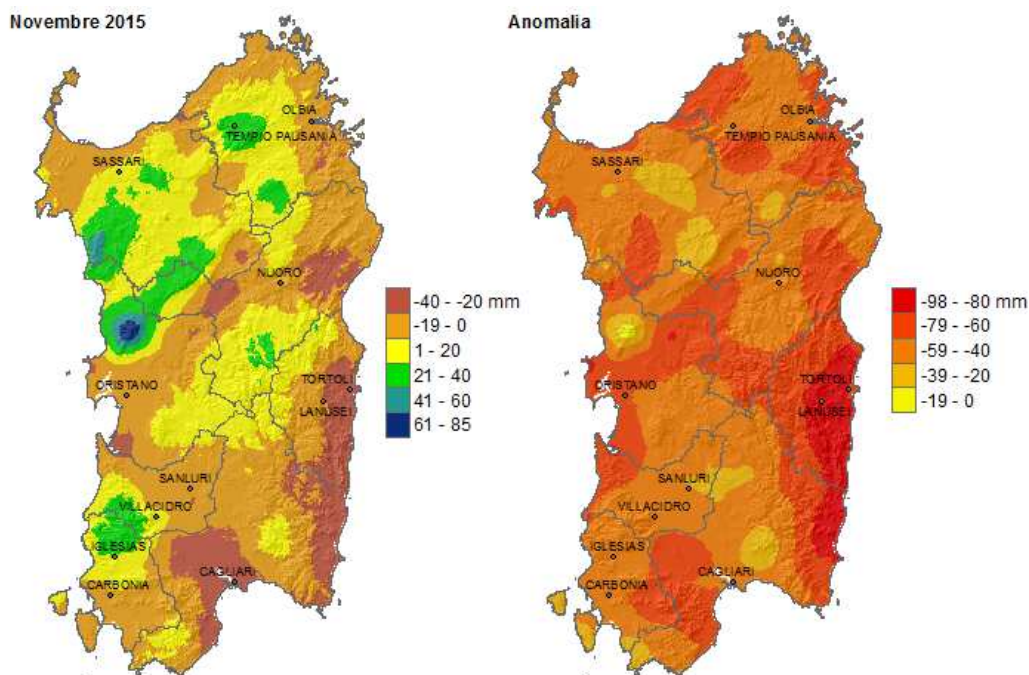
Nel mese di ottobre 2015 (**figura 28**) le abbondanti piogge, concentrate nella costa orientale dell'Isola, hanno determinato un surplus idrico particolarmente marcato in quella parte dell'Isola, ma meno importante sul resto dell'Isola.

Figura 28: Bilancio Idroclimatico del mese di ottobre 2015



Il deficit pluviometrico di novembre (**figura 29**) accompagnato da temperature relativamente elevate, ha determinato un bilancio idroclimatico negativo esteso su ampie porzioni di territorio regionale; il confronto con la climatologia evidenzia una minore disponibilità idrica rispetto alla norma.

Figura 29: Bilancio Idroclimatico del mese di novembre 2015



5. CONCLUSIONI

Sebbene nel complesso le precipitazioni della Sardegna appaiano in linea con la media sia nel breve periodo (3-6 mesi) sia nel lungo periodo (24 mesi), le precipitazioni di medio periodo (12, 13 e 14 mesi) mostrano un deficit di pluviometria in alcune parti del territorio regionale, in particolare il centro-Nord. Il bilancio risulta negativo soprattutto nell'Alta Gallura (dunque sul bacino del Liscia) e nell'area del Bacino di Sos Canales.

In completa controtendenza con il resto dell'Isola, risultano le piogge della fascia costiera nord-orientale che ha risentito dei due eventi eccezionali del 2013 e 2015 e di alcuni eventi di precipitazione intensi occorsi nel resto del biennio novembre 2013 – ottobre 2015.

L'estensione dell'analisi al mese di novembre 2015 mostra l'aggravarsi della siccità, in particolare proprio in Gallura e nelle aree circostanti.

La gravità della siccità sul Nord dell'Isola diventa ancora più evidente se si esamina il *bilancio idroclimatico*, cioè se si introduce nel bilancio la perdita di umidità per evaporazione e traspirazione vegetale. Quest'ultima analisi mostra come le temperature particolarmente elevate di alcuni mesi abbiano provocato un incremento di evapotraspirazione che ha prodotto un'ulteriore significativa perdita di risorsa idrica, particolarmente grave nei bacini del Nord Sardegna.