



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

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

COMITATO ISTITUZIONALE DELL'AUTORITÀ DI BACINO DELLA SARDEGNA

RIUNIONI DEL 8.9.2016 E DEL 19.9.2016

***Rapporto sullo stato di criticità del sistema di approvvigionamento
idrico multisetoriale regionale e indirizzi operativi sulle attività e
sugli interventi di mitigazione***

(Rapporto aggiornato al 15 ottobre 2016)

Allegato A

Deliberazione n. 1 del 14.02.2017

INDICE

1	PREMESSA	3
2	LA MODELLAZIONE IDROLOGICA ADOTTATA	4
2.1	INDAGINE PLUVIOMETRICA	4
2.2	LA TRASFORMAZIONE AFFLUSSI-DEFLUSSI.....	22
2.3	LA RICOSTRUZIONE DEI DEFLUSSI ALLE SEZIONI DI INTERESSE	27
3	GLI INVASI DEL SISTEMA IDRICO MULTISETTORIALE REGIONALE	33
4	LA DISPONIBILITÀ DI RISORSA DEI PRINCIPALI SCHEMI DEL SISTEMA IDRICO MULTISETTORIALE REGIONALE NELL'ANNO IDROLOGICO 2015-2016.....	40
5	LA POTENZIALITÀ DI EROGAZIONE DEI PRINCIPALI SCHEMI DEL SISTEMA IDRICO MULTISETTORIALE REGIONALE	50
6	INDIRIZZI OPERATIVI SULLE ATTIVITÀ E SUGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE.....	55
7	DEFINIZIONE DI UN PROGRAMMA.....	62

1 Premessa

E' impossibile prevedere con assoluta precisione e in ogni suo aspetto le prestazioni di un dato sistema di approvvigionamento idrico in futuro. Tali sistemi sono soggetti alle variazioni dell'input (apporti idrici naturali) e al fatto che devono soddisfare domande caratterizzate anch'esse da fluttuazioni ed incertezze. I responsabili della gestione delle risorse idriche e dei decisori istituzionali devono confrontarsi con problematiche legate al rischio e all'incertezza.

Meglio si analizzano e si comprendono tali rischi e incertezze meglio si sviluppano gli atti di pianificazione, di progettazione e di gestione per ridurre tali fattori. Gli utenti dei servizi idrici devono essere consapevoli che non può esistere la certezza di una disponibilità di acqua illimitata senza vincoli e senza rischi (alluvioni, siccità, inquinamenti). Così come nessuno può disporre pienamente per usi ricreativi di laghi, fiumi e torrenti.

La conoscenza per trattare correttamente i rischi e le incertezze spesso deriva da passate esperienze, osservazioni e registrazioni. Comunque tali dati non sono abbastanza estesi nel tempo da poter prevedere adeguatamente il futuro in merito allo sviluppo demografico ed alla sua distribuzione spaziale, alla matrice dei fabbisogni idrici, allo sviluppo socio-economico ed alle fluttuazioni ed ai cambiamenti climatici.

E' perciò cruciale comprendere l'origine delle incertezze e imparare come analizzarle, internalizzarle nei processi decisionali e far fronte ai rischi che crescono con queste incertezze. L'incertezza può dipendere dalla variabilità intrinseca del processo o dalla scarsa conoscenza del processo stesso.

A volte si devono affrontare decisioni che hanno consistenti conseguenze e che comportano spese non trascurabili senza conoscere con adeguata certezza la dimensione di tali conseguenze e spese. L'origine dell'incertezza nell'ambito dei sistemi idrici comprende la mancanza dei dati o la presenza di dati, casuali o sistematici, nell'acquisizione dei dati, l'impossibilità di predire i processi futuri che determineranno l'assetto della domanda di risorsa idrica e l'incertezza in merito alle variazioni dei processi fisici naturali del ciclo dell'acqua. Un'altra fonte di incertezza è quella relativa alle dinamiche sociali, sia sul comportamento del mercato e sia sullo sviluppo di tecniche innovative con la loro percezione ed uso e il loro impatto sull'ambiente.

Al fine di predisporre un quadro di riferimento per affrontare l'attuale situazione di criticità nelle scorte idriche regionali è stato sviluppato il presente rapporto che ha lo scopo sulla base degli elementi di conoscenza disponibili di evidenziare i principali elementi utili e linee di indirizzo per la definizione delle necessarie contromisure.

In relazione al suo ruolo centrale nella definizione dei bilanci idrici sostenibili per i diversi schemi idrici che costituiscono il Sistema Idrico Multisetoriale Regionale si è provveduto a verificare l'erogabilità dei diversi sistemi (schemi e sottoschemi) e ad analizzare l'attuale situazione climatica, nell'ambito delle significative fluttuazioni che condizionano annualmente l'entità delle risorse idriche disponibili.

Le elaborazioni effettuate, mediante la predisposizione di uno specifico modello di simulazione, costituiscono la base metodologica per definire le risorse effettivamente disponibili nell'assetto attuale e nel breve periodo, in coerenza con i criteri definiti dagli atti di pianificazione fin qui adottati, a partire dal più recente aggiornamento del Piano di Gestione del Distretto di cui alla direttiva 2000/60/CE, che ha confermato quanto previsto dal Piano Stralcio per l'Utilizzazione delle Risorse Idriche in Sardegna (PSURI).

2 LA MODELLAZIONE IDROLOGICA ADOTTATA

2.1 *Indagine Pluviometrica*

L'analisi sulla stazionarietà delle serie di precipitazione e di deflusso riportate negli atti di pianificazione generale, evidenziano significativi segnali di non stazionarietà delle serie storiche delle portate dei principali corsi d'acqua della Sardegna.

Tale aspetto non può essere considerato secondario ai fini della modellazione degli schemi multi-settoriali per l'utilizzazione delle risorse idriche.

Appare quindi necessario valutare l'elasticità della media delle portate dei corsi d'acqua al variare della precipitazione media.

A tale proposito si ricordano i diversi studi a tal fine pubblicati per numerose aree territoriali. A titolo esemplificativo si cita la pubblicazione "Estimation of rainfall elasticity of streamflow in Australia" (Hydrological Sciences Journal – agosto 2006) nella quale sulla base di un'analisi effettuata su 219 bacini idrografici è emerso che il coefficiente di elasticità dei deflussi in rapporto a quello della pioggia vale circa 2-3,5 volte. Ciò significa che una variazione del 10% della pioggia annua determina una variazione dal 20% al 35% del valore di deflusso annuo.

Preliminarmente è quindi necessario analizzare l'andamento delle piogge nell'isola con particolare riferimento alle aree idrografiche interessate dai principali serbatoi di regolazione del sistema multisetoriale.

Per poter contare su una serie di osservazioni disponibili, sostanzialmente, fino alla data odierna si è concentrata l'analisi sulla rete di stazioni in telelettura per le quali, per i periodi precedenti all'entrata in servizio, si sono "associate" le più prossime e simili stazioni pluviometriche tradizionali del Servizio Idrografico della Sardegna.

L'elenco delle stazioni utilizzate, con la relativa corrispondenza tra stazione tradizionale e stazione in tempo reale, è riportato nella tabella seguente.

Stazioni analizzate - Anni idrologici dal 1922-23 al 2014-2015			
N.	Stazione in tempo reale	Comune	Stazione associata tradizionale
Vari fra Tirso e Temo			
1	Badde Urbara	Santulussurgiu	Santulussurgiu
2	Bauladu	Bauladu	Bauladu
3	Putzuidu	S.Vero Milis	Riola Sardo
Temo			
4	Badu Crabolu	Suni	Sindia
5	Bosa Marina	Bosa	Bosa Marina
6	Montresta	Montresta	Montresta
7	Pozzomaggiore	Pozzomaggiore	Pozzomaggiore
8	Villanova Monteleone	Villanova Monteleone	Villanova Monteleone
Cuga e vari			
9	Alghero	Alghero	Alghero aggregata
10	Stintino	Stintino	Stintino
Mannu di Porto Torres e vari			
11	Mannu di Porto Torres	Ittiri	Uri
12	Osilo	Osilo	Osilo
13	Ossoni	Castelsardo	S.G.Coghinas
14	Pianu	Bessude	Pianu
15	Porto Torres	Portotorres	Portotorres
16	Sassari	Sassari	Sassari
Coghinas			
17	Ardara	Ardara	Ardara
18	Coghinas	Perfugas	Coghinas
19	Fraigas	Ozieri	Fraigas
20	Martis	Martis	Martis
21	Oschiri	Oschiri	Oschiri
22	Torralba	Torralba	Torralba
Liscia - Padrongianu e vari			
23	Aglientu	Aglientu	Aglientu
24	Golfo Aranci	Golfo Aranci	Olbia
25	La Maddalena	La Maddalena	Guardia Vecchia
26	Monte Petrosu	Loiri Porto S.Paolo	Monte Pedrosu
27	Monti	Monti	Monti
28	Paduledda	Trinita' d'Agultu	Codaruina
29	Sa Pianedda	Padru	Padru
30	Tempio	Tempio Pausania	Tempio
Posada e vari			
31	Ala' dei Sardi	Ala' dei Sardi	Ala' dei Sardi
32	Mamone	Onani'	Lodé
33	Siniscola	Siniscola	S L.di Siniscola
Cedrina			
34	Farcana	Nuoro	Nuoro
35	Genna Silana	Urzulei	Genna Silana
36	Lula	Lula	Lula
37	Mamoiada	Mamoiada	Mamoiada
38	Monte Tului	Dorgali	Noce Secca
39	Orosei	Orosei	Orosei
40	Orune	Orune	Orune
Vari fra Cedrina e Flumendosa			
41	Baunei	Baunei	Baunei
42	Jerzu	Jerzu	Jerzu
43	Lanusei	Ilbono	Lanusei
44	Punta Tricoli	Gairo	Sicca d'Erba
45	Tertenia	Tertenia	Tertenia

Stazioni analizzate - Anni idrologici dal 1922-23 al 2014-2015			
N.	Stazione in tempo reale	Comune	Stazione associata tradizionale
Flumendosa			
46	Ballao	Ballao	Ballao
47	Bau Mandara	Villagrande Strisaili	Bau Mandara
48	Escalaplano	Escalaplano	Escalaplano
49	Flumini Uri a S. Vito	S. Vito	Muravera
50	Monte sa Scova	Aritzo	Cossatzu
51	Sadali	Sadali	Sadali
Picocca e vari			
52	Campuomu	Sinnai	Campuomu
53	Minni Minni	Villasimius	Castiadas
54	San Priamo	S.Vito	M. Acuto
55	Serpeddi' Meteo	Sinnai	Burcei
Fluminimannu			
56	Cagliari	Cagliari	Cagliari
57	Fluminimannu a Decimomannu	Decimomannu	Decimomannu
58	Fluminimannu a Furtei	Furtei	Villamar
59	Mandas	Mandas	Mandas
60	Nuraminis	Nuraminis	Nuraminis
61	Sanluri O.N.C.	Sanluri	Sanluri
62	Senorbi	Senorbi'	Senorbi'
63	Vallermosa	Vallermosa	Vallermosa
64	Villasor	Villasor	Villasor
Cixerri			
65	Campanasissa	Siliqua	Campanasissa
66	Iglesias	Iglesias	Iglesias
Vari fra Cixerri e Palmas			
67	Capoterra	Capoterra	Capoterra
68	Is Cannoneris	Pula	Is Cannoneris
69	Porto Pino	Sant'Anna Arresi	Porto Pino
70	Pula	Pula	Pula
71	Sant'Antioco	Sant'Antioco	Sant'Antioco
Palmas e Flumentepido			
72	Flumentepido	Carbonia	Flumentepido
73	Santadi	Santadi	Santadi
Mogoro e vari			
74	Santa Maria di Neapolis	Guspini	Uras
75	Sardara	Sardara	Sardara
76	Terramaistus a Gonnosfanadiga	Gonnosfanadiga	Gonnosfanadiga
77	Villa Verde	Villaverde	Villa Verde
Tirso			
78	Abbasanta	Abbasanta	Abbasanta
79	Flumineddu ad Allai	Allai	Allai
80	Fonni	Fonni	Fonni
81	Laconi	Laconi	Laconi
82	Macomer	Macomer	Macomer
83	Orani	Orani	Orani
84	Oristano	Oristano	Oristano
85	Osidda	Osidda	Osidda
86	Samugheo	Samugheo	Samugheo
87	Sedilo	Sedilo	Sedilo
88	Tirso a rifornitore Tirso	Illorai	Rifornitore Tirso

Con lo scopo di differenziare l'analisi per le diverse zone dell'isola si è ritenuto sufficientemente rappresentativo fare riferimento alle zone di allerta oggi utilizzate dalla Regione Sardegna ai fini di Protezione Civile, nel seguito elencate e rappresentate nella successiva figura:

COD_AREA	NOME_AREA	Superficie (Kmq)
Sard-A	Iglesiente	2510
Sard-B	Campidano	2540
Sard-C	Bacini Montevecchio-Pischilappiu	2350
Sard-D	Bacini Flumendosa-Flumineddu	5080
Sard-E	Bacino del Tirso	3340
Sard-F	Gallura	3290
Sard-G	Logudoro	4750



Al fine di procedere all'analisi sono state quindi calcolate le serie storiche delle altezze di pioggia annue per anno idrologico (ottobre-settembre) estese per 93 anni dal 1922-23 al 2015-16 per ciascuna area idrografica sopra descritta e per l'intera regione.

Nello studio idrologico adottato nel Piano Stralcio Direttore delle Risorse Idriche, si è proceduto ad individuare la struttura del "kernel" ("nucleo") della variabile statistica, evidenziando la sua evoluzione nel corso del periodo osservato. Il kernel smoothing è uno strumento statistico standard utilizzato per filtrare il rumore a più alta frequenza di una serie temporale per evidenziare le variazioni a bassa frequenza.

Si è utilizzato un kernel quadratico (o di Epanechnikov). L'ampiezza di banda è λn , cioè, in questo caso, vale, ad esempio, $0,2 \cdot 80 = 16$ anni. La procedura è simile ad una media mobile di +/- 16 ritardi. Ma, poiché i pesi tendono a ridursi con l'aumentare della distanza temporale dall'istante interessato, l'estensione dell'intervallo è sostanzialmente inferiore a quella della corrispondente media mobile convenzionale.

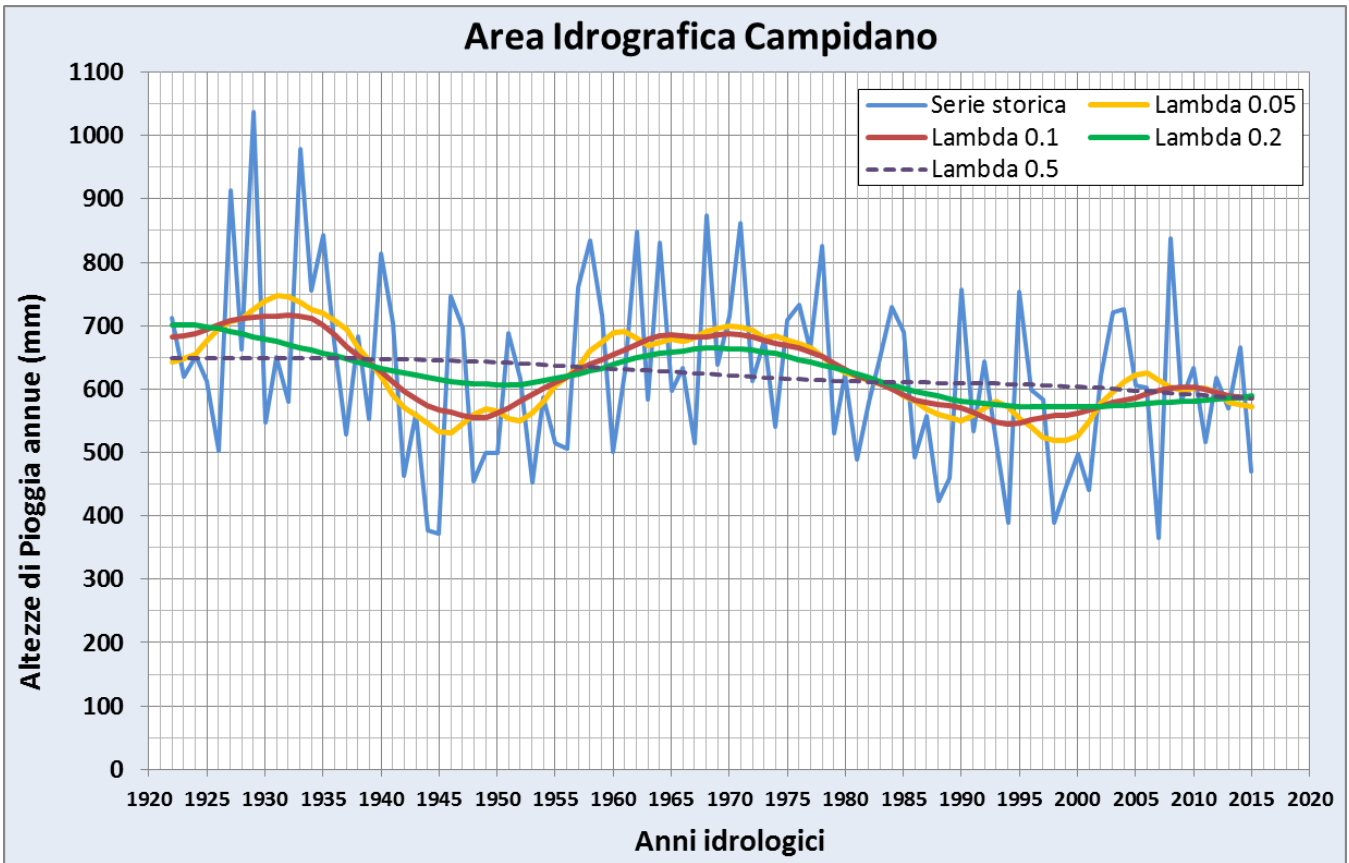
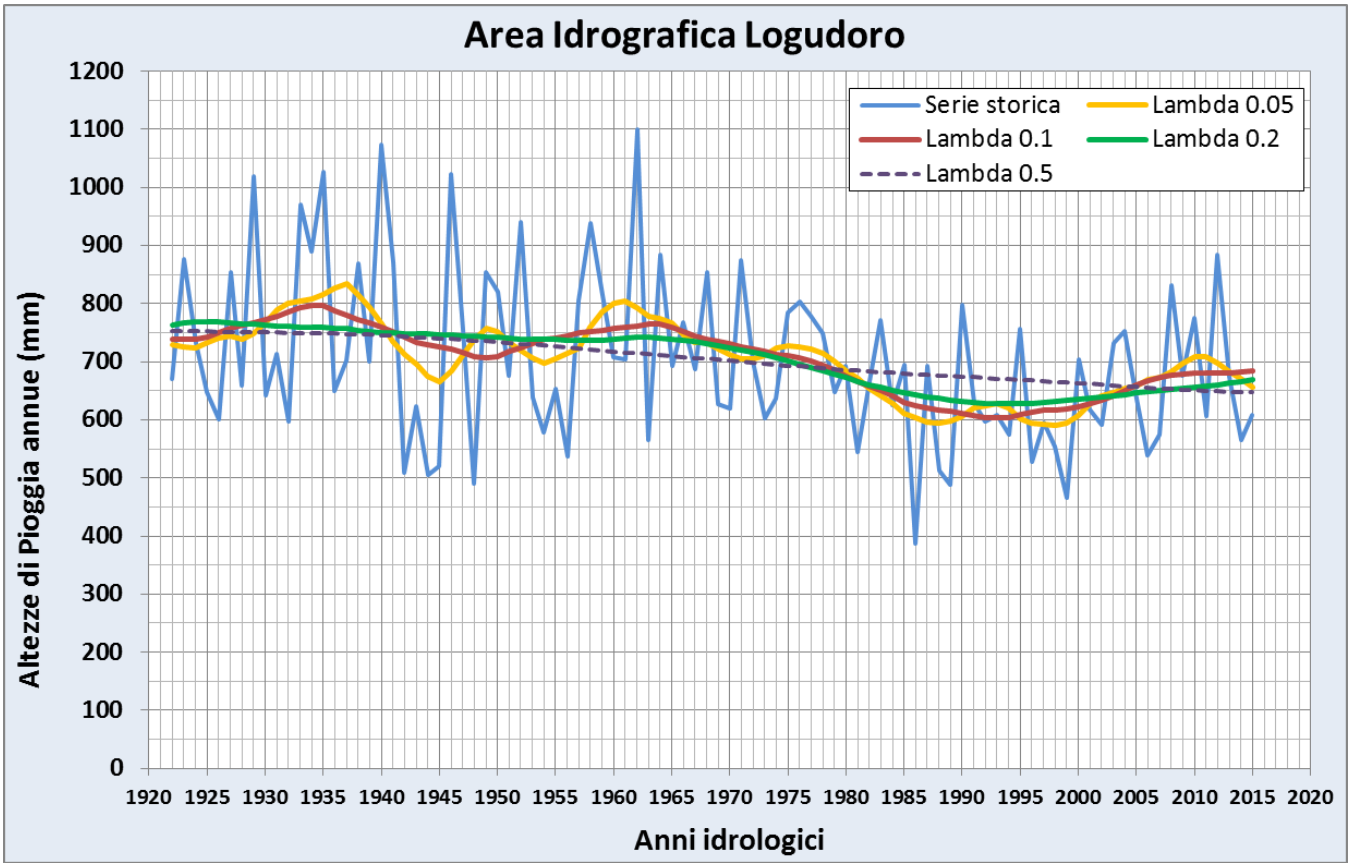
Il valore del kernel smoothing all'istante t vale:

$$y_t = \frac{\left(\sum_{s=1}^n y_s K\left(\frac{s-t}{\lambda n}\right) \right)}{\left(\sum_{s=1}^n K\left(\frac{s-t}{\lambda n}\right) \right)}$$

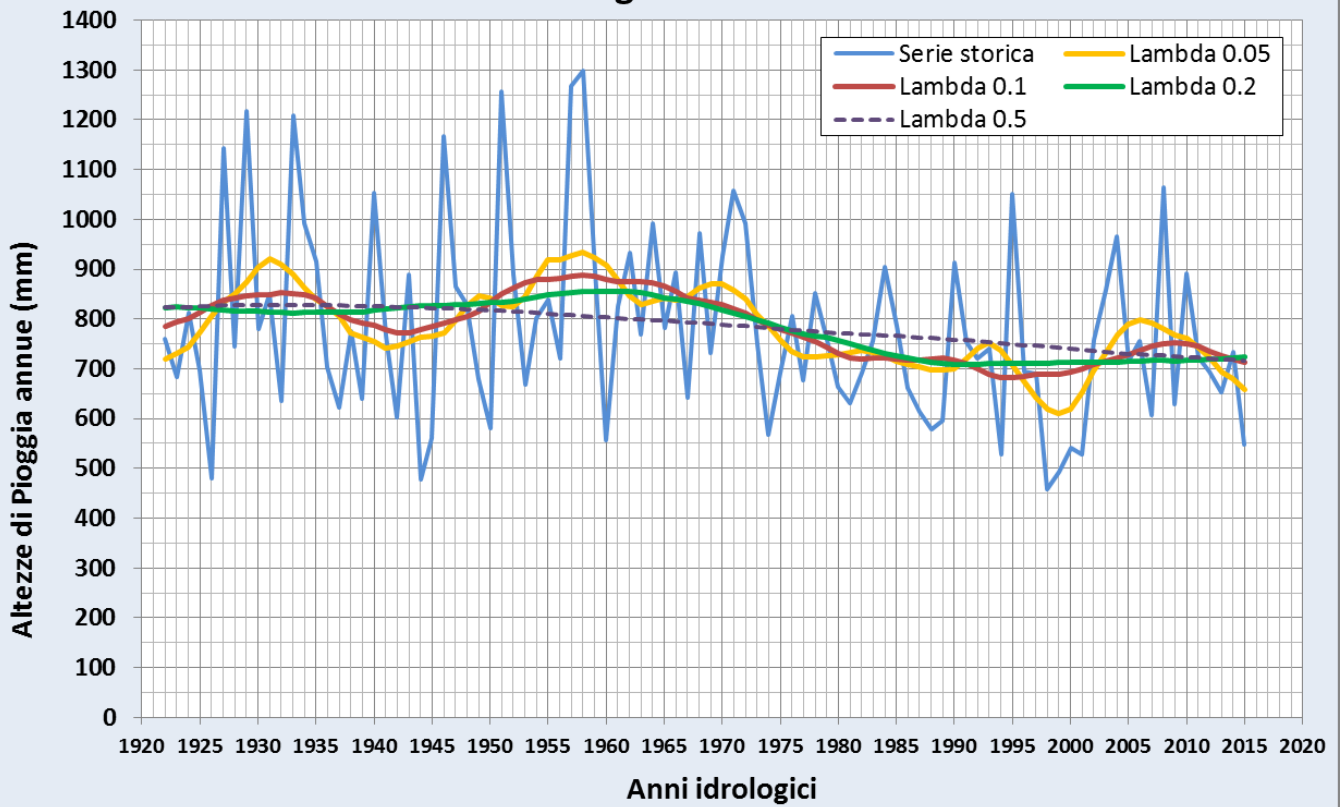
dove la funzione kernel simmetrica è la quadratica (o di Epanechnikov) funzione data da

$$K(x) = \max(0, (1 - x^2))$$

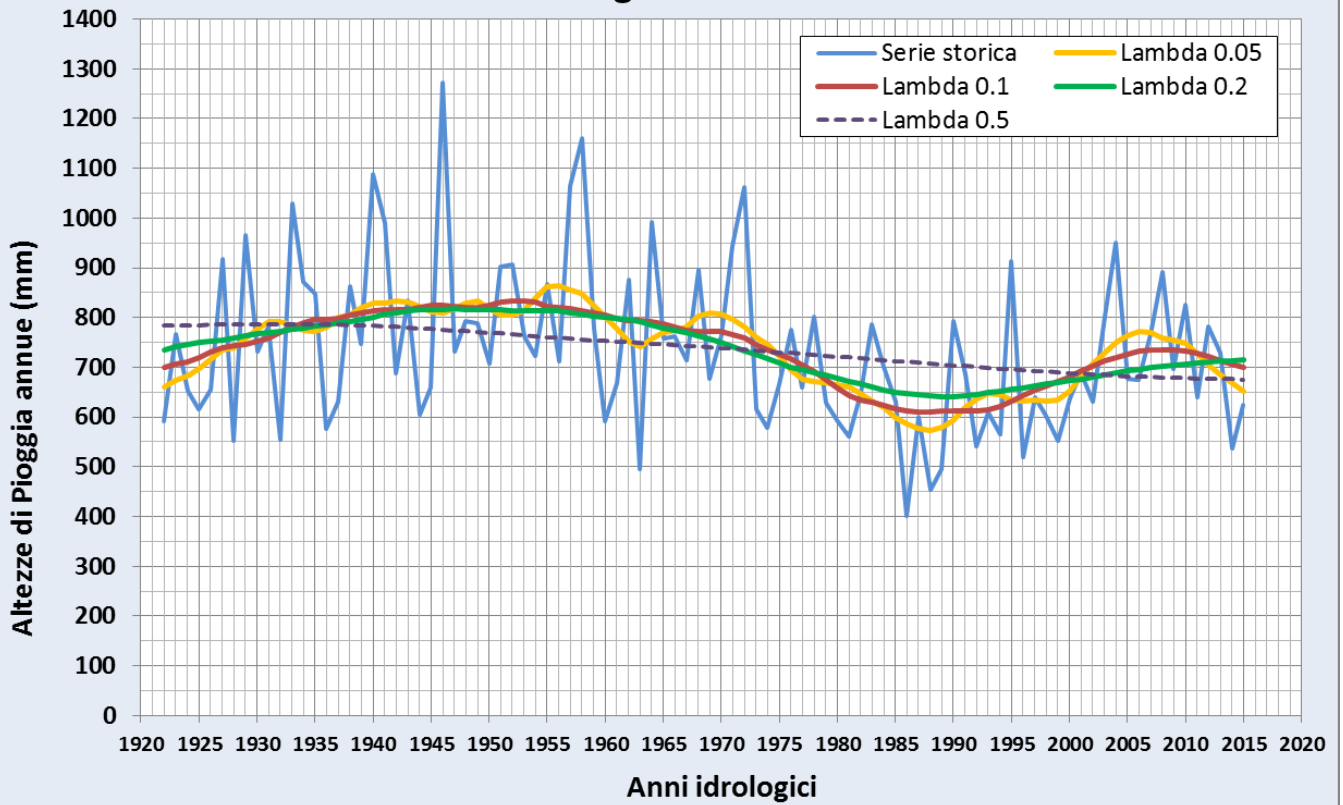
Si è ora proceduto ad aggiornare l'analisi e nei grafici seguenti sono mostrati per le diverse aree idrografiche gli andamenti delle funzioni Kernel rispettivamente per i valori di λ pari a 0,2 - 0,1 e 0,05.

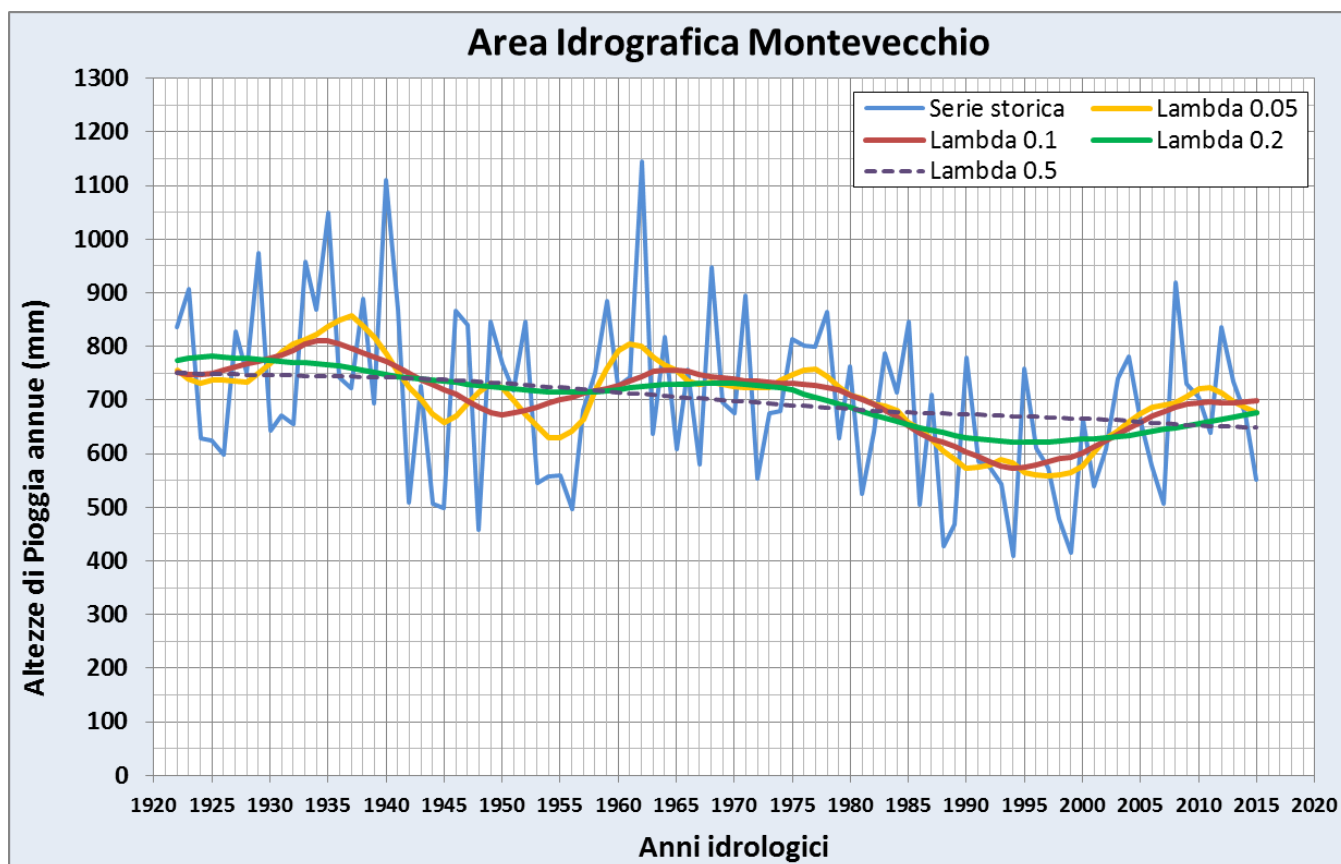
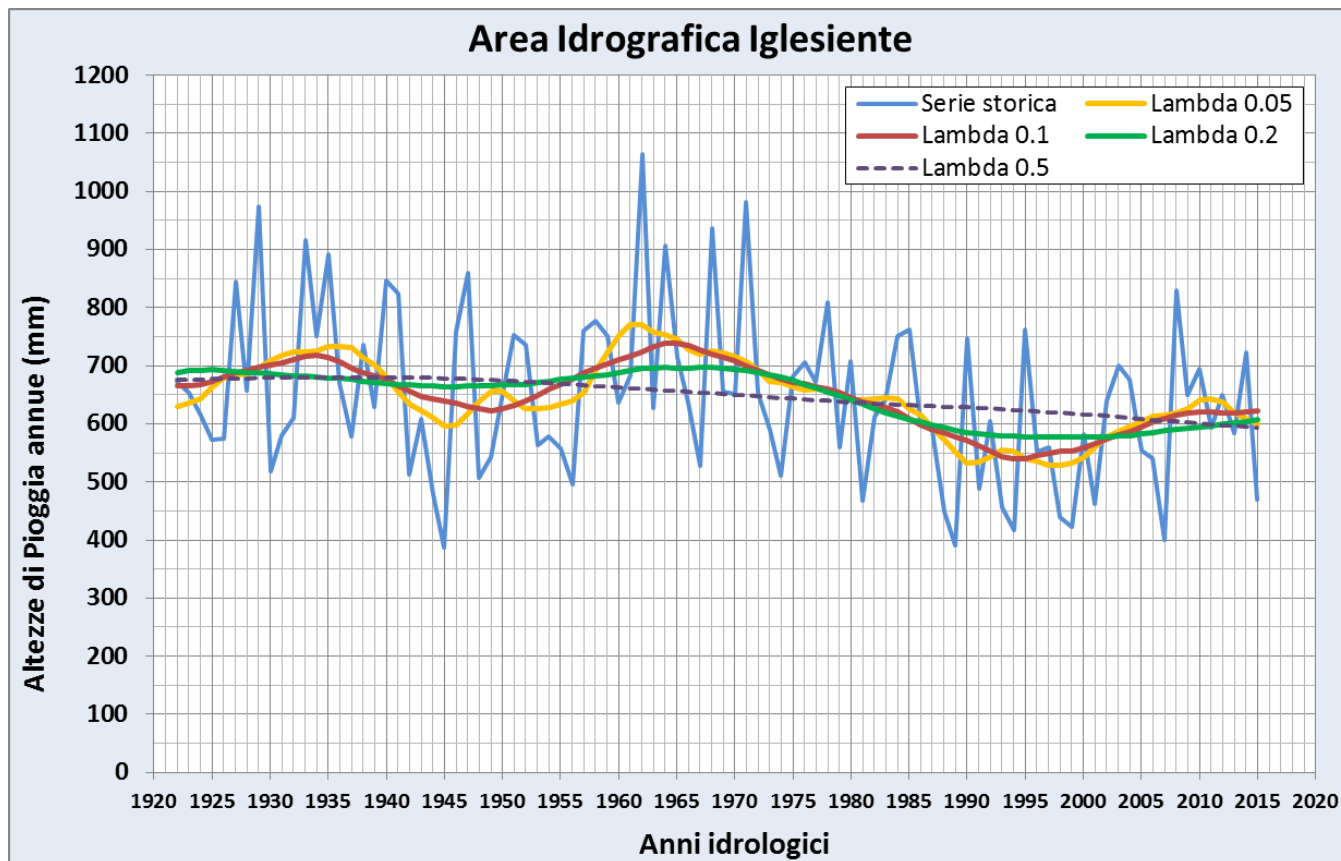


Area Idrografica Flumendosa

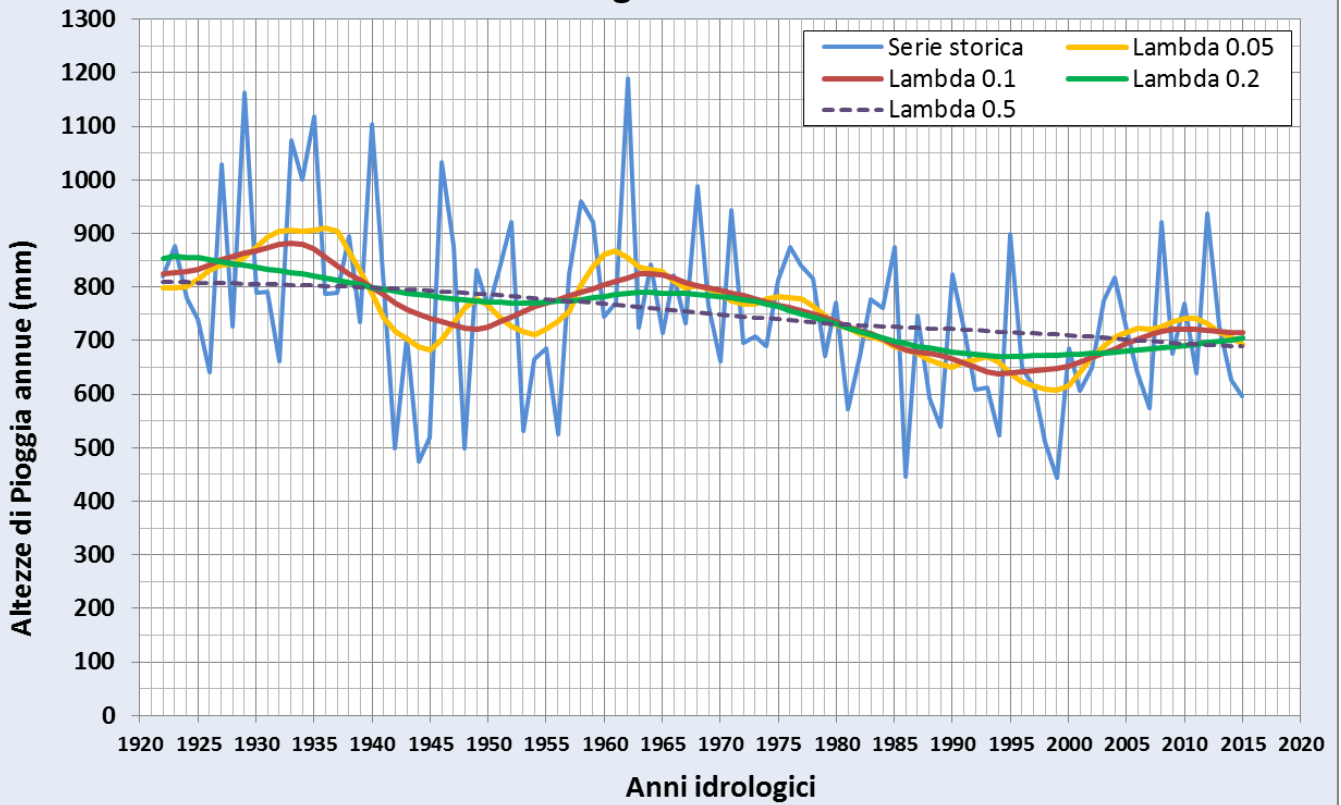


Area Idrografica Gallura

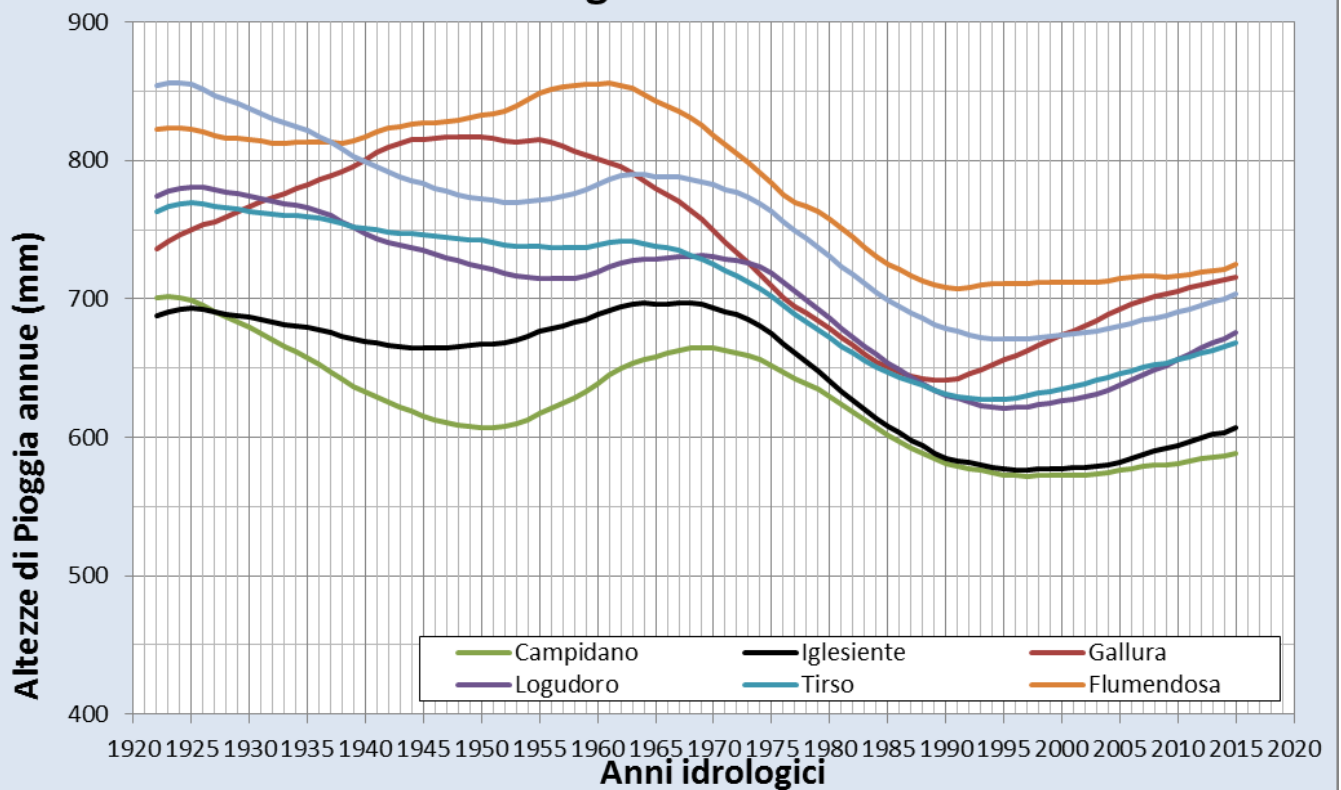


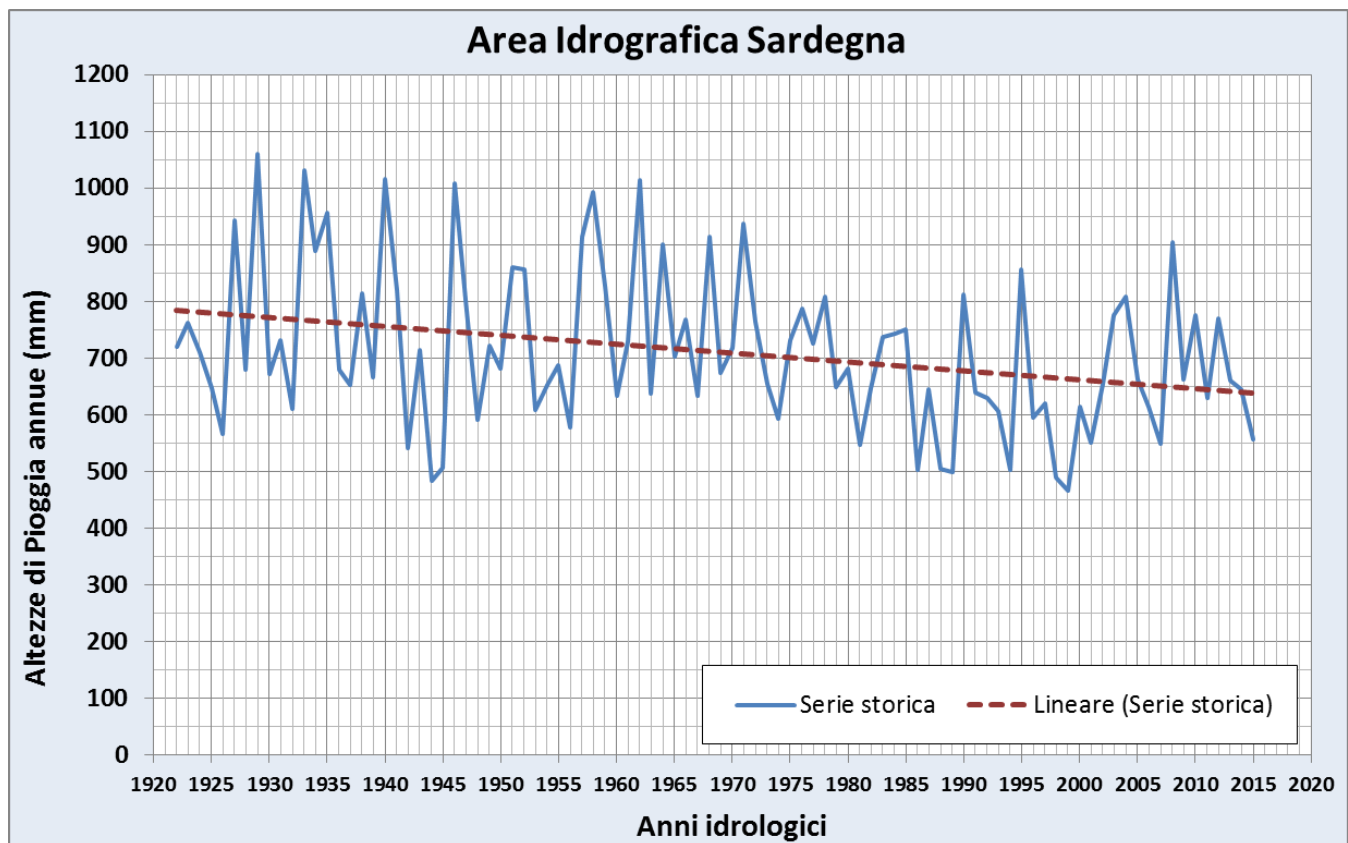


Area Idrografica Tirso



Aree Idrografiche - Kernel Lambda 0.2





Come si può notare risultano evidenti due elementi, il primo è la fluttuazione del valor medio, con un significativo carattere di persistenza ed il secondo l'esistenza di un complessivo trend lineare negativo.

Per il primo elemento si procederà ad un'ulteriore analisi nel seguito, per il secondo il fenomeno viene evidenziato sulla serie storica dei valori medi regionali che mostrano un trend dovuto ad una riduzione delle altezze di pioggia di circa 150 mm in 93 anni di osservazione, con una riduzione dal valore iniziale di quasi il 20% e una tendenza negativa di circa 1,6 mm all'anno.

Per il primo aspetto si ricorda che, al fine di valutare le reali capacità di erogazione dei sistemi di approvvigionamento multisettoriale dell'isola, come noto basati su grandi serbatoi a regolazione pluriennale in parte tra loro interconnessi, una particolare attenzione meritano le caratteristiche di correlazione seriale dei valori di afflusso e deflusso annui, per anno idrologico, che ove rivelino un certo grado di persistenza o di periodicità pluriennale, ancorché debole, possono influire in misura non trascurabile sulle effettive risorse disponibili.

Onde approfondire la questione, così come già effettuato nell'ambito dello Studio dell'Idrologia Superficiale della Sardegna (Casmez, RAS, Ente Flumendosa, 1981 – Carlo Cao Pinna, et al.) si è ritenuto interessante utilizzare l'analisi suggerita per la prima volta da Hurst (The Long-Term Storage Capacity of Reservoirs, 1951) che consente di avere un misura parametrica del fenomeno in modo del tutto diretto.

Viene, infatti, analizzata la variabile "capacità del serbatoio necessaria alla regolazione totale" determinata in base all'andamento dei totali annui della grandezza in studio, e rappresentato il relativo comportamento al variare del numero degli anni di osservazione.

La formula di Hurst determinata teoricamente per un processo stazionario, normale e totalmente casuale, valida per n grande, vale:

$$R/S = m[C_n]/\sigma = (n\pi/2)^{0.5}$$

dove C_n è la capacità di regolazione totale e σ lo scarto quadratico medio della serie considerata, relativamente agli n anni di osservazione e avendo indicato con $m[]$ l'operatore media.

Tale studio dette vita a una metodologia statistica, applicabile a numerosi fenomeni naturali, per distinguere le serie "casuali" da quelle "non casuali" e per identificare la persistenza di trends.

Successivamente, Benoit Mandelbrot, investigando sulla natura frattale degli indici finanziari rilevò il potenziale della formula di Hurst e indicò l'esponente della formula quale misura della memoria di lungo termine delle serie temporali.

Oltre all'esponente di Hurst, Mandelbrot coniò due termini utili a descrivere il fenomeno: effetto "Giuseppe" e effetto "Noè". L'effetto "Giuseppe" indica che gli andamenti di una serie temporale sono parte di un trend di lungo termine e si riferisce al Vecchio Testamento dove si racconta che in Egitto si erano registrati sette anni di ricchi raccolti seguiti da sette anni di carestia.

Al contrario l'effetto "Noè" è la tendenza di una serie temporale ad avere repentini cambiamenti. Entrambi questi effetti possono essere individuati tramite l'esponente di Hurst.

Per una serie di osservazioni l'esponente di Hurst è stimato con la seguente procedura. Si divide la serie in un numero di subserie di lunghezza più breve della serie completa e per ciascuna di queste è calcolato il valore di R/S. Quindi si stima l'esponente mediante una procedura di regressione, mediante una legge di potenza, dei valori di R/S calcolati e le lunghezze n delle diverse subserie utilizzate.

Usando l'esponente di Hurst le serie temporali possono essere classificate in diverse tipologie e possono essere evidenziate alcune loro dinamiche. In particolare possono essere definiti i seguenti profili caratteristici.

Serie completamente casuali. Per tali serie non vi sono correlazioni tra le osservazioni attuali e quelle future. L'esponente di Hurst è prossimo a 0,5.

Serie temporali antipersistenti. In una serie antipersistente un incremento sarà più facilmente seguito da un decremento o viceversa. Quindi i valori tenderanno ad alternarsi intorno alla media. Un valore dell'esponente di Hurst compreso tra 0 e 0,5 è indicativo di un comportamento antipersistente; più vicino è il valore a 0 e più forte è tale tendenza.

Serie temporali persistenti. In una serie temporale persistente un incremento in valore sarà seguito più facilmente da un analogo incremento nel breve periodo e un decremento da un analogo decremento nel breve periodo. Un valore dell'esponente di Hurst compreso tra 0,5

e 1 indica un comportamento persistente; più vicino è il valore a 1 e più forte è tale tendenza.

L'esponente di Hurst è quindi un utile metodo statistico per descrivere la proprietà di una serie temporale senza dover fare assunzione sulla sua stazionarietà ed è molto utile, in associazione con altri indicatori, per assumere delle decisioni influenzate dalle caratteristiche di evoluzione temporale dei fenomeni osservati.

Applicando tale metodologia ai valori ragguagliati di precipitazione (afflussi) per le diverse aree idrografiche della Sardegna si hanno i seguenti risultati.

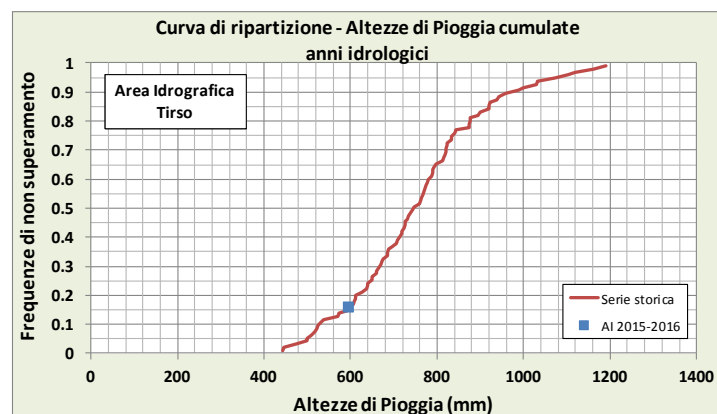
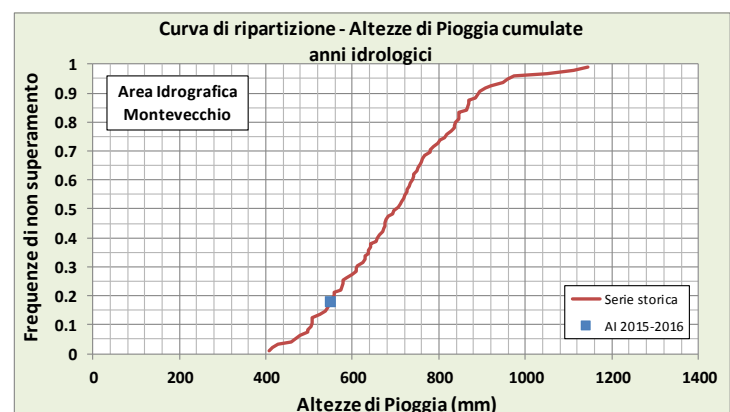
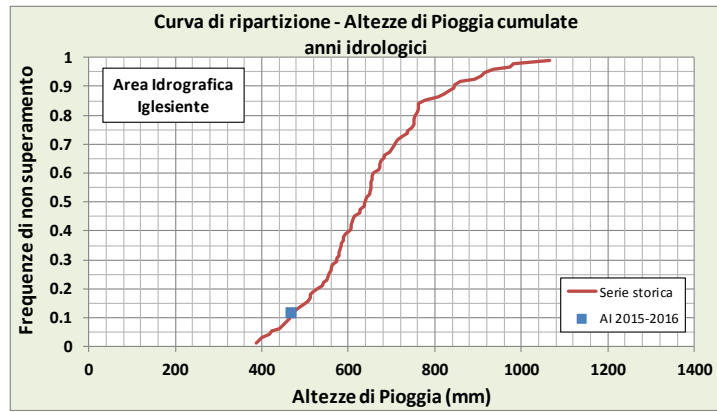
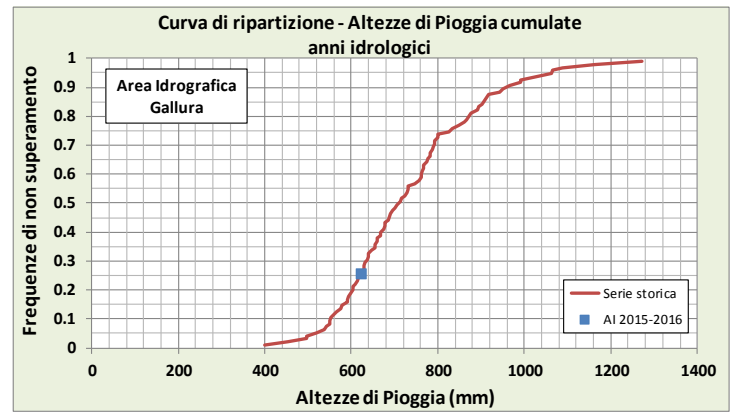
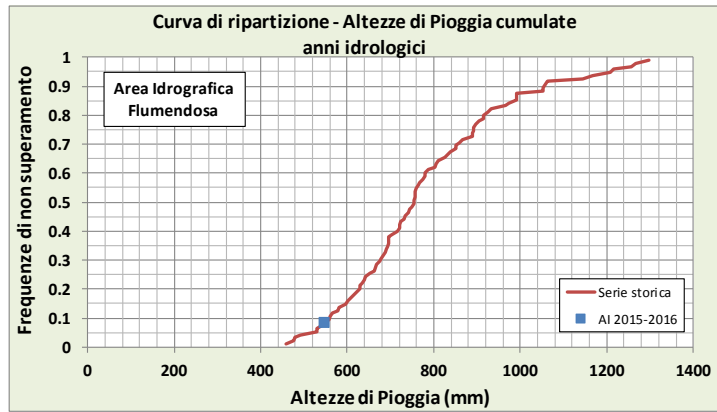
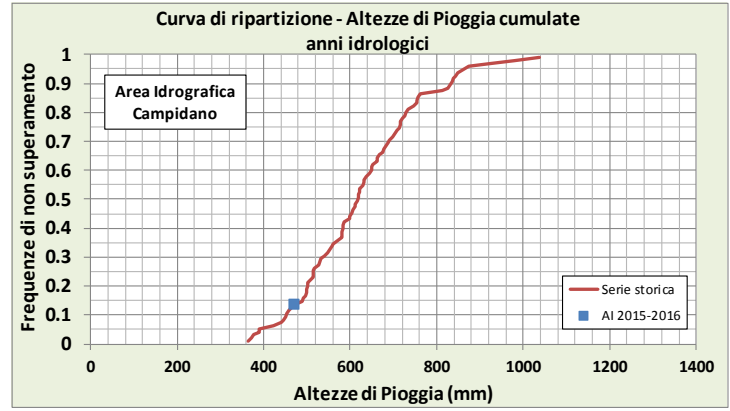
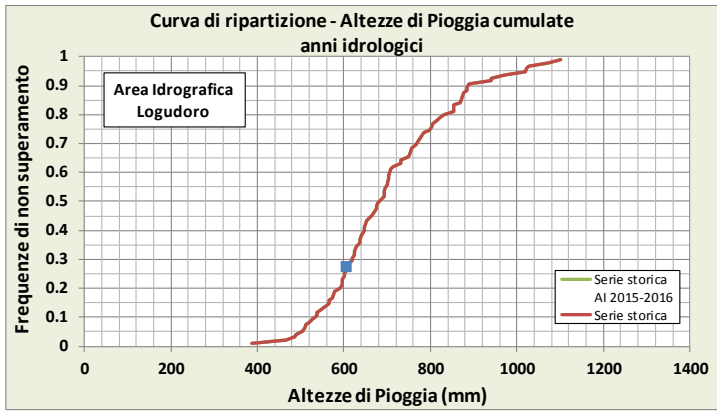
COD_AREA	NOME_AREA	Superficie (Kmq)	Precipitazione media annua (mm)	Indice di Hurst	Indice di Hurst (Trasformata Logaritmica)
Sard-A	Iglesiente	2510	648,5	0,74	0,76
Sard-B	Campidano	2540	625,7	0,70	0,70
Sard-C	Bacini Montevecchio-Pischilappiu	2350	704,6	0,74	0,76
Sard-D	Bacini Flumendosa-Flumineddu	5080	784,7	0,77	0,76
Sard-E	Bacino del Tirso	3340	755,6	0,75	0,74
Sard-F	Gallura	3290	736,8	0,89	0,90
Sard-G	Logudoro	4750	705,1	0,77	0,77

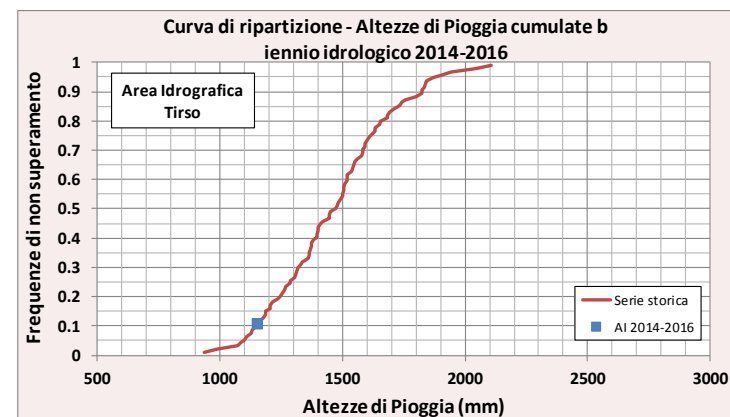
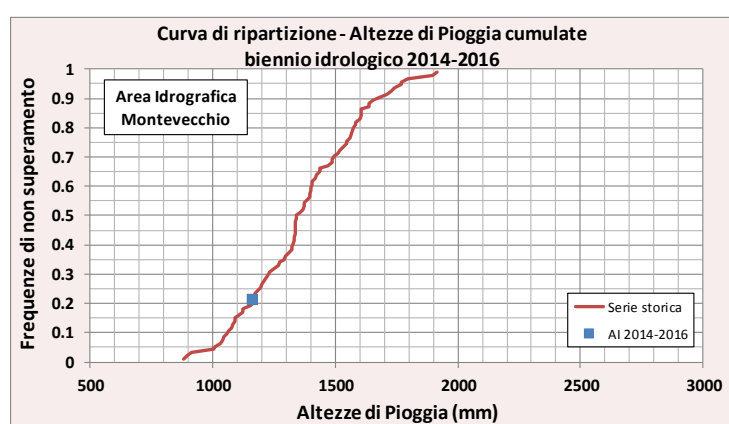
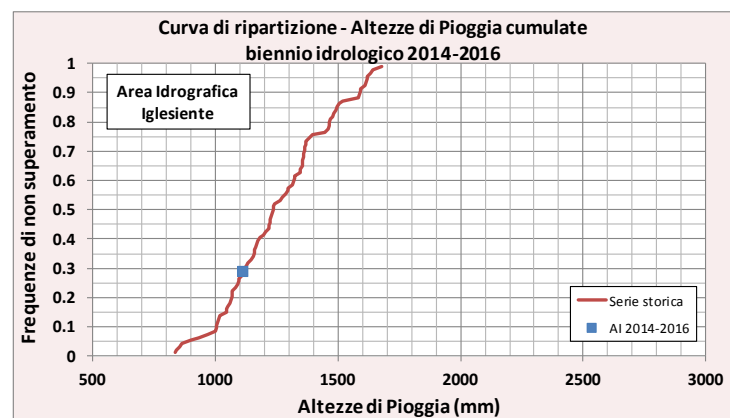
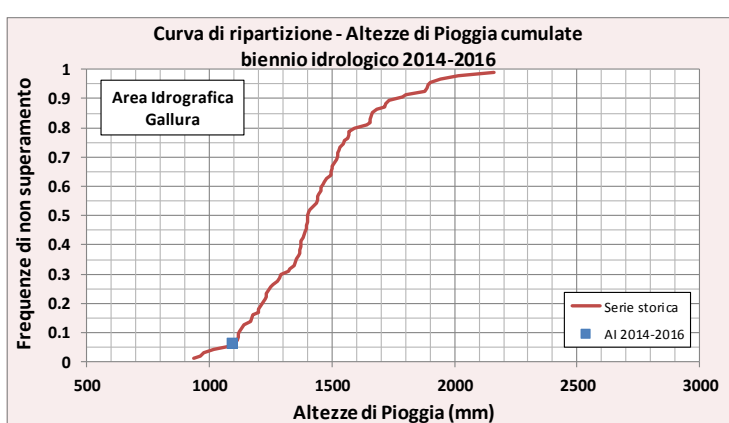
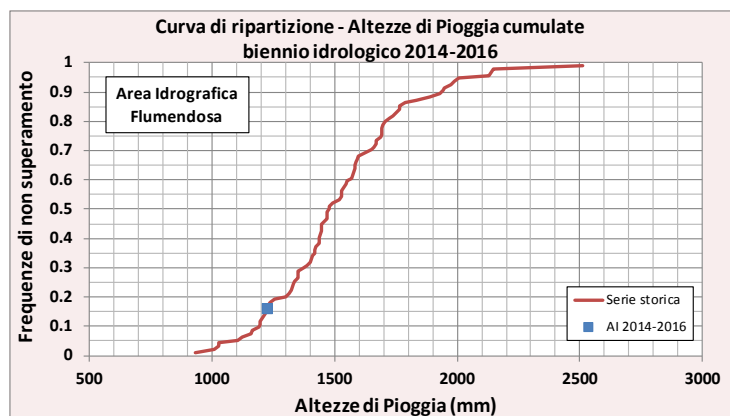
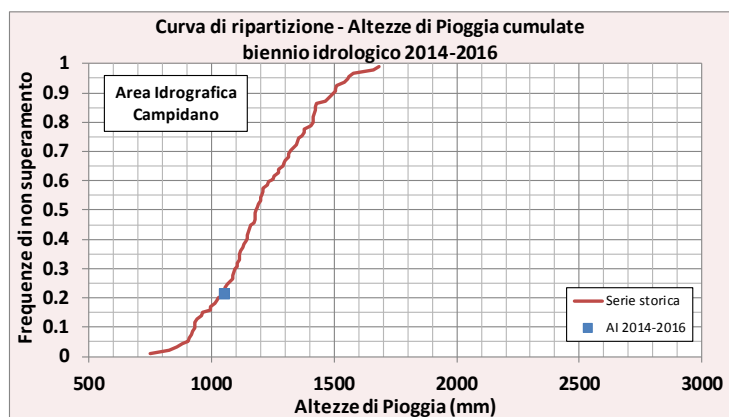
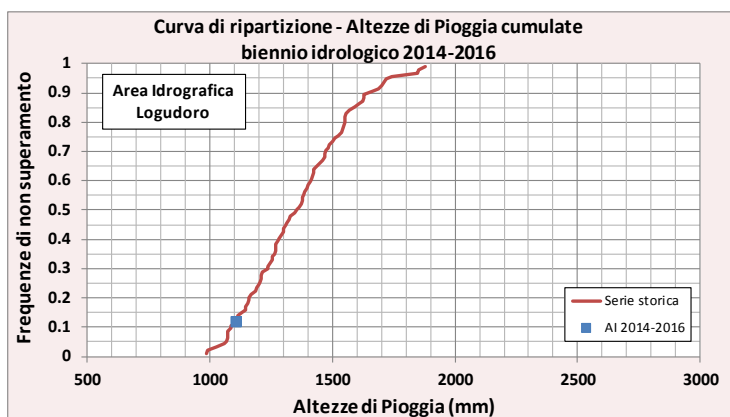
Considerato che l'assunzione di normalità è fondamentale per la valutazione dell'indicatore, si è proceduto alla stima sia sulle serie naturali e sia sulla trasformata logaritmica, pervenendo sostanzialmente agli stessi risultati.

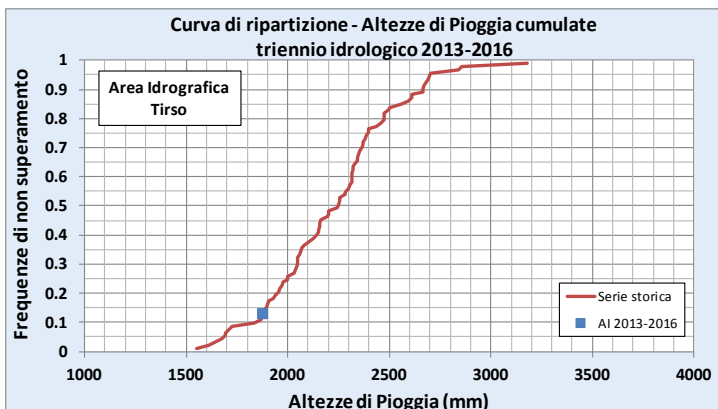
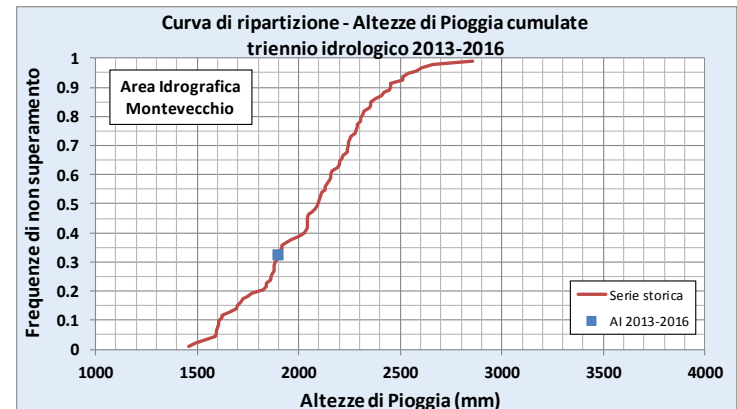
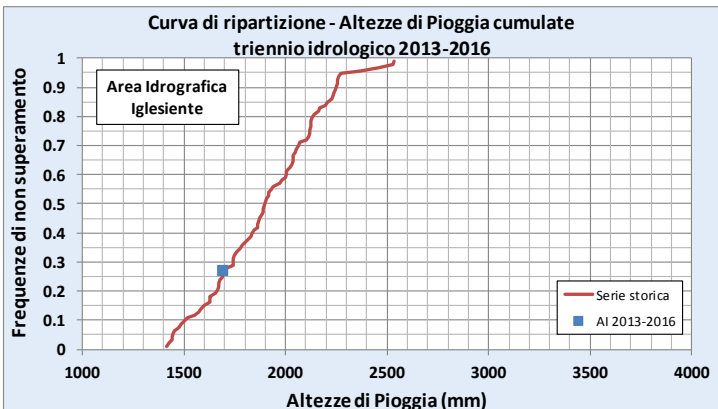
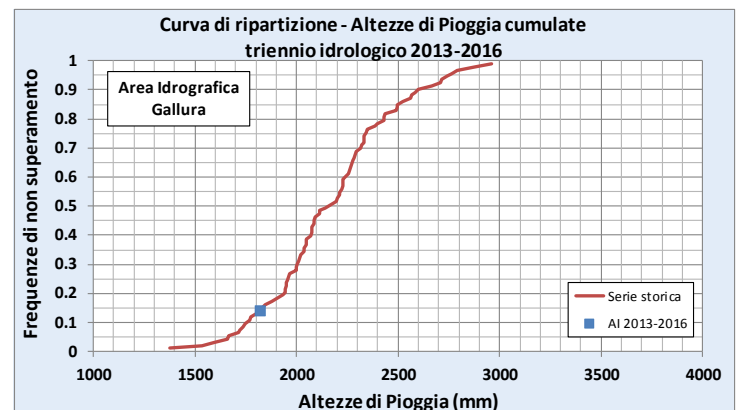
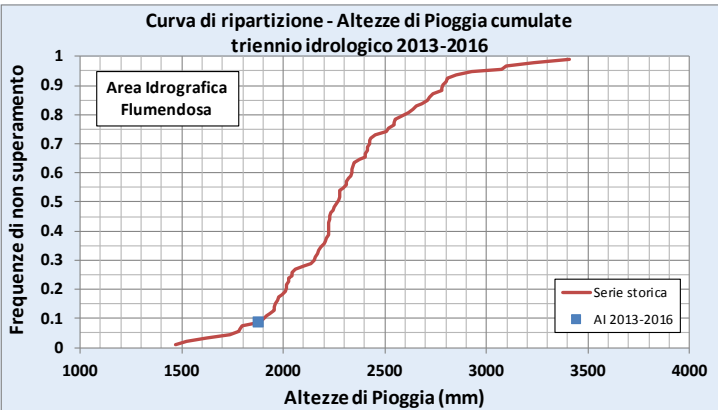
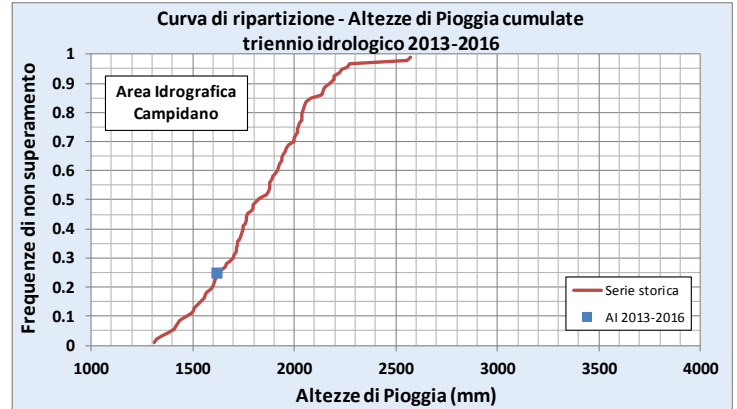
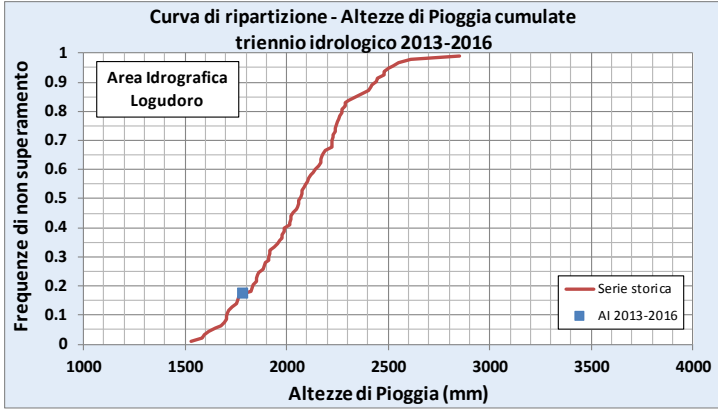
Alla luce di tali elementi emerge con chiarezza che le serie temporali di precipitazione annua sono caratterizzate da una significativa persistenza che si accentua ulteriormente per l'area idrografica della Gallura.

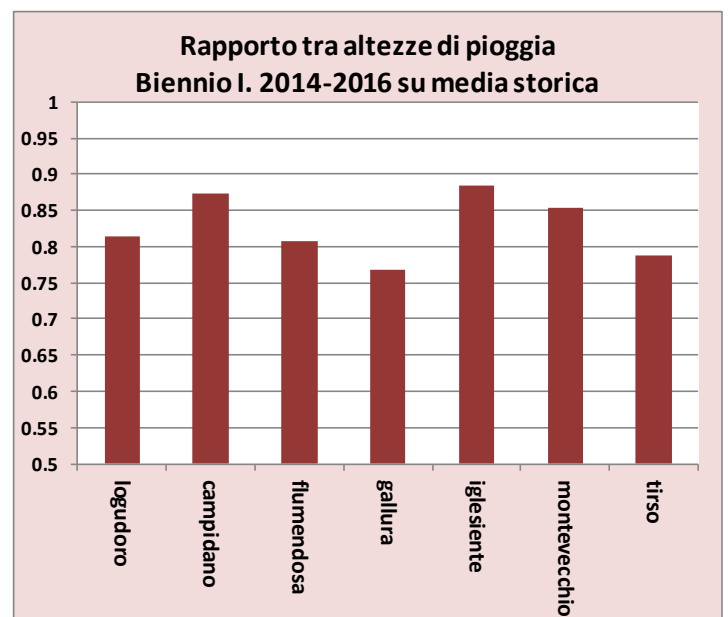
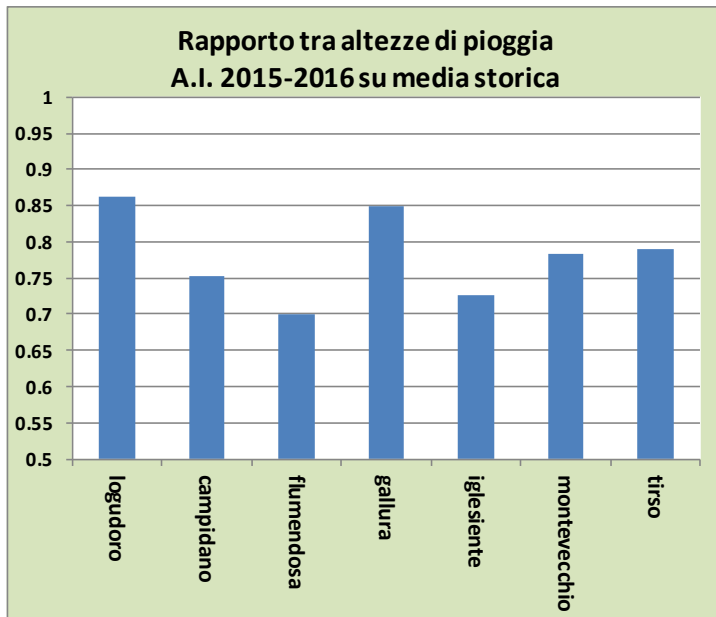
Tale aspetto non può certamente essere trascurato nel sistema di supporto alle decisioni in merito alla valutazione della disponibilità di risorsa idrica dai diversi schemi idraulici dell'isola, ricordando ancora che le variazioni nelle precipitazioni hanno un effetto ancora più rilevante sulle portate dei corsi d'acqua e quindi sugli apporti ai serbatoi artificiali.

Si è proceduto infine a dare una rappresentazione delle caratteristiche del corrente anno idrologico, 2015-16, in relazione alle frequenze osservate nell'ambito della serie storica, sempre con riferimento alle aree idrografiche di riferimento. Si è quindi determinata quale è la posizione del corrente anno nella curva di ripartizione osservata, così come descritto nei grafici che seguono.









Come si può rilevare in tutte le aree idrografiche sono stati registrati valori di precipitazione ben al di sotto della media sia per l'anno idrologico in corso e sia per l'ultimo biennio e triennio idrologico.

COD_AR EA	NOME_AREA	Superficie (Kmq)	Anno idrologico 2015-2016 Frequenza di non superamento	Biennio idrologico 2014-2016 Frequenza di non superamento	Triennio idrologico 2013-2016 Frequenza di non superamento
Sard-A	Iglesiente	2510	25.3%	28.7%	26.9%
Sard-B	Campidano	2540	13.7%	21.3%	24.7%
Sard-C	Bacini Montevecchio-Pischilappiu	2350	17.9%	21.3%	32.3%
Sard-D	Bacini Flumendosa-Flumineddu	5080	13.7%	16.0%	8.6%
Sard-E	Bacino del Tirso	3340	15.8%	10.6%	12.9%
Sard-F	Gallura	3290	25.3%	6.4%	14.0%
Sard-G	Logudoro	4750	27.4%	11.7%	17.2%

Dal punto di vista delle probabilità di accadimento si riscontra che questi ultimi anni sono certamente caratterizzati da bassi valori rispetto all'andamento storico delle grandezze osservate da quasi 100 anni. Le prime osservazioni organiche sono del 1922.

Il valore più critico è il biennio dell'area idrografica della Gallura (si ricorda che questa area idrografica della Protezione Civile comprende anche il Posada) con il 6,4% di frequenza osservata. Ciò vuol dire che nel 94% dei casi le altezze di pioggia annuali sono risultate superiori al valore del biennio 2014-2016. Si noti anche l'8,6% del triennio nell'area idrografica del Flumendosa.

Ma anche il valore più favorevole per l'anno idrologico 2015-2016 del Logudoro con il 27,4% di frequenza di non superamento, indica che in quasi 3 casi su 4 il valore atteso di pioggia è risultato superiore a quello ora osservato.

Ora l'aspetto più rilevante è sottolineare l'impatto di tali eventi sulla disponibilità della risorsa idrica nei bacini del sistema multisettoriale regionale.

Si rileva che sul biennio la situazione più critica è quella dell'area idrografica della Gallura con un deficit rispetto alla media del 23,2%, mentre sull'anno è significativo il deficit del 30% del Flumendosa.

Ora, ricordando quanto espresso in premessa che il coefficiente di elasticità dei deflussi in rapporto a quello della pioggia vale circa 3,3 volte, valore, come vedremo nel seguito, confermato dalle relazioni stimate sui bacini sardi, si ha che la riduzione sulle portate dei corsi d'acqua vale da circa il 60%, il 70% sul biennio della Gallura.

Cioè il fiume Liscia ha portato al serbatoio di Punta Calamaiu un volume ridotto di acqua pari a circa un terzo di quello medio di lungo periodo.

Situazioni ancora più critiche percentualmente, ma limitate all'ultimo anno e quindi con un minor deficit di volume, caratterizzano le altre aree idrografiche.

2.2 *La trasformazione Afflussi-Deflussi*

Lo Studio dell'Idrologia Superficiale della Sardegna, redatto alla fine degli anni '70, nell'ambito degli studi di settore preliminari al Piano Acque, ha riguardato la ricostruzione dei deflussi mensili con riferimento alla serie storica delle grandezze idrologiche del periodo 1922-1975, afferenti a un gran numero di sezioni di interesse, per una superficie complessiva dei bacini idrografici di 17.993 km² (su una superficie complessiva dell'isola di circa 24.000 Km²). Il bilancio idrologico complessivo risultava il seguente:

Afflussi	779,3 mm
Perdite	522,9 mm
Deflussi	256,4 mm
Coefficiente di deflusso	0,33

La valutazione dei deflussi su scala regionale era stata effettuata a partire dai bilanci idrologici ricostruiti su 30 bacini idrografici corrispondenti alle stazioni di misura di portata del Servizio Idrografico che hanno significativamente funzionato a partire dal 1922.

A metà degli anni '90 lo Studio dell'Idrologia è stato aggiornato con i dati fino al 1992.

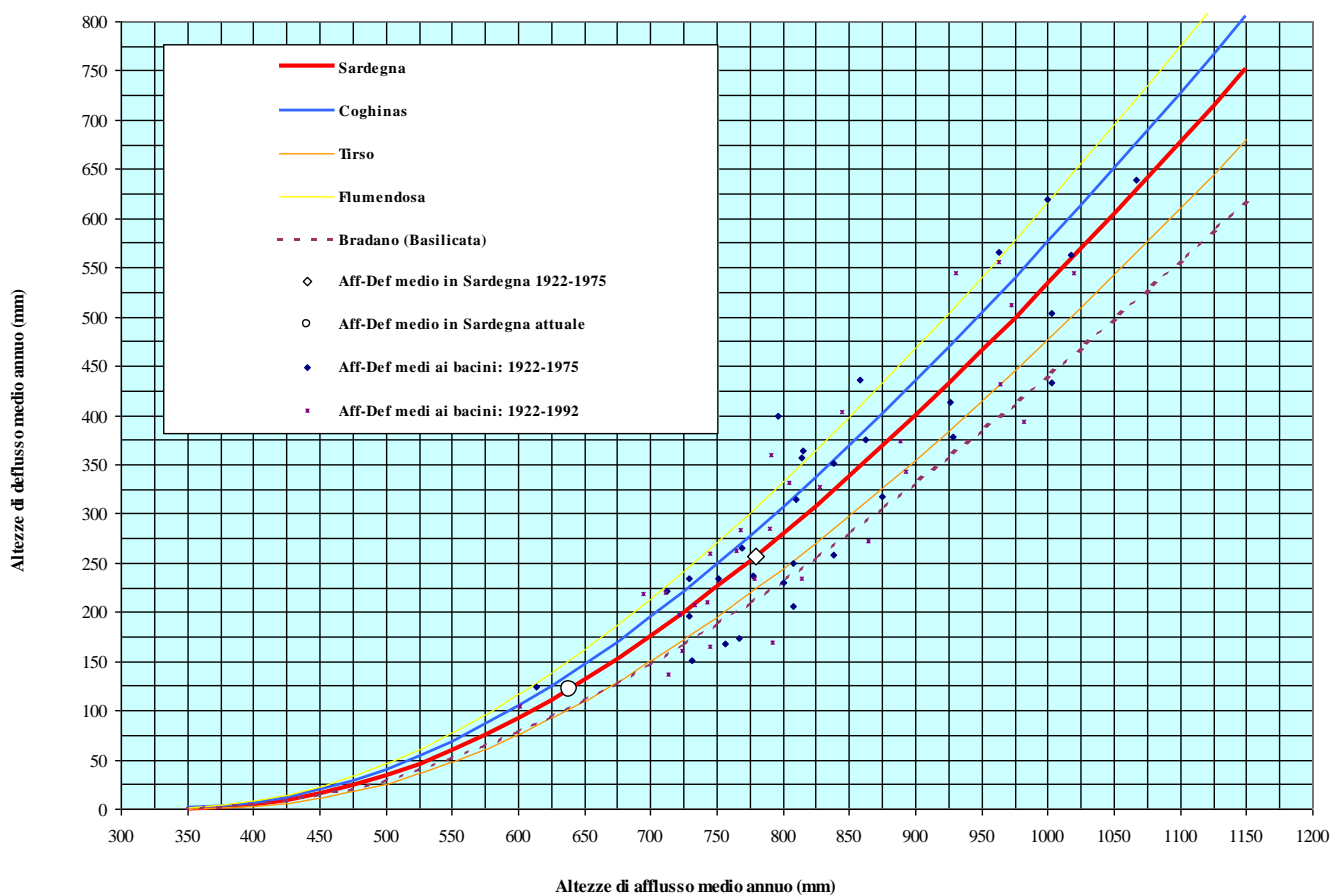
Le elaborazioni adottate nel PSDRI hanno preso in esame le variazioni del rapporto tra afflussi e deflussi al diminuire dell'entità del primo termine. Inserendo in un diagramma i valori di afflusso e di deflusso medio annuo di tutte le sezioni osservate dell'isola, si può ricostruire il legame tra le precipitazioni (afflussi) e le portate nei corsi d'acqua (deflussi). Tale diagramma consente di valutare gli effetti della riduzione delle piogge e di quantificare quanto tale riduzione incide sulle risorse superficiali potenzialmente utilizzabili (deflussi).

Tale legame, può essere correttamente interpretato da una funzione del tipo:

$$D_m^{1/3} = c_1 + c_2 \text{ LOG}(A_m)$$

Nella figura seguente è riportata la curva ottenuta mediante una regressione sui dati relativi a tutti i bacini osservati nel periodo 1922-1992 in Sardegna. Tale curva fornisce le caratteristiche medie che nell'isola caratterizza il processo di trasformazione afflussi-deflussi. Sullo stesso diagramma sono state poi riportate le curve relative ai bacini idrografici del Coghinas, del Tirso e del Flumendosa, unitamente a quella del fiume Bradano (Basilicata), riportata solo al fine di osservare la similitudine idrologica di tali relazioni nell'ambito dei bacini idrografici dell'Italia meridionale con clima semiarido mediterraneo.

TRASFORMAZIONE AFFLUSSI-DEFLUSSI



I parametri dell'equazioni valgono.

	C ₁	C ₂
Sardegna	-40.536	16.215
Coghinas	-40.536	16.285
Tirso	-40.536	16.117
Flumendosa	-40.536	16.349
Bradano (Basilicata)	-28.200	11.980

Si è, quindi, proceduto, utilizzando le relazioni analitiche descritte, sulla base degli afflussi ragguagliati del periodo 1922-23/1974-75 ed a quelli del periodo 1986-87/2001-02, alla valutazione dei principali parametri del bilancio idrico nei due periodi considerati.

I risultati sono sintetizzati nella tabella seguente.

		<i>Valori dimensionali in mm</i>	Sardegna	Coghinas	Tirso	Flumendosa
1922-23 / 1974-75	Afflussi		779,3	766,2	799,7	871,6
	Deflussi		256,4	266,4	244,4	427,8
A	Perdite		522,9	499,7	555,3	443,8
	Coefficiente di deflusso		0,33	0,35	0,31	0,49
1986-87 / 2001-02	Afflussi		639,0	669,2	666,1	700,6
	Deflussi		121,7	164,4	122,9	214,4
B	Perdite		517,3	478,6	543,2	486,2
	Coefficiente di deflusso		0,19	0,25	0,18	0,31
Rapporto	Afflussi		0,820	0,873	0,833	0,804
	Deflussi		0,475	0,617	0,503	0,501
B/A	Perdite		0,989	0,958	0,978	1,096
	Coefficiente di deflusso		0,579	0,707	0,604	0,623

La contrazione minima si registra nel Coghinas, con una riduzione nelle precipitazioni medie di quasi il 13% ed una contrazione dei deflussi di circa il 38%. La situazione più critica si ha sul Flumendosa, con riduzioni rispettivamente del 20% e di oltre il 50%.

Si sottolinea ancora che il problema più rilevante in termini di processo di pianificazione non è tanto la riduzione degli apporti naturali ai sistemi idrici che, una volta valutata, costituisce uno dei tanti elementi del sistema in esame, quanto che tale parametro appare connesso ad un alto grado di incertezza, trasferendo, in modo amplificato, detta incertezza agli scenari decisionali.

Nel PSDRI e come confermato dal PSURI, al fine di elaborare una prima valutazione delle risorse idriche potenzialmente utilizzabili in Sardegna con opere di captazione di risorse superficiali, è apparso opportuno assumere, come scenario idrologico di base, quello riferito ad una riduzione dei deflussi uniforme sull'intero territorio regionale, in misura pari al 55% della media del periodo storico di 53 anni 1922-23/1974-75, con, quindi, un nuovo valor medio pari al 45% di quello osservato in precedenza.

Tale assunzione è fatta, in via preliminare, sulla base delle seguenti considerazioni:

- il valore del 55% di riduzione è quello che si sta registrando nell'area dove il fenomeno appare più rilevante in Sardegna, anche ai fini dell'utilizzazione delle risorse: nel bacino del Flumendosa, nella zona sud orientale dell'isola;
- tale valore è molto simile a quello registrato sul Tirso, accomunando sotto tale aspetto i due maggiori bacini idrografici della regione;
- il fenomeno appare meno grave nell'area nord occidentale, nella quale d'altra parte la riduzione è sempre significativa. Comunque, il valore medio sull'isola è stimato pari al 52-53% di riduzione, corrispondente ad un valor medio pari al 47-48% di quello storico. Tali livelli sono molto prossimi a quelli osservati sul Flumendosa;

- come si è visto queste condizioni climatiche appaiono interessare l'intero bacino del Mediterraneo occidentale, per cui le diverse indicazioni territoriali registrate nell'isola potrebbero dipendere da situazioni contingenti e tendere ad uniformarsi all'estendersi della serie storica;
- l'esigenza di assumere parametri cautelativi nella valutazione delle risorse è sottolineata dal fatto che i parametri idrologici registrano differenze statisticamente significative rispetto al passato e non mostrano di aver ancora raggiunto una condizione di nuova stabilità. Il processo sembra essere ancora in evoluzione.

Ora è possibile, come illustrato in precedenza, disporre di una serie di osservazioni pluviometriche più estesa con 93 anni osservati di anni idrologici dal 1922-23 al 2014-15.

Purtroppo altrettanto non si può dire delle osservazioni sulle portate.

Pertanto al fine di fare ulteriori approfondimenti sulla problematica non resta che partire dalle piogge e procedere alla trasformazione afflussi-deflussi almeno per la stima del valor medio.

Si richiamano nella tabella che segue gli elementi caratteristici delle serie pluviometriche dei valori annui per le diverse aree idrografiche.

COD_AREA	NOME_AREA	Superficie (Kmq)	Precipitazione media annua 1922-23 / 2014-15 A (mm)	Precipitazione media annua 1922-23 / 1974-75 B (mm)	Precipitazione media annua 1922-23 / 1991-92 C (mm)	Precipitazione annua minimo del Kernel 0.2 intero periodo D (mm)	Precipitazione annua minimo del Kernel 0.2 1922-23 / 1974-75 E (mm)	D / E
Sard-A	Iglesiente	2510	648.5	682.4	667.8	576.1	663.4	0.87
Sard-B	Campidano	2540	625.7	649.6	641.0	571.9	606.2	0.94
Sard-C	Bacini Montevecchio-Pischilappiu	2350	704.6	739.6	724.3	620.1	714.2	0.87
Sard-D	Bacini Flumendosa-Flumineddu	5080	784.7	833.0	805.7	707.4	790.6	0.89
Sard-E	Bacino del Tirso	3340	755.6	799.3	778.4	670.0	768.8	0.87
Sard-F	Gallura	3290	736.8	788.2	752.1	640.3	717.5	0.89
Sard-G	Logudoro	4750	705.1	744.8	723.0	626.5	707.6	0.89

Considerando come indice significativo delle fluttuazioni climatiche legate alla persistenza nel medio periodo il valore del Kernel con $\lambda=0.2$ si ritiene opportuno valutare la modifica dei valori medi di deflusso relativi al primo 53ennio e quelli degli anni successivi considerando i valori minimi della funzione di smoothing nel primo periodo ed il valor minimo assoluto della medesima funzione che, come si è visto si è registrato generalmente intorno alla metà degli anni '90.

Applicando le equazioni di trasformazione sopra riportate si è pervenuti ai seguenti risultati.

COD_AREA	NOME_AREA	Superficie (Kmq)	Relazione Afflussi/Deflussi	Precipitazione annua minimo del Kernel 0.2 1922-23 / 1974-75 A (mm)	Deflusso medio annuo calcolato B (mm)	Precipitazione annua minimo del Kernel 0.2 intero periodo C (mm)	Deflusso medio annuo calcolato D (mm)	D / B
Sard-D	Bacini Flumendosa-Flumineddu	5080	Flumendosa	790.6	320.4	707.4	221.8	0.69
Sard-E	Bacino del Tirso	3340	Tirso	768.8	213.3	670.0	125.9	0.59
Sard-G	Logudoro	4750	Coghinas	707.6	202.6	626.5	125.9	0.62

Si evidenzia innanzitutto che il coefficiente di elasticità dei deflussi in rapporto a quello della pioggia vale circa 3,3 volte, assolutamente in linea con il range stimato per i bacini australiani nello studio citato in precedenza, collocandosi in prossimità del valore superiore, coerentemente con le caratteristiche climatiche semiaride mediterranee della Sardegna.

In definitiva volendo utilizzare come “banco di prova” la serie storica ricostruita per tutte le sezioni di interesse dalla Sardegna per il periodo 1922-1975 nell’ambito dello Studio dell’Idrologia Superficiale della Sardegna, redatto alla fine degli anni ’70, nell’ambito degli studi di settore preliminari al Piano Acque, risulta necessario ‘riscaldare’ la media tenendo conto dei risultati sopra esposti.

A tal fine si è valutato di adottare per l’intera isola un coefficiente di riduzione della media pari a 0,6 che è sostanzialmente il valor minimo nelle tre aree idrografiche analizzate, in relazione alla necessità di assumere valutazioni cautelative dal punto di vista della stima delle erogabilità.

Un altro aspetto, importante, riguarda l’analisi del valore dello scarto delle serie temporali dei deflussi. Assunte le ipotesi sulla media, risulta ora necessario valutare in che misura si modifica, in corrispondenza a tali ipotesi, lo scarto della variabile “deflusso annuo”, essendo evidente che in teoria non può essere imposto semplicemente senza ulteriori analisi per tale serie il medesimo coefficiente di variazione connesso alle medie precedenti.

Tuttavia tali analisi non hanno evidenziato nell’ambito delle serie di precipitazione trend significativi, denotando anzi una sostanziale costanza del coefficiente di variazione e quindi evidenziando il fatto che lo scarto si modifica analogamente alla media.

D’altra parte il processo di trasformazione afflussi-deflussi non è lineare e quindi dovendo ipotizzarne gli effetti sui deflussi della variazione della media degli afflussi, sempre per il principio di cautela, si è ritenuto di ridurre lo scarto del coefficiente di 0,8, pervenendo così ad un incremento del coefficiente di variazione del 33%.

In definitiva, nelle elaborazioni adottate è apparso corretto e coerente con i risultati delle analisi precedentemente descritte assumere, per la definizione dello scenario idrologico di base, quali nuovi parametri statistici per le serie dei deflussi alle sezioni di interesse i seguenti valori:

- media = 0,60 x la media del periodo 1922-23 / 1974-75
- scarto = 0,80 x lo scarto del periodo 1922-23 / 1974-75

2.3 *La ricostruzione dei deflussi alle sezioni di interesse*

Lo studio delle possibilità di erogazione dei diversi schemi del Sistema Idrico Multisetoriale Regionale deve essere sviluppata mediante modelli di simulazione che valutino le prestazioni del sistema utilizzando come input le serie dei deflussi alle diverse sezioni di interesse con passo temporale mensile.

Tali serie devono essere sufficientemente estese, come numero di anni, da consentire di rappresentare adeguatamente i processi di regolazione di grandi serbatoi artificiali, con coefficienti di utilizzazione rispetto al media delle portate naturali piuttosto elevati, che si protraggono anche fino a dieci anni. L'estensione complessiva del periodo critico si amplifica via via che aumenta il livello di interconnessione fra i principali sistemi idrici dell'isola.

In relazione a ciò non appare adeguato, dal punto di vista dell'estensione temporale, utilizzare come base della simulazione la serie dei deflussi mensili di un numero di anni limitato ma la cui media sia la più ridotta, e quindi più cautelativa per la valutazione delle effettive disponibilità.

D'altra parte, la complessità dei sistemi idrici e, quindi, il notevole numero di sezioni di interesse, l'ampia estensione territoriale dei bacini idrografici connessi a tali sezioni, impongono di rispettare la struttura di correlazione spaziale naturale delle serie dati di deflusso nei bacini idrografici dell'isola.

Sulla base di tali considerazioni, nel Piano d'Ambito, nel PSDRI e nel PSURI è stata messa a punto una procedura di generazione che soddisfa l'esigenza di trovare soluzioni corrette ma speditive per la definizione della base dati da utilizzare come input della simulazione. Si è adottata la procedura seguente:

- la base dati su cui si opera è rappresentata dalle serie storiche dei deflussi ai bacini totali delle sezioni di interesse ricostruiti per tutto il territorio regionale nell'ambito dello studio dell'Idrologia Superficiale della Sardegna (EAF, 1996) per il 53ennio 1922-23 / 1974-75, in cui i parametri statistici fondamentali mostrano un sufficiente grado di stazionarietà;
- in relazione alle rilevazioni dei parametri idrologici degli ultimi anni, come descritto nel paragrafo precedente, si riscalano le serie dei deflussi al fine di imporre, per il 53ennio, la nuova media ridotta al 60% della rispettiva media storica e lo scarto pari all'80% del corrispettivo valore storico. Tale operazione viene effettuata, di volta in volta, per tutte i bacini parziali corrispondenti alle sezioni di interesse definite dalla localizzazione sulle aste fluviali delle opere di captazione e regolazione previste nella configurazione infrastrutturale da sottoporre a verifica mediante simulazione.

Nello specifico l'applicazione dello schema descritto porta alle seguenti fasi operative:

- acquisizione dalla banca dati dello studio dell'Idrologia Superficiale della Sardegna (EAF, 1996) della serie storica dei deflussi mensili alla sezione di interesse

parziale (in relazione alla configurazione delle infrastrutture presenti nella simulazione) per il periodo 1922-23 / 1974-75;

- calcolo della serie storica dei deflussi per anno idrologico nel medesimo periodo;
- determinazione con il metodo dei momenti dei parametri della distribuzione lognormale imponendo il rispetto della media e dello scarto della serie storica. Si adotta pertanto la seguente espressione che trasforma il valore D_i , deflusso totale dell'anno i alla sezione di interesse, nella variabile di Gauss standardizzata z :

$$z_i = a \log_{10} D_i + b$$

Per stimare i parametri a e b si ricorre al metodo dei momenti, sapendo che essi sono legati alla media μ ed allo scarto σ dalle relazioni:

$$a = 1,517 / \sqrt{\log_{10} [1 + \sigma^2 / \mu^2]}$$

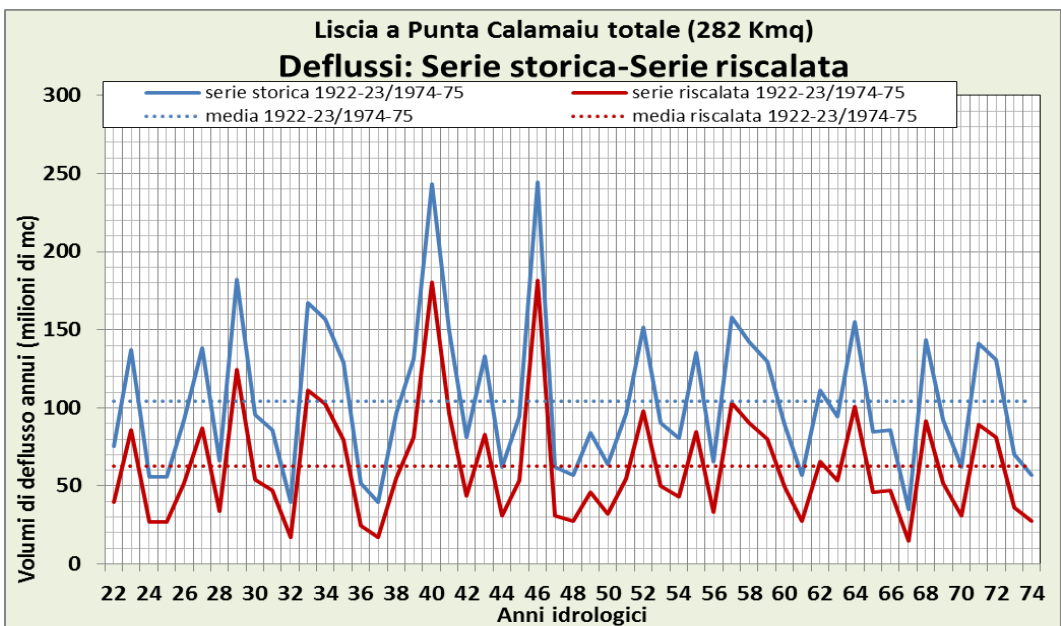
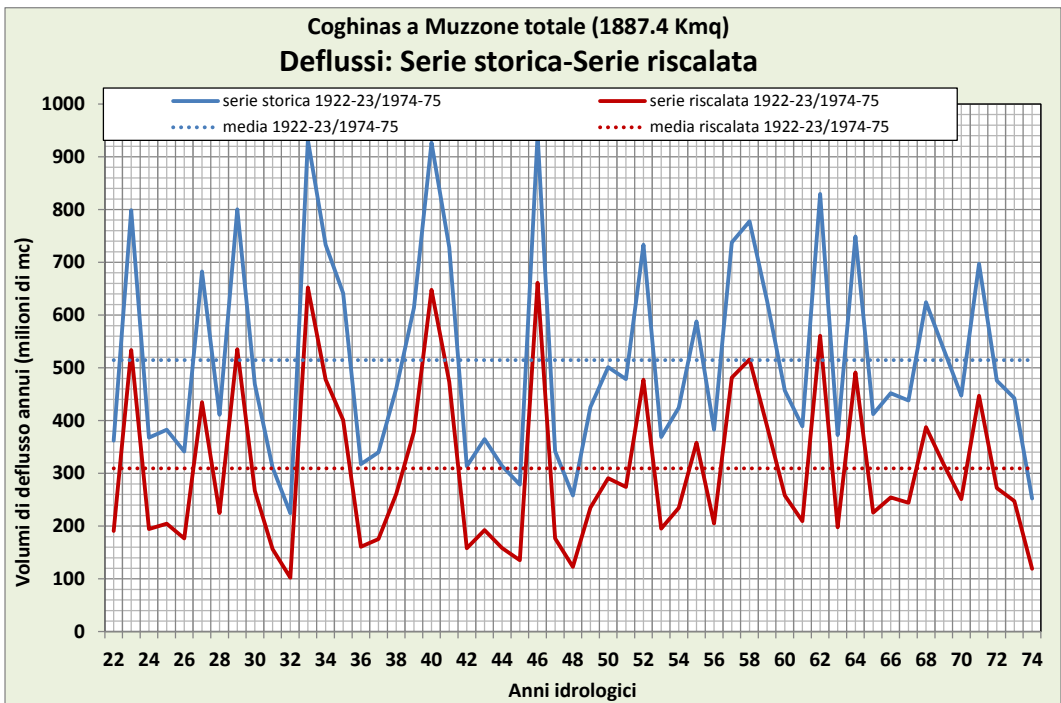
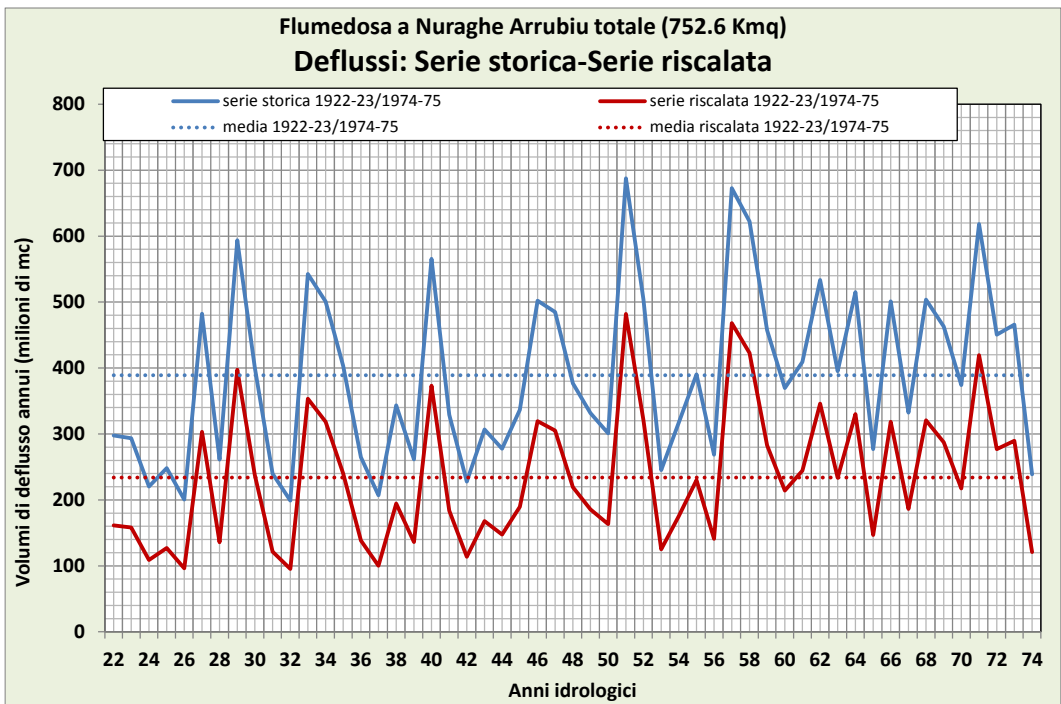
$$b = 1,151/a - a \log_{10} \mu$$

- trasformazione della serie dei deflussi nella corrispondente serie dei frattili z_i ;
- determinazione con il metodo dei momenti dei nuovi parametri (a^* e b^* , mediante l'espressioni precedenti) della distribuzione lognormale imponendo una media pari al 60% della media storica ed uno scarto pari al 80% del valore storico;
- antitrasformazione della serie dei frattili z_i , calcolati in precedenza, in una nuova serie di deflussi D_i^* , caratterizzata da una media ed uno scarto corrispondenti alle assunzioni adottate;
- per ogni anno idrologico si calcola il coefficiente dato dal rapporto D_i^*/D_i tra il nuovo valore di deflusso ed il valore di deflusso della serie originale. Tale coefficiente viene poi moltiplicato per tutti i valori mensili del singolo anno idrologico della serie di partenza, per ottenere la serie completa dei deflussi ricostruiti, con passo temporale mensile, con le caratteristiche richieste.

Con questa procedura si consegue il risultato cercato di poter simulare il funzionamento dei sistemi, mettendo a confronto risorse e fabbisogni, sulla base della serie dei deflussi estesa su un periodo di 53 anni che riproduce l'andamento storico, 1922-23 / 1974-75, ma con i parametri statistici adeguati alle più recenti condizioni climatiche.

Un altro aspetto importante da sottolineare è quello che la procedura adottata conserva, per le serie ricostruite alle varie sezioni di interesse, integralmente la struttura di correlazione spaziale e temporale delle serie originali.

A titolo esemplificativo si riportano nei grafici seguenti i risultati della procedura adottata mettendo a confronto per alcuni bacini significativi le serie originali e quelle riscalate.



Si è proceduto, quindi, a verificare gli effetti di tale definizione delle serie idrologiche di riferimento sulle erogabilità di alcuni schemi idrici.

E' stato quindi predisposto a tal fine un modello di simulazione per la gestione del sistema idraulico di rifornimento idrico che sia in grado di ben rappresentare con modelli matematici sia le caratteristiche funzionali degli elementi strutturali (serbatoi, condotte, canali, impianti di pompaggio, impianti idroelettrici, ecc.) e sia i fenomeni naturali che interessano tali infrastrutture quale ad esempio l'evaporazione dai laghi e sia le regole operative scelte per la gestione ottimale della risorsa acqua.

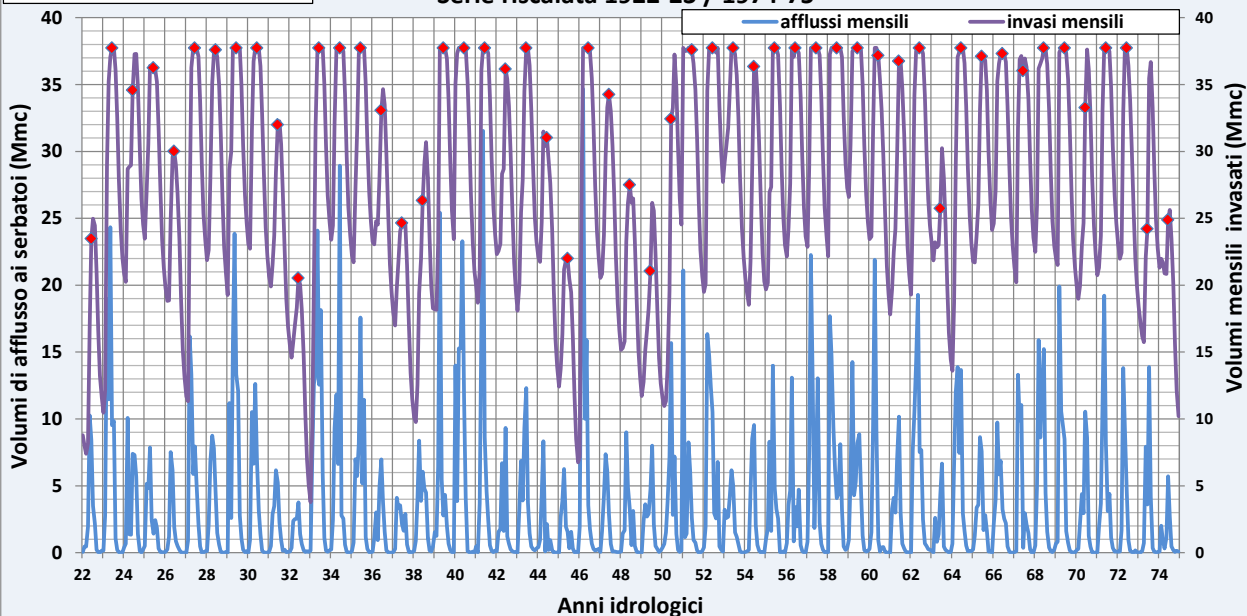
Il primo passo è quello di definire il volume massimo erogabile con zero deficit nell'ambito della serie temporale utilizzata come banco di prova.

Tale indicazione potrà poi essere utilizzata per definire regole operative che, al fine di meglio sfruttare le caratteristiche dei diversi anni idrologici, consentano di stabilire annualmente i volumi erogabili in relazione allo stato delle riserve idriche presenti nei diversi schemi idrici dell'isola.

Nei grafici che seguono, come detto a titolo esemplificativo, sono riportati i risultati della procedura di simulazione per gli schemi idrici dell'Alto Coghinas e del Liscia per i quali sono state individuate le massime erogazioni multisettoriali che determinano in entrambi gli schemi un volume minimo invasato nell'intero periodo simulato pari al 10% della capacità massima autorizzata.

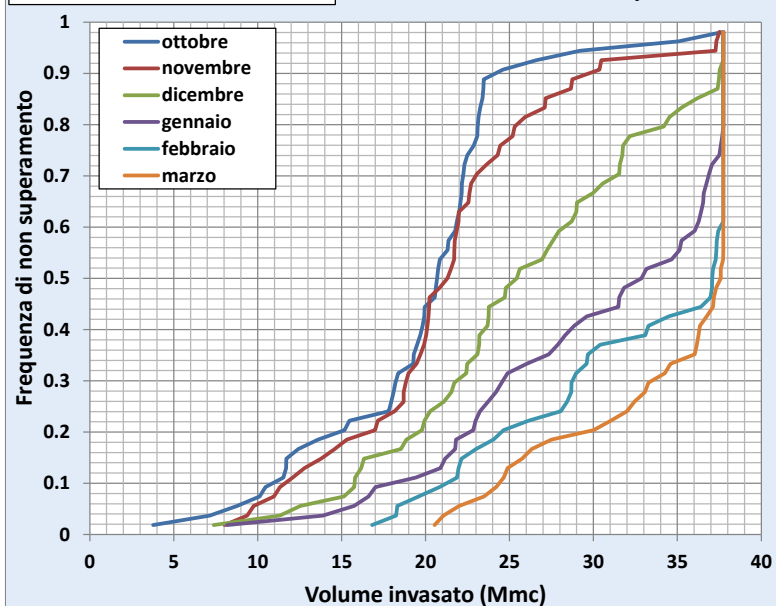
Sistema
Monte Lerno-Sos Canales

Simulazione su passo mensile
Serie riscalata 1922-23 / 1974-75



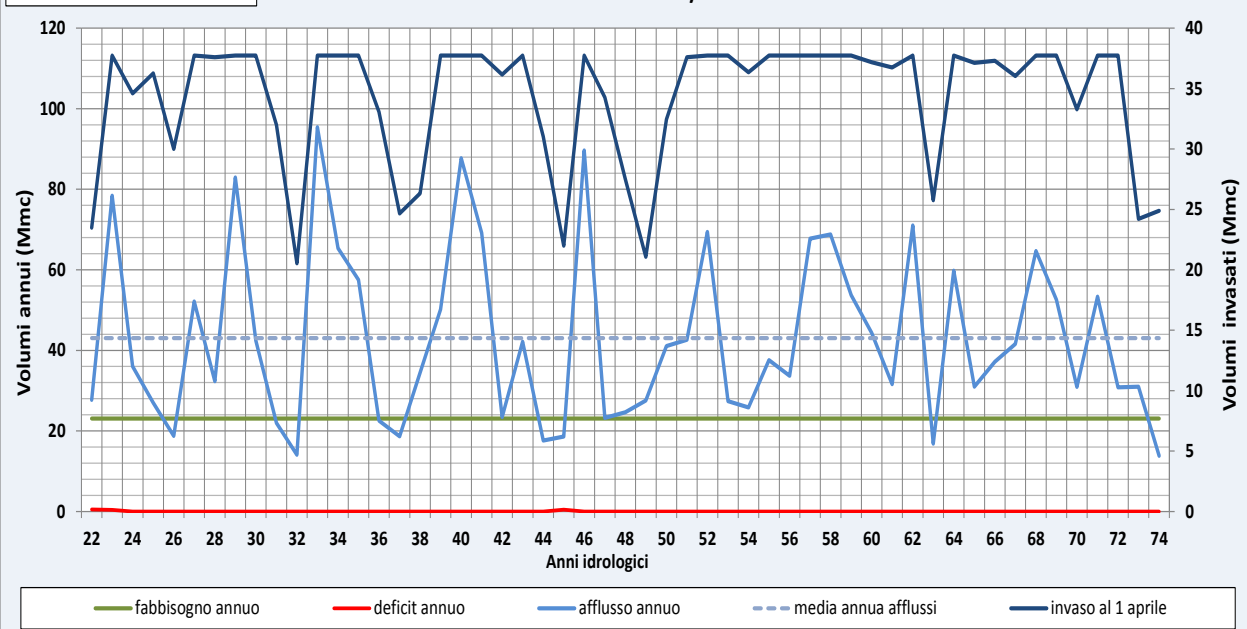
Sistema
Monte Lerno-Sos Canales

Simulazione su passo mensile
Serie riscalata 1922-23 / 1974-75



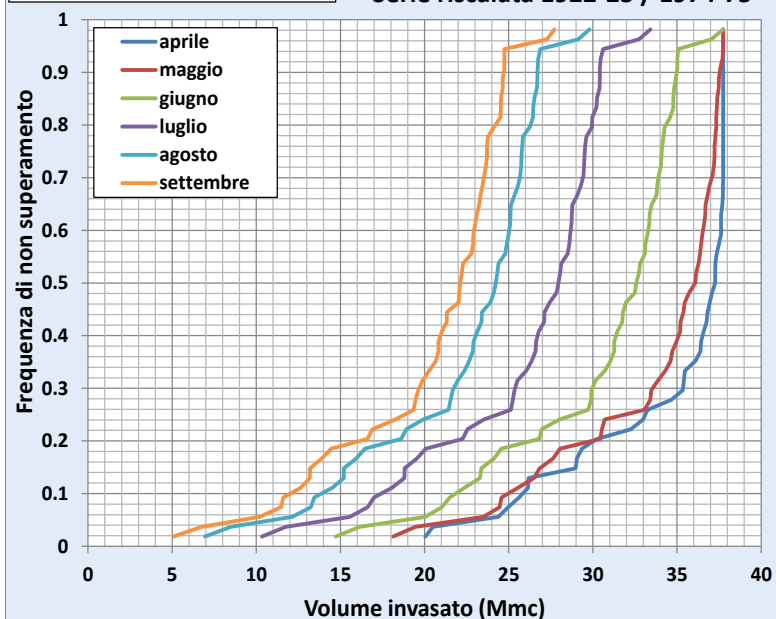
Sistema
Monte Lerno-Sos Canales

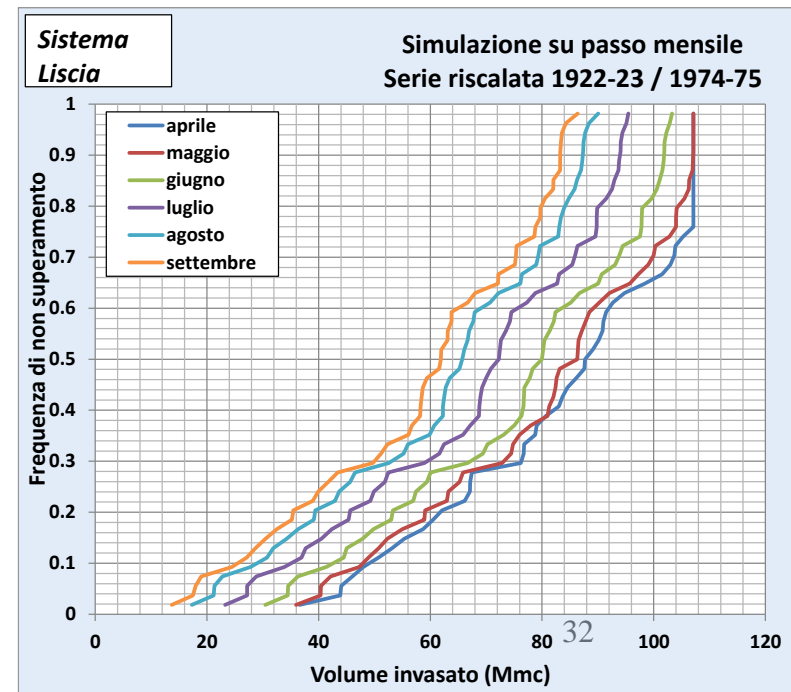
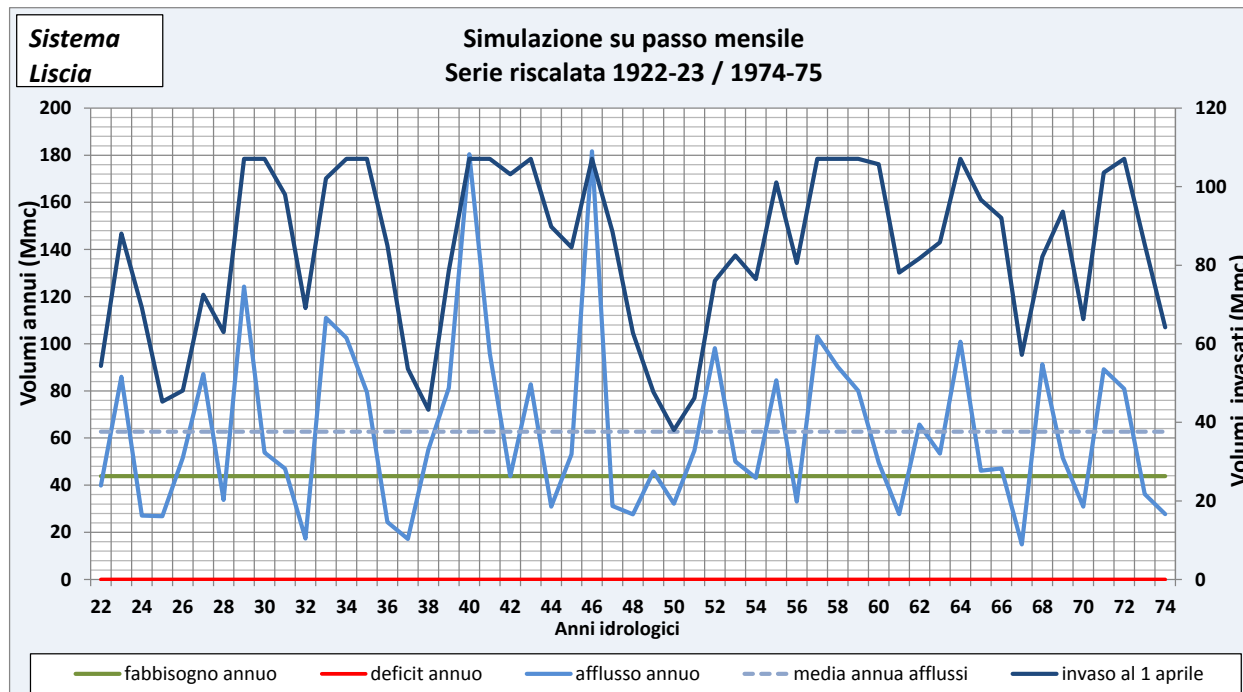
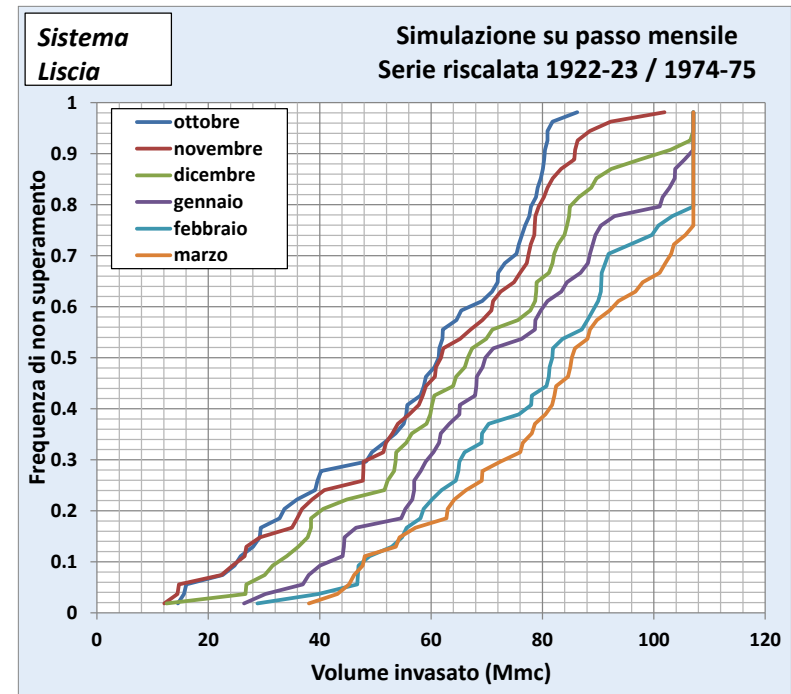
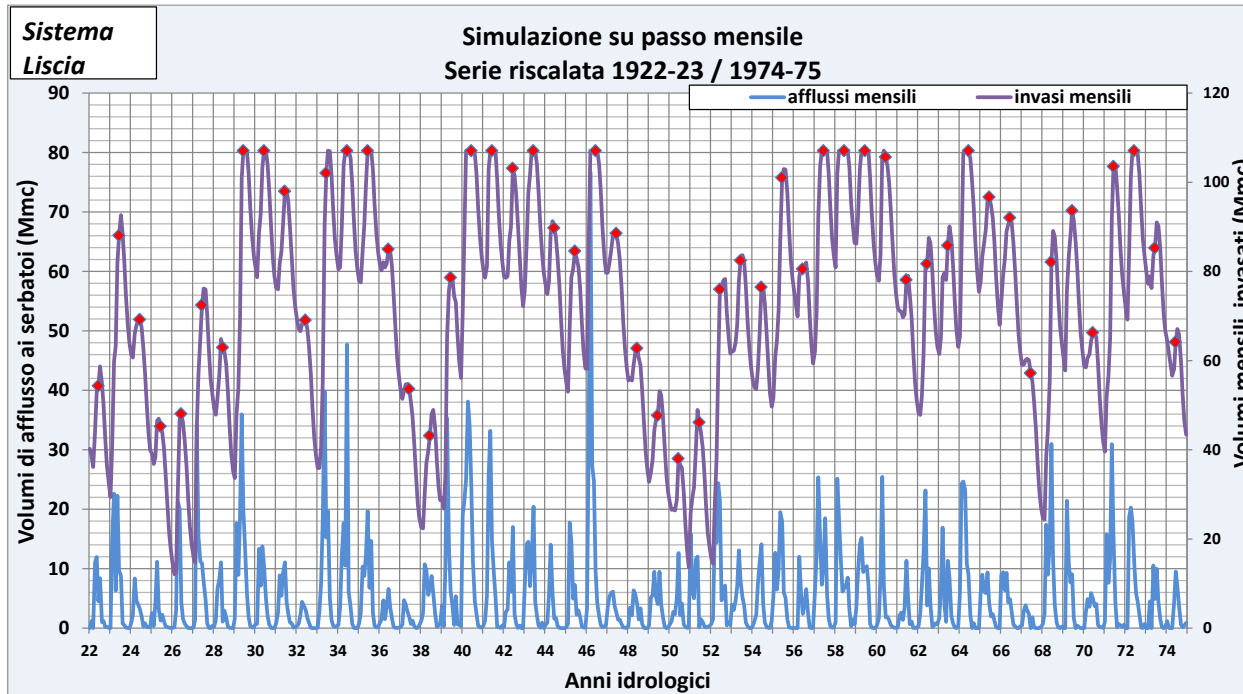
Simulazione su passo mensile
Serie riscalata 1922-23 / 1974-75



Sistema
Monte Lerno-Sos Canales

Simulazione su passo mensile
Serie riscalata 1922-23 / 1974-75





3 Gli invasi del sistema idrico multisetoriale regionale

A seguito dell'applicazione della L.R. n. 19 del 6.12.2006 "Disposizioni in materia di risorse idriche e bacini idrografici", è stato introdotto il concetto di "Sistema Idrico Multisetoriale", intendendo con esso "l'insieme delle opere di approvvigionamento idrico e adduzione che, singolarmente o perché parti di un sistema complesso, siano suscettibili di alimentare, direttamente o indirettamente, più aree territoriali o più categorie differenti di utenti, contribuendo ad una perequazione delle quantità e dei costi di approvvigionamento".

La stessa Legge stabilisce inoltre che la gestione unitaria del sistema idrico multisetoriale regionale è affidata all'Ente Acque della Sardegna (ENAS).

A seguito dell'attività di ricognizione (prevista dalla citata Legge Regionale n. 19/2006), effettuata dallo stesso ENAS in collaborazione con l'Assessorato Regionale LL.PP., sono state identificate le opere multisetoriali che progressivamente sono state trasferite sotto la responsabilità gestionale dell'ENAS.

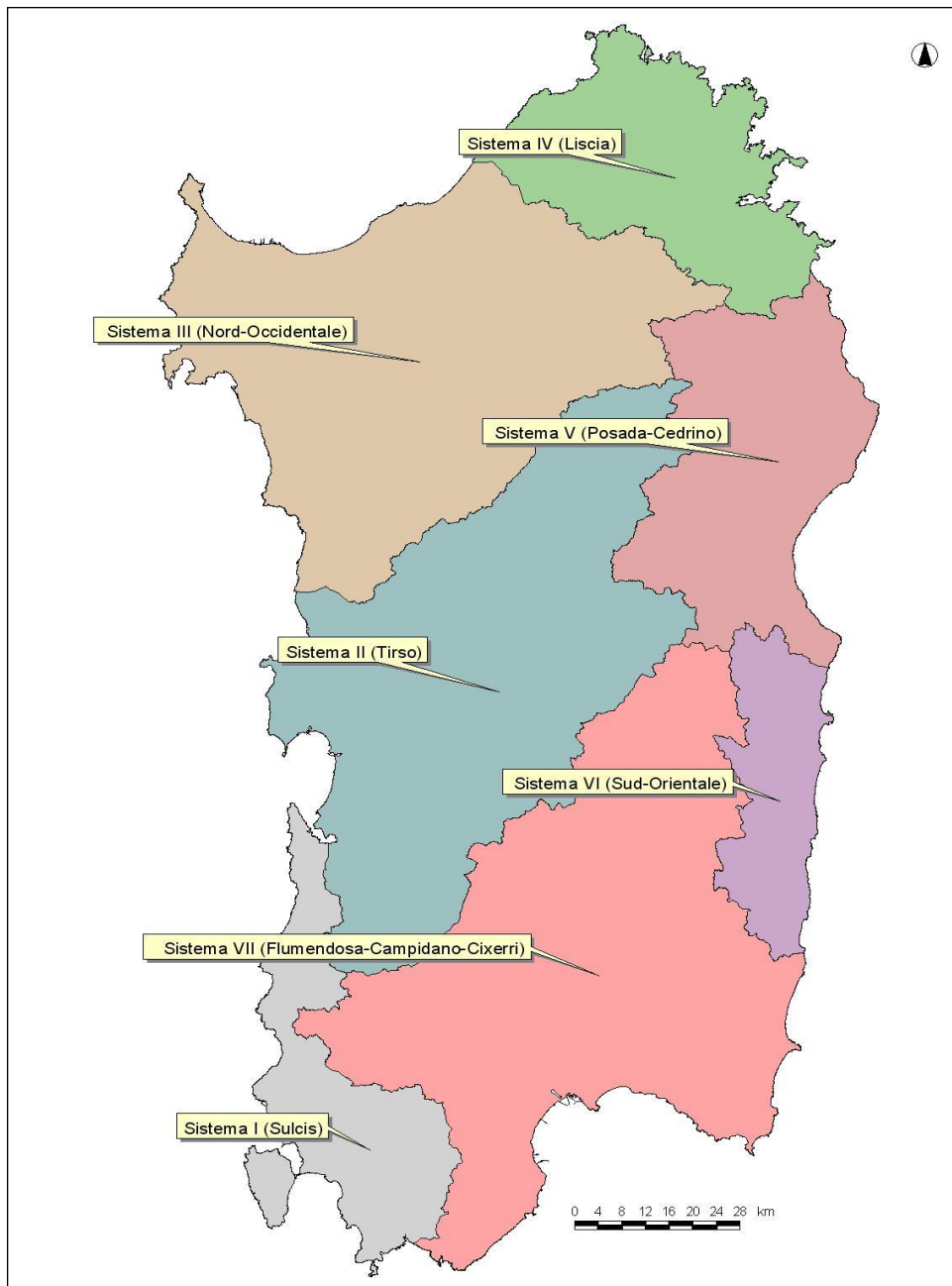
Il sistema di fornitura dell'acqua all'ingrosso coincide quindi con le infrastrutture che sono gestite da ENAS, ente strumentale della Regione Sardegna come stabilito dal DPGR n. 135 del 27.12.2007 e dal DPGR n. 35 del 26.03.2012.

Il territorio regionale è stato ripartito in sette zone idrografiche denominate "Sistemi"; nella figura che segue viene illustrato il territorio regionale suddiviso in sistemi idraulici:

- Sistema 1 – SULCIS, 1.646 km²
- Sistema 2 – TIRSO, 5.372 km²
- Sistema 3 – NORD OCCIDENTALE, 5.402 km²
- Sistema 4 – LISCIA, 2.253 km²
- Sistema 5 – POSADA-CEDRINO, 2.423 km²
- Sistema 6 – SUD ORIENTALE, 1.035 km²
- Sistema 7 – FLUMENDOSA-CAMPIDANO-CIXERRI, 5.960 km²

Inoltre viene considerato un ulteriore sistema, il numero 8, che è costituito da due invasi destinati esclusivamente alla laminazione delle piene: la diga sul Rio Mogoro a Santa Vittoria e quella sul Temo a Monte Crispu.

All'interno di ogni sistema le infrastrutture idrauliche esistenti sono state accorpate in diversi "schemi idraulici" in relazione all'uso della risorsa. Si è stabilito di attribuire al medesimo schema idrico tutte le opere idrauliche che, pur se non direttamente interconnesse tra loro, concorrono al soddisfacimento dei fabbisogni idrici del medesimo territorio.



Come risulta dalle monografie predisposte in fase di ricognizione del sistema idrico multisetoriale regionale, il sistema di approvvigionamento del bacino idrografico della Sardegna risulta alquanto complesso, la cui consistenza può essere riassunta come segue, per quel che riguarda il sistema gestito attualmente da ENAS:

- 31 dighe, per un totale di circa 1'400 milioni di m³ di volume utile di regolazione;
- 23 traverse fluviali;
- 850 km di acquedotti con tubature di materiali e diametri diversi;
- 200 km di linee di trasporto principali in canale;
- 50 impianti di pompaggio, per un totale di circa 70 MW di potenza installata;
- 5 impianti di produzione di energia idroelettrica, per un totale di 47,5 MW di potenza installata.

Nel quadro che segue è riportata la situazione degli invasi principali dell'isola che, oltre ai serbatoi gestiti da ENAS, comprende altri serbatoi artificiali attualmente gestiti dall'ENEL e dal gestore unico del servizio idrico integrato (Abbanoa SpA).

Come è noto il sistema di approvvigionamento è basato, per la natura idrogeologica dell'isola, sulla capacità di accumulare e regolare le risorse idriche superficiali in grandi serbatoi artificiali in parte fra loro interconnessi.

Oltre a quelli gestiti direttamente dalla RAS tramite l'ente strumentale ENAS fanno parte del sistema primario alcuni altri serbatoi allo stato attuale gestiti dall'ENEL e da Abbanoa SpA.

Il quadro complessivo per i principali serbatoi è il seguente.

SCHEMI IDRICI	SISTEMA	Area Idrografica Protezione Civile	INVASO	Volume di regolazione Autorizzato [Mm ³]		Volume di regolazione di progetto [Mm ³]		Volume presente al 31.08.2016 [Mm ³]	Percentuale di riempimento al 31.08.2016
Flumendosa-Campidano-Narcao	7.Flumendosa Campidano Cixerri	Sard A - Iglesiasiente Sard B - Campidano Sard C - Flumendosa	MONTE ARBUS (Rio Leni)	19.50	1	19.50		6.48	
			CAPANNA SILICHERI (Flumineddu)	1.44	2	1.44		0.50	
			NURAGHE ARRUBIU (Flumendosa)	262.66	3	262.66		181.60	
			MONTE SU REI (Rio Mulargia)	320.00	4	320.00		94.27	
			CASA FIUME	0.75	5	0.75		0.50	
			SA FORADA DE S'ACQUA	1.33	6	1.33		1.17	
			SIMBIRIZZI	20.22	7	30.30		1.64	
			BAU PRESSIU	8.25	8	8.25		2.07	
			GENNA IS ABIS (Rio Cixerri)	24.00	9	24.00		15.90	
							658.15		668.23
Fluminimannu	7.Flumendosa Campidano Cixerri	Sard B - Campidano	IS BARROCUS (Flum.Mannu CA)	11.96		11.96		8.01	
					11.96	11.96		8.01	67%
Basso Sulcis	1.Sulcis	Sard A - Iglesiasiente	MONTE PRANU	49.30	10	49.30		28.10	
					49.30	49.30		28.10	57%
Torrei	2.Tirso	Sard E - Tirso	CRABOSU (RIO TORREI)	0.90		0.94		0.50	
					0.90	0.94		0.50	56%
Tirso	2.Tirso	Sard E - Tirso	E.D'ARBOREA (Cantoniera)	366.00	11	499.00	*	231.90	
			PRANU ANTONI	8.93	12	8.93		5.76	
			SANTA VITTORIA	1.23	13	1.23		0.22	
					376.16		509.16		237.88
Alto Coghinas	3.Nord Occidentale	Sard G - Logudoro	MONTE LERNO (PATTADA)	34.40	14	72.10		16.77	
			SOS CANALES	3.58	15	3.58		0.900	
					37.98		75.68		17.67
Temo-Cuga	3.Nord Occidentale	Sard G - Logudoro	M.LEONE ROCCAD.(TEMO)	70.00	16	70.00	**	31.75	
			CUGA	20.52	17	34.24		12.52	
			BIDIGHINZU	10.90	18	10.90		1.73	
			SURIGHEDDU (Rio Cuidongias)	1.93	19	1.93		1.49	
					103.35		117.07		47.49
Liscia	4.Liscia	Sard F . Gallura	CALAMAIU (LISCIA)	104.00	20	104.00		34.81	
					104.00	104.00		34.81	33%
Posada	5.Posada Cedrino	Sard F . Gallura	MACCHERONIS (POSADA)	22.00	21	22.00		4.52	
					22.00	22.00		4.52	21%
Cedrino	5.Posada Cedrino	Sard D - Flumendosa	PEDRA E OTHONI (CEDRINO)	16.03		16.03		6.03	
					16.03	16.03		6.03	38%
Alto Flumendosa	6.Sud Orientale	Sard D - Flumendosa	BAU MUGGERIS (ENEL)	58.15	22	58.15		31.41	
			SANTA LUCIA	3.10	23	3.10		3.08	
					61.25		61.25		34.49
Alto Cixerri	7.Flumendosa Campidano Cixerri	Sard A - Iglesiasiente	P.TA GENNARTA	12.10	24	12.10		3.78	
			MEDAU ZIRIMILIS	6.20	25	16.70		0.35	
					18.30	28.80		4.13	23%
Taloro	2.Tirso	Sard E - Tirso	GUSANA (ENEL)	58.25	26	58.25		44.04	
			CUCCHINADORZA (ENEL)	16.45	27	16.45		6.25	
			BENZONE (ENEL)	1.08	28	1.08		1.13	
					75.78	75.78		51.42	68%
Coghinas	3.Nord Occidentale	Sard G - Logudoro	MUZZONE (COGHINAS) (ENEL)	223.90	29	223.90		124.24	
			CASTELDORIA (ENEL)	3.47	30	3.47		2.26	
					227.37		227.37		126.50
Alto Taloro	2.Tirso	Sard E - Tirso	OLAI (Abbanoa)	9.24	31	14.75		8.49	
			GOVOSSAI (Abbanoa)	0.38	32	2.86		0.77	
					9.62		17.61		9.26
TOTALE				1,772.15		1,985.18		914.94	52%

NOTE: * Volume di regolazione di progetto modificato dal PSFF per incrementare il volume di laminazione a protezione dei territori di valle;

** Volume di regolazione di progetto modificata ridotta dalla R.A.S.(Ass.to LL.PP.) a 222.54 msm, riservando alla laminazione delle piene 16 Mmc a protezione di Bosa;

Percentuale di non autorizzato complessivo

11%

Percentuale di non autorizzato complessivo (esclusa Cantoniera)

5%

Il ruolo di tali invasi per le caratteristiche idrologiche dei corsi d'acqua della Sardegna, descritte nei precedenti paragrafi, è strategico.

La grande variabilità mensile dell'andamento dei deflussi, unita alla ben più importante variabilità interannuale della medesima grandezza, con un elevato indice di persistenza, rendono di fondamentale importanza per la valutazione della possibilità di utilizzazione delle risorse idriche superficiali, lo studio del processo di regolazione dei deflussi naturali nei serbatoi di accumulo.

Tali elementi evidenziano l'importanza di definire con maggiore attenzione le regole operative di gestione dei serbatoi.

L'importanza di tali elementi del sistema richiama, ovviamente, l'esigenza di mantenere in efficienza la dotazione infrastrutturale, tra l'altro caratterizzata da una implicita complessità trattandosi ogni diga di un'opera unica per le sue caratteristiche tecniche e per le sue interazioni con il terreno circostante.

Opere che devono avere una vita utile molto estesa dell'ordine dei 100 anni.

In tale ambito risultano in corso, oltre alle attività di manutenzione ordinaria, altre attività necessarie per affrontare specifiche problematiche di alcuni sbarramenti.

Nel quadro che precede sono evidenziati (in giallo) gli invasi interessati da tali problematiche che portano ad una riduzione del volume invasabile a seguito dei provvedimenti del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Ufficio Tecnico per le Dighe di Cagliari che definisce per ogni invaso le quote autorizzate.

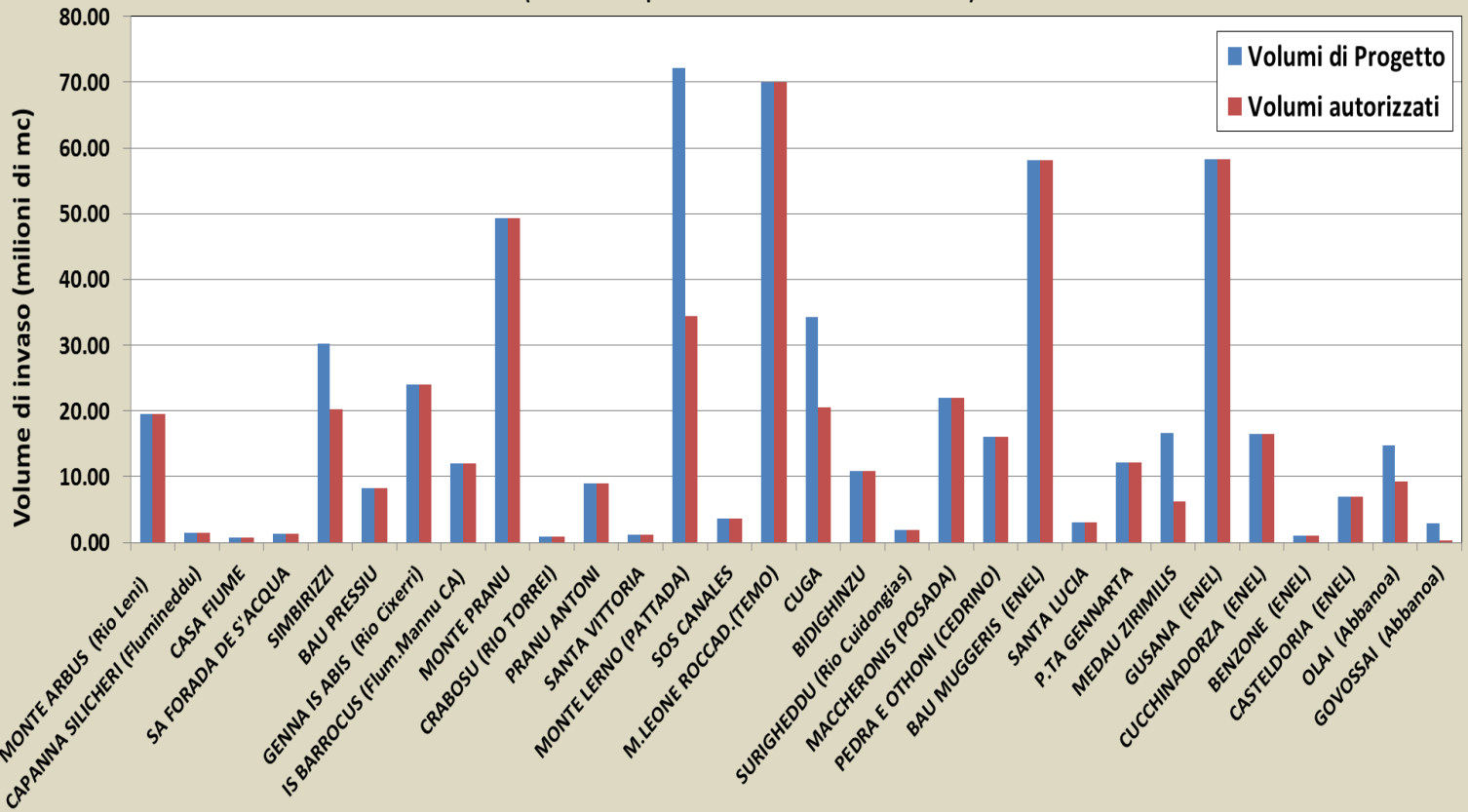
Come si può rilevare il volume disponibile per la regolazione è quasi il 90% del volume teoricamente disponibile sulla base dei documenti progettuali.

Percentuale che sale al 95% se si sottrae dalla statistica la diga sul Tirso a Cantoniera, la più recente tra le grandi dighe realizzate e ancora in invaso sperimentale per la necessaria cautela che deve essere dedicata ad un'opera di tale imponenza e complessità che è il più grande serbatoio artificiale d'Italia oggi in esercizio.

Nei grafici che seguono sono rappresentati i raffronti tra capacità di regolazione autorizzata e quella di progetto.

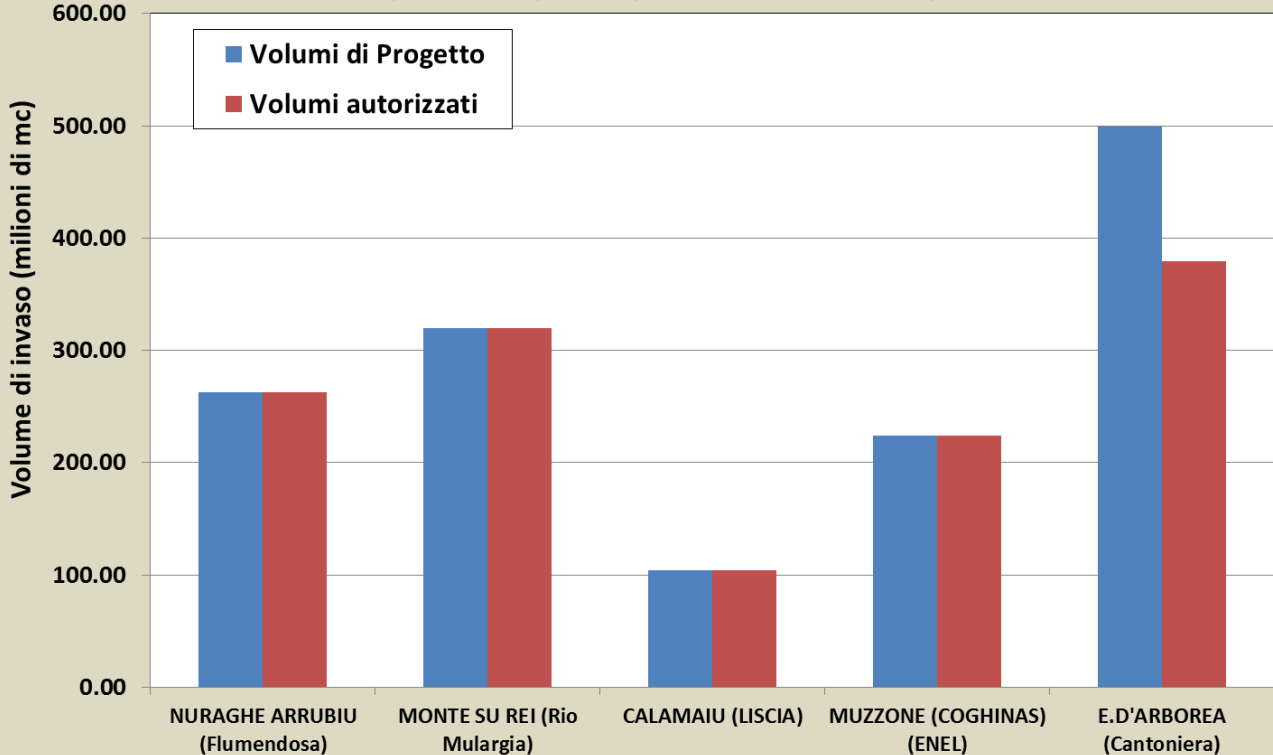
Confronto tra i volumi di regolazione di progetto e quelli autorizzati

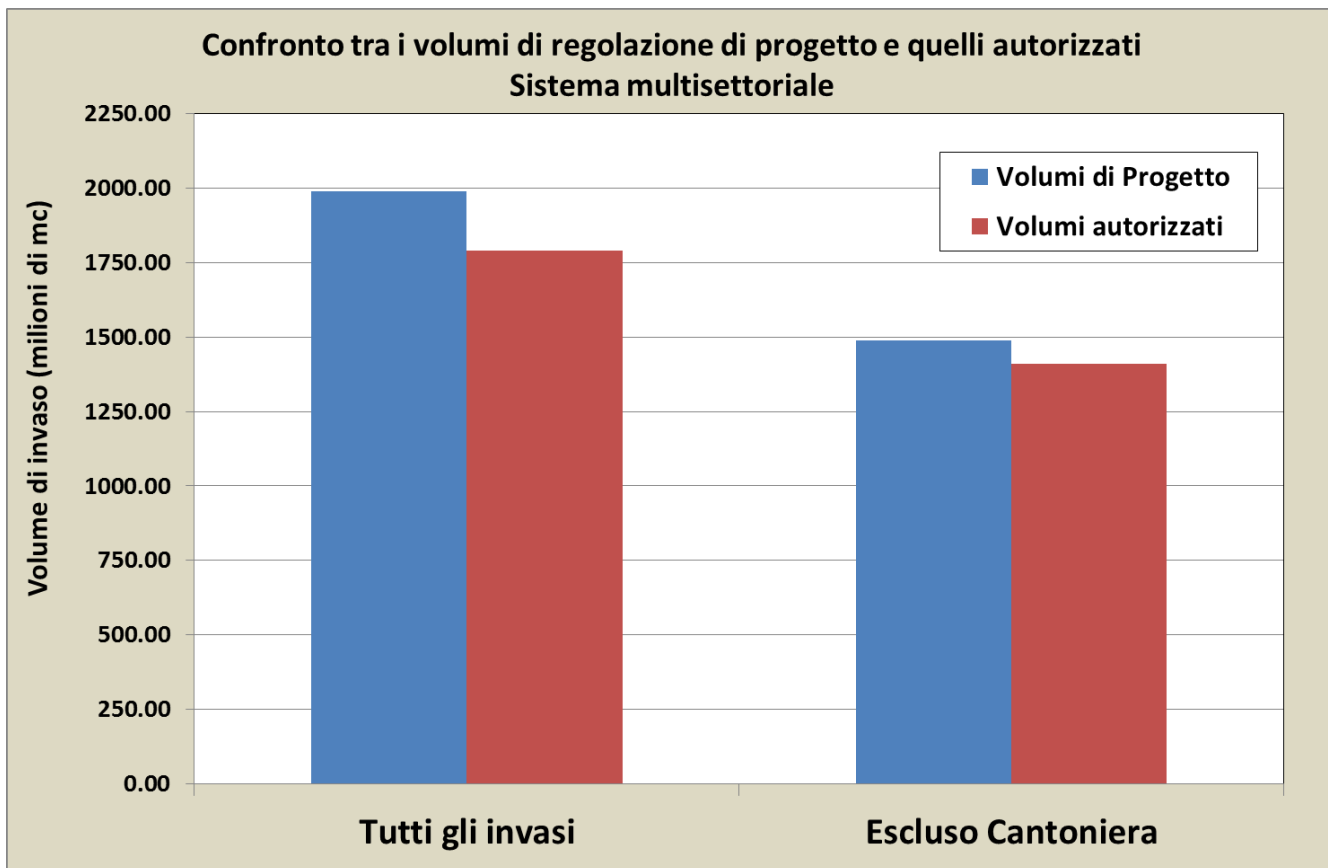
(invasi con capacità inferiore ai 100 milioni di mc)



Confronto tra i volumi di regolazione di progetto e quelli autorizzati

(invasi con capacità superiore ai 100 milioni di mc)





La situazione nel suo complesso ha le caratteristiche di ordinario esercizio per un sistema infrastrutturale così delicato ed anche datato. La maggior parte delle dighe sono in attività da moltissimi decenni.

Tuttavia è ovvio che localmente la necessità di interventi che consentano di ripristinare le ottimali condizioni di esercizio è assolutamente di primaria importanza.

Trascurando i serbatoi di Simbirizzi e del Torrei, che sono in grado di assorbire le riduzioni adottate, restano sei serbatoi per i quali è necessario, di intesa con l'Ufficio Tecnico delle Dighe, individuare le soluzioni di intervento infrastrutturale e/o di miglioramento delle condizioni operative per ripristinare le quote di regolazione di progetto.

Per la strategicità locale e per l'importanza dell'opera sono da considerare certamente prioritarie le dighe sul Mannu di Pattada a Monte Lerno e sul Tirso a Cantoniera.

Una situazione specifica è quella della diga sul Posada a Maccheronis. Questo invaso aveva una capacità di regolazione di 25 milioni di mc. E' stato poi predisposto un progetto ed avviati i lavori per portarne la capacità a circa 30 milioni di mc. Nella fase di costruzione era previsto transitoriamente di portare la capacità di regolazione a 22 milioni di mc. Poiché i lavori sono allo stato attuale interrotti, oggi la capacità di regolazione è di 22 milioni di mc. Per cui non c'è di fatto una limitazione di invaso in termini amministrativi ma una limitazione di invaso fisicamente determinata dall'attuale configurazione delle opere.

Son tra l'altro in corso degli studi ed analisi da parte di ENAS per verificare la sicurezza dello sbarramento nelle attuali condizioni che sarebbero dovute permanere solo per un limitato periodo di tempo.

4 La disponibilità di risorsa dei principali schemi del sistema idrico multisettoriale regionale nell'anno idrologico 2015-2016

La disponibilità di risorsa idrica è un fattore di primaria importanza che si ripercuote sulle attività umane, dal settore civile a quello agricolo, dal settore industriale a quello ricreativo, ed i fenomeni siccitosi possono avere un impatto rilevante sia sull'ambiente sia sull'economia regionale. Per siccità si intende "un periodo sufficientemente prolungato caratterizzato da scarsità nella disponibilità della risorsa idrica da determinare un significativo squilibrio idrologico nel territorio" ("Glossary of Meteorology" - 1959).

Generalmente si fa riferimento a 4 tipi di siccità:

- meteorologica: scostamento negativo eccessivo di una variabile meteorologica (ad esempio la precipitazione) rispetto ai valori considerati normali;
- agricola: situazione in cui il contenuto idrico del terreno non è sufficiente per i fabbisogni delle colture;
- idrologica: scostamento negativo eccessivo di una variabile idrologica (ad esempio i deflussi, le risorse idriche sotterranee) rispetto ai valori considerati normali;
- socio-economica: si riferisce alla situazione che si determina quando la scarsità nella disponibilità della risorsa idrica inizia a creare disagi agli utilizzatori.

Al fine di fornire un utile strumento per migliorare la gestione delle risorse idriche dell'intero territorio regionale è stato implementato ed è operativo uno strumento analitico di monitoraggio della siccità.

È stato pertanto elaborato un modello che, sulla base delle informazioni acquisite continuativamente tramite il monitoraggio, raffronta le risorse disponibili con i fabbisogni ed elabora gli scenari di bilancio idrico prevedibili, nel breve e medio termine, per tutti i sistemi idrografici del territorio regionale. In particolare il modello mese per mese consente di determinare il valore assunto da un "indicatore di siccità" che, per ciascun sistema idrico, permette di valutare i rischi al fine di poter gestire proattivamente eventuali crisi idriche.

I risultati di questa attività vengono riportati nel "Bollettino dei serbatoi artificiali del sistema idrico multisettoriale della Sardegna" che la Regione, con cadenza mensile, pubblica nel sito dell'Autorità di Bacino all'indirizzo <http://www.regione.sardegna.it/autoritadibacino>.

Di seguito si riportano, in estrema sintesi, le fasi con cui si sviluppa il sistema di analisi per la determinazione degli indicatori di siccità:

- a) implementazione di un modello di simulazione dell'intero sistema regionale con passo temporale mensile;

- b) definizione della serie idrologica di input alle sezioni di interesse: serie storica 1922-1975 (serie SISS) “riscalata” così da pervenire ad una serie, utilizzando i frattili storici, ma modificando la media portandola al 45% della serie 22-75 e fissando lo scarto al 70% dello scarto 22-75 (distribuzione dei totali annui lognormale);
- c) definizione dei volumi erogabili da ciascun sistema e sub sistema con il modello di simulazione, ottimizzando le regole di gestione e stabilendo una scorta minima nei serbatoi pari ad almeno un anno della richiesta potabile;
- d) generazione di serie sintetiche alle 58 sezioni di interesse di 500 anni: al fine di rispettare la correlazione spaziale osservata sono state calcolate le componenti principali (trasformazione lineare dei dati osservati) tra loro indipendenti; sono stati generati 500 anni di componenti principali; mediante antitrasformazione delle componenti principali sono state generate le serie sintetiche di 500 anni alle sezioni di interesse che rispettano i parametri imposti (medie, scarti e matrice di correlazione spaziale);
- e) simulazione del sistema idrico multisetoriale regionale, con le serie sintetiche dei deflussi come variabili di input e con le erogazioni e le variabili di stato come uscite della simulazione: fra queste risulta di specifico interesse la serie sintetica dei volumi mensili di invaso ai 34 serbatoi di regolazione estesa per 500 anni;
- f) calcolo delle frequenze di non superamento dei volumi invasati nei singoli serbatoi (o della somma dei volumi invasati in più serbatoi interconnessi) per ciascun mese dell’anno.

L’indicatore di siccità risulta quindi determinato dal calcolo della frequenza osservata nelle condizioni attuali. Gli indicatori così calcolati vengono interpretati sulla base di un Piano (Piano di gestione delle crisi) che definisce, in funzione del livello assunto dall’indicatore, le procedure di gestione che consistono in:

- interventi di restrizione e riduzione delle erogazioni;
- interventi per l’attivazione delle riserve strategiche e per l’uso combinato di risorse superficiali e sotterranee;
- interventi per la messa in atto di un complesso di misure di mitigazione.

Nella tabella che segue si riporta il *Piano di gestione delle crisi*:

Tabella - Piano di Gestione delle crisi - Puntatori di allerta in funzione degli indicatori di stato degli invasi

REGIME ORDINARIO (normalità) I = 0,5 - 1	Gestione secondo gli indirizzi di pianificazione generale.
LIVELLO DI VIGILANZA (preallerta) I = 0,3 - 0,5	E' necessario monitorare i parametri climatici per stimare con prontezza l'innescò di eventuali fluttuazioni; nel contempo è opportuno controllare i consumi portandoli ad un primo livello di riduzione che non determina svantaggi agli utenti.
LIVELLO DI PERICOLO (allerta) I = 0,15 - 0,3	Il livello di erogazione deve essere ridotto in media, secondo le categorie di priorità degli usi, al fine di gestire in modo proattivo l'eventuale persistenza del periodo secco; contestualmente devono essere attivate le previste misure di mitigazione.
LIVELLO DI EMERGENZA I = 0 - 0,15	In questo campo non si dovrebbe entrare, a seguito degli interventi di riduzione delle erogazioni di cui ai punti precedenti, è necessario, comunque, attivare ulteriori restrizioni nelle erogazioni; se si verificano livelli di emergenza e, in precedenza, le misure previste sono state puntualmente osservate, tale evento potrebbe significare che i parametri statistici delle serie si sono ulteriormente modificati e che quindi deve essere rivalutata l'erogazione media ammissibile in regime ordinario.

Il rapporto alla chiusura del mese di settembre 2016 è allegato alla presente relazione.

Si riportano i tre quadri più significativi.

SITUAZIONE ATTUALE DEGLI INVASI DEL SISTEMA IDRICO MULTISSETORIALE REGIONALE

Volumi [Mm³]

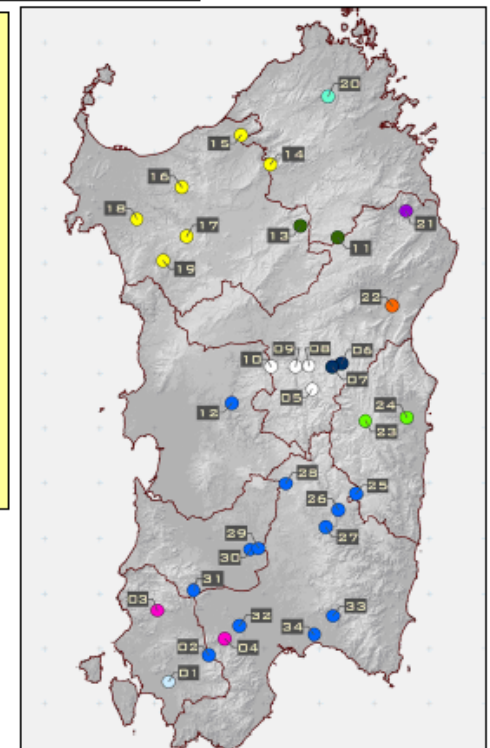
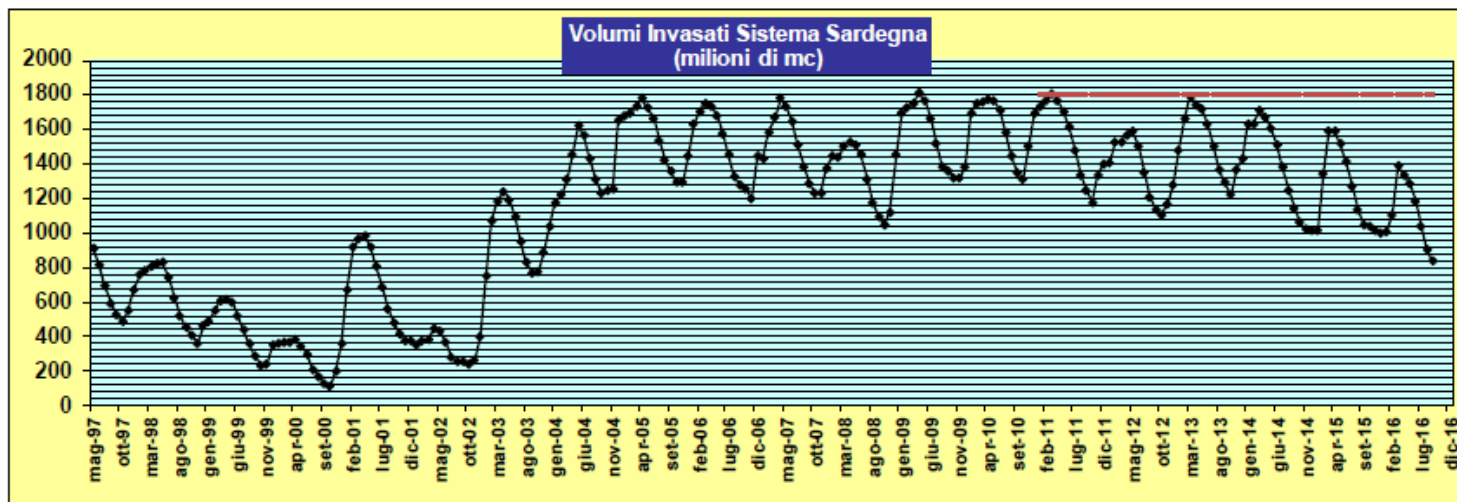
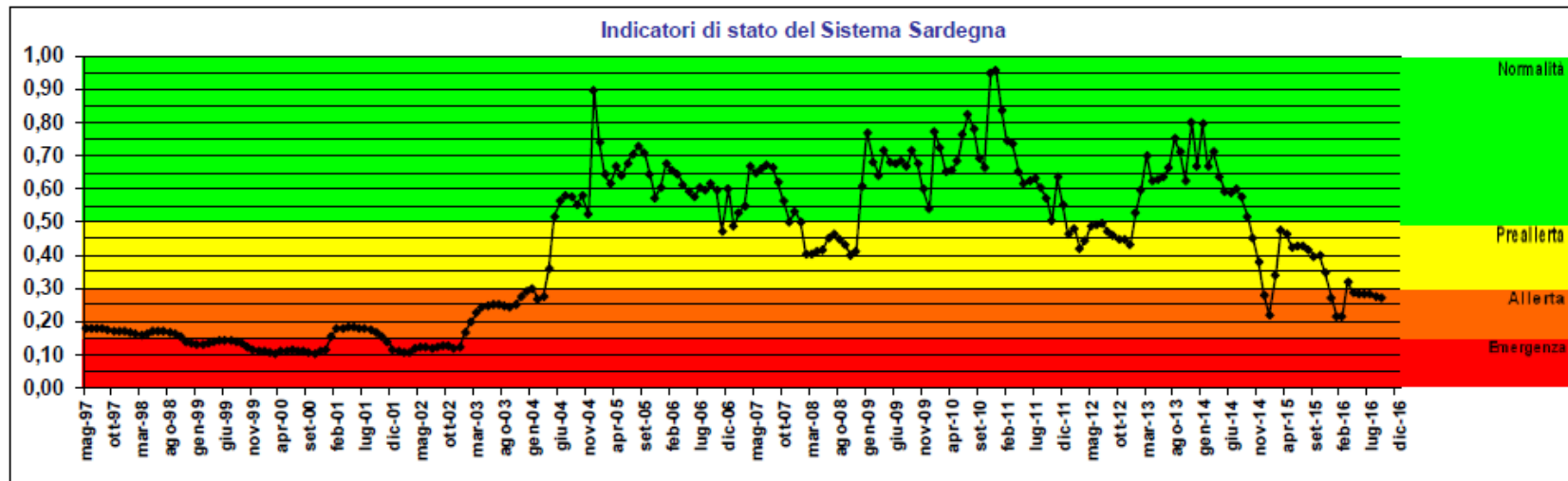
ZONA IDROGRAFICA		INVASO	Volume di regolazione autorizzato	Situazione attuale 30 settembre 2016		Situazione mese precedente 31 agosto 2016		Situazione anno precedente 30 settembre 2015	
				Volume invasato	%	Volume invasato	%	Volume invasato	%
I	SULCIS IGLESIENTE	1 MONTE PRANU	49,30	17,43	35,35	18,49	37,51	32,61	66,15
		2 BAU PRESSIU	8,25	1,96	23,76	2,07	25,09	4,18	50,67
		3 P.TA GENNARTA	12,10	3,20	26,45	3,78	31,24	6,37	52,64
		4 MEDAU ZIRIMILIS	6,20	0,25	4,03	0,35	5,65	2,33	37,58
		Totali	75,85	22,84	30,11	24,69	32,55	45,49	59,97
II	TIRSO	5 RIO TORREI	0,90	0,35	38,89	0,50	55,56	0,33	36,67
		6 OLAI	9,24	7,52	81,39	8,49	91,88	9,69	104,87
		7 GOVOSSAI	0,38	0,55	144,74	0,77	202,63	0,83	218,42
		8 GUSANA	58,25	40,81	70,06	44,04	75,61	27,42	47,07
		9 CUCCHINADORZA	16,45	8,69	52,83	6,25	37,99	10,12	61,52
		10 BENZONE	1,08	0,96	88,89	1,13	104,63	0,69	63,89
		11 SOS CANALES	3,58	0,63	17,60	0,90	25,14	1,03	28,77
		12 OMODEO (Tirso a Cantoniera)	366,00	221,78	60,60	231,90	63,36	274,96	75,13
		Totali	455,88	281,29	61,70	293,98	64,49	325,07	71,31
III	COGHINAS MANNU TEMO	13 MONTE LERNO (PATTADA)	34,40	14,66	42,62	16,77	48,75	14,19	41,25
		14 MUZZONE (COGHINAS)	223,90	119,06	53,18	124,24	55,49	114,38	51,09
		15 CASTELDORIA	3,47	1,51	43,52	2,26	65,13	1,54	44,38
		16 BUNNARI ALTA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		17 BIDIGHINZU	10,90	1,26	11,56	1,73	15,87	3,32	30,46
		18 CUGA	20,52	12,66	61,70	12,52	61,01	14,98	73,00
		19 M. LEONE ROCCADORIA (TEMO)	70,00	25,90	37,00	31,75	45,36	34,07	48,67
		Totali	363,19	175,05	48,20	189,27	52,11	182,48	50,24
IV	LISCIA	20 CALAMAIU (LISCIA)	104,00	30,89	29,70	34,81	33,47	35,45	34,09
		Totali	104,00	30,89	29,70	34,81	33,47	35,45	34,09
V	POSADA CEDRINO	21 MACCHERONIS (POSADA)	22,00	2,22	10,09	4,52	20,55	4,70	21,36
		22 PEDRA E OTHONI (CEDRINO)	16,03	4,43	27,64	6,03	37,62	4,85	30,26
		Totali	38,03	6,65	17,49	10,55	27,74	9,55	25,11
VI	SUD ORIENTALE	23 BAU MUGGERIS (Flumendosa)	58,15	29,64	50,97	31,41	54,02	38,37	65,98
		24 SANTA LUCIA	3,10	2,82	90,97	3,08	99,35	2,23	71,94
		Totali	61,25	32,46	53,00	34,49	56,31	40,60	66,29
VII	FLUMENDOSA CAMPIDANO CIXERRI	25 CAPANNA SILICHERI (Flumineddu)	1,44	0,58	40,28	0,50	34,72	1,33	92,36
		26 NURAGHE ARRUBIU (Flumendosa)	262,66	156,93	59,75	181,60	69,14	223,05	84,92
		27 MONTE SU REI (Rio Mulargia)	320,00	94,20	29,44	94,27	29,46	131,14	40,98
		28 IS BARROCUS (Fluminimannu CA)	11,99	7,28	60,72	8,01	66,81	9,09	75,81
		29 SA FORADA DE S'ACQUA	1,33	1,05	78,95	1,17	87,97	1,15	86,47
		30 CASA FIUME	0,75	0,55	73,33	0,50	66,67	0,59	78,67
		31 MONTE ARBUS (Rio Leni)	19,50	4,13	21,18	6,48	33,23	3,18	16,31
		32 GENNA IS ABIS (Rio Cixerri)	24,00	15,56	64,83	15,90	66,25	19,32	80,50
		33 CORONGIU 3	4,74	2,03	42,83	2,12	44,73	3,21	67,72
		34 SIMBIRIZZI	20,22	5,44	26,90	1,64	8,11	18,42	91,10
		Totali	666,63	287,75	43,16	312,19	46,83	410,48	61,58
TOTALE GENERALE			1764,83	836,93	47,42	899,98	51,00	1049,12	59,45

**SITUAZIONE ATTUALE DEGLI SCHEMI IDRICI DEL SISTEMA MULTISETTORIALE REGIONALE
INDICATORI DI STATO PER IL MONITORAGGIO DELLA SICCAITA'**

Volumi [Mm³]

				Situazione attuale 30 settembre 2016		
				Volume invasato	%	Indicatore di stato
Sistema Idrico	Cod	INVASO	Volume di regolazione autorizzato			
Basso Sulcis	1	MONTE PRANU	49,30	17,43	35,35	0,22
Alto Cixerri	3	P.TA GENNARTA	18,30	3,45	18,85	0,17
	4	MEDAU ZIRIMILIS				
Alto Taloro	6	OLAI	9,62	8,07	83,89	0,36
	7	GOVOSSAI				
Alto Coghinas	13	MONTE LERNO (PATTADA)	37,98	15,29	40,26	0,24
	11	SOS CANALES				
Nord Occidentale	14	MUZZONE (COGHINAS)	328,79	160,39	48,78	0,29
	15	CASTELDORIA				
	16	BUNNARI ALTA				
	17	BIDIGHINZU				
	18	CUGA				
	19	M. LEONE ROCCADORIA (TEMO)				
Gallura	20	CALAMAIU (LISCIA)	104,00	30,89	29,70	0,26
Posada	21	MACCHERONIS (POSADA)	22,00	2,22	10,09	0,18
Cedrino	22	PEDRA E OTHONI (CEDRINO)	16,03	4,43	27,64	0,30
Ogliastra	23	BAU MUGGERIS (Flumendosa)	61,25	32,46	53,00	0,29
	24	SANTA LUCIA				
Tirso -Flumendosa	2	BAU PRESSIU	1040,88	511,49	49,14	0,30
	25	CAPANNA SILICHERI (Flumineddu)				
	26	NURAGHE ARRUBIU (Flumendosa)				
	27	MONTE SU REI (Rio Mulargia)				
	28	IS BARROCUS (Fluminimannu CA)				
	29	SA FORADA DE S'ACQUA				
	30	CASA FIUME				
	31	MONTE ARBUS (Rio Leni)				
	32	GENNA IS ABIS (Rio Cixerri)				
	33	CORONGIU 3				
34	SIMBIRIZZI					
	12	OMODEO (Tirso a Cantoniera)				
Sardegna		Tutti i serbatoi	1764,83	836,93	47,42	0,27

Analisi storica degli indicatori di stato



La prima considerazione che emerge dai dati sopra riportati è che la situazione delle riserve idriche nell'insieme dei serbatoi artificiali dell'isola è stata fortemente condizionata dagli ultimi anni di precipitazioni scarse che hanno interessato tutte le aree idrografiche dell'isola.

Come si rileva dal precedente grafico questo è il terzo anno consecutivo che si deve far fronte al fabbisogno idrico multisettoriale regionale andando ad utilizzare parzialmente le riserve idriche accumulate nei serbatoi negli anni di apporti più favorevoli.

Per trovare condizioni simili, con ridotti volumi di risorse idriche accumulate, bisogna ritornare indietro fino all'inizio dell'anno idrologico 2003-2004.

Il secondo elemento è che l'indice generale, 0,27, è appena al di sotto del limite, 0,30, che separa il livello di vigilanza e il livello di pericolo.

Esaminando i singoli schemi idrici emerge che i grandi schemi idrici sono al livello di vigilanza, 0,31, per quel che riguarda il sistema Tirso-Flumendosa che interessa la gran parte sia della popolazione della Sardegna e sia delle superfici attrezzate per l'irrigazione e di poco al livello di allerta, 0,29, per il sistema Nord Occidentale.

Sono al livello più critico, intorno a 0,2, il Basso Sulcis, l'Alto Cixerri ed il Posada.

I primi due non hanno funzioni di alimentazione per gli usi potabili dei centri abitati, mentre per il Posada la situazione è più delicata perché, come vedremo, esiste un importante fabbisogno per gli usi acquedottistici civili che dipende dalle risorse accumulate in questo invaso.

Nella tabella che segue sono riportati i volumi accumulati nei serbatoi dei principali schemi idrici messi a confronto con i volumi erogati e programmati per gli usi multisettoriali dagli stessi schemi.

Come si può rilevare, osservando che il volume presente al 31 settembre nei serbatoi era pari a 837 milioni di mc e quello medio erogato annualmente vale 721 milioni di mc, il rapporto tra volume presente e fabbisogno annuo è superiore all'unità e vale 1,16.

Se poi si concentra l'attenzione sul solo fabbisogno potabile tale rapporto sale a 3,54.

In analogia all'analisi sugli indicatori anche in questo caso le situazioni locali si graduano con diversi livelli di criticità, ma a parte il serbatoio sul Torrei, per il quale tuttavia tale situazione è ordinaria in quanto compie una regolazione annuale ed è supportato dall'invaso di Gusana, non emergono particolari criticità per l'alimentazione potabile.

Tuttavia lo stato di criticità resta elevato per l'alimentazione irrigua per la stagione 2017.

L'unica vera criticità per il settore idropotabile, come già detto, resta confinata alle utenze servite dall'invaso sul Posada. Si noti, tra l'altro, che il fabbisogno civile è anche superiore a quello indicato in tabella, dove sono riportate le erogazioni del gestore del servizio idrico integrato, Abbanoa, perché molte altre utenze civili diffuse nel territorio sono alimentate dal sistema irriguo.

Sistemi Idrici	INVASO	Volume di regolazione Autorizzato [Mm ³]		Volume presente al 30.09.2016 [Mm ³]		Percentuale di riempimento al 30.09.2016	Volume medio annuo erogato [Mm ³]	Volume assegnato 2016 Uso Civile [Mm ³]	Volume assegnato 2016 Uso Irriguo [Mm ³]	Volume assegnato 2016 Uso Industriale [Mm ³]	Volume annuo assegnato 2016 [Mm ³]	Rapporto Volume presente / Vol. medio erogato	Rapporto Volume presente / Vol. medio erogato civile
umendosa-Campidano-Narce	MONTE ARBUS (Rio Leni)	19.50		4.13									
	CAPANNA SILICHERI (Flumineddu)	1.44		0.58									
	NURAGHE ARRUBIU (Flumendosa)	262.66		156.93									
	MONTE SU REI (Rio Mulargia)	320.00		94.20									
	CASA FIUME	0.75		0.55									
	SA FORADA DE S'ACQUA	1.33		1.05									
	SIMBIRIZZI	20.22		5.44									
	BAU PRESSIU	8.25		1.96									
GENNA IS ABIS (Rio Cixerri)	24.00		15.56										
		658.15		280.40		46%	227.50	92.50	118.31	15.90	226.71	1.23	3.03
Fluminimannu	IS BARROCUS (Flum.Mannu CA)	11.96		7.28								0.86	0.91
		11.96		7.28		67%	8.50	8.00			8.00		
Basso Sulcis	MONTE PRANU	49.30		17.43									
		49.30		17.43		57%	12.50	0.00	9.00	3.35	12.35	1.39	
Torrei	CRABOSU (RIO TORREI)	0.90		0.35								0.21	0.23
		0.90		0.35		56%	1.70	1.50			1.50		
Tirso	E.D'ARBOREA (Cantoniera)	366.00		221.78									
	PRANU ANTONI	8.93		3.60									
	SANTA VITTORIA	1.23		0.000									
		376.16		225.38		63%	158.00		160.00		160.00	1.43	
Alto Coghinas	MONTE LERNO (PATTADA)	34.40		14.66					12.00				
	SOS CANALES	3.58		0.630									
		37.98		15.29		47%	22.00	10.00	12.00		22.00	0.70	1.53
Temo-Cuga	M.LEONE ROCCAD.(TEMO)	70.00		25.90				6.50					
	CUGA	20.52		12.66					30.00				
	BIDIGHINZU	10.90		1.26				15.00	0.90				
	SURIGHEDDU (Rio Cuidongias)	1.93											
		103.35		39.82		46%	58.00	21.50	30.90		52.40	0.69	1.85
Liscia	CALAMAIU (LISCIA)	104.00		30.89									
		104.00		30.89		33%	54.50	24.60	19.00	0.80	44.40	0.57	1.26
Posada	MACCHERONIS (POSADA)	22.00		2.22								0.08	0.34
		22.00		2.22		21%	29.00	6.50	18.00		24.50		
Cedrino	PEDRA E OTHONI (CEDRINO)	16.03		4.43									
		16.03		4.43		38%	26.55	3.50	23.00	0.05	26.55	0.17	1.27
Alto Flumendosa	BAU MUGGERIS	58.15		29.64									
	SANTA LUCIA	3.10		2.82				10.00					
		61.25		32.46		56%	21.00	10.00	12.00	0.25	22.25	1.55	3.25
Alto Cixerri	P.TA GENNARTA	12.10		3.20					6.50				
	MEDAU ZIRIMILIS	6.20		0.25					1.50				
		18.30		3.45		23%	10.00		8.00		8.00	0.35	
Taloro	GUSANA	58.25		40.81									
	CUCCHINADORZA	16.45		8.69									
	BENZONE	1.08		0.96					7.00				
		75.78		50.46		68%	20.00	2.00	7.00	7.00	16.00	2.52	25.23
Coghinas	MUZZONE (COGHINAS)	223.90		119.06									
	CASTELDORIA	3.47		1.51									
		227.37		120.57		56%	60.00	45.00	21.60	2.70	69.30	2.01	2.68
Alto Taloro	OLAI	9.24		7.52									
	GOVOSSAI	0.38		0.55									
		9.62		8.07		96%	12.00	11.20			11.20	0.67	0.72
TOTALE		1,772.15		838.50		52%	721.25	236.30	438.81	30.05	705.16	1.16	3.55

Come si può notare, rispetto alla media degli ultimi anni le erogazioni programmate sono state inferiori di circa 16 milioni di mc su 721 milioni di mc ed hanno riguardato il settore irriguo degli schemi del Liscia e del Posada, per i quali è stato necessario tener conto delle scarse riserve idriche e della presenza di un importante fabbisogno potabile.

Rispetto ad una erogazione media per l'uso agricolo di 25 milioni di mc all'anno per il Liscia sono stati assegnati 19 milioni di mc per il 2016, con una riduzione del 24%.

Analoga la situazione per il Posada dove rispetto ad una erogazione media per l'uso agricolo di 24 milioni di mc all'anno sono stati assegnati 18 milioni di mc per il 2016, con una riduzione del 25%.

Gli altri sistemi non hanno subito limitazioni, tanto che rispetto alle erogazioni medie degli ultimi anni la riduzione complessiva (compresi Liscia e Posada) è stata del 2,7%.

In definitiva già con la *Delibera del Comitato Istituzionale n.1 del 17.05.2016 "Attività di cui alla deliberazione n. 1 del 21.01.2016 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino: Programmazione risorse idriche annualità 2016"* era stato evidenziato che l'anno idrologico in corso 2015-2016 si è rivelato essere uno dei più critici nei quasi cento anni di osservazione dal 1922, con una persistenza pluriennale dei fenomeni siccitosi e che di conseguenza l'indicatore di stato per il monitoraggio ed il preallarme della siccità dell'intera isola relativo al mese di aprile 2016, registrava una condizione di "allerta" o livello di pericolo, con un valore dell'indicatore pari a 0,29.

Sulla base di tali elementi era stato deciso di limitare le erogazioni ai soli usi agricoli degli schemi precedentemente citati (Liscia e Posada) ed era stato precisato che le assegnazioni per gli usi irrigui del 2017 saranno condizionate dagli apporti dell'anno idrologico 2016-2017.

Limitazioni all'uso agricolo già nel 2016 avrebbero determinato un danno certo nell'anno in corso a fronte di un danno, per ora solo possibile, nel 2017.

Per quel che riguarda le erogazioni effettive del 2016, emerge dalla tabella seguente, che fa riferimento alle sole utenze di competenza ENAS; che la stagione fortemente secca e calda ha determinato maggiori erogazioni nel settore irriguo nel suo complesso, valutate per ora solo in termini di proiezione alla chiusura di Dicembre, pari a circa l'8%, con i maggiori extra volumi concentrati nei Campidani di Oristano e Cagliari.

Per quel che riguarda le due situazioni più critiche, per il Liscia la programmazione è stata rispettata, mentre per il Posada sono necessarie pesanti limitazioni in questi ultimi mesi dell'anno per rientrare sostanzialmente nei volumi programmati.

Dati in milioni di mc								
SCHEMI IDRICI (ENAS)	UTENTE CIVILE	VOLUME ASSEGNATO 2016	EROGAZ. CIVILE 2015 (gen-ago)	EROGAZ. CIVILE 2015 (set-dic)	EROGAZ. CIVILE 2016 (gen-giu)	EROGAZ. CIVILE 2016 (lug-ago)	EROGAZIONE CIVILE 2016 (gen-ago)	Proiezione gen dic 2016
Sulcis (Bau Pressiu)	Societa' ABBANOVA S.p.A.	1.00	4.20	1.90	1.61	0.15	1.76	3.66
Tirso (Torrei)		1.50	0.97	0.45	0.56	0.39	0.95	1.40
Nord Occidentale (Temo -Cuga - Bidighinzu)		21.50	16.97	9.94	15.49	5.53	21.02	30.96
Nord Occidentale (Coghinas)		45.00	23.10	12.26	15.83	6.60	22.43	34.69
Nord Occidentale (Alto Tirso)		10.00	6.68	3.25	4.56	1.60	6.16	9.41
Liscia		23.80	20.52	8.25	11.32	6.10	17.42	25.67
Liscia (da rete CIP Gallura)		0.80	0.42	0.04	0.06	0.40	0.46	0.50
Posada (Maccheronis)		6.50	4.54	1.99	2.29	1.80	4.09	6.08
Cedrino (Pedra e' Othoni)		3.50	2.68	1.22	1.55	0.80	2.35	3.57
Sud Orientale (Alto Flumendosa)		10.00	1.27	0.60	0.87	0.40	1.27	1.87
Flumendosa-Campidano-Cixerri		99.50	65.10	33.13	46.46	17.00	63.46	96.59
Totali		223.10	146.45	73.03	100.60	40.77	141.37	214.40
SCHEMI IDRICI (ENAS)	UTENTE INDUSTRIALE	VOLUME ASSEGNATO 2016	EROGAZ. IND. 2015 (gen-ago)	EROGAZ. IND. 2015 (set-dic)	EROGAZ. IND. 2016 (gen-giu)	EROGAZ. IND. 2016 (lug-ago)	EROGAZIONE INDUSTRI. 2016 (gen-ago)	Proiezione gen dic 2016
Sulcis (Monti Pranu)	CIP Sulcis Igesiente (ec CNISI)	3.35	2.00	1.02	1.44	0.55	1.99	3.01
Nord Occidentale (Coghinas)	CIP di Sassari	2.70	1.49	1.01	1.41	0.30	1.71	2.72
Liscia	CIP Gallura (ex CINES Oibia)	0.80	0.52	0.08	0.11	0.02	0.13	0.21
Posada (Maccheronis)	Consorzio per la Zona industriale di Siniscola	0.05	0.03	0.01	0.02	0.02	0.04	0.05
Sud Orientale (Alto Flumendosa)	CIP Ogliastra (ex ZIR Tortoli - Arbatax)	0.25	0.18	0.07	0.13	0.06	0.19	0.26
Flumendosa-Campidano-Cixerri	CIP Medio Campidano-Villacidro (ex Zona Industriale di Villacidro)	0.40	0.30	0.12	0.24	0.04	0.28	0.40
Flumendosa-Campidano-Cixerri	CACIP (ex CASIC)	15.50	9.87	5.14	7.44	3.10	10.54	15.68
Totali		23.05	14.39	7.45	10.79	4.09	14.88	22.33
SCHEMI IDRICI (ENAS)	UTENTE IRRIGUO	VOLUME ASSEGNATO 2016	EROGAZ. IRRIGUA 2015 (gen-ago)	EROGAZ. IRRIGUA 2015 (set-dic)	EROGAZ. IRRIGUA 2016 (gen-giu)	EROGAZ. IRRIGUA 2016 (lug-ago)	EROGAZIONE IRRIGUA 2016 (gen-ago)	Proiezione gen dic 2016
Nord Occidentale (Temo -Cuga)	C.B. della Nurra	30.00	22.71	5.20	8.15	11.29	19.44	24.64
Nord Occidentale (Coghinas)		2.00	2.55	1.22	2.45	0.57	3.02	4.24
Nord Occidentale (Alto Coghinas - Monte Lerno)	C.B. del Nord Sardegna	12.00	10.40	2.89	4.69	6.36	11.05	13.94
Nord Occidentale (Coghinas - Trav. Donigazza)		7.00	3.59	1.95	2.76	2.00	4.76	6.71
Liscia	C.B. della Gallura	19.00	17.78	6.99	8.39	5.00	13.39	20.38
Tirso (Cantoniera-Pranu Antoni-Santa Vittoria)	C.B. dell'Oristanese	160.00	143.62	21.28	61.41	89.68	151.09	172.37
Posada	C.B. della Sardegna Centrale	18.00	17.97	7.06	10.13	6.89	17.02	24.08
Cedrino		23.00	16.76	4.16	9.25	6.64	15.89	20.05
Sud Orientale (Alto Flumendosa)	C.B. dell'Ogliastra	12.00	11.62	3.08	5.39	5.70	11.09	14.17
Flumendosa-Campidano-Cixerri (8M mc da Alto Cixerri e 1M mc da Flumendosa Mulargia)	C.B. del Cixerri	9.00	7.55	2.08	3.32	2.10	5.42	7.50
Sulcis (Basso Sulcis)	C.B. del Basso Sulcis	9.00	7.62	3.77	3.87	5.50	9.37	13.14
Flumendosa-Campidano-Cixerri (Flumendosa Campidano)	C.B. della Sardegna Meridionale	110.00	82.28	32.00	47.08	44.00	91.08	123.08
Flumendosa-Campidano-Cixerri (Flumendosa Campidano)	comprensorio ENAS - O.N.C.	6.50	5.32	0.96	2.14	3.80	5.94	6.90
Flumendosa-Campidano-Cixerri (Flumendosa Campidano)	comprensorio ENAS - Isili Nord	0.80	0.44	0.24	0.12	0.30	0.42	0.66
Nord Occidentale (Bidighinzu)	comprensorio ENAS - Valle dei Giunchi	0.90	0.54	0.40	0.05	0.50	0.55	0.95
Flumendosa-Campidano-Cixerri (Flumendosa Campidano)	UtENZE dirette ENAS	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nord Occidentale (Coghinas Mannu di Porto Torres)		0.60	0.30	0.27	0.20	0.10	0.30	0.57
Totali		419.81	351.05	93.55	169.40	190.43	359.83	453.38
TOTALE GENERALE		665.96	511.89	174.03	280.79	235.29	516.08	690.11

5 La potenzialità di erogazione dei principali schemi del sistema idrico multisetoriale regionale

Mediante il modello di simulazione descritto al paragrafo 2.3 si è proceduto ad analizzare le prestazioni dell'attuale sistema idraulico di approvvigionamento, rappresentando con modelli matematici sia le caratteristiche funzionali degli elementi strutturali (serbatoi, condotte, canali, impianti di pompaggio, impianti idroelettrici, ecc.) e sia i fenomeni naturali che interessano tali infrastrutture quale ad esempio l'evaporazione dai laghi e sia le regole operative scelte per la gestione ottimale della risorsa acqua.

Per quel che riguarda il "banco di prova", ovvero la definizione delle serie temporali delle portate in ingresso ai nodi-risorsa, non si può trascurare quanto emerso nelle analisi illustrate nei paragrafi precedenti.

Come noto infatti, a partire dalla metà degli anni '70 si evidenzia, con sempre maggior risalto, il fenomeno della modifica del valor medio annuo delle grandezze idrologiche. Appare evidente che le relative serie temporali non possono più essere considerate stazionarie.

Risulta pertanto indispensabile verificare le prestazioni dei sistemi idrici oggi in esercizio in condizioni climatiche differenti da quelle inizialmente osservate. Si ricorda che già nel Piano Stralcio Direttore per l'Utilizzo delle Risorse Idriche in Sardegna (2002) si era assunto anche in termini cautelativi una modifica del valor medio dei deflussi annui che si riduceva al 45% del valore osservato fino al 1975.

Ora con ulteriori dati a disposizione, almeno dal punto di vista delle altezze di pioggia, appare confermata l'esistenza di una rilevante fluttuazione climatica dei parametri idrologici, confermata, come detto, dall'indicatore di Hurst che in Sardegna, per le serie temporali di pioggia annua, si attesta intorno al valore 0,75 tipico delle serie con forti caratteristiche di persistenza.

In tale situazione appare indispensabile valutare almeno due scenari affiancando a quelli già adottati dal PSDRI anche uno meno critico con la media ridotta al 60% di quella base.

Si è stabilito

- di assumere la configurazione infrastrutturale coincidente con quella attualmente in esercizio (con le limitazioni oggi definite, per esempio sulle capacità di regolazione);
- di considerare il fabbisogno multisetoriale dai diversi schemi idrici così come definito dalle erogazioni medie effettive degli ultimi anni;
- di utilizzare quale banco di prova per le serie mensili di afflusso ai diversi serbatoi artificiali quelle degli anni idrologici dal 1922-23 al 1974-75 ma riscalate, in media e scarto, per tener conto delle fluttuazioni climatiche sopra descritte. Sono stati quindi assunti i tre seguenti scenari:

1. Serie storiche di afflusso mensile degli anni idrologici dal 1922-23 al 1974-75 in tutte le sezioni di interesse, dighe e traverse del sistema idrico multisetoriale regionale, così come definite nello Studio dell'Idrologia Superficiale della Sardegna;
2. Serie di cui al punto 1. precedente ma riscalata in media, 60% della media storica e in scarto, 80% dello scarto storico;
3. Serie di cui al punto 1. precedente ma riscalata in media, 45% della media storica e in scarto, 70% dello scarto storico.

L'applicazione del modello sulla base delle serie di input sopra descritte rende disponibili le serie mensili di output delle seguenti grandezze:

- Erogazioni: civili, irrigue, industriali, idroelettriche e rilasci ambientali (assunti pari al 5% dell'afflusso naturale del mese);
- Evaporazioni dai laghi;
- Sfiori dalle dighe;
- Trasferimenti tra i nodi del sistema;
- Volumi di invaso in ciascun serbatoio alla fine del mese.

Per ciascun scenario e per ciascun nodo-risorsa (dighe e traverse) sono stati definiti i bilanci complessivi per la serie di 54 anni simulata.

Al fine di poter fornire una rappresentazione sintetica delle prestazioni dei diversi schemi idrici per i diversi scenari sono stati individuati i seguenti indicatori:

- Rapporto tra capacità di regolazione complessiva dello schema e fabbisogno annuo;
- Rapporto tra capacità di regolazione complessiva dello schema e deflusso medio annuo;
- Deficit medio del 54ennio in %;
- Deficit massimo del 54ennio in %;
- Volume minimo di invaso nel 54ennio;
- WEI+, Water Exploitation Index.

Si ricorda che l'indicatore WEI per una particolare area, è il consumo totale di acqua diviso per le risorse rinnovabili di acqua dolce in un determinato periodo. Esso fornisce un'indicazione delle pressioni sulle risorse idriche di un determinato territorio in conseguenza dei prelievi d'acqua. Quindi, individua anche le aree più soggette a soffrire di situazioni ricorrenti o permanenti di scarsità d'acqua. Una revisione dell'indice (WEI+) è stata introdotta dal gruppo di esperti europei sulla carenza idrica e della siccità, al fine di valutare le prevalenti condizioni di stress idrico in un bacino. Il WEI+ è formulato come segue: $WEI+ = (Abstractions - Returns) / Renewable\ Water\ Resources$.

Nella tabella che segue sono riportati i risultati delle simulazioni sopra descritte.

Dall'analisi dei dati riportati si possono evidenziare alcuni elementi significativi:

- 1) Con le caratteristiche idrologiche del 54ennio 1922-1975 la gran parte dei sistemi sarebbe in grado di garantire le attuali richieste, con la possibilità anzi di incrementare le erogazioni. Al proposito si rilevano i significativi valori di volume di invaso minimo registrati nell'intero arco temporale della simulazione. Si ricorda che tali serbatoi sono stati progettati sulla base di questi dati idrologici e quindi prevedevano erogazioni superiori a quelle che oggi risultano ammissibili. Le uniche eccezioni sono quelle del Posada e del Cedrino che risultano deficitari anche con l'andamento idrologico più favorevole. La loro criticità deriva dal fatto di avere una bassa capacità di regolazione, inferiore al fabbisogno annuo e percentualmente ridotta rispetto al deflusso medio del corso d'acqua. Ciò comporta che l'invaso può fare esclusivamente una regolazione stagionale che risulta fortemente condizionata dall'andamento climatico dell'anno in corso;
- 2) Anche l'indicatore WEI+ dimostra che, sempre sulla base del 54ennio 1922-1975, i sistemi idrici sarebbero caratterizzati da buone caratteristiche rispetto al rischio di stress idrico. Infatti un valore intorno a 0,3 è indice di un elevato grado di affidabilità e di bassa vulnerabilità di fronte al rischio di crisi idrica. Più elevato quello del Liscia, 0,56. Si sottolinea ancora una volta che il Posada ed il Cedrino, pur con valori bassi dell'indicatore, 0,17 e 0,12, sono caratterizzati da crisi idriche a causa della bassa capacità di regolazione degli invasi. Infatti, mancando la regolazione pluriennale, in presenza di un anno con un valore di deflusso inferiore a circa il 15% del valore medio risulta impossibile garantire l'erogazione. Del resto tale oscillazione interannuale dei deflussi è uno degli elementi fondamentali delle caratteristiche idrologiche delle Sardegna;
- 3) Passando all'analisi degli altri due scenari, quelli più aderenti alle attuali situazioni climatiche, emergono evidenti criticità per l'intero sistema idrico regionale ma con alcune situazioni di maggior fallanza. Già con lo scenario che prevede la riduzione della media al 60% si incrementa significativamente l'indicatore WEI+, che per i principali sistemi (Tirso e Flumendosa) si attesta intorno a 0,5. Per tali sistemi non compaiono ancora deficit, ma si riducono sensibilmente i volumi minimi invasati durante l'arco temporale della simulazione. Risultano invece soggetti a rilevanti e inaccettabili fallanze il sistema del Liscia ($WEI+=0,87$) e dell'Alto Cixerri, mentre si aggravano significativamente i deficit massimi annui del Posada e del Cedrino. Compaiono deficit limitati nel sistema dell'alto Coghinas;
- 4) Se dovesse essere accertata l'ipotesi che la media dei deflussi risulta pari al 45% di quella del periodo 1922-1975, sarebbe messa in discussione la stessa struttura delle assegnazioni medie ai diversi settori di utilizzazione. Ad esempio nei sistemi principali (Tirso e Flumendosa) si raggiungerebbe per l'indicatore WEI+ un valore di circa 0,75 che risulta tecnicamente non ammissibile per un sistema di approvvigionamento idrico con un adeguato livello di affidabilità. I deficit medi, 1-2%, e quelli massimi pari a circa il 30% possono in una certa misura essere gestiti ma solo se accompagnati da precise misure di mitigazione dei loro effetti. Le fallanze dei sistemi Liscia, Alto Cixerri, Posada e Cedrino ovviamente si aggravano. Compaiono deficit nel sistema dell'Alto Coghinas.

					Idrologia 1922-1975							Idrologia 1922-1975 / media ridotta al 60%						Idrologia 1922-1975 / media ridotta al 45%							
Sistemi Idrici	INVASO	Volume di regolazione Autorizzato [Mm ³]		Volume medio annuo richiesto [Mm ³]	Rapporto tra Volume di regolazione e volume annuo richiesto	Afflusso medio annuo diretto [Mmc]	Rapporto tra Volume di regolazione e afflusso medio annuo	Volume minimo invasato nella simulazione [Mm3]	Deficit medio (%)	Deficit max (%)	WEI+ index	Afflusso medio annuo diretto [Mmc]	Rapporto tra Volume di regolazione e afflusso medio annuo	Volume minimo invasato nella simulazione [Mm3]	Deficit medio (%)	Deficit max (%)	WEI+ index	Afflusso medio annuo diretto [Mmc]	Rapporto tra Volume di regolazione e afflusso medio annuo	Volume minimo invasato nella simulazione [Mm3]	Deficit medio (%)	Deficit max (%)	WEI+ index		
Flumendosa-Campidano -Narcao	1 MONTE ARBUS (Rio Leni)	19.50																							
	2 CAPANNA SILICHERI (Flumineddu)	1.44																							
	3 NURAGHE ARRUBIU (Flumendosa)	262.66																							
	4 MONTE SU REI (Rio Mulargia)	320.00																							
	5 CASA FIUME	0.75																							
	6 SA FORADA DE S'ACQUA	1.33																							
	7 SIMBIRIZZI	20.22																							
	8 BAU PRESSIU	8.25																							
	9 GENNA IS ABIS (Rio Cixerri)	24.00																							
		658.15	227.50	2.89	684.57	0.96	464.04	0.00	0.00	0.33	411.92	1.60	286.01	0.00	0.00	0.57	309.29	2.13	0.00	1.55	35.49	0.73			
Fluminimannu	10 IS BARROCUS (Flum.Mannu CA)	11.96																							
		11.96	8.50	1.41	27.19	0.44	3.44	0.00	0.00	0.37	16.39	0.73	0.00	0.00	0.60	12.31	0.97	0.00	0.02	1.11	0.75				
Basso Sulcis	11 MONTE PRANU	49.30																							
		49.30	12.50	3.94	70.76	0.70	31.72	0.00	0.00	0.33	42.55	1.16	13.19	0.00	0.00	0.53	31.94	1.54	0.00	0.51	27.12	0.68			
Torrei	12 CRABOSU (RIO TORREI)	0.90																							
		0.90	1.70	0.53	5.32	0.17	0.00	0.00	0.00	0.30	3.21	0.28	0.00	0.00	0.48	2.41	0.37	0.00	0.00	0.00	0.62				
Tirso	13 E.D'ARBOREA (Cantoniera)	366.00																							
	14 PRANU ANTONI	8.93																							
	15 SANTA VITTORIA	1.23																							
		376.16	158.00	2.38	579.38	0.65	191.01	0.00	0.00	0.27	348.83	1.08	59.50	0.00	0.00	0.45	261.95	1.44	0.00	0.73	38.90	0.62			
Alto Coghinas	16 MONTE LERNO (PATTADA)	34.40																							
	17 SOS CANALES	3.58																							
		37.98	22.00	1.73	71.55	0.53	18.03	0.00	0.00	0.36	43.02	0.88	6.67	0.12	2.32	0.59	32.29	1.18	0.00	2.22	28.11	0.75			
Temo-Cuga	18 M.LEONE ROCCAD.(TEMO)	70.00																							
	19 CUGA	20.52																							
	20 BIDIGHINZU	10.90																							
	21 SURIGHEDDU (Rio Cuidongias)	1.93																							
		103.35	58.00	1.78	303.78	0.34	58.80	0.00	0.00	0.19	184.03	0.56	36.42	0.00	0.00	0.31	138.93	0.74	5.48	0.00	0.00	0.40			
Liscia	22 CALAMAIU (LISCIA)	104.00																							
		104.00	54.50	1.91	98.73	1.05	44.61	0.00	0.00	0.56	59.31	1.75	0.00	2.35	46.40	0.87	44.51	2.34	0.00	19.36	83.81	0.93			
Posada	23 MACCHERONIS (POSADA)	22.00																							
		22.00	29.00	0.76	203.72	0.11	0.00	0.44	4.94	0.17	122.41	0.18	0.00	2.77	57.47	0.28	91.86	0.24	0.00	6.86	76.04	0.36			
Cedrino	24 PEDRA E OTHONI (CEDRINO)	16.03																							
		16.03	26.55	0.60	239.53	0.07	0.00	0.02	0.82	0.12	144.20	0.11	0.00	1.03	13.34	0.19	108.31	0.15	0.00	3.48	38.92	0.25			
Alto Flumendosa	25 BAU MUGGERIS	58.15																							
	26 SANTA LUCIA	3.10																							
		61.25	21.00	2.92	132.77	0.46	40.33	0.00	0.00	0.21	79.86	0.77	36.71	0.00	0.00	0.35	59.96	1.02	18.92	0.00	0.00	0.46			
Alto Cixerri	27 P.TA GENNARTA	12.10																							
	28 MEDAU ZIRIMILIS	6.20																							
		18.30	10.00	1.83	35.62	0.51	2.27	0.00	0.00	0.35	21.43	0.00	0.00	4.45	47.54	0.52	16.09	0.28	0.00	16.36	72.27	0.58			
Taloro	29 GUSANA	58.25																							
	30 CUCCHINADORZA	16.45																							
	31 BENZONE	1.08																							
		75.78	20.00	3.79	143.93	0.53	62.24	0.00	0.00	0.13	86.63	0.87	51.99	0.00	0.00	0.23	65.05	1.16	37.99	0.00	0.00	0.33			
Coghinas	32 MUZZONE (COGHINAS)	223.90																							
	33 CASTELDORIA	3.47																							
		227.37	60.00	3.79	526.08	0.43	177.02	0.00	0.00	0.17	316.58	0.72	163.89	0.00	0.00	0.28	237.70	0.96	128.62	0.00	0.00	0.38			
Alto Taloro	34 OLAI	9.24																							
	35 GOVOSSAI	0.38																							
		9.62	12.00	0.80	35.91	0.27	1.77	0.00	0.00	0.37	21.60	0.45	0.00	0.00	0.00	0.58	16.21	0.59	0.00	0.00	0.00	0.71			

Per meglio leggere la precedente tabella è opportuno aggiungere alcune considerazioni.

Ad esempio i bassi valori dell'indicatore WEI+ di alcuni sistemi dipendono dalla struttura dei nodi-risorsa. Infatti, nel sistema Temo-Cuga le traverse di derivazione ad acqua fluente aumentano i volumi medi di afflusso, ma, nel contempo, rendono più basso il coefficiente di utilizzazione.

Ancora per il Temo-Cuga, si segnala che l'assenza di deficit dipende dal fatto che si è data per acquisita la possibilità di trasferire sul sistema Coghinas una quota di 10 milioni di mc annui di fabbisogni che nel passato venivano soddisfatti da quel sistema, oltre alla fornitura, sempre dal Coghinas, dei fabbisogni del potabilizzatore di Monte Agnese al servizio di Alghero.

6 Indirizzi operativi sulle attività e sugli interventi di mitigazione

Al fine di pervenire ad individuare le principali linee di indirizzo per l'individuazione delle contromisure necessarie a gestire al meglio l'attuale situazione di criticità delle scorte idriche invasate nei serbatoi artificiali del sistema idrico multisettoriale regionale, appare necessario definire alcuni elementi fondamentali richiamando i punti cruciali dell'analisi precedentemente illustrata.

INQUADRAMENTO IDROLOGICO E INDICATORI DI SICCAITA'

Risulta evidente la criticità delle precipitazioni che negli ultimi tre anni risultano caratterizzate da bassi valori di altezza di pioggia rispetto alla media storica delle grandezze osservate da quasi 100 anni. Tale deficit di precipitazione, pur con livelli differenti, ha interessato tutte le aree idrografiche dell'isola.

Tale fenomeno ha comportato che per il terzo anno consecutivo si è dovuto far fronte al fabbisogno idrico multisettoriale regionale andando ad utilizzare parzialmente le riserve idriche accumulate nei serbatoi negli anni di apporti più favorevoli. Per trovare condizioni simili, con così ridotti volumi di risorse idriche accumulate, bisogna ritornare indietro fino all'inizio dell'anno idrologico 2003-2004.

La situazione delle riserve è controllata dal sistema di monitoraggio degli indicatori di stato per il monitoraggio e il preallarme della siccità predisposto mensilmente per i serbatoi artificiali del sistema idrico multisettoriale regionale; l'indicatore generale del sistema di monitoraggio della siccità aggiornato al 30 settembre scorso, pari a 0,27, è appena al di sotto del limite, 0,30, che separa il livello di "vigilanza" dal livello di "pericolo"; alcuni sistemi sono già a livello di "pericolo" e tra questi risulta certamente in emergenza il sistema del Posada per la necessità di garantire gli usi civili.

In termini complessivi, il volume presente nei serbatoi, aggiornato al 30 settembre, risulta pari a 837 milioni di mc a fronte di un volume medio erogato annualmente di 721 milioni di mc. Emerge, in definitiva, il ruolo strategico dei serbatoi artificiali, realizzati con le dighe di sbarramento, per la garanzia del sistema di approvvigionamento idrico della Sardegna.

Da qui l'importanza di mantenere in efficienza la dotazione infrastrutturale che, pur caratterizzata da alcune criticità, registra complessivamente una efficienza del 90%, che sale al 95% se si sottrae dalla statistica la diga sul Tirso a Cantoniera, la più recente tra le grandi dighe realizzate e ancora in invaso sperimentale.

CABINA DI REGIA E CONTROMISURE ADOTTATE E DA ADOTTARE DI TIPO OPERATIVO

Con la Delibera del Comitato Istituzionale n.1 del 17.05.2016 "*Attività di cui alla deliberazione n. 1 del 21.01.2016 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino: Programmazione risorse idriche annualità 2016*" era stato evidenziato che l'anno idrologico in corso 2015-2016 si è rivelato essere uno dei più critici nei quasi cento anni di osservazione dal 1922, con una persistenza pluriennale dei fenomeni siccitosi. Sulla base di tali elementi era stato deciso di limitare le erogazioni ai soli usi agricoli di alcuni schemi (Liscia e Posada)

ed era stato precisato che le assegnazioni per gli usi irrigui del 2017 saranno condizionate al recupero di livelli idrici normali che sarà possibile solo se a partire da questo autunno 2016 saranno disponibili piogge consistenti per un periodo di tempo prolungato.

Si è quindi provveduto a fornire alcuni indirizzi operativi: ad ENAS in merito alla valorizzazione delle risorse marginali, con un più alto costo energetico, al fine di salvaguardare al massimo le risorse accumulate nei principali serbatoi; sempre ad ENAS di destinare agli usi della Gallura serviti dal Liscia le risorse accumulate nel serbatoio del Pagghiolu (circa 3 milioni di mc) effettuando un primo trasferimento in alveo di 1 milione di mc; all'Ente di Governo d'Ambito della Sardegna, in stretta collaborazione con Abbanoa SpA, gestore del servizio idrico integrato, di procedere, per il settore civile a definire ed a mettere in atto le necessarie misure di mitigazione come previsto dal sistema di monitoraggio.

Il monitoraggio delle erogazioni durante l'anno in corso ha poi accertato che il mancato rispetto della programmazione per il sistema del Posada ha accelerato la riduzione delle scorte idriche mettendo a rischio l'approvvigionamento idropotabile.

In conseguenza a tale elemento è stata decisa, nell'ambito della cabina di regia, la completa chiusura della rete irrigua alimentata dal Posada al fine di minimizzare le perdite in rete che costituiscono la maggior quota di prelievo dall'invaso.

Sono esclusi dalla chiusura i rami al servizio dei potabilizzatori gestiti da Abbanoa e quelli interessati da prelievi di utenze strategiche per le attività turistiche segnalate dalle amministrazioni locali.

L'alimentazione delle case sparse è effettuata tramite autobotti con un servizio predisposto in collaborazione dalla Protezione Civile regionale, dalle Amministrazioni locali e dal Consorzio di Bonifica della Sardegna Centrale.

INTERVENTI INFRASTRUTTURALI DI BREVE PERIODO

A seguito della ricognizione effettuata nell'ambito della cabina di regia, i Consorzi di Bonifica nella loro generalità hanno segnalato la rilevanza delle perdite idriche nei sistemi di distribuzione irrigua di loro competenza, così come la necessità di intervenire per l'efficientamento delle stazioni di sollevamento sia dal punto di vista idraulico che energetico.

D'altra parte è noto, anche perché certificato dallo specifico indicatore ISTAT, che le perdite nel sistema acquedottistico civile si attestano intorno al 55% del volume immesso in rete. Pertanto, la prima azione di sistema fondamentale è quella di intervenire sulle reti secondo una linea già intrapresa, ma che deve essere intensificata considerato il peso rilevante in termini di consumo non sostenibile di risorsa.

A tale proposito, gli interventi infrastrutturali devono essere concepiti come integrativi di buone pratiche gestionali, basate sull'analisi numerica del comportamento delle reti mappate su cartografia digitale con impianti di telecontrollo di portate e pressioni e di telelettura dei contatori. Resta, comunque, ineludibile il problema che le perdite idriche delle reti di distribuzione, civili ed irrigue, che aumentano inesorabilmente ogni anno, in funzione dell'anzianità di servizio delle tubazioni, in mancanza dei necessari investimenti.

In questo ambito non si può trascurare l'azione relativa al controllo e verifica dell'ammissibilità dei consumi unitari in agricoltura. Sia a livello consortile e sia aziendale devono essere installate le apparecchiature per il controllo dei consumi idrici in rapporto alle colture in atto. Tale attività è indispensabile per ottimizzare l'uso dell'acqua, orientando l'utente finale a gestire al meglio le risorse assegnate.

Un'azione non secondaria a livello programmatico è quella della pianificazione degli ordinamenti colturali, massimizzando, in termini di filiera complessiva del settore agricolo, i benefici ritraibili per mc di acqua fornito all'utenza.

Per quel che riguarda gli invasi e i sistemi di accumulo delle risorse idriche si rilevano diverse limitazioni di invaso che, come si è visto, interessano percentualmente una quota limitata della capacità teorica disponibile.

Tuttavia, tali limitazioni localmente possono risultare determinanti per la valutazione della disponibilità delle risorse e, pertanto, appare indispensabile intervenire per eliminare le attuali deficienze infrastrutturali. In termini di priorità si segnalano l'invaso sul Mannu di Pattada a M. Lerno, l'invaso sul Tirso a Cantoniera ed il completamento dei lavori sul Posada a Maccheronis. Un aspetto da approfondire riguarda l'eventuale intervento da realizzare su alcuni serbatoi per l'adeguamento degli organi di scarico a seguito delle verifiche idrauliche in corso ai sensi della vigente normativa.

Dall'analisi effettuata in merito all'impatto sui sistemi antropici delle fluttuazioni climatiche in atto, statisticamente accertate, risulta che i volumi mediamente erogabili dai sistemi idrici regionali si sono drasticamente ridotti a causa di una riduzione delle precipitazioni che ha determinato una riduzione degli apporti naturali dei corsi d'acqua che si attesta intorno al 50%. Ad esempio, nei sistemi principali (Tirso e Flumendosa) si raggiungerebbe un prelievo pari a circa il 75% delle risorse naturali.

Tale valore risulta tecnicamente non ammissibile per un sistema di approvvigionamento idrico con un adeguato livello di affidabilità. I deficit medi, 1-2%, e quelli massimi pari a circa il 30% possono in una certa misura essere gestiti, ma solo se accompagnati da precise misure di mitigazione dei loro effetti.

Si registrano fallanze nei sistemi Alto Cixerri, Posada, Cedrino, Alto Coghinas e Liscia, che risulta il sistema più critico con un deficit medio di circa il 20%;

Si richiama quanto detto in precedenza in merito alla priorità delle azioni di recupero delle perdite idriche rese ancora più indispensabili in tali situazioni climatiche nelle quali risulta non più ammissibile una dispersione idrica così elevata che determina una non sostenibilità degli usi.

La seconda linea di intervento è quella di incrementare le interconnessioni tra i sistemi, potenziando le esistenti e realizzandone alcune nuove.

Tale azione non determina, se non in alcuni casi, un aumento nei volumi medi erogabili, ma certamente riduce la vulnerabilità dei sistemi e ne aumenta la resilienza, entrambi aspetti non secondari soprattutto in termini di approvvigionamento idropotabile.

La terza linea è quella di incrementare i nodi risorsa, cioè di realizzare nuove opere di captazione di bacini idrografici oggi non utilizzati o solo parzialmente utilizzati.

Per quel che riguarda le interconnessioni, ricordata la strategicità del collegamento Tirso-Flumendosa ormai in esercizio da circa 10 anni, si segnalano in termini di priorità:

- Il riassetto funzionale dell'acquedotto (I e II condotta) del Coghinas che dimensionato per circa 4 mc/s oggi è drasticamente limitato nel trasporto da problemi infrastrutturali che devono essere rimossi con interventi localizzati o, eventualmente, con alternative progettuali più rilevanti. L'importanza di tale intervento è evidenziata dal fatto che il sistema idrico del Coghinas, basato sulla diga di Muzzone, ha ancora margini per ulteriori utilizzi e che pertanto risulta indispensabile ricostituire la previsione programmatica e progettuale in termini di volumi trasferiti agli usi multisettoriali della Nurra e del Sassarese, aree caratterizzata da un deficit di risorsa;
- risulta già programmata l'interconnessione del sistema del Flumendosa-Campidano e, quindi, del Tirso con l'Alto Cixerri e il Basso Sulcis (serbatoio di M. Pranu); l'analisi effettuata ne conferma pienamente la validità;
- l'interconnessione Posada-Cedrino è da approfondire in termini di soluzione progettuale dal punto di vista tecnico. Certamente utile per garantire l'approvvigionamento idropotabile dei centri urbani serviti dai due schemi, è da valutare una volta noti i relativi costi di intervento, tenendo conto il suo contributo marginale all'incremento dei volumi medi disponibili.

Per quel che riguarda la captazione di nuove risorse, nel breve periodo, si deve concentrare l'attenzione sulle derivazioni ad acqua fluente.

La possibilità di realizzare nuovi serbatoi fra quelli a suo tempo analizzati negli atti di pianificazione, come il "Piano Acque" del 1982, è da valutare in modo approfondito in relazione innanzitutto alla efficacia di tali opere alla luce dei cambiamenti climatici in atto, alle implicazioni ambientali ed alla valutazione attenta dei reali costi e tempi di realizzazione.

In tale contesto devono comunque essere intraprese tutte le azioni per garantire il completamento delle opere avviate relative ai nuovi invasi di M. Nieddu sul rio di Pula, di Cumbidanovu sul Cedrino ed al potenziamento della capacità di accumulo del Posada a Maccheronis.

Nell'ambito delle derivazioni ad acqua fluente appare certamente prioritaria la realizzazione delle traverse e delle linee di collegamento per l'integrazione delle risorse del sistema Liscia che, come riportato in precedenza, è il sistema che presenta, nell'intera isola, il maggior deficit tra risorse potenzialmente disponibili e fabbisogni annui.

Con riguardo alle azioni che portano ad un incremento delle risorse utilizzabili, non deve essere trascurata l'attività per il riuso dei reflui civili opportunamente trattati sia per gli usi agricoli e sia per gli usi non potabili degli insediamenti urbani, turistici e industriali.

Il riutilizzo delle acque reflue recuperate, oltre a rappresentare una misura volta ad assicurare l'equilibrio del bilancio idrico, deve sempre essere preso in considerazione quale possibile opzione di smaltimento a valle di un trattamento depurativo, in alternativa allo scarico in un corpo idrico recettore o sul suolo.

In questi ultimi anni è stato avviato un importante programma per attivare concretamente questa possibilità attraverso interventi di affinamento su alcuni impianti esistenti e di connessione alle reti irrigue.

Per quel che riguarda il sistema idropotabile, si possono individuare alcune linee di indirizzo specifiche da sviluppare nel Piano d'ambito in corso di aggiornamento sintetizzate nel seguito.

- A fronte di un sistema di interconnessioni già in parte realizzato e in fase di potenziamento a livello del sistema primario, la struttura degli schemi acquedottistici attuale (N.P.R.G.A.) prevede in linea generale schemi separati e considerati "isolati". Il principio delle interconnessioni deve essere pertanto esteso anche ai sistemi delle adduzioni di acqua potabilizzata assicurando lo scambio di risorsa tra schemi differenti. Ciò al fine di consentire l'ottimizzazione dei prelievi dalle fonti primarie, serbatoi artificiali del sistema idrico multisettoriale regionale, la riduzione della vulnerabilità realizzando un sistema di ridondanze che consenta di sopperire a crisi idriche locali e/o a fallanze infrastrutturali ed anche il trasporto della risorsa acqua da zone ove questa è disponibile verso quelle periferiche attualmente servite da sorgenti locali che risentono grandemente della stagionalità delle piogge;
- E' necessario procedere al ripristino di sistemi di approvvigionamento da acquiferi sotterranei oggi abbandonati, oltre ad una soglia minima dimensionale e alla predisposizione, sulla base di puntuali studi idrogeologici, di ulteriori sistemi. Tali fonti devono essere gestite con cautela in quanto le fluttuazioni climatiche incidono anche sulle reali disponibilità di tali risorse. Tuttavia, l'importanza di provvedere alla messa in esercizio di tali impianti discende dall'esigenza di poter disporre, in casi di necessità, di fonti alternative a quelle collegate ai serbatoi artificiali da utilizzare per prevenire le emergenze. La gestione integrata delle risorse consentirà così di utilizzare in via ordinaria le risorse superficiali e solo nei periodi siccitosi le risorse sotterranee, avendo tenuto a riposo gli acquiferi negli anni di abbondanti risorse superficiali, garantendogli così una ricarica adeguata. In pratica si potrebbero così utilizzare i volumi degli acquiferi quale ulteriore capacità di regolazione pluriennale del sistema;
- L'insieme delle linee di indirizzo sopra illustrato porta a definire un quadro di interventi finalizzati, in parte alla creazione di un sistema integrato di fonti di approvvigionamento idrico sostenibili ed in parte orientati alla progressiva realizzazione di una struttura acquedottistica regionale che consentirà di accumulare risorse idriche nei periodi piovosi e trasferirle poi alle aree di crisi in caso di necessità. Il nuovo sistema idrico regionale sarà quindi in grado di integrare differenti tipologie di fonti di approvvigionamento sostenibili: acque di superficie accumulate e acque prelevate da falde acquifere. Il nuovo assetto serve a comporre un sistema che offra le necessarie condizioni di sicurezza contro i mutamenti climatici e la siccità. A fronte della complessità dei provvedimenti da adottare, la definizione della nuova strategia sarà approfondita, come detto, nel corso dello sviluppo del Piano d'Ambito che

l'Ente di Governo dell'Ambito della Sardegna ha in corso di redazione, con il lavoro congiunto del Gestore del Servizio Idrico Integrato ed in collaborazione con gli uffici regionali competenti, per il rispetto della Pianificazione regionale con particolare riferimento al Piano di Gestione del distretto di cui alla Direttiva 2000/60/CE. Tale lavoro dovrà essere in grado di dare concrete e rapide risposte alle situazioni di crisi verificatesi in questi anni.

INTERVENTI EMERGENZIALI

Da quanto sopra illustrato si evidenzia una generale situazione di criticità, in relazione al ridotto volume di scorte idriche nei serbatoi del sistema idrico multisettoriale regionale, che può avere pesanti ripercussioni sulle disponibilità per il comparto irriguo nel 2017, condizionato dagli apporti idrici naturali del corrente anno idrologico 2016-2017, iniziato il 1° ottobre.

Sono state inoltre individuate condizioni emergenziali in quelle aree territoriali in cui a breve scadenza risulta a rischio lo stesso approvvigionamento idropotabile dei centri abitati.

Tali aree sono quelle dominate dai sistemi idrici del Posada e del Temo-Cuga-Bidighinzu.

Nello specifico si ha che al 15 ottobre 2016 nel serbatoio del Posada risultano invasati 1,673 milioni di mc che consentono con le erogazioni attuali un'autonomia di poco più di 60 giorni. Nel serbatoio di Bidighinzu il volume presente è pari a 0,991 milioni di mc, su una capacità di 10,9 milioni di mc.

Per quest'ultimo invaso si ricorda che le sue risorse sono integrate dall'invaso del Temo a Monteleone Roccadoria, per cui in queste condizioni di scarse disponibilità deve essere ridotta la quota a carico delle riserve contenute nell'invaso mantenendo costante la quota del trasferimento al valore massimo tecnicamente possibile. La riduzione della quota di portata integrativa va a scapito della fornitura alla città di Sassari che è alimentata anche dall'acquedotto del Coghinas.

Tuttavia, a causa di problematiche connesse al bilanciamento delle rete di distribuzione interna al centro abitato, i minori apporti provenienti dal Bidighinzu non possono essere sostituiti da maggiori apporti dal Coghinas senza ripercussioni sulla fornitura idrica.

Per queste due problematiche sono state individuate le seguenti linee di indirizzo.

Sistema Temo-Cuga-Bidighinzu

E' necessario alleggerire il prelievo dal sistema della Nurra e incrementare il trasferimento di risorse dal Coghinas. Per raggiungere, in breve termine, tale risultato è necessario accelerare con interventi puntuali, dall'immediato risultato, l'operazione di ristrutturazione della condotta Coghinas I e la sua interconnessione funzionale con il sistema di distribuzione irrigua del Consorzio di Bonifica della Nurra che ha in corso di realizzazione il collegamento del terminale del Coghinas I con i serbatoi di Campanedda. L'obiettivo finale deve essere

quello di destinare al settore irriguo della Nurra almeno 10 milioni di mc all'anno dal Coghinas oltre ai 6,5 milioni di mc all'anno per il potabilizzatore di Monte Agnese per la città di Alghero, oltre all'incremento dei volumi idrici prelevati dall'impianto di potabilizzazione di Truncu Reale. Per ulteriore sicurezza è opportuno predisporre un sistema di recupero delle acque morte dell'invaso del Bidighinzu, che in condizioni emergenza, possono consentire una maggiore autonomia del sistema. Tali interventi sono in capo ad ENAS.

Nel settore del servizio idrico integrato, di competenza di EGAS e Abbanoa quale gestore unico, è necessario armonizzare gli interventi settoriali agli indirizzi sopra indicati. Pertanto, al fine di poter sfruttare le risorse disponibili del Coghinas, è necessario incrementare i volumi trattati dall'impianto di potabilizzazione di Truncu Reale, fino al massimo tecnicamente oggi consentito e accelerare l'intervento di connessione dei serbatoi di Monte Oro e Via Milano per il bilanciamento della rete.

Un altro obiettivo, nel breve periodo, è quello di destinare alla città di Sassari, nei limiti dei prelievi massimi consentiti dall'invaso del Bidighinzu, la maggior portata possibile da quello schema. Ciò può essere realizzato destinando agli altri Comuni serviti dallo schema n. 7 "Bidighinzu" risorse alternative. Per tale scopo possono essere riattivati i prelievi da risorse sotterranee (vedi pozzo "Berti), di significativa potenzialità ed anche realizzando un sistema di interconnessioni a livelli di adduttrici idropotabili degli schemi n.7 "Bidighinzu", n. 9 "Alghero" e n. 6 "Porto Torres-Sorso-Sassari"

Sistema Posada

Il primo intervento emergenziale è quello del massimo recupero delle acque morte del serbatoio di Maccheronis da realizzare da parte di ENAS per incrementare significativamente l'autonomia dell'invaso per gli usi civili, allo stato attuale dell'ordine dei 50 giorni.

A tal fine sono già state assunte le azioni operative precedentemente descritte per ridurre al massimo le perdite del sistema irriguo, mantenendo in esercizio solo i rami al servizio dei potabilizzatori.

Un'altra linea di intervento è quella relativa all'interconnessione degli schemi idropotabili "Liscia" e "Siniscola". L'obiettivo è quello di porre a carico del sistema "Liscia", per il periodo autunno-inverno-primavera, la maggior parte dei prelievi idropotabili dell'area di S. Teodoro, fornendo a tale area una maggior garanzia di alimentazione e nel contempo rendendo disponibili maggiori volumi per gli altri centri abitati alimentati dall'invaso di Maccheronis.

Sulla base dei principi generali illustrati in precedenza, in merito alla valorizzazione delle risorse accumulate negli acquiferi sotterranei per superare le condizioni di emergenza, deve essere valutata a breve termine la possibilità di migliorare l'utilizzo dei bacini carsici di Fruncu e' Oche e Locoli, come già ipotizzato negli studi preliminari della Provincia di Nuoro.

7 Definizione di un programma

Tenendo conto di quanto sopra esposto, possono essere evidenziate alcune esigenze programmatiche, ricavate dalle interlocuzioni con i soggetti interessati.

Innanzitutto si deve segnalare che appare fondamentale che alcuni degli interventi già programmati e finanziati che hanno una stretta attinenza con gli indirizzi formulati, devono essere accelerati in coerenza con la necessità di risolvere le illustrate situazioni di emergenza.

Un altro elemento da sottolineare è che per alcune tematiche (riassetto funzionale delle dighe di sbarramento e perdite idriche nel settore civile) sono già state assegnate importanti risorse ed altre sono state già programmate ed è in corso di assegnazione ai soggetti competenti nell'ambito della programmazione dei fondi POR e FSC 2014-2020.

In ambito FSC sono presenti anche risorse per il settore irriguo per il quale si allegano le segnalazioni raccolte dai Consorzi di Bonifica, che contengono anche alcune indicazioni in merito alle esigenze di accelerazione di interventi in corso.

Per quel che riguarda gli interventi più urgenti, ma non coperti da finanziamento, si segnalano quelli in capo ad ENAS.

OPERE URGENTI sistema Temo-Cuga-Bidighinzu-Coghinas ENAS	Milioni di euro
1.: Efficientamento dell'impianto di sollevamento "Monteleone Roccadoria" (3C.P02) e predisposizione sistema di recupero acque morte Bidighinzu	0,8
2.: Riqualificazione funzionale e opere urgenti a garanzia della funzionalità dell'impianto di sollevamento di "Su Tulis" (3C.P03)	0,7
3.: Manutenzione straordinaria dell'impianto di sollevamento "Coghinas II" (3B.P03)	0,5
4.: Ripristino funzionale dell'acquedotto "Coghinas I" (3B.C06) fra Pedra Maiore e Punta Tramontana – Variante Lu Bagnu	0,5
5: Ripristino funzionale dell'impianto di sollevamento "Portotorres" (3B.P04)	1
Totale	3,5

Per quel che riguarda il sistema Posada, in relazione alle competenze di ENAS, la priorità assoluta è il recupero delle acque morte per le quali l'Ente ha già avviato le attività propedeutiche.

OPERE URGENTI sistema Posada ENAS		Milioni di euro
1.: Recupero acque morte serbatoio Maccheronis: installazione elettropompe e collegamenti idraulici		0,310
1.: Recupero acque morte serbatoio Maccheronis: Cabina di trasformazione e allaccio elettrico		0,160
Totale		0,470

Per tali interventi, per entrambi i sistemi di priorità massima, si propone di operare con una rimodulazione del mutuo secondo la seguente tabella ed inoltre per il secondo intervento sul Posada con una riprogrammazione delle risorse dell'intervento "L/104 Disconnessione dei comprensori irrigui del C.B. Cixerri dal collegamento Cixerri-Punta Gennarta".

INTERVENTI ANTE RIMODULAZIONE				INTERVENTI POST RIMODULAZIONE			
Ente attuatore	Descrizione Intervento	Importo €	Linea	Ente attuatore	Descrizione Intervento	Importo	Linea
ENAS	Interventi sulle opere di sbarramento esistenti gestite dall'Ente Acque della Sardegna	3,900,000	d.3	ENAS	Interventi sulle opere di sbarramento esistenti gestite dall'Ente Acque della Sardegna	2.390.000	d.3
ENAS	Interventi sulle opere del Sistema idrico multisettoriale regionale (SIMR) ai sensi del D.Lgs. 81/2008 e per le verifiche degli organi di scarico delle dighe	4,050,000	d.4	ENAS	Interventi sulle opere del Sistema idrico multisettoriale regionale (SIMR) ai sensi del D.Lgs. 81/2008 e per le verifiche degli organi di scarico delle dighe	1.750.000	d.4
ENAS	Interventi di manutenzione straordinaria delle opere e impianti del Sistema idrico multisettoriale regionale (SIMR)	10,000,000	q.1	ENAS	Interventi di manutenzione straordinaria delle opere e impianti del Sistema idrico multisettoriale regionale (SIMR)	13,8100,000	q.1

Si elencano ora ulteriori interventi in capo ad Abbanoa, ad ENAS e al Consorzio di Bonifica della Gallura per i quali si propone di individuare le risorse finanziarie necessarie.

Per quel che riguarda Abbanoa gli interventi prioritari per l'area Nord Occidentale sono:

- ripristino del pozzo Berti e suo collegamento alle adduttrici;
- interconnessione tra gli schemi n. 9 "Alghero-Cuga" e n. 6 "Porto Torres-Sassari-Sorso" per sfruttare un potenziale surplus di produzione a Monte Agnese di circa 150 l/s;
- ottimizzazione del processo al potabilizzatore di Truncu Reale.

Importo circa 6 milioni euro.

Per l'area dominata dal serbatoio del Posada si prevede:

- interventi mirati al potenziamento funzionale dell'interconnessione degli schemi "Liscia" e "Siniscola".

Importo di circa 2 milioni di euro.

I suddetti interventi potranno essere meglio definiti una volta note le risorse finanziarie effettivamente disponibili.

Come illustrato in precedenza, il sistema più "sbilanciato" a livello regionale è quello del Liscia per il quale allo stato attuale non può essere sostenuto il livello di erogazione corrispondente al fabbisogno ordinaria dell'area.

Il deficit annuo di circa 13 milioni di mc, che si registra nella condizione climatica più sfavorevole, a fronte di un fabbisogno medio annuo, nell'assetto attuale delle utenze, di circa 55 milioni di mc, può essere recuperato con la realizzazione di un potenziamento del sistema idrico multisettoriale regionale attraverso l'integrazione delle risorse idriche provenienti dal bacino idrografico del Liscia a Punta Calamaiu, attraverso la captazione ad acqua fluente di altri due bacini: il bacino parziale della media valle del Liscia e il bacino del Padrongianu.

Gli interventi sono stati studiati dal Consorzio di Bonifica della Gallura che ha, tra l'altro, ai fini di un ottimizzazione del sistema, delle risorse rese disponibili dal recente intervento di affinamento dei reflui depurati dell'impianto di depurazione di Olbia. Con un potenziamento e razionalizzazione delle connessioni si è realizzata la massima estensione territoriale possibile su cui distribuire tale risorsa oltre a quella derivata dal Padrongianu. Ciò ha comportato tra l'altro la realizzazione di un nuovo collegamento che garantisce la qualità dell'acqua necessaria per alimentare l'impianto di potabilizzazione di Colcò.

Gli interventi previsti sono:

- a) Traversa sul Liscia a Monte Tova e collegamento all'impianto di potabilizzazione dell'Agnata e al canale adduttore irriguo: importo 8,8 milioni di euro;
- b) Captazione del Padrongianu – presa di Ponte Loddone e collegamento all'impianto di sollevamento esistente: importo 2,3 milioni di euro;

- c) Captazione del Padrongianu – realizzazione di un impianto di sollevamento e del collegamento al bacino di compenso di Serra Alvegghes: importo 6,3 milioni di euro;
- d) Captazione del Padrongianu – realizzazione di un impianto di sollevamento e del collegamento al bipartitore di Piannacula: importo 3,5 milioni di euro.

Solo l'insieme di tali interventi rende disponibili i 13 milioni di mc annui sopra indicati. E' evidente che i tempi di realizzazione non possono prevedere la loro utilità per la prossima stagione irrigua 2017. Tuttavia, come detto, l'esigenza di riequilibrare il bilancio idrico del sistema Liscia porta a considerare tali opere urgenti.

Il costo e i tempi di realizzazione del I primo intervento sono stati contenuti al massimo prevedendo in questa prima fase l'utilizzo solo stagionale, nei periodi di significativo apporto idrico del fiume, della condotta esistente dello schema potabile gestito da Abbanoa. Tale condotta per il periodo estivo sarà restituita all'uso potabile.

Infine per l'area del Cixerri gli interventi previsti da ENAS per il breve termine sono:

- Manutenzione straordinaria dell'impianto di sollevamento "Cixerri-Sulcis";
- Razionalizzazione delle opere di scarico della condotta Cixerri – Sulcis al fine del rilascio a Medau Zirimilis;
- Ripristino funzionale del sollevamento "Is Serras";
- Opere di ripristino del sollevamento "Uta Nord".

Importo di circa 2 milioni di euro.