

REGIONE CAMPANIA

Acqua Campania S.p.A.

UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE
DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO E
POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE
POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Stralcio Allegato IV D.L. 31.05.2021 n.77 - L. di conversione 21.07.2021 n.108

Responsabile Unico del Procedimento
Dirigente Ciclo Integrato delle Acque della G.R. della Campania
Ing. Rosario Manzi

Il Concessionario
Acqua Campania S.p.A.
Direttore Generale
Area Tecnica
(Ing. Gianluca Maria SALVIA)


I Progettisti



Coordinatore responsabile della
Integrazione delle Prestazioni
Specialistiche

Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
0	Dicembre 2021	EMISSIONE PER VIA	---	---	--
TITOLO : RELAZIONE TECNICA - IDROLOGIA INVASO DI CAMPOLATTARO			Progettazione:  VIANINI LAVORI S.p.A. 		
Allegato	ED.02.5		Revisione:	0	Scala: -



Università degli Studi di Napoli Federico II

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale

**Attività a supporto dell'aggiornamento dello studio di fattibilità
tecnico-economica per l'utilizzo dell'invaso di Campolattaro**

Relazione aggiornata

Napoli, maggio 2021

Il Responsabile scientifico

Prof. Ing. Maurizio Giugni

Maurizio Giugni

Attività a supporto dell'aggiornamento dello studio di fattibilità tecnico-economica per l'utilizzo dell'invaso di Campolattaro

Relazione aggiornata

1. Premesse

Nell'anno 2008, a seguito di una convenzione stipulata in precedenza tra la SOGESID S.p.A e il Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Geotecnica ed Ambientale (DIGA) dell'Università degli Studi di Napoli Federico II sul tema *“Attività a supporto dello studio di fattibilità tecnico-economico per l'utilizzo dell'invaso di Campolattaro”* (Responsabile Scientifico prof. ing. Maurizio Giugni), il Dipartimento depositò diverse relazioni, aventi ad oggetto rispettivamente lo *“Studio Idrologico. Utilizzi e simulazioni idrologiche”*, la *“Analisi dei fenomeni d'interrimento”*, il *“Deflusso Minimo Vitale”*, la *“Analisi statistica degli eventi di piena e la verifica idraulica delle opere di scarico della diga”*.

Nell'ambito dello studio di fattibilità tecnico-economico mirato alla quantificazione della risorsa idrica utilizzabile dall'invaso di Campolattaro, all'individuazione della sua destinazione ottimale nel quadro delle esigenze idriche della Regione Campania e alla definizione degli interventi infrastrutturali da realizzarsi per l'effettiva utilizzazione, particolare rilievo tra le attività svolte a cura del Dipartimento ha assunto la valutazione, per “scenari” di consumo idrico assegnati, delle curve di possibilità di regolazione dei deflussi e la stima del deficit idrico con assegnata probabilità.

Nel seguito, dopo un sintetico riepilogo delle caratteristiche principali dell'invaso di Campolattaro, vengono dapprima riportati i principali risultati dello studio citato e successivamente le osservazioni e considerazioni derivanti dalle indagini effettuate nell'ambito della convenzione stipulata nel 2019 tra il Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale (DICEA) dell'Università degli Studi di Napoli Federico II e Acqua Campania S.p.A., sulla scorta della documentazione della Provincia di Benevento fornita da Acqua Campania S.p.A. medesima, mirate ad un aggiornamento del quadro idrologico all'attualità, con particolare riguardo all'analisi dei deflussi mensili.

Viene inoltre proposto un aggiornamento della precedente relazione, per presentare alcune precisazioni con riferimento alle osservazioni dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale alla Giunta Regionale della Campania, concernenti l' *“Utilizzo idropotabile delle acque dell'invaso di Campolattaro e potenziamento dell'alimentazione potabile per l'area beneventana”*, con particolare riguardo alla valutazione del DE del torrente Tammarecchia.

2. L'invaso di Campolattaro: caratteristiche principali

Il sistema idrico in esame prevede l'utilizzazione delle acque del fiume Tammaro e del torrente Tammarecchia mediante l'accumulo e la regolazione dei deflussi in un serbatoio artificiale realizzato lungo il fiume Tammaro, a monte dell'abitato di Campolattaro (BN).

Il fiume Tammaro, affluente di destra del fiume Calore, si sviluppa per la maggior parte in Campania e, in parte minore, nel Molise, dove nasce dalla Sella del Vinchiaturò, a circa 558 m s.l.m. Dopo aver attraversato, con un percorso molto sinuoso e con asse prevalentemente diretto da ovest a est, la provincia di Campobasso e di Benevento, il Tammaro in località Paduli (BN) si immette nel fiume Calore.

Il bacino del corso d'acqua in questione (Figura 1) si sviluppa tra le latitudini 40° 59' e 41° 21' e le longitudini 14° 39' e 14° 59' a est di Greenwich, con un'area di circa 671 km². Nella parte settentrionale esso è delimitato da una marcata orografia, costituita dai rilievi appenninici del massiccio del Matese, mentre nell'area meridionale gli spartiacque superficiali risultano meno pronunciati. Le quote variano da un massimo di circa 1500 m s.l.m. nella parte nord-occidentale a un minimo di circa 120 m s.l.m. in corrispondenza della confluenza nel fiume Calore.

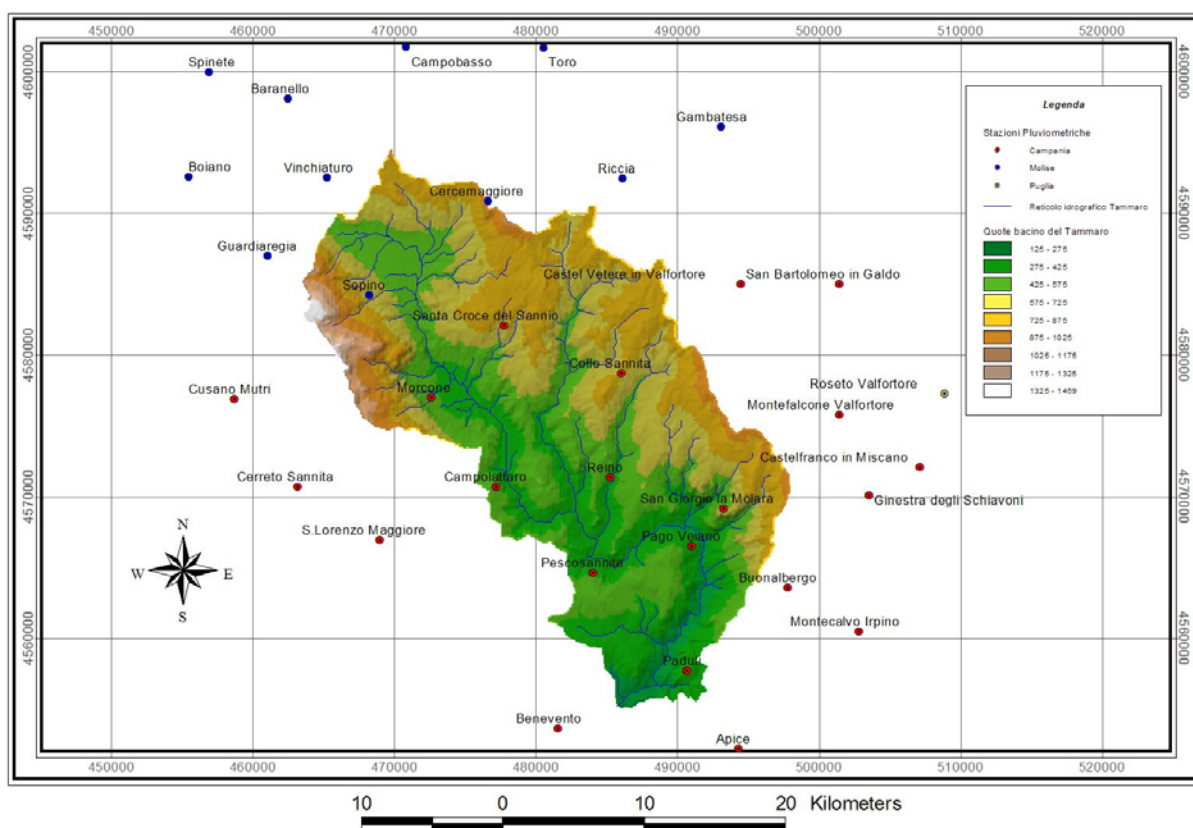


Figura 1. Il bacino idrografico del fiume Tammaro

L'estensione del bacino direttamente sotteso dalla diga è di circa 254 km²; inoltre, ad integrazione delle acque provenienti dal fiume Tammaro, vengono convogliati nell'invaso gli afflussi idrici provenienti dal bacino sotteso dal Tammarecchia in località Selvapiana, avente un'estensione di circa 89 km² (Figura 2 e Figura 3). Come già precisato, la diga di sbarramento è stata realizzata in località Campolattaro, all'incirca 800 m a monte del P.te Ligustino. L'invaso complessivo, con livello di ritenuta normale a 377.25 m s.l.m., è di 125 Mm³; quello al livello di massimo invaso, posto a quota 381.45 m s.l.m., è di 156 Mm³. La capacità utile per

la regolazione è fissata in 109 Mm³, assumendo un volume di 16 Mm³ per i fenomeni di interrimento (su quest'ultimo aspetto è stato sviluppato dal Dipartimento uno studio di dettaglio citato in precedenza).

Le caratteristiche tecniche dell'invaso e dello sbarramento sono nel seguito brevemente riepilogate:

- Sviluppo del coronamento: 820.00 m
- Larghezza del coronamento: 9.00 m
- Piano di coronamento: 387.40 m s.l.m.
- Altezza massima del rilevato: 63.00 m;
- Livello di massimo invaso: 381.45 m s.l.m.
- Volume invasato alla massima quota: circa 156 Mm³
- Livello di ritenuta normale: 377.25 m s.l.m.
- Volume invasato a tale quota: circa 125 Mm³
- Livello di massimo svaso: 351.00 m s.l.m.
- Volume relativo al massimo svaso: 16 Mm³.

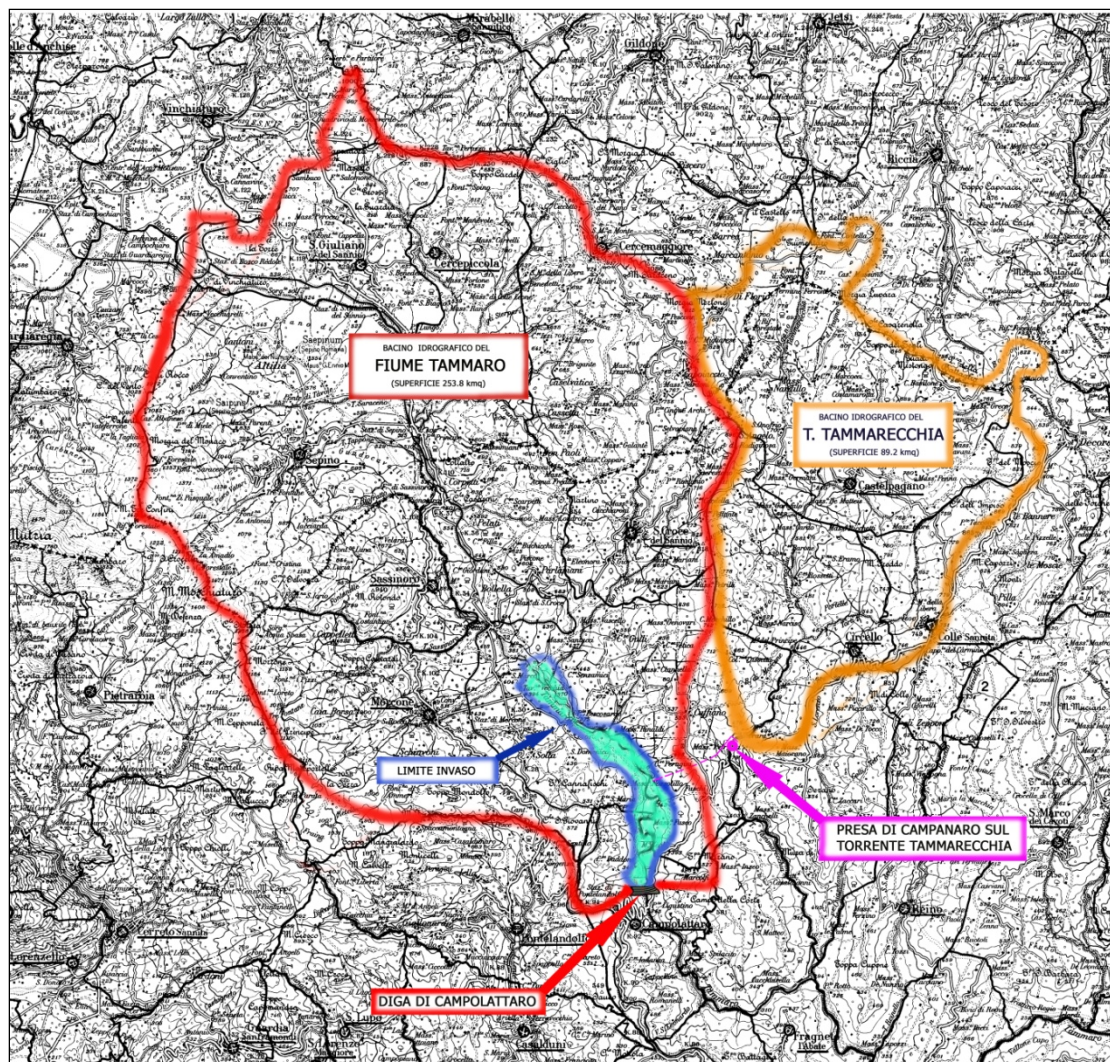


Figura 2. Planimetria con l'individuazione dei bacini idrografici sottesi dalla diga di Campolattaro

Dal punto di vista tecnico lo sbarramento è stato realizzato con una diga in terra con nucleo centrale di materiali alluvionali fini e rinfianchi a monte e valle di materiali grossolani alluvionali o di frantumazione.

L'invaso artificiale, rappresentato in dettaglio in Figura 4 con le opere accessorie realizzate, ricade per circa un terzo nel territorio comunale di Campolattaro, ove è anche situato il corpo della diga, e per circa due terzi in quello di Morcone.

Le curve delle aree e dei volumi di invaso sono state valutate sulla scorta di rilievi all'epoca recenti; i valori delle superfici e dei volumi di invaso sono stati riportati in Tabella 1 e in Figura 5.

Relativamente ai deflussi provenienti dal torrente Tammarecchia, va precisato che le acque vengono captate e convogliate all'invaso mediante una traversa munita di un manufatto di derivazione che attraversa lo spartiacque fra Tamaro e Tammarecchia. La traversa è di tipo fisso, con luce di 40 m e soglia a quota 383.50 m s.l.m., munita di vasca di dissipazione a valle; l'opera di presa, disposta in destra idraulica con soglia di imbocco a quota 381.35 m s.l.m., è dotata di una vasca di sedimentazione per la chiarificazione delle acque. L'opera di derivazione ha uno sviluppo complessivo pari a 2068 m, di cui 353 m in canale e 1715 in galleria; il canale ha sezione rettangolare 2.75 m x 2.75 m e pendenza pari a 0.004, mentre la galleria ha sezione policentrica 2.75 m x 2.75 m e pendenza 0.005; la portata massima convogliabile è pari a circa 8 m³/s. Allo sbocco nel serbatoio è stato previsto un lungo scivolo con dissipatore terminale.

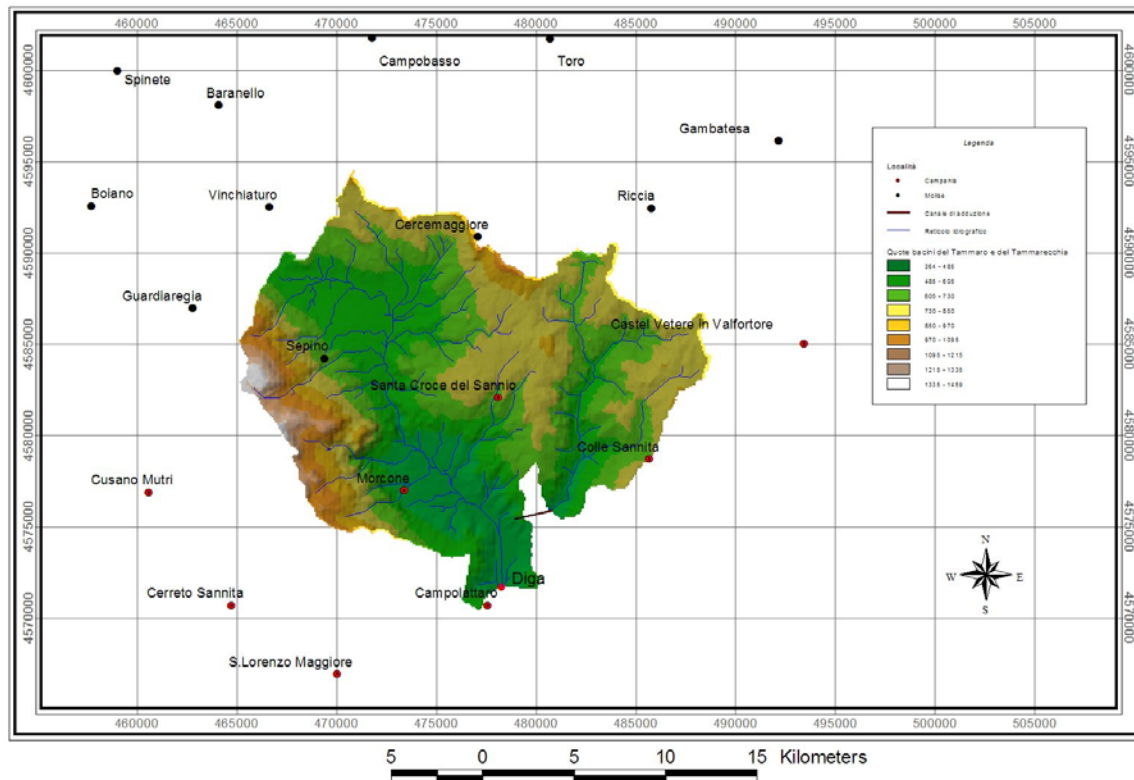


Figura 3. Sviluppo idrografico del bacino sotteso dalla diga di Campolattaro

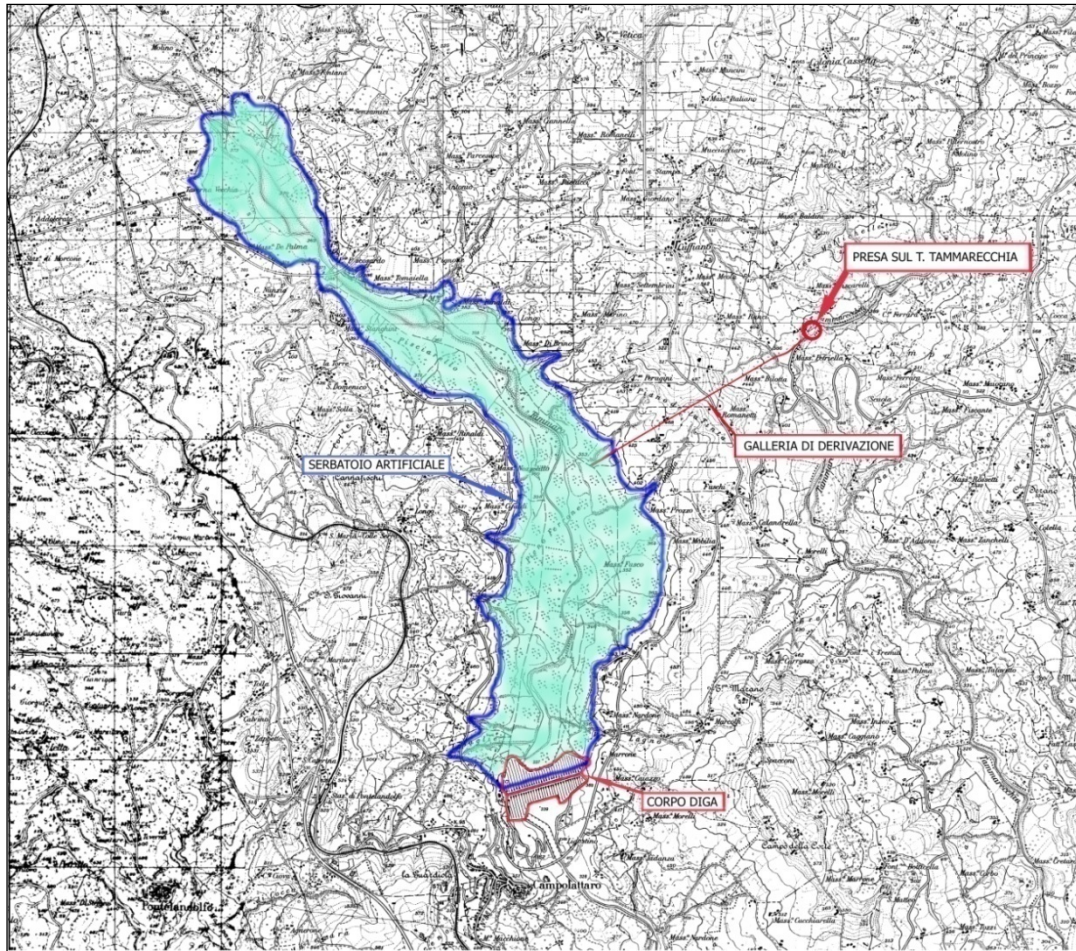


Figura 4. Rappresentazione corografica dell'invaso artificiale di Campolattaro

<i>Quota [m s.l.m.]</i>	<i>Superficie [km²]</i>	<i>Volume [10⁶ m³]</i>
340.0	0	0
342.0	0.725	1.153
344.0	1.021	2.899
346.0	1.522	5.474
348.0	1.702	8.696
350.0	1.898	12.292
352.0	2.329	16.754
354.0	2.529	21.611
356.0	2.912	27.050
358.0	3.130	33.092
360.0	3.355	39.576
362.0	3.860	47.081
364.0	4.074	55.015
366.0	4.656	63.728
368.0	4.942	73.325
370.0	5.233	83.499
372.0	5.755	94.690
374.0	6.092	106.534
376.0	6.681	119.318
378.0	6.997	132.994
380.0	7.322	147.311
382.0	7.988	162.891

Tabella 1. Caratteristiche geometriche dell'invaso

<i>Stazione</i>	<i>Quota [m s.l.m]</i>	<i>Tipo strumento</i>	<i>Anno inizio osservazioni</i>	<i>Ultimo anno osservazioni</i>
<i>Campolattaro</i>	519.0	Pluviometro registratore	1919	1999
<i>Cercemaggiore</i>	960.0	Pluviometro comune	1884	1943
<i>Cerreto Sannita</i>	277.0	Pluviometro registratore	1919	1999
<i>Colle Sannita</i>	741.0	Pluviometro registratore	1889	1999
<i>Cusano Mutri</i>	479.0	Pluviometro comune	1920	1995
<i>Morcone</i>	457.0	Pluviometro registratore	1919	1999
<i>Pago Veiano</i>	382.0	Pluviometro registratore	1973	1999
<i>Pescosannita</i>	380.0	Pluviometro comune	1919	1993
<i>Reino</i>	348.0	Pluviometro registratore	1919	1998
<i>San Giorgio la Molara</i>	580.0	Pluviometro registratore	1922	1998
<i>San Lorenzo Maggiore</i>	357.0	Pluviometro registratore	1919	1999
<i>Santa Croce del Sannio</i>	700.0	Pluviometro registratore	1919	1999
<i>Sepino</i>	716.0	Pluviometro registratore	1921	1992

<i>Stazione</i>	<i>Quota [m s.l.m]</i>	<i>Tipo strumento</i>	<i>Anno inizio osservazioni</i>	<i>Ultimo anno osservazioni</i>
<i>Baranello</i>	600.0	Pluviometro	1919	1996
<i>Boiano</i>	488.0	Pluviometro	1921	1995
<i>Campobasso</i>	686.0	Pluviometro registratore	1886	1996
<i>Castelvetere Valfortore</i>	706.0	Pluviometro registratore	1920	1996
<i>Gambatesa</i>	468.0	Pluviometro	1900	1996
<i>Guardiaregia</i>	733.0	Pluvionivometro	1919	1996
<i>Montefalcone</i>	850.0	Pluviometro registratore	1892	1996
<i>Riccia</i>	700.0	Pluviometro registratore	1917	1996
<i>Spinete</i>	590.0	Pluviometro	1922	1996
<i>Toro</i>	540.0	Pluviometro	1919	1996
<i>Vinchiaturro</i>	624.0	Pluviometro	1922	1996

Tabella 2. Caratteristiche stazioni pluviometriche

<i>Stazione</i>	<i>Quota [m s.l.m]</i>	<i>Tipo strumento</i>	<i>Anno inizio osservazioni</i>	<i>Anni disponibili</i>	<i>Distanza dalla confluenza col Calore Irpino [km]</i>
<i>Paduli</i>	125.0	Idrometrografo	1953	<i>Completi:</i> 1954÷1968 1970÷1973 <i>Parziali:</i> 1984-86-87- 94	≈ 0.5
<i>Pago Veiano</i>	210.0	Idrometrografo	1957	<i>Completi:</i> 1958÷1977 1992÷1993 <i>Parziali:</i> 1977-85-94	≈ 24

Tabella 3. Caratteristiche stazioni idrometrografiche

La stima dei deflussi a Campolattaro è stata effettuata secondo tre diversi approcci:

- un primo approccio basato sull'analisi delle altezze di deflusso mensili rilevate alla stazione di Pago Veiano, ipotizzando, quindi, che l'entità dei volumi defluiti nelle sezioni di sbarramento dipendesse esclusivamente dalle diverse dimensioni dei bacini;
- un secondo approccio mirato alla stima dei deflussi a partire dagli afflussi sui bacini e dai coefficienti di deflusso. I primi sono stati calcolati per i bacini sottesi dalla diga a Campolattaro e dalla traversa a Selvapiana a partire dalle precipitazioni mensili desunte dagli Annali Idrologici per le stazioni prese in esame (Tabella 2), mentre per i secondi si è fatto riferimento ai coefficienti di deflusso relativi alla stazione di Pago Veiano (Tabella 3), ritenendone in via approssimata trascurabili le variazioni tra i bacini;
- nel terzo approccio, infine, si è fatto ancora riferimento al prodotto degli afflussi meteorici (per i bacini sottesi dalla diga a Campolattaro e dalla traversa a Selvapiana) per i coefficienti di deflusso, ma questi ultimi sono stati valutati a partire dai corrispondenti valori relativi alla stazione di Pago Veiano (Tabella 3), modificandoli in ragione delle diverse caratteristiche di permeabilità dei bacini. Al proposito si riporta in Figura 7 la suddivisione del bacino del fiume Tammaro in relazione alle classi di permeabilità dei terreni.

Per la stima degli afflussi mensili si è operata una trasformazione alla Box - Cox, in modo da individuare una distribuzione gaussiana per la variabile trasformata, a partire dalla quale è stato possibile generare serie storiche di afflussi. La valutazione dei coefficienti di deflusso mensili è stata effettuata ancora con riferimento alla variabile trasformata secondo Box - Cox. Dalle serie generate degli afflussi meteorici e dei coefficienti di deflusso mensili sono state successivamente desunte le serie dei deflussi mensili. Per disporre di un numero di dati statisticamente significativo ai fini della valutazione del rischio di deficit per lo scenario di utilizzazione definito, sono state generate 100 serie di 100 anni ciascuna.

I calcoli effettuati con riferimento a ciascuno degli approcci idrologici adottati hanno fornito i risultati sintetizzati in Tabella 4.

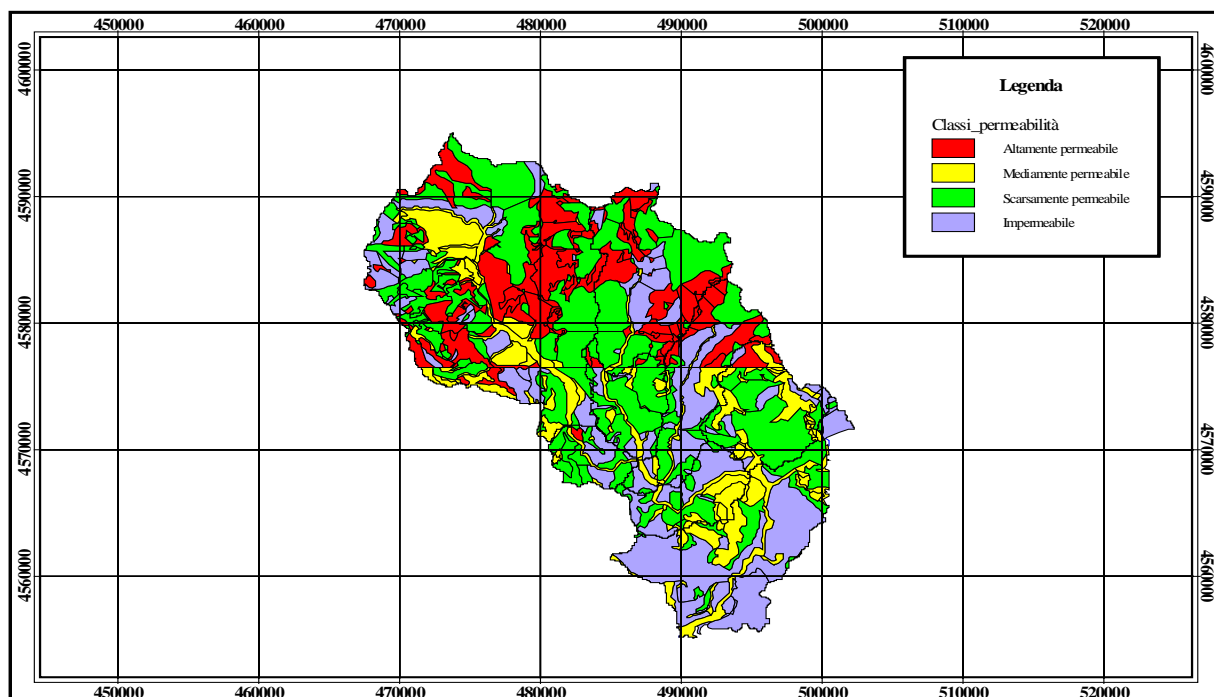


Figura 7. Classi di permeabilità dei terreni per il bacino del Tammaro

Approccio	Media (Mm ³)	Deviazione standard (Mm ³)	Coefficiente di asimmetria
1	115.029	4.418	0.270
2	120.873	3.860	0.225
3	107.707	3.445	0.223

Tabella 4. Sintesi delle serie storiche dei deflussi generate secondo i tre approcci

L'analisi della Tabella 4 evidenzia che i volumi medi annui dei deflussi calcolati sulla base dei tre approcci utilizzati hanno presentato scostamenti nel complesso modesti, confermando, quindi, l'attendibilità delle valutazioni effettuate. Nello studio citato, pertanto, si è ritenuto opportuno procedere alle simulazioni del funzionamento dell'invaso di Campolattaro utilizzando il terzo approccio, il quale, oltre a tenere conto delle specifiche caratteristiche dei bacini del Tammaro e del Tammarecchia sottesi dalla diga e dalla traversa in termini sia di pluviometria che di natura dei terreni, ha fornito comunque il valore più ridotto della portata media annua, consentendo, quindi, di effettuare un'analisi maggiormente conservativa sul rischio di fallanza dell'invaso.

4. Scenari di utilizzo dell'invaso e simulazioni idrologiche del rischio di fallanza

Per quanto concerne gli utilizzi della risorsa idrica, nelle simulazioni effettuate si è fatto riferimento ai seguenti scenari, secondo le indicazioni specificamente fornite da SOGESID S.p.A.:

- idropotabile, per un totale di circa 29.0 Mmc/anno, con erogazione costante nei mesi da giugno a settembre, pari a circa 7.3 Mm³;
- irriguo, per un totale di circa 25.9 Mmc/anno, con erogazione costante nei mesi da maggio a settembre, pari a circa 5.2 Mm³;
- industriale, per un totale di circa 4.6 Mmc/anno, con utilizzazione costante nell'anno, pari a circa 0.4 Mm³ per mese
- Deflusso Minimo Vitale: per il Deflusso Minimo Vitale, sulla scorta dello specifico studio effettuato, si è ritenuto opportuno proporre due diversi scenari di utilizzazione:

- **Scenario A: DMV costante nel corso dell'anno**

In tal caso si è fatto riferimento ad un valore del Deflusso Minimo Vitale a valle dello sbarramento pari a 700 l/s (corrispondenti a 22.1 Mmc/anno), sulla base delle specifiche indicazioni dell'Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno. Analogamente si è tenuto conto del DMV per la traversa sul Torrente Tammarecchia, assunto, ancora su indicazione dell'Autorità di Bacino, pari a 150 l/s (corrispondenti a 4.7 Mmc/anno). Il volume corrispondente è stato, pertanto, sottratto ai deflussi mensili del bacino, riducendo così gli apporti all'invaso provenienti dalla traversa. Ovviamente, mentre la regolazione dei deflussi assicurata dall'invaso consentirà il soddisfacimento del DMV in ogni mese per il fiume Tammaro, nel caso del torrente Tammarecchia potranno presentarsi periodi dell'anno in cui le portate naturalmente defluenti in alveo risulteranno inferiori al valore suindicato.

- **Scenario B: DMV modulato a scala mensile**

I valori mensili del Deflusso Minimo Vitale sono stati calcolati mediante il metodo Indicators of Hydrological Alteration (IHA), facendo riferimento ai valori mediani dei deflussi di base.

Con specifico riferimento allo **scenario caratterizzato da un DMV costante (scenario A)**, le portate da erogare e i corrispondenti volumi mensili sono stati riepilogati nelle Tabelle 5 e 6.

Con specifico riferimento allo **scenario caratterizzato da un DMV modulato a scala mensile (scenario B)**, le portate da erogare ed i corrispondenti volumi mensili sono stati riepilogati nelle Tabelle 7 e 8.

Con riferimento allo scenario B (Deflusso Minimo Vitale modulato a scala mensile), si è ovviamente tenuto conto anche dei valori mensili del Deflusso Minimo Vitale calcolati per il torrente Tammarecchia mediante il metodo Indicators of Hydrological Alteration (IHA), facendo riferimento ai valori mediani dei deflussi di base. I suddetti valori, insieme ai corrispondenti volumi, sono stati riportati nella Tabella 9. Anche nello scenario B i volumi calcolati per il Tammarecchia sono stati sottratti ai deflussi mensili del bacino, riducendo così gli apporti all'invaso provenienti dalla traversa.

Le simulazioni sono state condotte con l'ausilio del codice di calcolo MODSIM, in grado di simulare con un notevole livello di flessibilità il comportamento di bacini idrici artificiali in funzione di diverse ipotesi di erogazione e per un generico valore dell'intervallo temporale di simulazione. Va precisato che, nei casi in cui il volume invasato nel serbatoio non sia stato in grado di soddisfare tutte le richieste, la gerarchizzazione delle erogazioni da garantire è stata assicurata attraverso dei coefficienti di priorità, mediante i quali si indicano i nodi del sistema idrico per i quali il rischio di deficit deve essere minore. Nel caso in esame si è concordato con SOGESID S.p.A. di assicurare la massima priorità all'uso idropotabile della risorsa e, in successione, al Deflusso Minimo Vitale e alle erogazioni irrigua e industriale. I coefficienti di priorità considerati sono stati riportati nella seguente Tabella 10: maggiore è la priorità, minore è il valore del coefficiente adoperato.

Scenario A - Deflusso Minimo Vitale costante (portate in l/s)

	Idropotabile	Irriguo	Industriale	DMV_{Tammaro}	Totale
Gennaio	0.00	0.00	144.36	700.00	844.36
Febbraio	0.00	0.00	159.83	700.00	859.83
Marzo	0.00	0.00	144.36	700.00	844.36
Aprile	0.00	0.00	149.17	700.00	849.17
Maggio	0.00	1936.98	144.36	700.00	2781.34
Giugno	2800.00	2001.54	149.17	700.00	5650.71
Luglio	2709.68	1936.98	144.36	700.00	5491.01
Agosto	2709.68	1936.98	144.36	700.00	5491.01
Settembre	2800.00	2001.54	149.17	700.00	5650.71
Ottobre	0.00	0.00	144.36	700.00	844.36
Novembre	0.00	0.00	149.17	700.00	849.17
Dicembre	0.00	0.00	144.36	700.00	844.36
Annua	920.55	822.55	147.13	700.00	2590.23

Tabella 5. Scenario A di utilizzazione (portate in l/s)

Scenario A - Deflusso Minimo Vitale costante (volumi in Mm³)

	Idropotabile	Irriguo	Industriale	DMV_{Tammaro}	Totale
Gennaio	0.000	0.000	0.387	1.875	2.262
Febbraio	0.000	0.000	0.387	1.693	2.080
Marzo	0.000	0.000	0.387	1.875	2.262
Aprile	0.000	0.000	0.387	1.814	2.201
Maggio	0.000	5.188	0.387	1.875	7.450
Giugno	7.258	5.188	0.387	1.814	14.647
Luglio	7.258	5.188	0.387	1.875	14.707
Agosto	7.258	5.188	0.387	1.875	14.707
Settembre	7.258	5.188	0.387	1.814	14.647
Ottobre	0.000	0.000	0.387	1.875	2.262
Novembre	0.000	0.000	0.387	1.814	2.201
Dicembre	0.000	0.000	0.387	1.875	2.262
Annua	29.03	25.94	4.64	22.08	81.69

Tabella 6. Scenario A di utilizzazione (volumi in Mm³)

Scenario B - Deflusso Minimo Vitale modulato a scala mensile (portate in l/s)

	Idropotabile	Irriguo	Industriale	DMV_{Tammaro}	Totale
Gennaio	0.00	0.00	144.36	2280	2424.36
Febbraio	0.00	0.00	159.83	1890	2049.83
Marzo	0.00	0.00	144.36	1980	2124.36
Aprile	0.00	0.00	149.17	1440	1589.17
Maggio	0.00	1936.98	144.36	810	2891.34
Giugno	2800.00	2001.54	149.17	510	5460.71
Luglio	2709.68	1936.98	144.36	130	4921.02
Agosto	2709.68	1936.98	144.36	100	4891.02
Settembre	2800.00	2001.54	149.17	180	5130.71
Ottobre	0.00	0.00	144.36	330	474.36
Novembre	0.00	0.00	149.17	730	879.17
Dicembre	0.00	0.00	144.36	1370	1514.36
Annua	920.55	822.55	147.13	979.17	2862.53

Tabella 7. Scenario B di utilizzazione (portate in l/s)

Scenario B - Deflusso Minimo Vitale modulato a scala mensile (volumi in Mm³)

	Idropotabile	Irriguo	Industriale	DMV_{Tammaro}	Totale
Gennaio	0.000	0.000	0.387	6.107	6.494
Febbraio	0.000	0.000	0.387	4.572	4.959
Marzo	0.000	0.000	0.387	5.298	5.685
Aprile	0.000	0.000	0.387	3.732	4.119
Maggio	0.000	5.188	0.387	2.17	7.745
Giugno	7.258	5.188	0.387	1.322	14.155
Luglio	7.258	5.188	0.387	0.348	13.181
Agosto	7.258	5.188	0.387	0.268	13.101
Settembre	7.258	5.188	0.387	0.46	13.293
Ottobre	0.000	0.000	0.387	0.884	1.271
Novembre	0.000	0.000	0.387	1.892	2.279
Dicembre	0.000	0.000	0.387	3.669	4.056
Annua	29.03	25.94	4.64	30.722	90.338

Tabella 8. Scenario B di utilizzazione (volumi in Mm³)

	Portate (l/s)	Volumi rilasciati (Mm³)
Gennaio	680,000	1,808
Febbraio	570,000	1,385
Marzo	570,000	1,533
Aprile	420,000	1,089
Maggio	240,000	0,643
Giugno	150,000	0,389
Luglio	40,000	0,107
Agosto	30,000	0,080
Settembre	50,000	0,130
Ottobre	100,000	0,268
Novembre	220,000	0,570
Dicembre	400,000	1,065
Totale		9,066

Tabella 9. Valori mensili del Deflusso Minimo Vitale e corrispondenti volumi per il torrente Tammarecchia

Uso Potabile	DMV	Uso Irriguo	Uso Industriale
1	50	100	100

Tabella 10. Coefficienti di priorità

Va sottolineata in ambedue gli scenari la concentrazione dei consumi nei mesi da maggio a settembre, con un volume complessivo pari nello scenario A a circa 66.16 Mm³, che corrisponde all'incirca all'81% del consumo complessivo ipotizzato. Nello scenario B, invece, il volume utilizzato da maggio a settembre è pari a circa 61.48 Mm³, che corrisponde al 68% del consumo complessivo ipotizzato.

Va altresì ribadito che per il Tammarecchia nello scenario A si è fatto riferimento a un valore costante del DMV pari a 150 l/s, pari all'incirca a 0.39 Mm³ per mese. Nello scenario B, invece, l'applicazione del metodo IHA al bacino del Tammarecchia ha condotto, come già precisato, alla valutazione di un valore mediano dei deflussi di base scalato mensilmente, con un valore annuo complessivo del DMV pari a 9.07 Mm³ (Tabella 9).

Di tale andamento, come già osservato, si è ovviamente tenuto conto nelle simulazioni, imponendo una corrispondente riduzione dei volumi affluenti all'invaso.

I risultati forniti dal complesso delle indagini e delle simulazioni effettuate con riferimento ai due scenari presi in esame possono essere così sintetizzati:

SCENARIO A (DMV costante)

➤ Deficit totale annuo	probabilità di accadimento	≈ 5.7 % (T ≈ 18 anni)
➤ Deficit annuo idropotabile		≈ 3.1 %
➤ Deficit annuo irriguo		≈ 5.0 %
➤ Deficit annuo industriale		≈ 5.2 %
➤ Deficit annuo DMV		≈ 4.9 %

SCENARIO B (DMV modulato a scala mensile)

➤ Deficit totale annuo	probabilità di accadimento	≈ 13.2 % (T ≈ 8 anni)
➤ Deficit annuo idropotabile		≈ 9.1 %
➤ Deficit annuo irriguo		≈ 12.2 %
➤ Deficit annuo industriale		≈ 12.3 %
➤ Deficit annuo DMV		≈ 11.5 %

Ambedue gli scenari di utilizzazione dell'invaso di Campolattaro presi in esame, quindi, appaiono caratterizzati da un'adeguata carica di fattibilità dal punto di vista tecnico, dal momento che il rischio di deficit risulta - in particolare per lo scenario A - sufficientemente modesto.

Con specifico riferimento allo scenario B, l'analisi condotta sui deficit che complessivamente si verificano in un anno, a partire dai 10000 dati a disposizione (corrispondenti alle 100 generazioni, ciascuna di 100 anni), ha messo in evidenza che per 8681 volte su 10000 il deficit totale annuo è nullo, il che corrisponde ad una probabilità di circa il 13% e, quindi, a un periodo di ritorno di circa 8 anni. Il valore massimo del deficit verificatosi è risultato pari a circa 55.0 Mm³.

In definitiva, quindi, le simulazioni effettuate nell'ambito della citata convenzione a cura del Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Geotecnica ed Ambientale hanno messo in evidenza che il volume medio annuo affluito all'invaso di Campolattaro varia tra 107.71 Mm³ (approccio 3, Tabella 4) e 120.87 Mm³ (approccio 2) in funzione della metodologia utilizzata. A tale volume va sottratto il DMV del Torrente Tammarecchia, pari a 9.07 Mm³ nell'ipotesi di DMV modulato a scala mensile (scenario B), ottenendo un volume "netto" pari a 98.64 Mm³ nel primo caso e a 111.80 Mm³ nel secondo. I suddetti valori vanno confrontati con il consumo annuo complessivo previsto, pari a 90.34 Mm³.

Si ottiene, quindi, un rapporto tra il volume medio annuo affluito all'invaso "netto" e il consumo annuo complessivo - che potrebbe definirsi coefficiente di utilizzazione - pari a 1.09 nel primo caso e a 1.24 nel

secondo. Al primo caso corrisponde, come già precisato, una probabilità di deficit pari a circa il 13% con un periodo di ritorno di 8 anni. Da segnalare altresì che le elaborazioni effettuate hanno messo in evidenza che il mese che presenta il massimo rischio di deficit è settembre, il che appare in linea con il fatto che circa il 68% dei consumi è concentrato nel periodo maggio-settembre.

5. Indagini per l'aggiornamento dello studio di fattibilità tecnico-economica per l'utilizzo dell'invaso di Campolattaro

Nel 2019 è stata stipulata una convenzione tra Acqua Campania S.p.A. e il Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale (DICEA) dell'Università degli Studi di Napoli Federico II che, nel richiamare specificamente le attività svolte nel periodo 2006-2008 e di cui si è dato conto nei paragrafi precedenti, nelle premesse precisava che Acqua Campania S.p.A., con nota prot. 181103 del 20.03.2019, ha ricevuto incarico dalla Regione Campania di procedere alla redazione di Linee Guida finalizzate alla progettazione delle opere per l'utilizzo idropotabile delle acque dell'invaso di Campolattaro; che la Società, con nota prot. 1041/19 del 05.04.2019, ha individuato le suddette Linee Guida; che la Regione Campania, con nota prot. 284922 del 07.05.2019, nel condividere la proposta di cui alle citate Linee Guida, ha dato incarico alla Società di avviare le attività finalizzate alla progettazione. Pertanto Acqua Campania S.p.A. ha affidato al DICEA le seguenti attività di consulenza scientifica di supporto allo studio per l'utilizzo della risorsa idrica dell'invaso di Campolattaro: *"Sulla scorta della documentazione della Provincia di Benevento fornita da Acqua Campania (bollettini mensili relativi al bilancio idrologico dell'invaso, contenenti dati su precipitazioni, quote invaso e volumi affluiti e defluiti) e di eventuali altri dati raccolti a cura del Dipartimento, procedere ad un aggiornamento del quadro idrologico all'attualità, con particolare riguardo all'analisi dei deflussi mensili."*

Al DICEA, in particolare, sono stati forniti i bilanci idrologici predisposti, a partire dall'aprile 2006 e sino al giugno 2019, prima dalla Provincia di Avellino (Ente Irrigazione) e successivamente dall'ASEA S.p.A. I dati effettivamente disponibili coprono come detto l'intervallo aprile 2006-giugno 2019, ad eccezione del mese di febbraio 2008. Inoltre, per numerosi mesi del 2012 i volumi affluiti risultano nulli, per cui non si è tenuto conto di tale anno nelle successive elaborazioni idrologiche. I suddetti bilanci riportano, per ciascun giorno, la misura delle precipitazioni alla diga, la quota di invaso, la variazione del volume invasato, la valutazione delle portate defluite e, per differenza, delle portate affluite. A titolo d'esempio, nelle Figure 8 e 9 sono stati riportati rispettivamente i bilanci idrologici dell'invaso forniti dalla Provincia di Avellino (Ente Irrigazione) per il mese di Dicembre 2011 e da ASEA S.p.A. per il mese di Gennaio 2016.

Sulla scorta dei dati ricevuti, si è anzitutto proceduto alla rappresentazione dei volumi mensili in ingresso all'invaso rilevati per gli anni di osservazione 2006-2019, riportati nelle Figure da 10 a 22, con l'eccezione del 2012 per il quale, come detto, i dati disponibili risultavano largamente incompleti.

BILANCIO IDROLOGICO DEL MESE DI DICEMBRE 2011

BOLLETTINO n.12/2011	PRECIPITAZIONI		Quota invaso metri s. l.m.	VOLUMI				
	Pioggia	Neve		invaso netto	defluti	affluti		
DATA	mm.	cm.		mc.	mc./sec.	mc./giorno	mc./sec.	mc./giorno
1 dicembre 2011	0.20	0.00	360.34	35,438,630	4.06	460901.00	0.11	9663.00
2 dicembre 2011	0.20	0.00	360.20	34,999,437	4.96	427680.00	0.13	11513.00
3 dicembre 2011	10.20	0.00	360.05	34,526,873	4.96	459051.00	0.13	11,513
4 dicembre 2011	9.10	0.00	359.92	34,133,743	4.85	419040.00	0.28	23,910
5 dicembre 2011	14.10	0.00	359.78	33,716,761	4.85	393072.00	0.28	23,910
6 dicembre 2011	0.60	0.00	360.27	35,234,718	4.95	427680.00	22.52	1,945,637
7 dicembre 2011	0.20	0.00	360.20	34,999,437	4.95	427680.00	2.23	192,399
8 dicembre 2011	0.20	0.00	360.08	34,822,985	4.95	427680.00	0.59	51,228
9 dicembre 2011	0.20	0.00	359.95	34,223,095	4.85	419040.00	0.22	19,151
10 dicembre 2011	0.20	0.00	359.82	33,835,899	4.85	419040.00	0.37	31,843
11 dicembre 2011	0.20	0.00	359.69	33,463,594	4.85	419040.00	0.54	46,735
12 dicembre 2011	1.20	0.00	359.55	33,031,720	4.85	419040.00	0.15	12,834
13 dicembre 2011	0.00	0.00	359.44	32,718,984	4.85	419040.00	1.23	105,304
14 dicembre 2011	3.60	0.00	359.32	32,361,571	4.85	419040.00	0.71	61,827
15 dicembre 2011	11.20	0.00	359.22	32,048,835	4.85	419040.00	1.23	105,304
16 dicembre 2011	24.20	0.00	359.41	32,629,630	4.85	419040.00	11.57	999,835
17 dicembre 2011	0.20	0.00	359.84	33,895,468	4.85	419040.00	19.50	1,684,878
18 dicembre 2011	8.00	0.00	359.92	34,148,635	4.85	419040.00	7.78	672,207
19 dicembre 2011	0.20	0.00	359.90	34,074,174	4.85	419040.00	3.99	344,579
20 dicembre 2011	0.00	0.00	359.83	33,865,683	4.85	419040.00	2.44	210,549
21 dicembre 2011	1.00	0.00	359.74	33,597,624	4.85	419040.00	1.75	150,981
22 dicembre 2011	0.20	0.00	359.65	33,329,564	4.85	419040.00	1.75	150,980
23 dicembre 2011	0.00	0.00	359.54	33,001,938	4.85	419040.00	1.08	91,412
24 dicembre 2011	17.00	0.00	359.42	32,644,523	4.85	419040.00	0.71	61,827
25 dicembre 2011	0.00	0.00	359.39	32,555,170	4.85	419040.00	3.82	329,687
26 dicembre 2011	0.00	0.00	359.57	33,091,289	4.85	419040.00	11.06	965,159
27 dicembre 2011	0.00	0.00	359.51	32,912,582	4.85	419040.00	2.78	240,333
28 dicembre 2011	0.20	0.00	359.43	32,674,307	4.85	419040.00	2.09	180,765
29 dicembre 2011	0.20	0.00	359.33	32,391,355	4.85	419040.00	1.58	136,088
30 dicembre 2011	0.20	0.00	359.22	32,048,835	4.85	419,040	0.89	76,520
31 dicembre 2011	0.00	0.00	359.11	31,735,098	4.85	419,040	1.23	105,303
TOTALI	102.90	0.00			mc.	13,880,704	mc.	9,046,474

Figura 8. Bilancio idrologico dell'invaso di Campolattaro (Dicembre 2011, Provincia di Benevento - Ente Irrigazione)

BILANCIO IDROLOGICO DEL MESE DI GENNAIO 2016

BOLLETTINO n. 01/2016	Precipitazioni		Quote invaso	variazioni volumi di invaso*	Portate			
	pioggia*	neve			defluite		affluite	
DATA	mm	cm	metri s.l.m	mc	mc./sec	mc./giorno**	mc./sec.	mc./giorno**
01-gen-16	0,0	0,00	369,10	-45.507	1,73	149.299	1,20	103.792
02-gen-16	0,0	0,00	369,10	0	1,73	149.299	1,73	149.299
03-gen-16	8,6	0,00	369,13	136.523	1,73	149.299	3,31	285.822
04-gen-16	1,2	0,00	369,18	227.539	1,73	149.299	4,36	376.837
05-gen-16	13,4	0,00	369,24	273.046	2,78	240.537	5,94	513.583
06-gen-16	14,2	0,00	369,32	364.062	2,88	248.832	7,09	612.894
07-gen-16	5,6	0,00	369,39	318.554	2,88	248.832	6,57	567.386
08-gen-16	1,2	0,00	369,31	-364.062	8,16	705.024	3,95	340.962
09-gen-16	2,2	0,00	369,21	-455.077	8,64	746.496	3,37	291.419
10-gen-16	6,2	0,00	369,12	-409.589	8,64	746.496	3,90	336.907
11-gen-16	0,0	0,00	369,06	-273.046	8,64	746.496	5,48	473.450
12-gen-16	0,4	0,00	369,01	-227.538	6,12	528.768	3,49	301.230
13-gen-16	0,0	0,00	368,97	-178.155	5,76	497.664	3,70	319.509
14-gen-16	0,0	0,00	368,92	-221.079	5,76	497.664	3,20	276.585
15-gen-16	6,4	0,00	368,91	-44.215	5,76	497.664	5,25	453.449
16-gen-16	9,8	0,00	369,04	579.972	5,76	497.664	12,47	1.077.636
17-gen-16	0,2	0,15	369,06	91.015	5,76	497.664	6,81	588.679
18-gen-16	0,6	0,12	369,07	45.508	5,76	497.664	6,29	543.172
19-gen-16	0,2	0,00	369,05	-91.016	5,76	497.664	4,71	406.648
20-gen-16	0,2	0,00	369,03	-91.015	5,76	497.664	4,71	406.649
21-gen-16	0,2	0,00	369,00	-136.523	5,76	497.664	4,18	361.141
22-gen-16	0,0	0,00	368,99	-44.216	5,76	497.664	5,25	453.448
23-gen-16	0,0	0,00	368,97	-88.431	5,76	497.664	4,74	409.233
24-gen-16	0,2	0,00	368,95	-88.432	5,76	497.664	4,74	409.232
25-gen-16	0,0	0,00	368,93	-88.431	5,76	497.664	4,74	409.233
26-gen-16	0,2	0,00	368,89	-176.863	5,76	497.664	3,71	320.801
27-gen-16	0,0	0,00	368,86	-132.647	5,76	497.664	4,22	365.017
28-gen-16	0,0	0,00	368,84	-88.432	5,76	497.664	4,74	409.232
29-gen-16	0,0	0,00	368,80	-176.862	5,76	497.664	3,71	320.802
30-gen-16	0,2	0,00	368,78	-88.432	3,84	331.776	2,82	243.344
31-gen-16	0,2	0,00	368,79	44.216	2,88	248.832	3,39	293.048
totale	71,4	0,27			5,17	13.849.573 (mc)	4,64	12.420.439 (mc)
					Portata media mensile	Volume totale defluito nel mese	Portata media mensile	Volume totale affluito nel mese
*misure alle ore 8 del giorno corrente								
** Valori ricavati da elaborazioni delle misure e da determinazione delle portate di scarico dalle ore 8 del giorno precedente alle ore 8 del giorno corrente.								

Figura 9. Bilancio idrologico dell'invaso di Campolattaro (Gennaio 2016, ASEA S.p.A.)

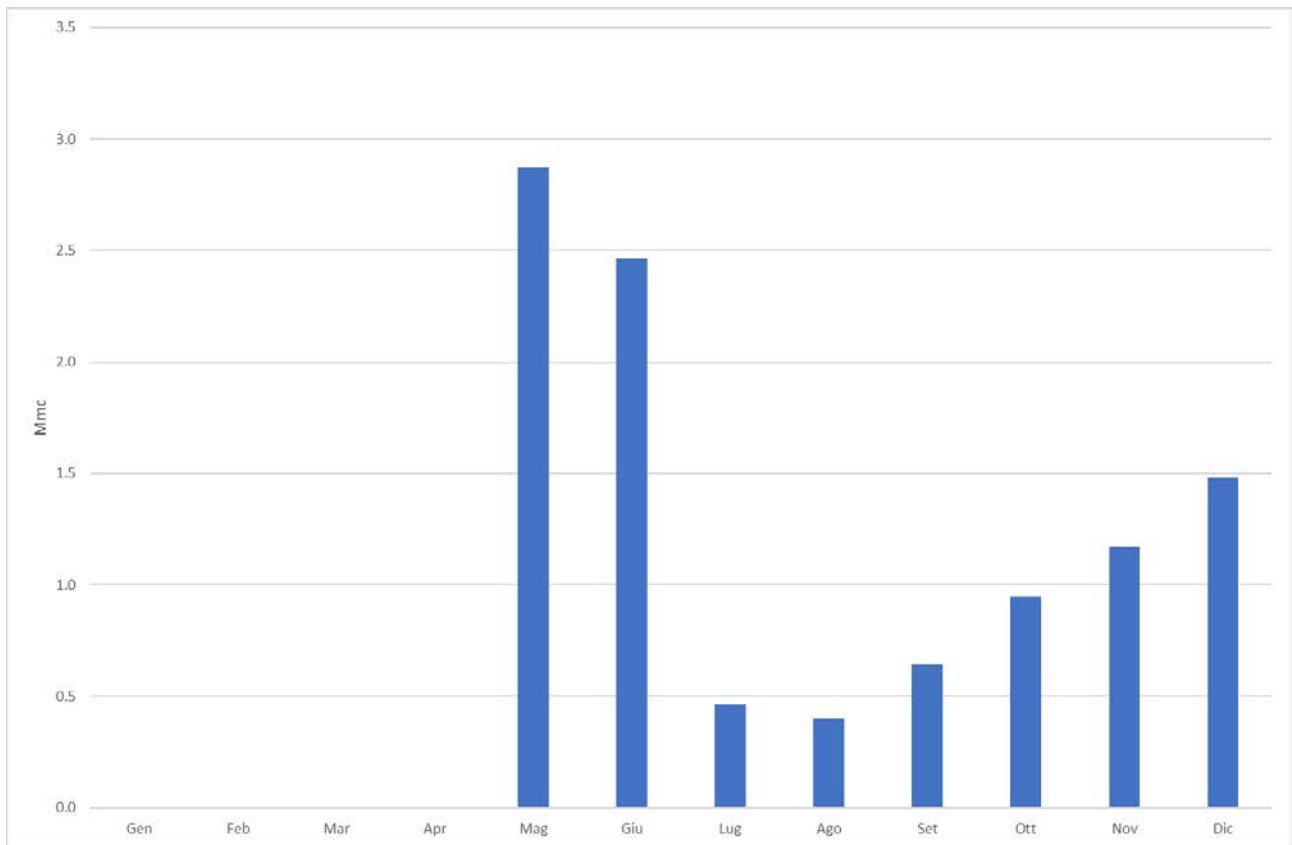


Figura 10. Volumi in ingresso all'invaso (anno 2006)

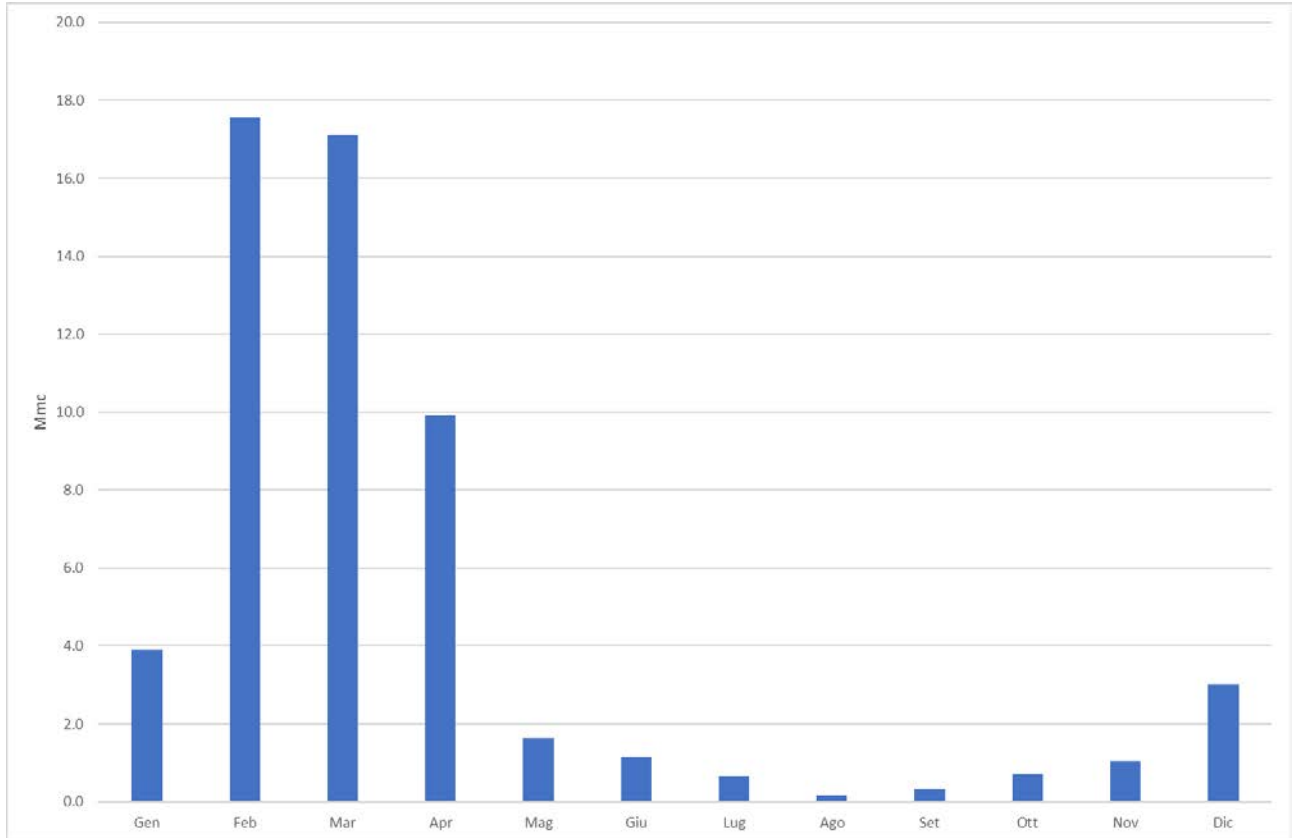


Figura 11. Volumi in ingresso all'invaso (anno 2007)

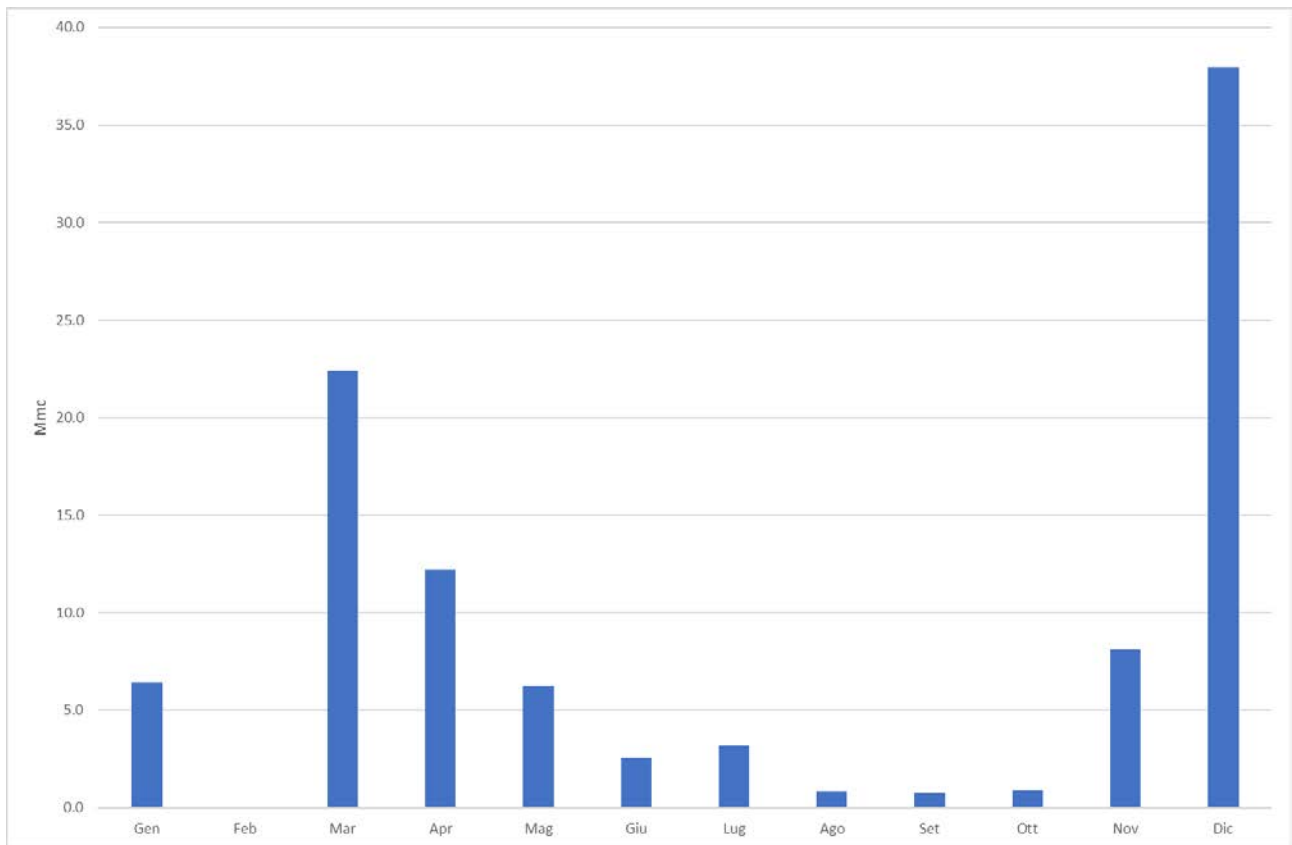


Figura 12. Volumi in ingresso all'invaso (anno 2008)

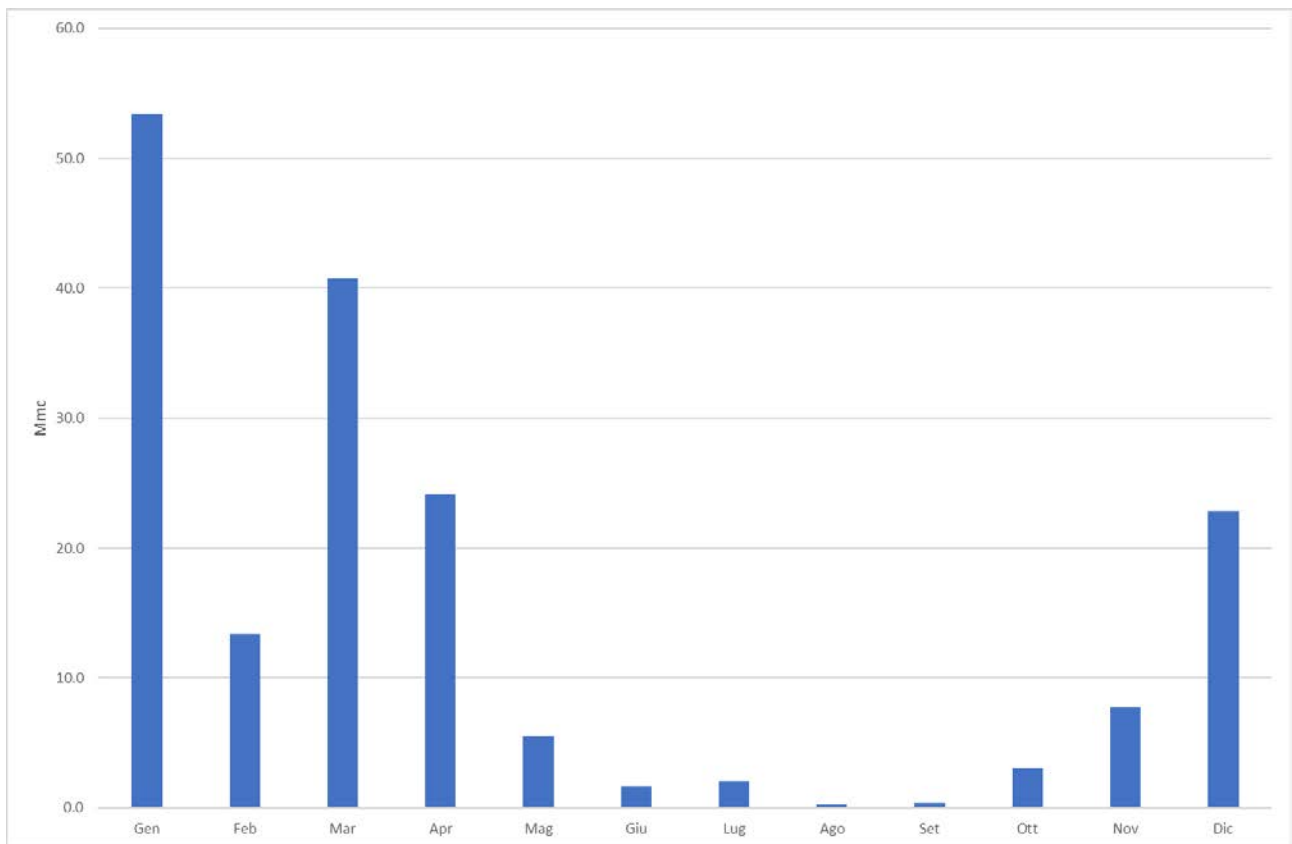


Figura 13. Volumi in ingresso all'invaso (anno 2009)

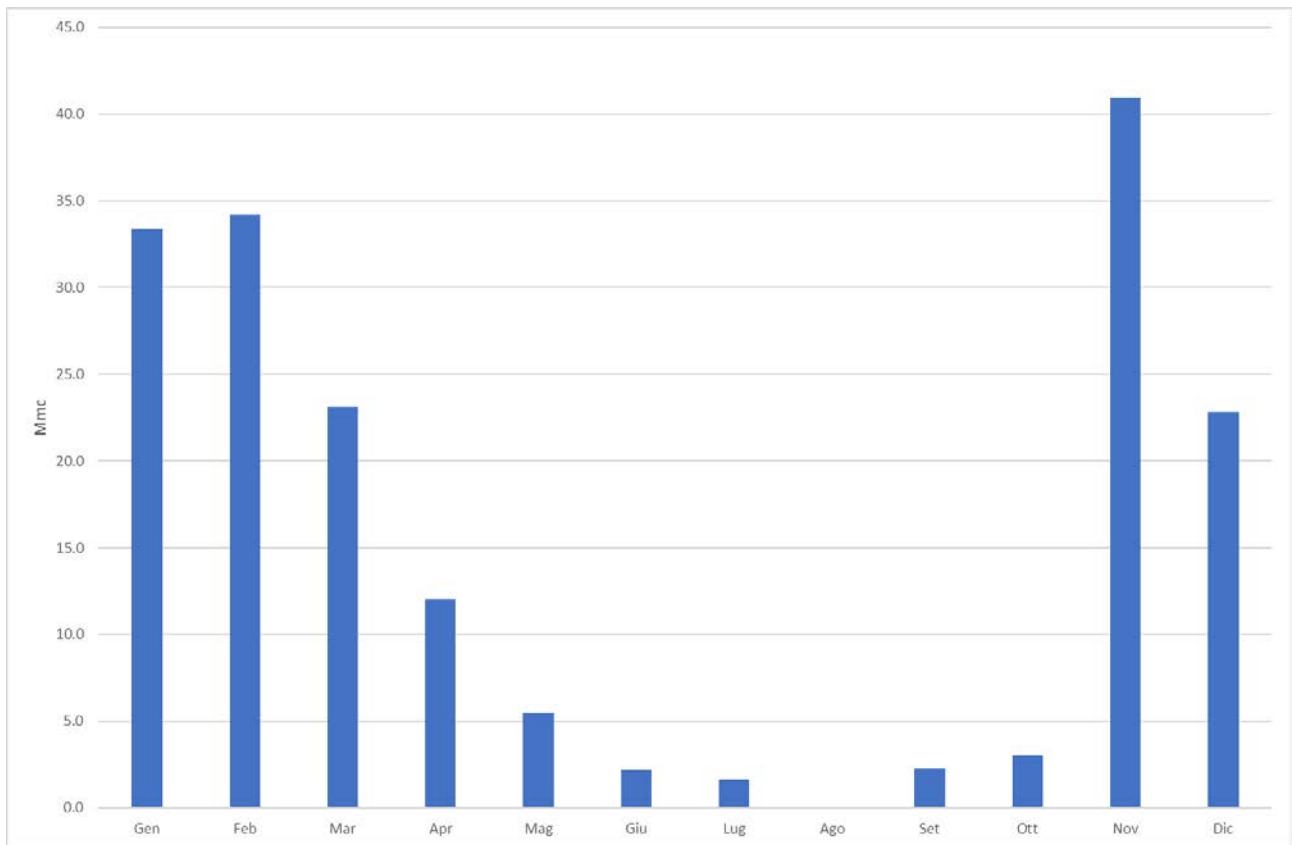


Figura 14. Volumi in ingresso all'invaso (anno 2010)

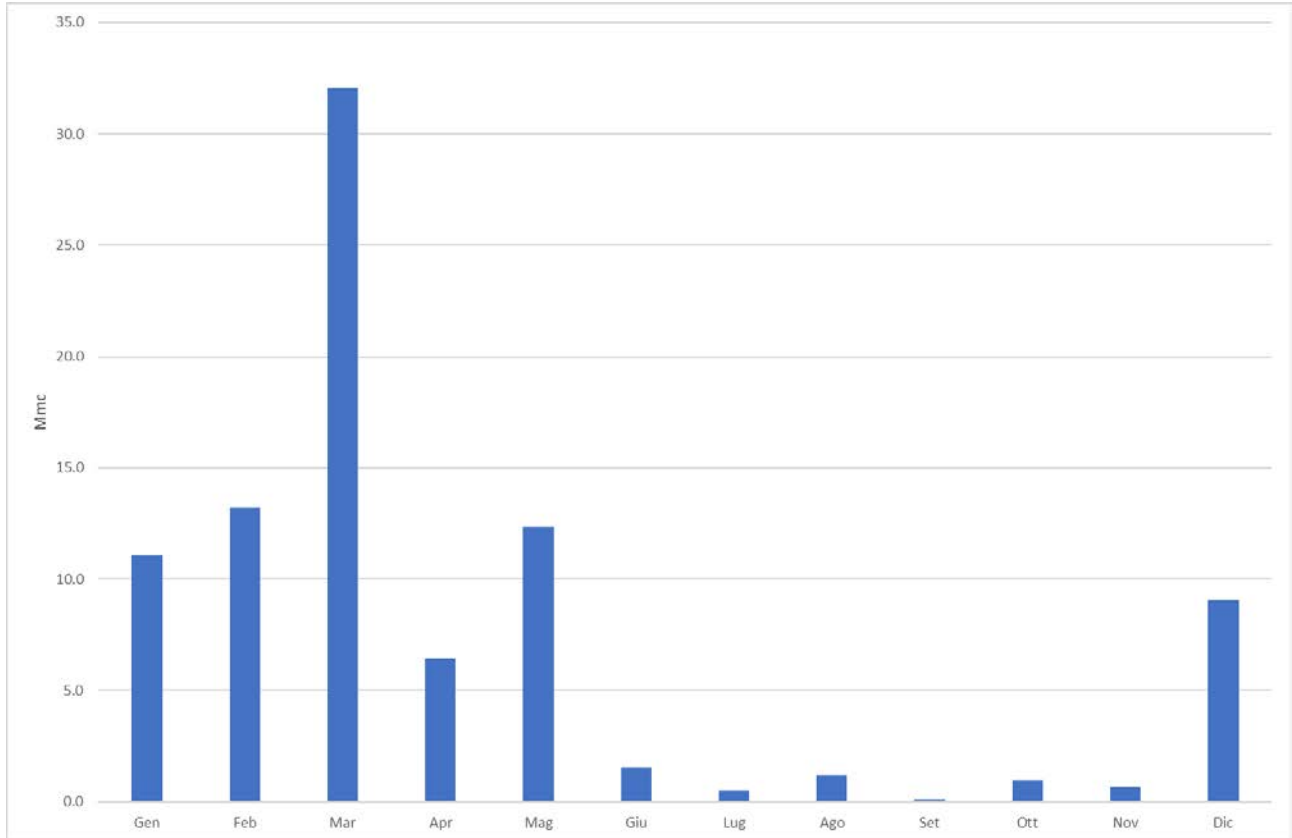


Figura 15. Volumi in ingresso all'invaso (anno 2011)

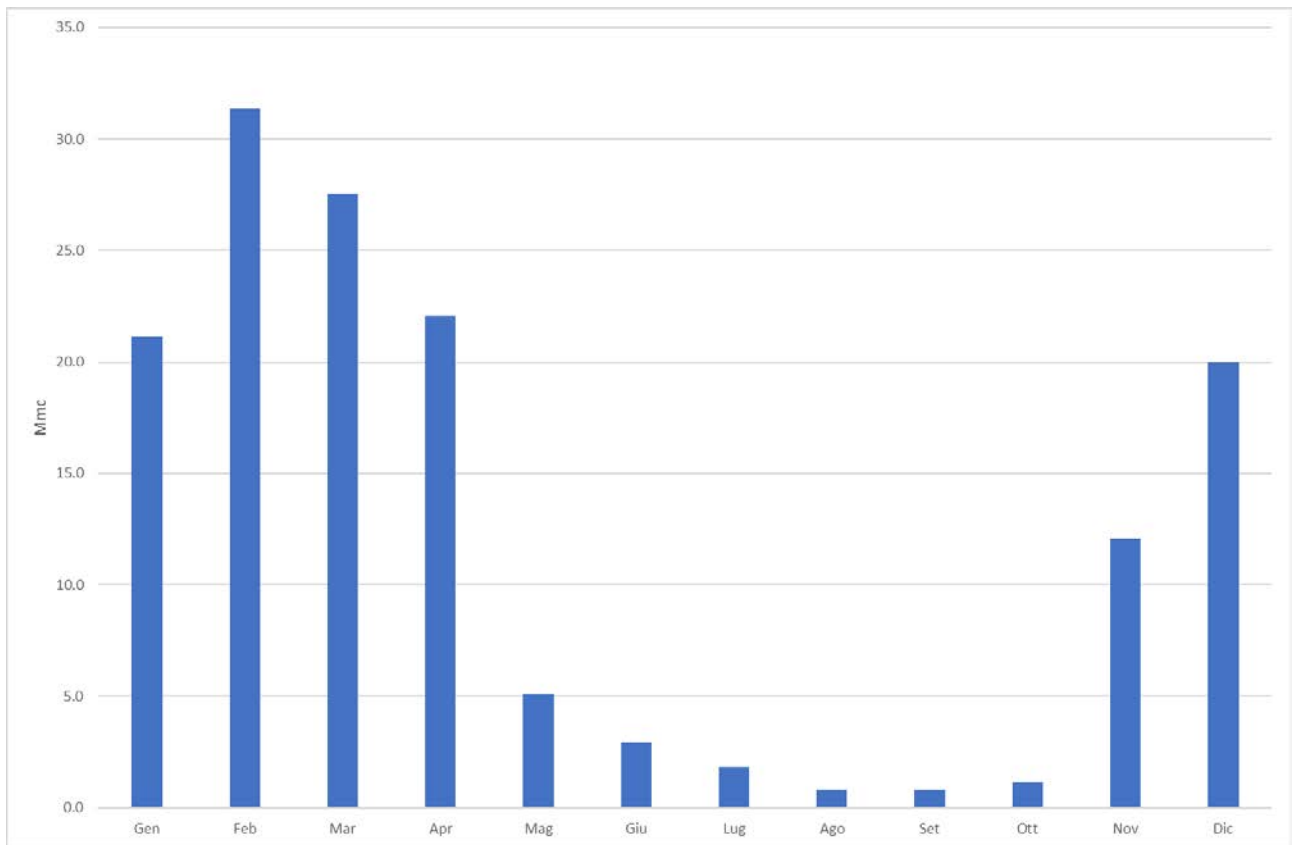


Figura 16. Volumi in ingresso all'invaso (anno 2013)

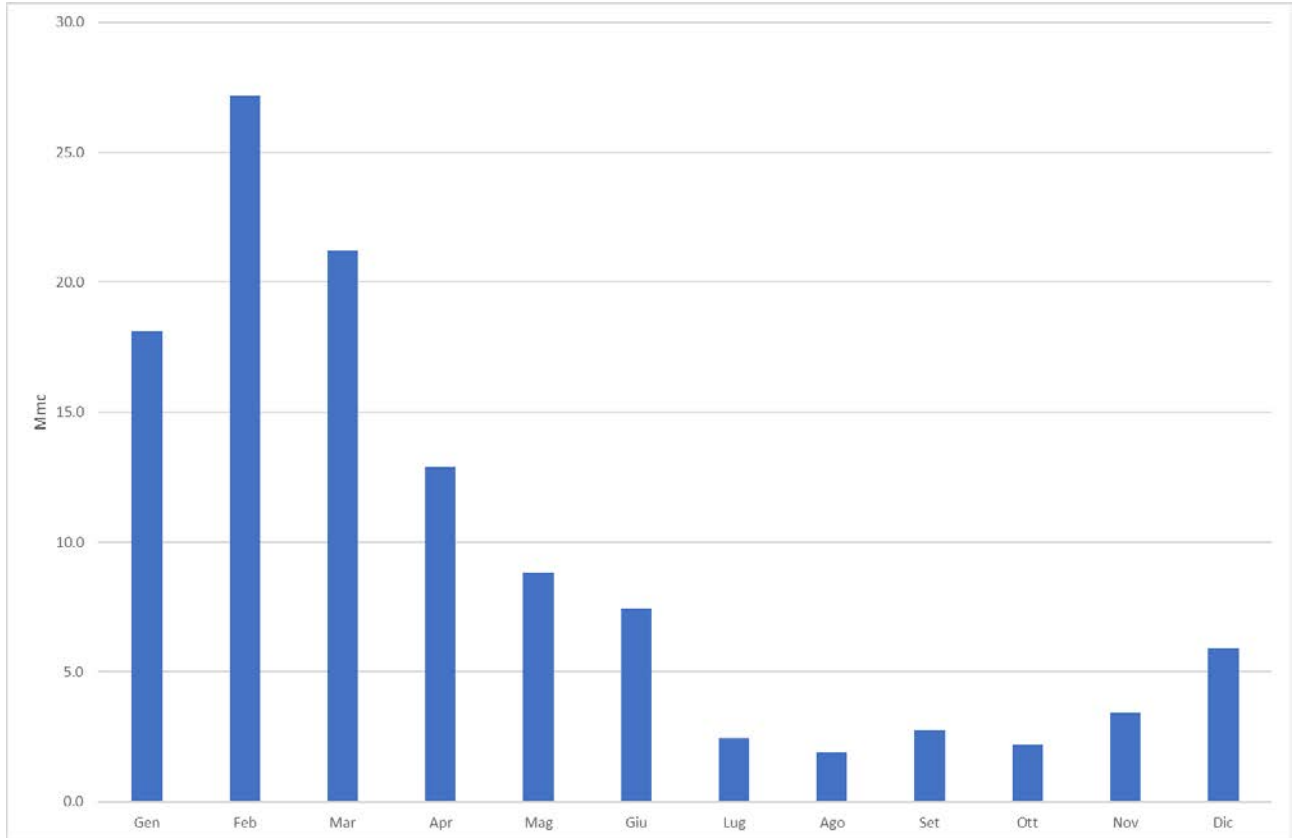


Figura 17. Volumi in ingresso all'invaso (anno 2014)

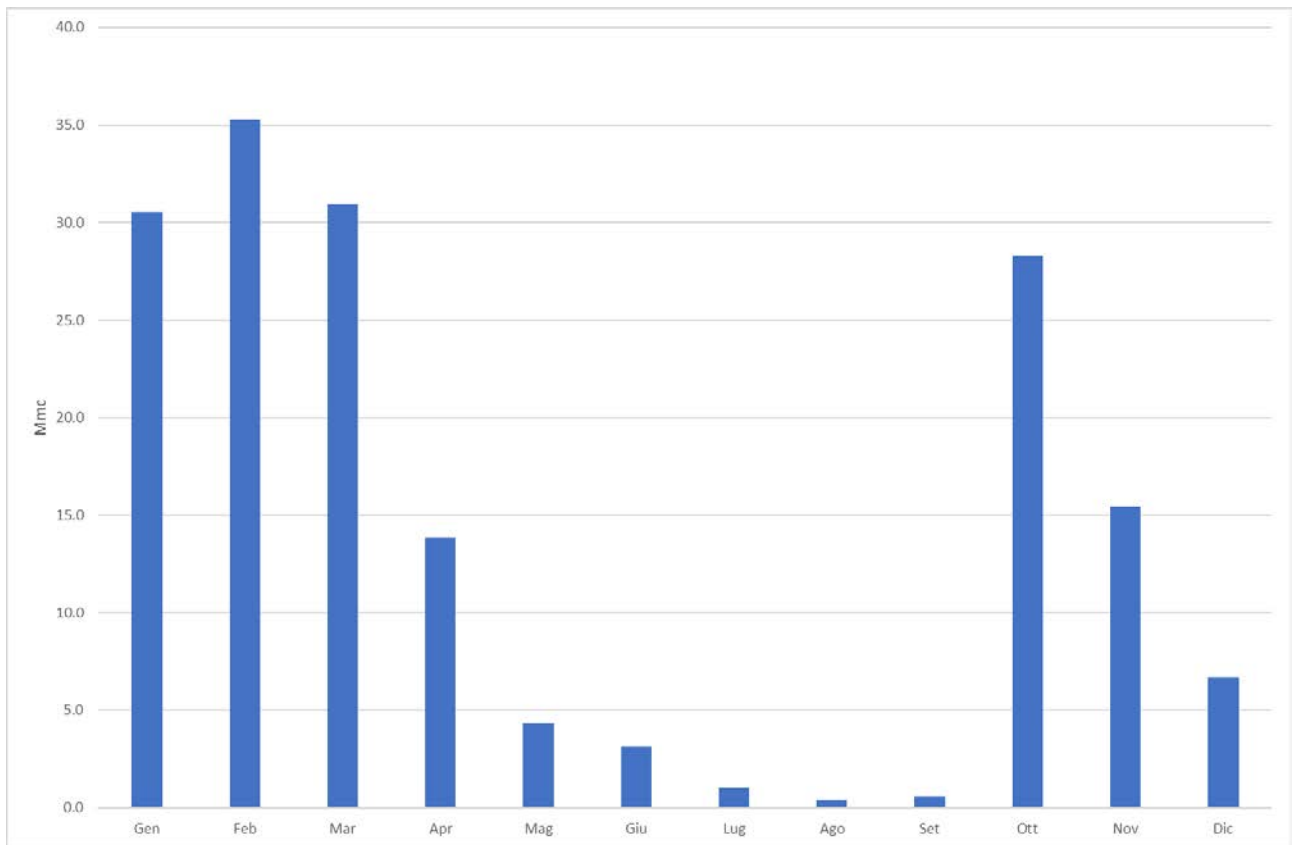


Figura 18. Volumi in ingresso all'invaso (anno 2015)

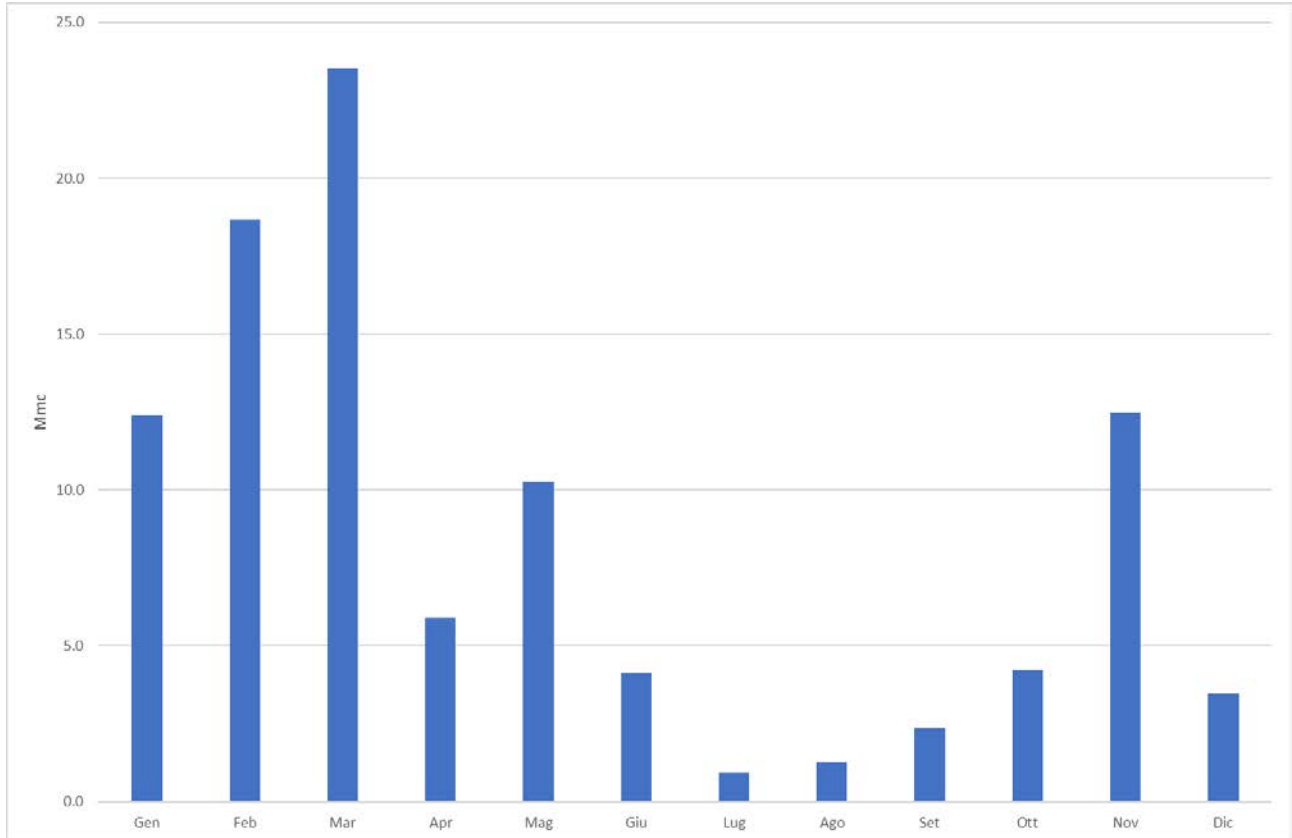


Figura 19. Volumi in ingresso all'invaso (anno 2016)

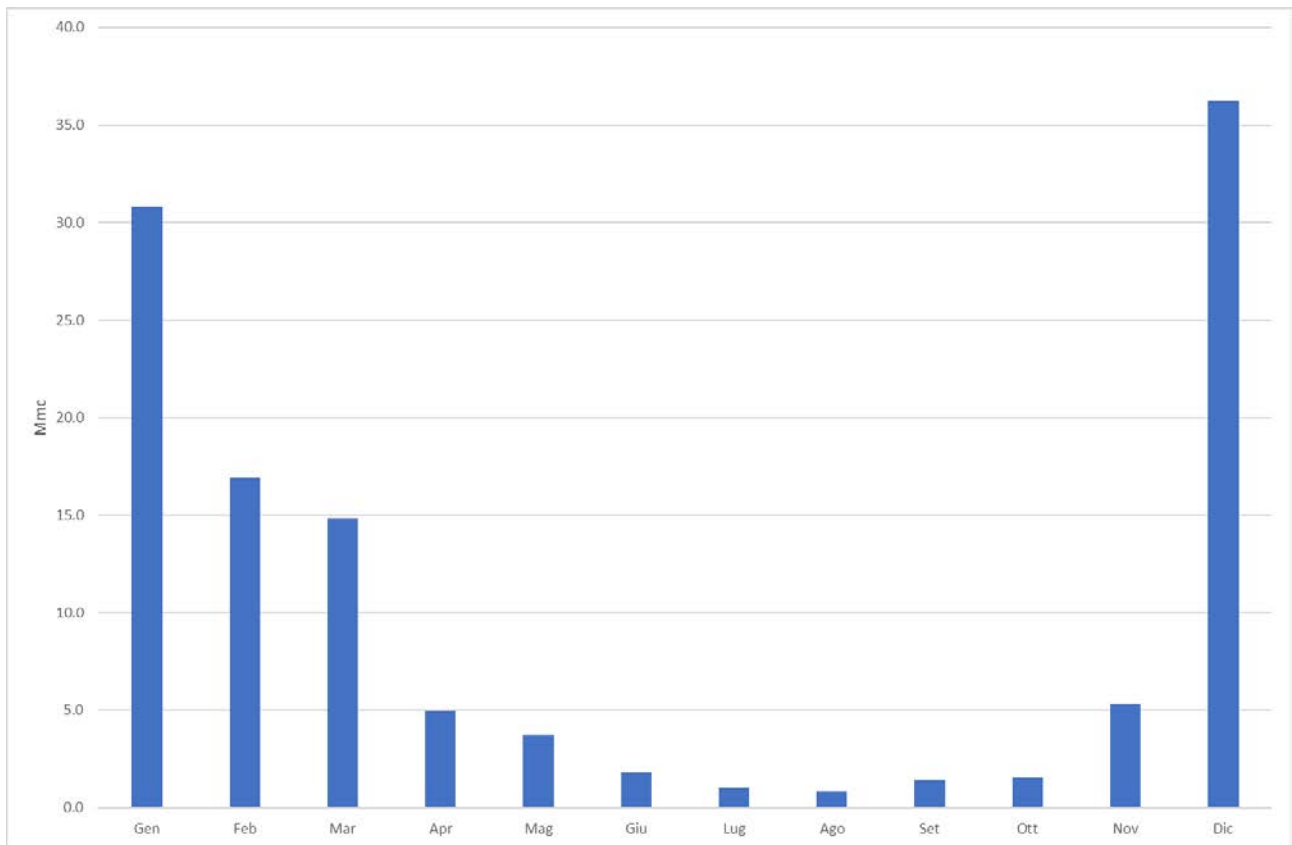


Figura 20. Volumi in ingresso all'invaso (anno 2017)

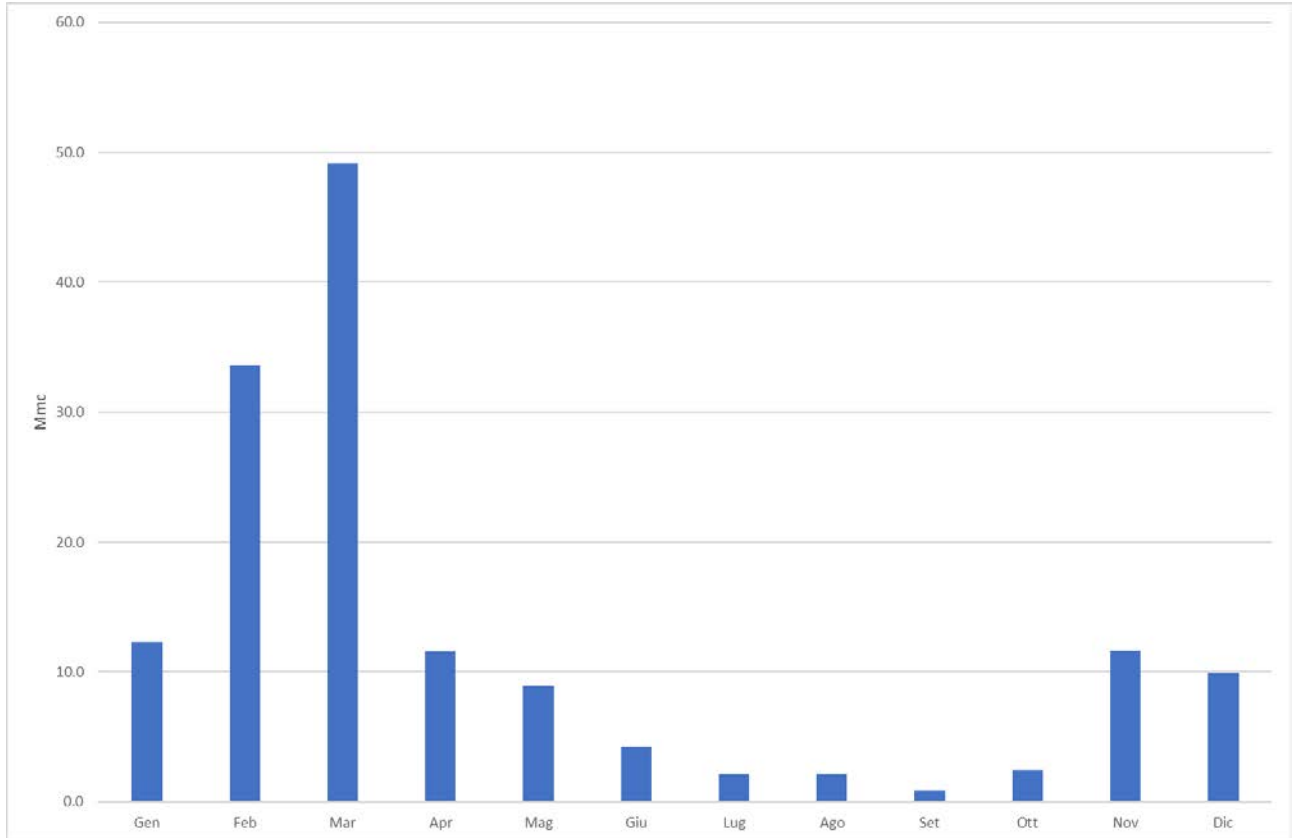


Figura 21. Volumi in ingresso all'invaso (anno 2018)

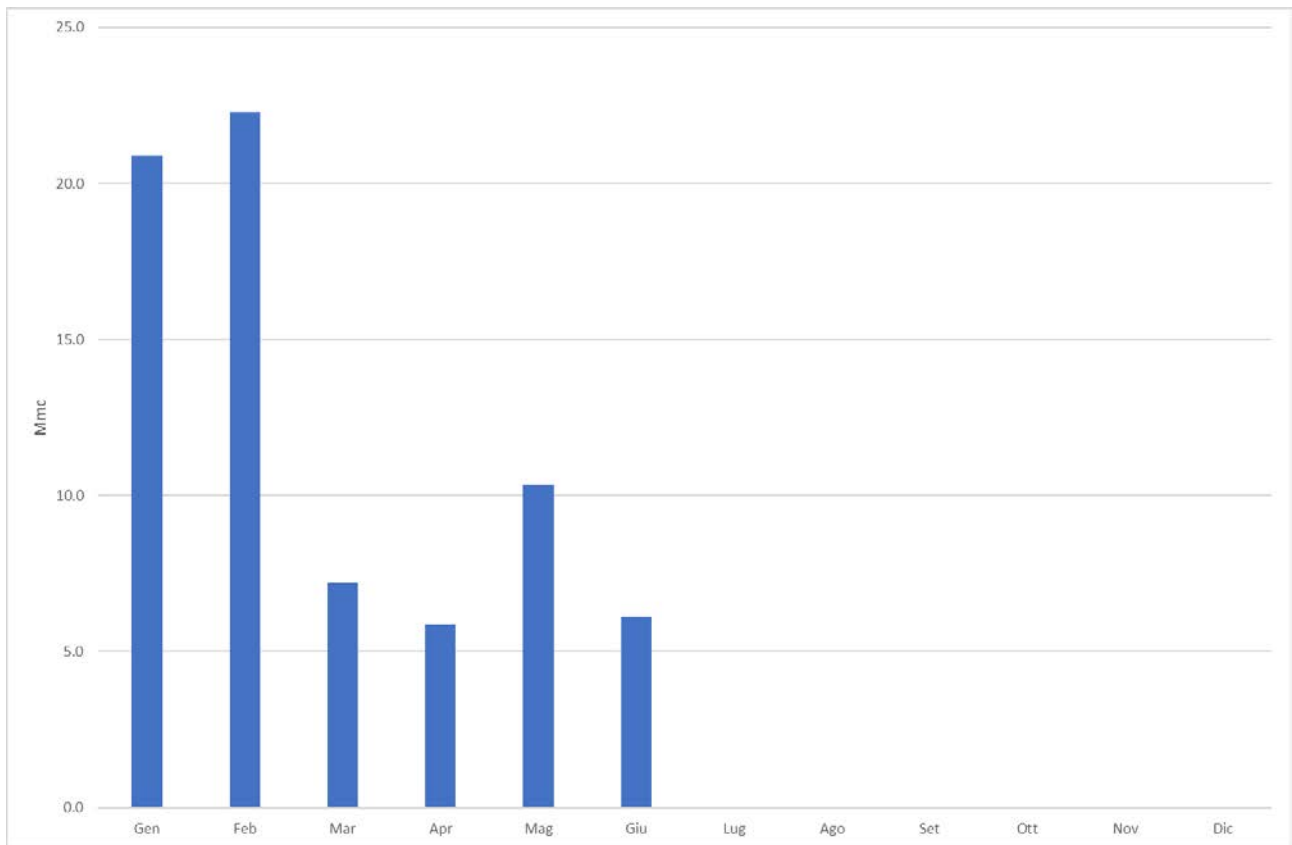


Figura 22. Volumi in ingresso all'invaso (anno 2019)

In Figura 23, inoltre, sono stati riportati gli afflussi fluviali all'invaso aggregati a livello mensile per l'intero periodo di osservazione.

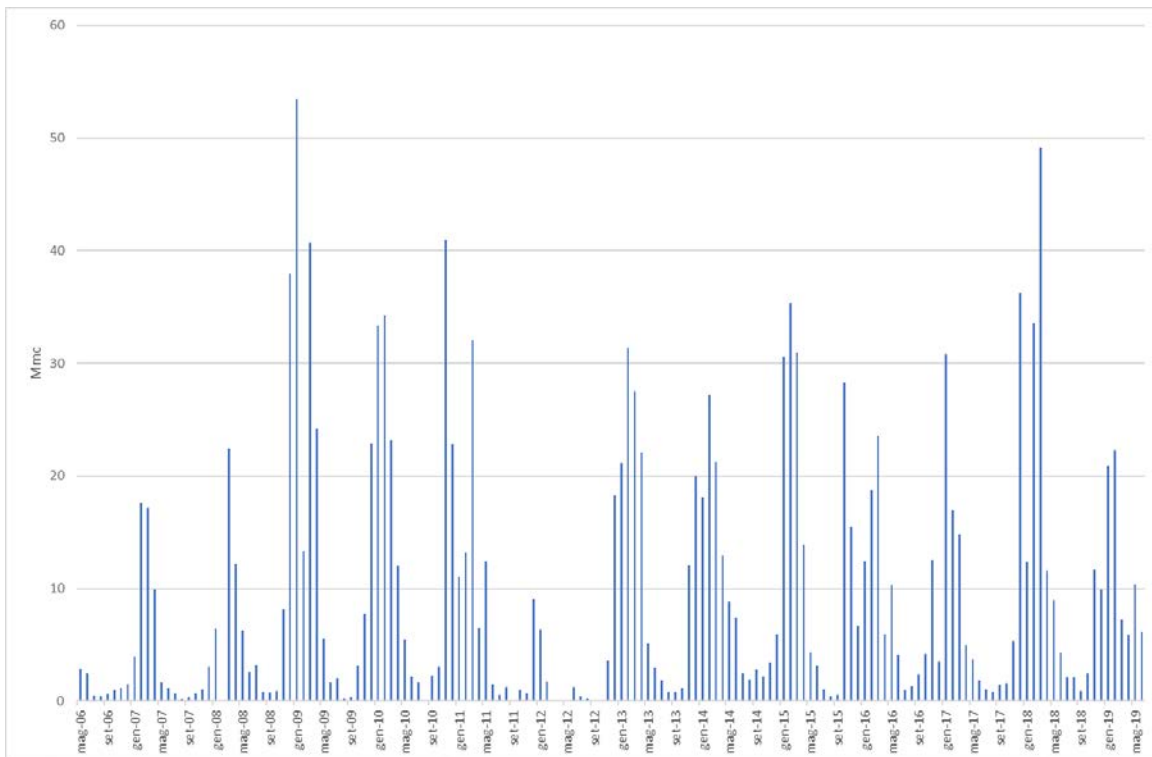


Figura 23. Afflussi mensili all'invaso di Campolattaro da aprile 2006 a giugno 2019

I valori dei deflussi annui totali sono stati riportati nella successiva Figura 24, omettendo i valori relativi gli anni 2006, 2008, 2012 e 2019 (perché incompleti). L'analisi dei dati mostra una rilevante variabilità dei deflussi annui, con valori compresi tra un minimo di 57 Mm³ per il 2007 e un massimo di 181 Mm³ per il 2010. È opportuno evidenziare, peraltro, come i modesti valori dei deflussi relativi all'anno 2007 siano ascrivibili alla significativa siccità che ha colpito il nostro Paese.

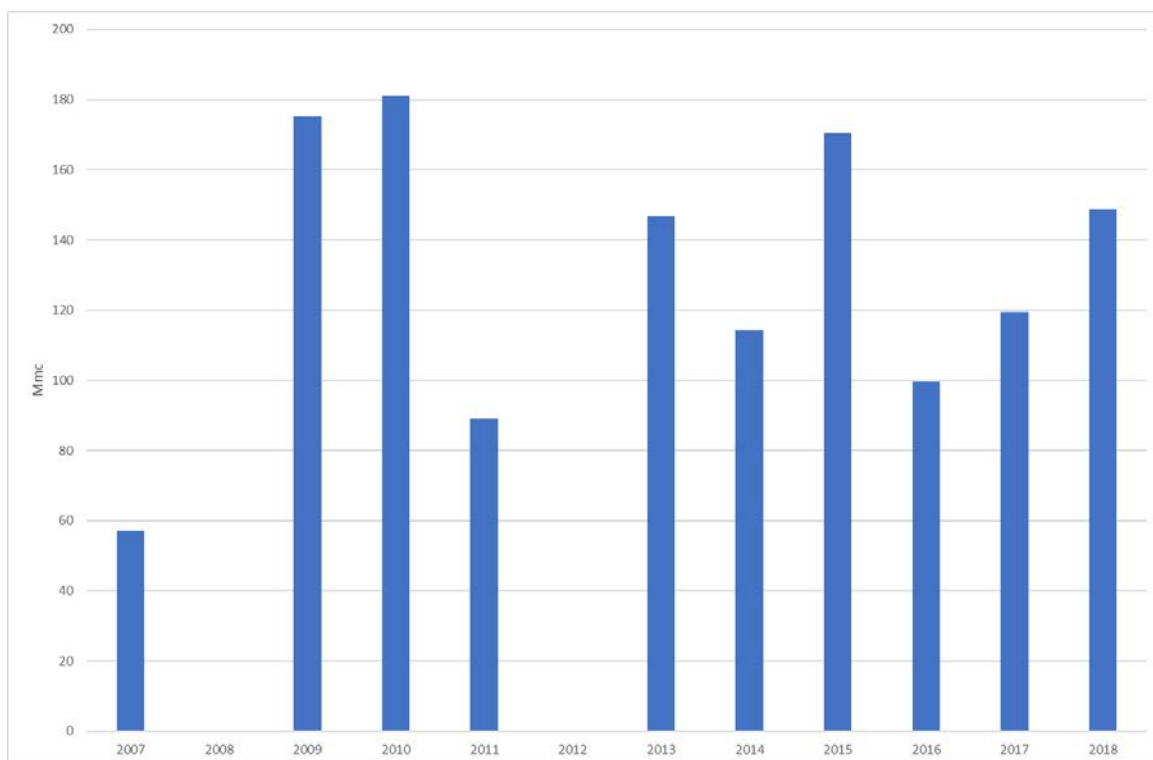


Figura 24. Deflussi annui in ingresso all'invaso

La successiva Figura 25 riporta gli andamenti dei deflussi medi mensili, mettendo in evidenza un minimo estivo nel mese di agosto, valori progressivamente crescenti sino a marzo e successivamente decrescenti. **Il deflusso medio annuo in tal modo stimato risulta pari a 125 Mm³.** Va sottolineato che i valori più elevati si riscontrano nel periodo gennaio-marzo (come confermato dall'analisi delle figure 10÷22), immediatamente precedente il periodo di massimo utilizzo dell'invaso (maggio-settembre).

Va, però, tenuto presente che, attesa la condizione di fuori servizio del manufatto di derivazione della traversa di Selvapiana, i dati forniti al DICEA non tengono conto dell'apporto idrico potenziale proveniente dal Torrente Tammarecchia, il quale, come osservato in precedenza, contribuisce con un bacino di superficie pari a circa 89 km², a fronte di un bacino di circa 254 km² sotteso direttamente dalla diga.

Il contributo dei due bacini, quindi, con riferimento specifico alla superficie complessiva (pari a 343 km²) potrebbe essere attribuito al Tammaro per il 74% e al Tammarecchia per il 26%. Considerando, però, anche

il contributo della piovosità, leggermente più elevato per il bacino del Tammaro, dallo studio precedente è stato possibile attribuire il contributo totale per il 77.5% al Tammaro e per il 22.5% al Tammarecchia.

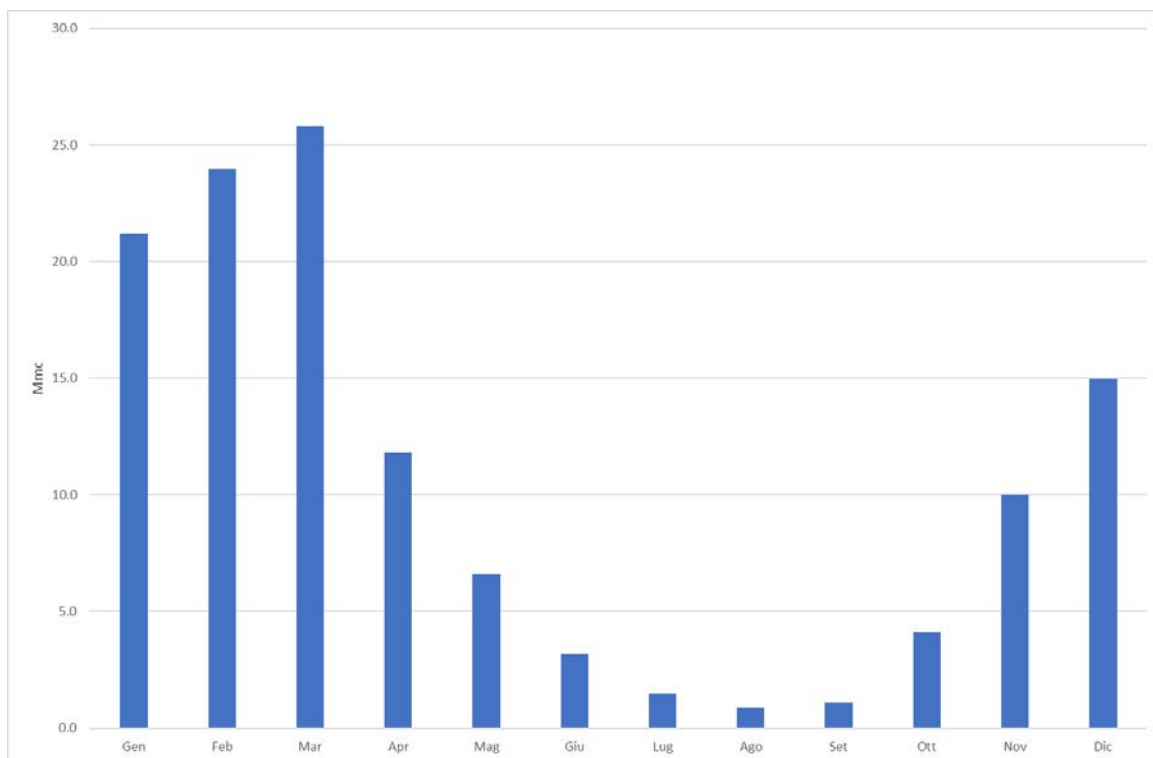


Figura 25. Volumi in ingresso all'invaso (media del periodo di osservazione)

Con riferimento agli approcci 3 e 2 presi in esame in precedenza (Tabella 4), quindi, il volume medio annuo prodotto dal bacino del Tammaro sarebbe pari rispettivamente a 83.48 Mm³ (approccio 3) ed a 93.67 Mm³ (approccio 2). Il volume corrispondente calcolato dai dati rilevati in campo nel periodo 2006-2019, pari a 125 Mm³, risulta, quindi, notevolmente più elevato, con un incremento rispettivamente pari al 50% (approccio 3) e al 33% (approccio 2).

Il suddetto non trascurabile scostamento può essere senza dubbio legato a un incremento delle precipitazioni sul bacino sotteso dalla diga. Come già osservato, nello studio precedente la stima degli afflussi meteorici è stata effettuata a partire dai dati delle stazioni pluviometriche (n. 24) ricadenti direttamente nel bacino o nelle immediate vicinanze (Figura 6). A seguito della riorganizzazione su base regionale della raccolta delle informazioni pluviometriche, non è stato purtroppo possibile effettuare un confronto diretto tra i dati pluviometrici analizzati nello studio precedente e quelli degli anni 2006-2019. È stato tuttavia possibile confrontare i valori delle precipitazioni per alcune stazioni pluviometriche di cui erano disponibili i dati, sintetizzando i risultati nella Tabella 11.

Stazione	Media storica	Media 2006-2019
Morcone	1234.5	1403.3
Colle Sannita	919.6	932.5
Pago Veiano	670.8	812.7
Paduli	742.8	757.7

Tabella 11. Confronto tra i dati pluviometrici disponibili

Nelle Figure da 26 a 29, inoltre, sono stati riportati gli andamenti delle piogge annue (anni 2006-2018) e il relativo valore medio registrate dai pluviografi della Tabella 11. Pur se i dati pluviometrici disponibili per il periodo 2006-2019 non consentono la ricostruzione dettagliata delle isoiete sul bacino effettuata nell'ambito degli studi precedenti, risulta tuttavia evidente dalla Tabella 11 e dalle Figure 26÷29 un certo incremento delle precipitazioni nell'area di studio, che giustificherebbe i maggiori afflussi al bacino rilevati.

Al fine di valutare, quindi, il volume medio annuo affluito allo sbarramento dall'intero bacino, sulla scorta delle considerazioni precedenti, si è ritenuto di considerare un valore di 125 Mm³/a dal bacino del Tammaro (secondo quanto desunto dai dati disponibili), pari al 77.5% del volume totale, cui aggiungere un volume di 36.29 Mm³/a dal bacino del Tammarecchia, pari al 22.5% del totale. Il volume complessivo medio annuo affluito dal bacino risulterebbe pari, quindi a 161.29 Mm³.

Tenendo, però, presente la necessità di rilasciare nel Tammarecchia a valle di Selvapiana un volume complessivo di almeno 9.07 Mm³/a per assicurare un DMV modulato a scala mensile, il volume affluente dal Tammarecchia è stato ridotto in misura corrispondente e, prudenzialmente, mantenuto invariato rispetto alle valutazioni precedenti, ossia pari a 24.23 Mm³ (approccio 3). **Ne consegue che il volume medio annuo affluito al bacino è stato assunto pari a 149.23 Mm³.**

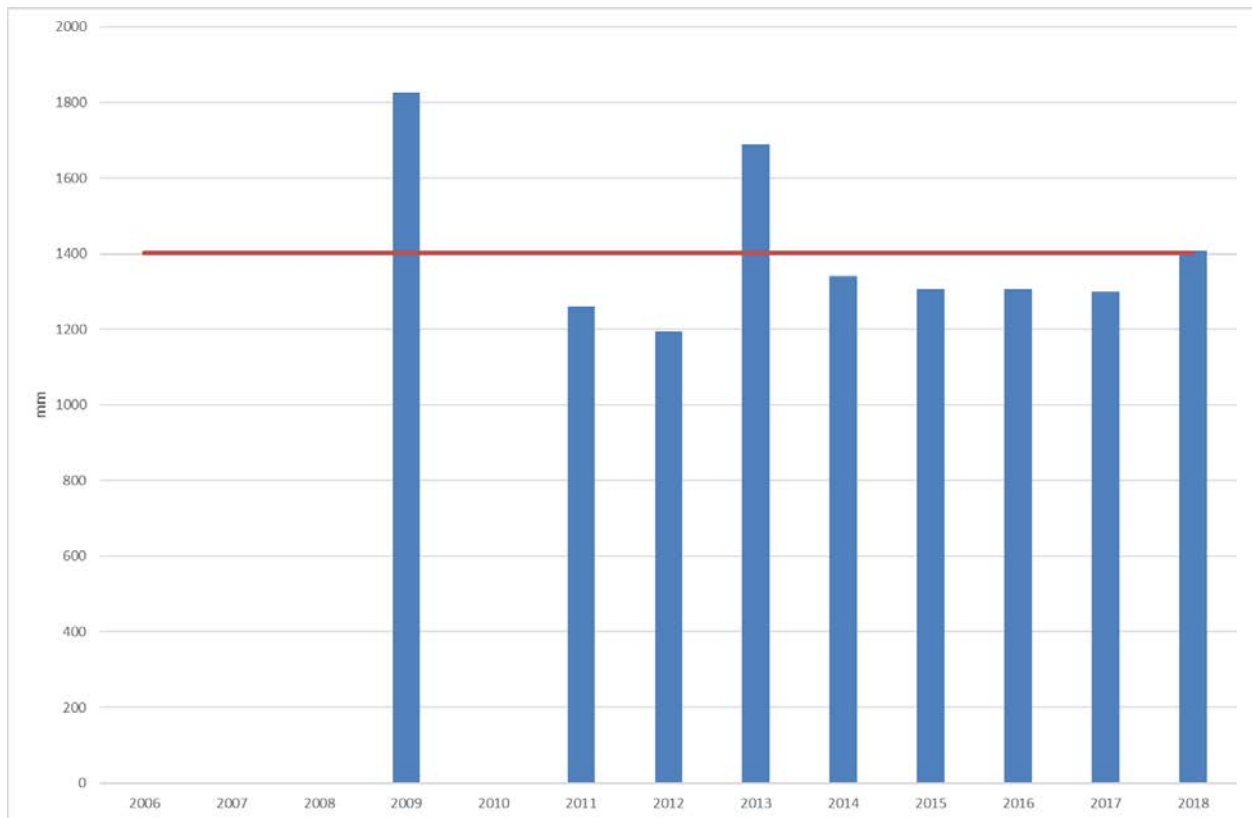


Figura 26. Piogge annue registrate al pluviografo di Morcone e relativo valore medio (anni 2006-2018)

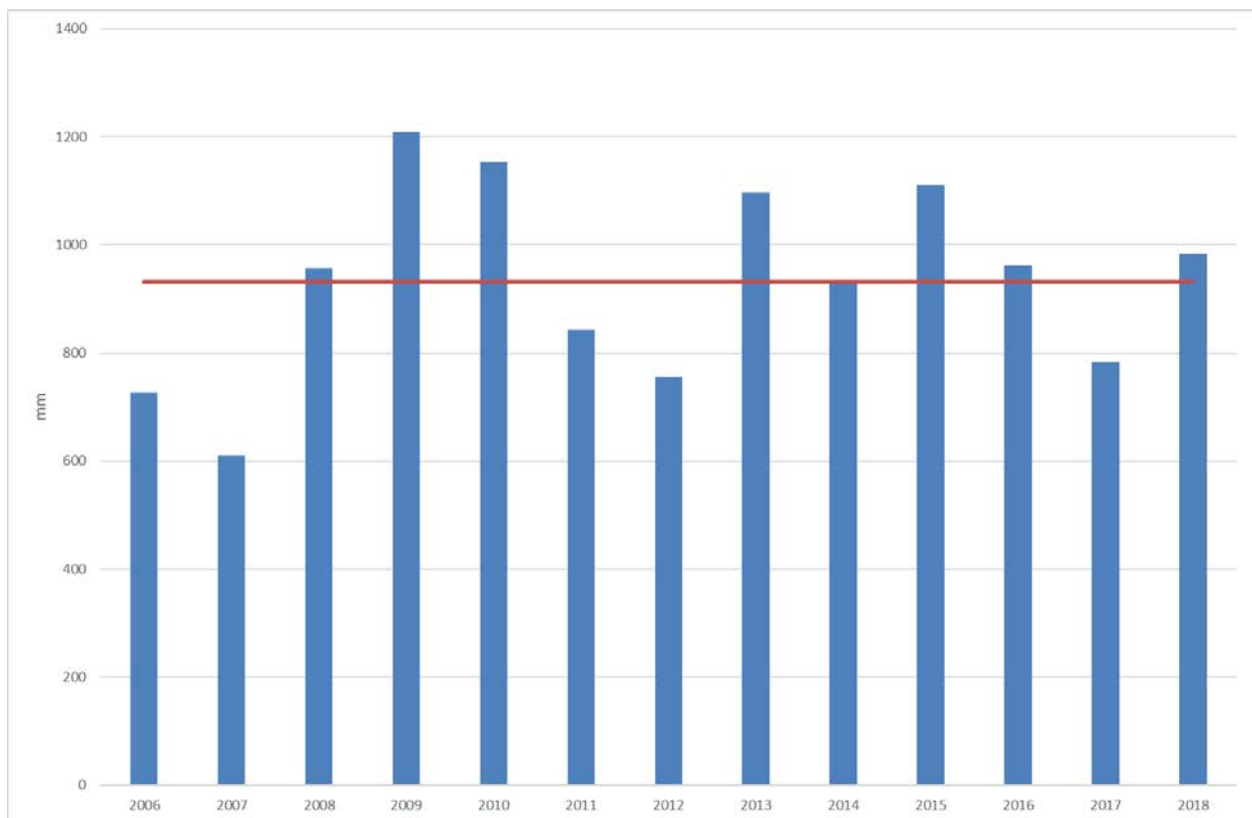


Figura 27. Piogge annue registrate al pluviografo di Colle Sannita e relativo valore medio (anni 2006-2018)

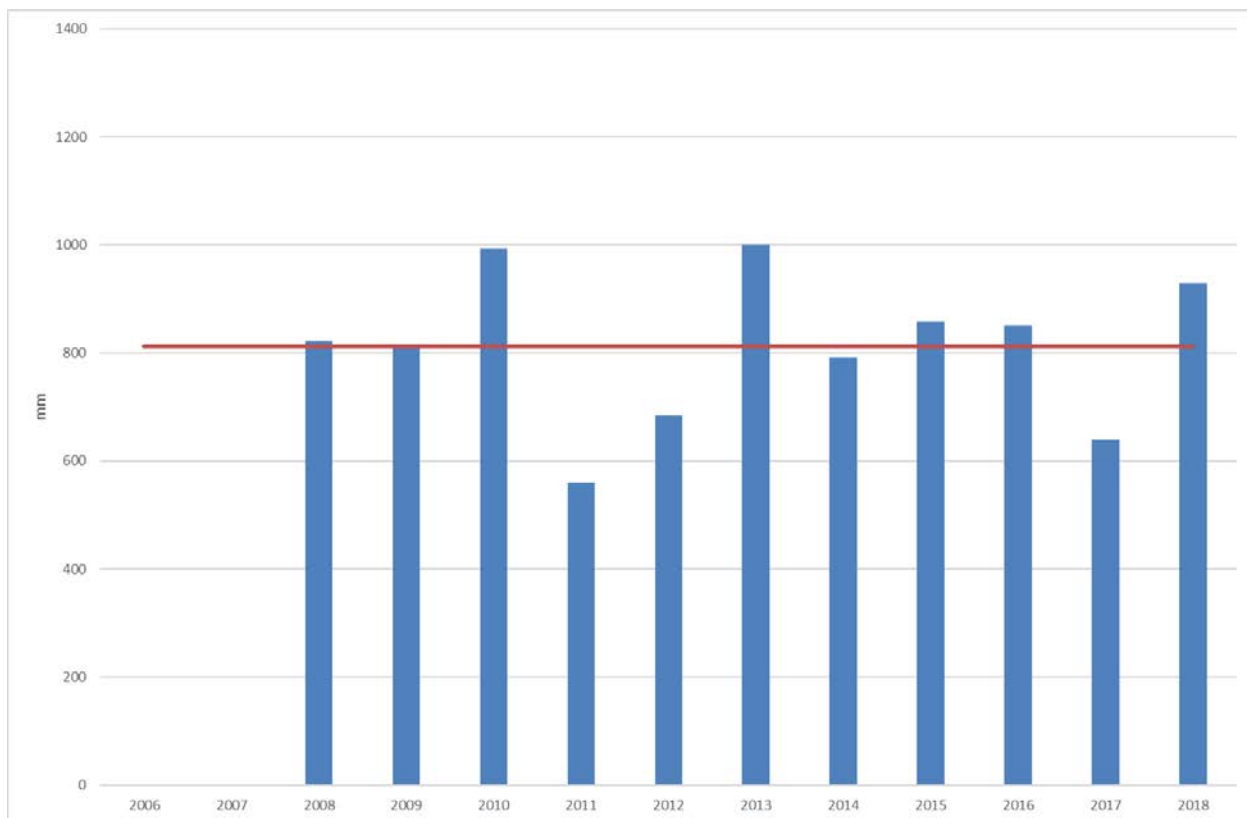


Figura 28. Piogge annue registrate al pluviografo di Pago Veiano e relativo valore medio (anni 2006-2018)

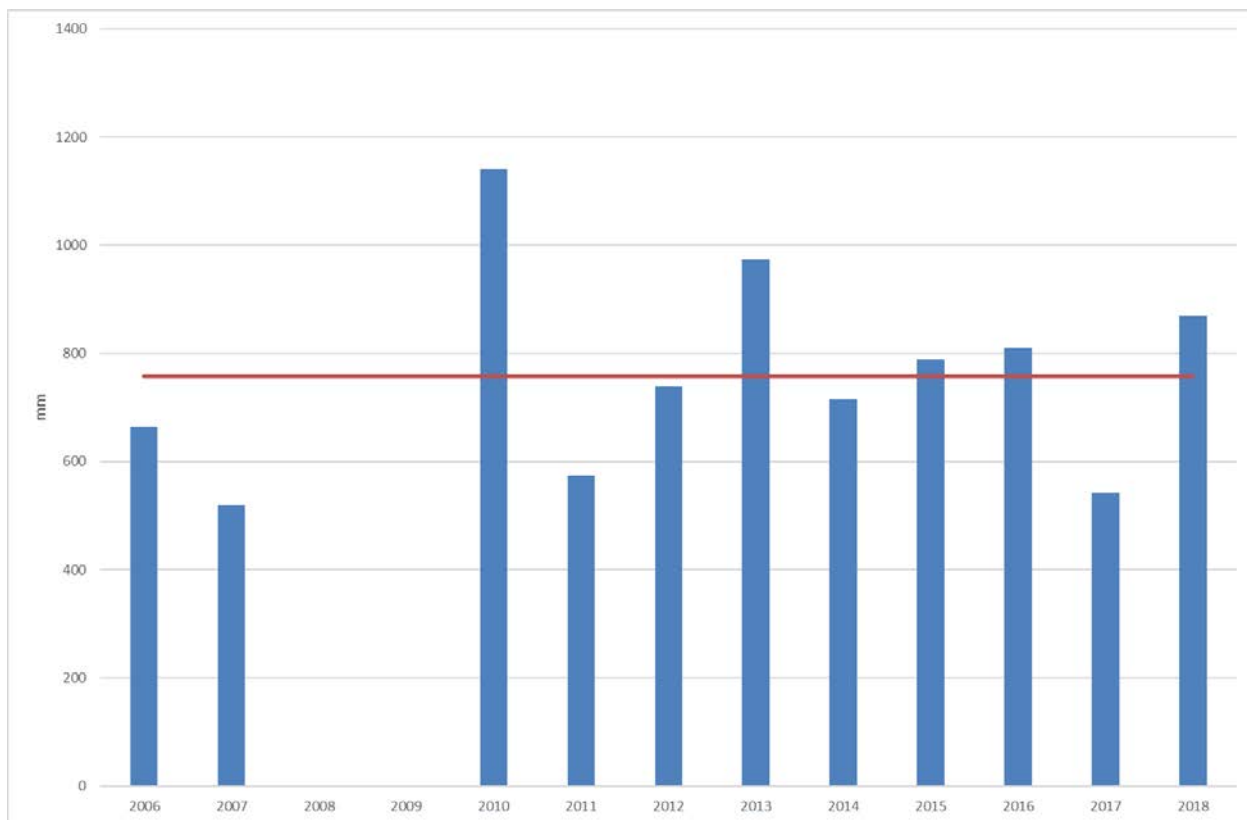


Figura 29. Piogge annue registrate al pluviografo di Paduli e relativo valore medio (anni 2006-2018)

Per quanto concerne, invece, la caratterizzazione dei consumi, essa è stata significativamente modificata sulla scorta delle indicazioni ricevute da Acqua Campania S.p.A., secondo quanto indicato nelle Tabelle 12 (scenari di utilizzazione, portate in m³/s) e 13 (scenari di utilizzazione, volumi in Mm³).

Le suddette tabelle individuano due diversi scenari di utilizzazione:

- scenario Transitorio, nel quale il volume derivato per il comparto irriguo viene utilizzato per i fabbisogni attuali delle aree attrezzate a valle delle vasche di Grassano e per la produzione di energia elettrica nel corso dell'anno;
- scenario di Regime, in cui il volume derivato per il comparto irriguo viene utilizzato soltanto nei mesi da maggio a settembre per irrigare 15.000 ha di aree attrezzate (completa espansione irrigua). Il fabbisogno irriguo in questo periodo è stato riferito al "Clima Futuro", con una sensibile riduzione della piovosità media.

Il consumo idropotabile è stato leggermente modificato rispetto alle ipotesi precedenti, tenendo conto, attese le caratteristiche tecniche e dimensionali delle opere di progetto, di un "minimo deflusso sanitario" (dell'ordine di 500 l/s) per soddisfare esigenze gestionali e igienico-sanitarie e delle perdite del processo di potabilizzazione. Il consumo idropotabile risulta invariato nei due scenari presi in considerazione.

Con riferimento ai consumi industriali, considerando che le previsioni dello scenario definito in precedenza non hanno avuto concreta attuazione, è apparso ragionevole ipotizzare che, anche nell'ipotesi di pieno sviluppo insediativo delle aree industriali di Benevento e limitrofe, i relativi fabbisogni idrici potranno essere pienamente soddisfatti con le acque sotterranee sottratte al concorrente uso potabile. Si è ritenuto, quindi, non necessario riservare acque dell'invaso al comparto produttivo.

Per quanto concerne il Deflusso Minimo Vitale, infine, in considerazione dei più recenti indirizzi dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, si è ritenuto opportuno fare riferimento ai valori del DMV (o Deflusso Ecologico) modulati a scala mensile, confermando, quindi, la modulazione delle portate rilasciate in alveo indicata nello scenario precedente.

Gli scenari di utilizzazione delineati conducono, quindi, ambedue ad un volume annuo complessivo pari a 119.50 Mm³, con un significativo incremento dei consumi rispetto allo scenario precedente, dell'ordine del 32%. La diversa distribuzione dei consumi irrigui nei due scenari dà luogo comunque ad una concentrazione dei consumi totali nel periodo maggio-settembre: nello scenario Transitorio il consumo totale nel suddetto periodo è pari a 63.52 Mm³ (all'incirca il 53% del totale), mentre nello scenario di Regime è pari a 83.64 Mm³ (all'incirca il 70% del totale).

<i>mese</i>	<i>Potabile</i>	<i>Irriguo</i>	<i>DE</i>	<i>Totale</i>	<i>Potabile</i>	<i>Irriguo</i>	<i>DE</i>	<i>Totale</i>
	Scenario Transitorio				Scenario di Regime			
gen	0,530	1,098	2,280	3,908	0,530	0,000	2,280	2,810
feb	0,530	1,098	1,890	3,518	0,530	0,000	1,890	2,420
mar	0,530	1,098	1,978	3,606	0,530	0,000	1,978	2,508
apr	0,530	1,098	1,440	3,068	0,530	0,000	1,440	1,970
mag	0,530	2,000	0,810	3,340	0,530	1,203	0,810	2,543
giu	2,950	2,000	0,510	5,460	2,950	4,159	0,510	7,619
lug	2,950	2,000	0,130	5,080	2,950	5,402	0,130	8,482
ago	2,950	2,000	0,100	5,050	2,950	6,013	0,100	9,063
set	2,950	2,000	0,177	5,127	2,950	0,763	0,177	3,891
ott	0,530	1,098	0,330	1,958	0,530	0,000	0,330	0,860
nov	0,530	1,098	0,730	2,358	0,530	0,000	0,730	1,260
dic	0,530	1,098	1,370	2,998	0,530	0,000	1,370	1,900

Tabella 12. Scenari di utilizzazione (portate in m³/s)

<i>mese</i>	<i>giorni</i>	<i>Potabile</i>	<i>Irriguo</i>	<i>DE</i>	<i>Totale</i>	<i>Potabile</i>	<i>Irriguo</i>	<i>DE</i>	<i>Totale</i>
		Scenario Transitorio				Scenario di Regime			
gen	31	1,420	2,941	6,107	10,467	1,420	0,000	6,107	7,527
feb	28	1,282	2,656	4,572	8,510	1,282	0,000	4,572	5,854
mar	31	1,420	2,941	5,298	9,658	1,420	0,000	5,298	6,718
apr	30	1,374	2,846	3,732	7,952	1,374	0,000	3,732	5,106
mag	31	1,420	5,357	2,170	8,946	1,420	3,221	2,170	6,811
giu	30	7,646	5,184	1,322	14,152	7,646	10,780	1,322	19,748
lug	31	7,901	5,357	0,348	13,606	7,901	14,469	0,348	22,718
ago	31	7,901	5,357	0,268	13,526	7,901	16,104	0,268	24,274
set	30	7,646	5,184	0,460	13,290	7,646	1,979	0,460	10,085
ott	31	1,420	2,941	0,884	5,244	1,420	0,000	0,884	2,304
nov	30	1,374	2,846	1,892	6,112	1,374	0,000	1,892	3,266
dic	31	1,420	2,941	3,669	8,029	1,420	0,000	3,669	5,089
totale	365	42,22	46,55	30,72	119,50	42,22	46,55	30,72	119,50

Tabella 13. Scenari di utilizzazione (volumi in Mm³)

Il coefficiente di utilizzazione, desunto come in precedenza dal rapporto tra il volume medio annuo affluito all'invaso e il consumo complessivo previsto, risulta in questo caso pari all'incirca a 1.25, ossia dello stesso ordine di grandezza dei valori calcolati in precedenza.

Tale conclusione va naturalmente considerata con adeguata cautela, attese le incertezze di seguito riassunte:

- i dati relativi ai bilanci idrologici trasmessi possono essere affetti da imprecisioni allo stato non quantificabili, legate alle modalità intrinseche di misura, alla precisione della curva dei volumi d'invaso dello sbarramento disponibile, alla valutazione delle portate scaricate;
- il periodo per il quale sono disponibili i dati di campo (aprile 2006-giugno 2019), con soli dieci anni di rilievo completo, appare troppo ridotto per consentire elaborazioni statistiche significative;
- i dati disponibili, relativi al solo bacino del fiume Tammaro, presentano, come già messo in evidenza, variazioni significative sia per la portata media annua che per le portate medie mensili;
- l'ipotizzato incremento delle precipitazioni meteoriche sul bacino sotteso dallo sbarramento, pur confermato dall'analisi dei pochi dati disponibili, non è supportato da un attendibile studio idrologico che ne consenta una più specifica quantificazione.

Nel contempo, però, va segnalato che, nell'ambito del periodo preso in esame, con specifico riferimento ai dieci anni di rilievo completo disponibili, il deflusso medio annuo per cinque anni è risultato significativamente maggiore del valore di 125 Mm³ relativo all'intero periodo di osservazione, con valori del rapporto variabili tra 1.17 e 1.45. Per altri quattro anni il suddetto rapporto si è mantenuto nell'intervallo 0.71÷0.95, e solo per un anno, il 2007 - peraltro caratterizzato da fenomeni siccitosi estesi all'intero territorio nazionale - ha assunto un valore significativamente ridotto, pari a 0.46.

Nel complesso, quindi, pur con le dovute cautele e senza purtroppo essere in grado di fornire una valutazione statisticamente attendibile del rischio di fallanza, si può ritenere che l'ipotizzato incremento degli utilizzi, con particolare riguardo al settore irriguo, possa essere sostenuto in futuro dall'invaso di Campolattaro, atteso il significativo incremento dei deflussi fluviali. Sarà ovviamente necessario definire un grado di gerarchizzazione degli usi, in modo da fronteggiare in modo razionale e condiviso eventuali possibili periodi di deficit idrico.

Al fine di prospettare le possibili condizioni di regolazione dell'invaso, sono state comunque effettuate alcune semplici simulazioni, assumendo in via cautelativa, atteso quanto osservato in precedenza in relazione al DMV del bacino del Tammarecchia, un contributo di quest'ultimo pari al 20% di quello del Tammaro, e facendo variare:

- l'entità del volume invasato a Campolattaro all'inizio del periodo critico (maggio - settembre);
- l'entità dei deflussi mensili convogliati all'invaso (considerando i valori medi ed i valori minimi relativi all'intero periodo di osservazione);
- l'entità delle utilizzazioni, tenendo conto degli scenari ipotizzati (Transitorio, di Regime).

In pratica sono state considerate situazioni progressivamente più gravose, presentate in maggior dettaglio nel seguito.

Caso n. 1

La prima condizione considerata è stata quella più favorevole di invaso pieno all'inizio del periodo critico:

- Volume invasato = 109 Mm³
- Deflussi mensili medi
- Scenario di Regime (più gravoso in termini di consumi nel periodo critico maggio - settembre).

I risultati della simulazione, sintetizzati in Tabella 14, mostrano che nel caso in esame la regolazione dell'invaso non presenta problemi, risultando disponibile al termine del periodo critico un volume pari a circa 41 Mm³.

	DEFLUSSO MEDIO			V_fin
	V_in	Consumo	Deflusso	
Maggio	109,00	6,81	7,91	110,10
Giugno	110,10	19,75	3,81	94,16
Luglio	94,16	22,72	1,78	73,22
Agosto	73,22	24,27	1,02	49,97
Settembre	49,97	10,09	1,32	41,20

Tabella 14. Volume invasato iniziale 109 Mm³. Deflussi mensili medi. Scenario di Regime

Caso n. 2

Nel secondo caso, ancora in relazione alla condizione favorevole di invaso pieno all'inizio del periodo critico, si è fatto però riferimento all'ipotesi di deflussi mensili minimi:

- Volume invasato = 109 Mm³
- Deflussi mensili minimi
- Scenario di Regime

I risultati della simulazione, sintetizzati in Tabella 15, mostrano che anche nel caso in esame la regolazione dell'invaso non presenta problemi, risultando disponibile al termine del periodo critico un volume pari a circa 29 Mm³.

	DEFLUSSO MINIMO			V_fin
	V_in	Consumo	Deflusso	
Maggio	109,00	6,81	1,95	104,14
Giugno	104,14	19,75	1,38	85,77
Luglio	85,77	22,72	0,56	63,61
Agosto	63,61	24,27	0,00	39,34
Settembre	39,34	10,09	0,10	29,35

Tabella 15. Volume invasato iniziale 109 Mm³. Deflussi mensili minimi. Scenario di Regime

Caso n. 3

Successivamente è stata considerata una condizione maggiormente gravosa, ipotizzando un volume invasato all'inizio del periodo critico pari a 80 Mm³ (ossia ridotto all'incirca del 30%) e considerando dapprima i deflussi mensili medi:

- Volume invasato = 80 Mm³
- Deflussi mensili medi
- Scenario di Regime

I risultati della simulazione, sintetizzati in Tabella 16, mostrano che nel caso in esame, certamente ben più gravoso del precedente, risulta disponibile al termine del periodo critico un volume pari a circa 12 Mm³.

	DEFLUSSO MEDIO			
	V_in	Consumo	Deflusso	V_fin
Maggio	80,00	6,81	7,91	81,10
Giugno	81,10	19,75	3,81	65,16
Luglio	65,16	22,72	1,78	44,22
Agosto	44,22	24,27	1,02	20,97
Settembre	20,97	10,09	1,32	12,20

Tabella 16. Volume invasato iniziale 80 Mm³. Deflussi mensili medi. Scenario di Regime

Caso n. 4

Nel caso successivo, ancora in relazione all'ipotesi di volume invasato all'inizio del periodo critico pari a 80 Mm³, si è fatto però riferimento all'ipotesi di deflussi mensili minimi:

- Volume invasato = 80 Mm³
- Deflussi mensili minimi
- Scenario di Regime

I risultati della simulazione, sintetizzati in Tabella 17, mostrano che nel caso in esame al termine del periodo critico l'invaso risulta praticamente vuoto.

	DEFLUSSO MINIMO			
	V_in	Consumo	Deflusso	V_fin
Maggio	80,00	6,81	1,95	75,14
Giugno	75,14	19,75	1,38	56,77
Luglio	56,77	22,72	0,56	34,61
Agosto	34,61	24,27	0,00	10,34
Settembre	10,34	10,09	0,10	0,35

Tabella 17. Volume invasato iniziale 80 Mm³. Deflussi mensili minimi. Scenario di Regime

Con riferimento ai casi 3 e 4 presi in esame, è stato considerato anche, nei due casi seguenti (n. 5 e 6, cfr. Tabelle 18 e 19) lo scenario Transitorio.

Caso n. 5

- Volume invasato = 80 Mm³
- Deflussi mensili medi
- Scenario Transitorio

	DEFLUSSO MEDIO			
	V_in	Consumo	Deflusso	V_fin
Maggio	80,00	8,95	7,91	78,96
Giugno	78,96	14,15	3,81	68,62
Luglio	68,62	13,61	1,78	56,79
Agosto	56,79	13,53	1,02	44,28
Settembre	44,28	13,29	1,32	32,31

Tabella 18. Volume invasato iniziale 80 Mm³. Deflussi mensili medi. Scenario Transitorio

Caso n. 6

- Volume invasato = 80 Mm³
- Deflussi mensili minimi
- Scenario Transitorio

	DEFLUSSO MINIMO			
	V_in	Consumo	Deflusso	V_fin
Maggio	80,00	8,95	1,95	73,00
Giugno	73,00	14,15	1,38	60,23
Luglio	60,23	13,61	0,56	47,18
Agosto	47,18	13,53	0,00	33,65
Settembre	33,65	13,29	0,10	20,46

Tabella 19. Volume invasato iniziale 80 Mm³. Deflussi mensili minimi. Scenario Transitorio

I risultati delle suddette simulazioni, sintetizzati nelle Tabelle 18 e 19, mostrano che il minore prelievo irriguo corrispondente allo scenario transitorio consente di disporre, al termine del periodo critico, di un volume pari a circa 32 Mm³ (deflussi mensili medi) e a 20,5 Mm³ (deflussi mensili minimi), certamente rassicuranti ai fini della gestione.

È stata, infine, ipotizzata una condizione estremamente gravosa, corrispondente ad un vaso all'inizio del periodo critico dato dalla somma dei deflussi minimi mensili rilevati nel periodo di osservazione da ottobre ad aprile, ossia pari a circa 35 Mm³, considerando le condizioni di regolazione corrispondenti al meno gravoso

scenario Transitorio, ipotizzando nei mesi estivi dapprima i deflussi medi (caso n. 7, Tabella 20) e successivamente i deflussi minimi (caso n. 8, Tabella 21).

Caso n. 7

- Volume invasato = 35 Mm³
- Deflussi mensili medi
- Scenario Transitorio

	DEFLUSSO MEDIO			
	V_in	Consumo	Deflusso	V_fin
Maggio	35,00	8,95	7,91	33,96
Giugno	33,96	14,15	3,81	23,62
Luglio	23,62	13,61	1,78	11,79
Agosto	11,79	13,53	1,02	-0,72
Settembre	-0,72	13,29	1,32	-12,69

Tabella 20. Volume invasato iniziale 35 Mm³. Deflussi mensili medi. Scenario Transitorio

Caso n. 8

- Volume invasato = 35 Mm³
- Deflussi mensili minimi
- Scenario transitorio

	DEFLUSSO MINIMO			
	V_in	Consumo	Deflusso	V_fin
Maggio	35,00	8,95	1,95	28,00
Giugno	28,00	14,15	1,38	15,23
Luglio	15,23	13,61	0,56	2,18
Agosto	2,18	13,53	0,00	-11,35
Settembre	-11,35	13,29	0,10	-24,54

Tabella 21. Volume invasato iniziale 35 Mm³. Deflussi mensili minimi. Scenario Transitorio

Come può vedersi, la regolazione è possibile nel caso n. 7 all'incirca sino al mese di luglio, e nel caso n. 8 sino al mese di giugno, mantenendo in ambedue i casi un volume residuo dell'ordine di 12-15 Mm³.

Occorrerebbe, quindi in questa situazione - si ribadisce di assoluta emergenza idrica - azzerare i consumi irrigui, ottenendo i risultati riportati nei casi n. 9 (Tabella 22) e n. 10 (Tabella 23), ossia una regolazione accettabile nel caso n. 9, con un volume residuo al termine del periodo critico pari all'incirca a 14 Mm³, mentre nel caso n. 10 occorrerebbe probabilmente procedere ad una riduzione anche dei consumi idropotabili. Prevedendo, a puro titolo d'esempio, una riduzione dei consumi idropotabili del 30% nel periodo

giugno-settembre, si verrebbe ad un volume residuo al termine del periodo critico pari all'incirca a 11 Mm³.

Caso n. 9

- Volume invasato = 35 Mm³
- Deflussi mensili medi
- Utilizzazione idropotabile e DMV

	DEFLUSSO MEDIO			
	V_in	Consumo	Deflusso	V_fin
Maggio	35,00	3,59	7,91	39,32
Giugno	39,32	8,97	3,81	34,16
Luglio	34,16	8,25	1,78	27,69
Agosto	27,69	8,17	1,02	20,54
Settembre	20,54	8,11	1,32	13,75

Tabella 22. Volume invasato iniziale 35 Mm³. Deflussi mensili medi. Utilizzazione idropotabile e DMV

Caso n. 10

- Volume invasato = 35 Mm³
- Deflussi mensili minimi
- Utilizzazione idropotabile e DMV

	DEFLUSSO MINIMO			
	V_in	Consumo	Deflusso	V_fin
Maggio	35,00	3,59	1,95	33,36
Giugno	33,36	8,97	1,38	25,77
Luglio	25,77	8,25	0,56	18,08
Agosto	18,08	8,17	0,00	9,91
Settembre	9,91	8,11	0,10	1,90

Tabella 23. Volume invasato iniziale 35 Mm³. Deflussi mensili minimi. Utilizzazione idropotabile e DMV

Va in conclusione ribadito che anche nello studio precedente le simulazioni sono state effettuate assicurando la gerarchizzazione delle erogazioni mediante dei coefficienti di priorità, assicurando la massima priorità all'uso idropotabile della risorsa e, in successione, al Deflusso Minimo Vitale e alle erogazioni irrigua ed industriale (Tabella 10). Una accorta gerarchizzazione degli usi e una eventuale contrazione dei consumi irrigui potrebbero consentire di fare fronte a deficienze degli afflussi anche di significativa entità, come messo in evidenza dalle semplici simulazioni sviluppate in precedenza.

Sarebbe a tal proposito necessario predisporre una struttura di gestione dell'invaso, eventualmente supportata da una rete di monitoraggio climatico e da un sistema di supporto decisionale, che, sulla base dei volumi invasati all'inizio del periodo di maggior richiesta (ossia ad aprile-maggio), definisca l'eventuale riduzione dei prelievi irrigui - e più in generale la programmazione dell'erogazione per i diversi comparti di utilizzo - al fine di non compromettere l'erogazione idropotabile e la sostenibilità ambientale dell'invaso.

Il Responsabile Scientifico

Prof. Ing. Maurizio Giugni

A handwritten signature in blue ink that reads "Maurizio Giugni". The signature is written in a cursive, slightly slanted style.