



STUDIO DI AREA VASTA PER L'ATTUAZIONE DELLE PREVISIONI DEL PIANO DI BACINO DEL FIUME ARNO - STRALCIO RISCHIO IDRAULICO (D.P.C.M. 5/1/99) - SUL BACINO DELL'USCIANA E PER INTERVENTI DI SALVAGUARDIA DEL SISTEMA IDRICO AFFERENTE AL PADULE DI FUCECCHIO



| | | | |
|---|--|---|--|
| Progetto di Area Vasta | | DATA 23-03-04 | |
| Rel. 2 | Relazione di Sintesi <i>VALUTAZIONE SUL BILANCIO IDROLOGICO DEL PADULE DI FUCECCHIO DEGLI EFFETTI A SEGUITO DELLA RIORGANIZZAZIONE DELLA DEPURAZIONE NELLA VALDINIEVOLE E INTERVENTI DI TUTELA</i> | NOME FILE Relazione_Sin.pdf | |
| | | TAVOLA ----- | |
| GRUPPO DI LAVORO Ing. David Settesoldi (Coordinatore) Ing. Pietro Nardi Ing. Luca Bracali Geom. Roberto Battaglini | | EMESSO Ing. Pietro Nardi Ing. Luca Bracali Geom. Roberto Battaglini | |
| | | APPROVATO Ing. David Settesoldi | |

INDICE

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | PREMESSA..... | 2 |
| 2 | PROBLEMATICHE AMBIENTALI DEL PADULE DI FUCECCHIO..... | 3 |
| 3 | INTERVENTI DI RAZIONALIZZAZIONE DEL SISTEMA DEPURATIVO | 6 |
| 4 | VALUTAZIONE DEL BILANCIO IDRICO DEL BACINO AFFERENTE AL CRATERE PALUSTRE..... | 9 |
| 4.1 | Ricostruzione del deflusso naturale | 9 |
| 4.2 | Valutazione degli usi antropici della risorsa idrica..... | 13 |
| 4.3 | Il bilancio idrologico dei tributari del Padule di Fucecchio | 17 |
| 4.3.1 | Bilancio idrico – STATO ATTUALE..... | 20 |
| 4.3.2 | Bilancio idrico – STATO DI PROGETTO | 23 |
| 4.4 | Valutazione del Deflusso Minimo Vitale | 28 |
| 5 | DEFINIZIONE DEGLI INTERVENTI DI TUTELA..... | 32 |
| 5.1 | Realizzazione di sottobacini nel cratere palustre | 33 |
| 5.2 | Realizzazione di invasi a monte del cratere palustre | 40 |
| 5.3 | Diversa regolazione degli apporti acquedottistici esterni alla Valdinievole..... | 42 |

1 PREMESSA

La presente relazione esamina gli effetti sul bilancio idrologico del Padule di Fucecchio a seguito della riorganizzazione del sistema di depurazione delle acque reflue nella Val di Nievole nella prospettiva di pervenire a un quadro progettuale di insieme che risulti compatibile con le esigenze ambientali del Padule stesso.

Il Padule si presenta come un'area di grande pregio ambientale inserito peraltro in un contesto fortemente antropizzato. La conformazione attuale del Padule è inoltre frutto di una complessa attività di bonifica che nel corso del tempo ha visto in alcuni periodi l'attuazione di interventi tesi al suo prosciugamento e in altri l'attuazione di interventi tesi a una sua maggiore sommersione.

Gli studi che sono stati condotti sono mirati all'acquisizione di una serie di elementi che contribuiscano a definire un quadro progettuale di riferimento e a valutare le interazioni tra i vari interventi previsti.

2 PROBLEMATICHE AMBIENTALI DEL PADULE DI FUCECCHIO

La rete idrica che più o meno direttamente si collega al vero e proprio cratere del Padule si presenta oggi come un sistema fortemente legato alle attività umane e in cui il mantenimento del fragile equilibrio dell'ecosistema palustre è messo alla prova dal contesto socio-economico che insiste sullo stesso territorio.

Per capire le problematiche connesse al Padule oltre a questa stretta dipendenza dall'antropizzazione, in cui ad ogni azione condotta dall'uomo corrisponde un impatto più o meno evidente e visibile sull'ambiente, devono essere prese in esame anche le dinamiche legate al naturale regime dei deflussi (piene e magre dei corsi d'acqua tributari) nonché il verificarsi dei fenomeni ad esse collegate (trasporto solido, apporto di nutrienti).

In particolare l'ottica con cui si deve affrontare il tema della salvaguardia del Padule è che questo sistema complesso, in cui ha un'importanza fondamentale la tutela ambientale ma assumono importanza anche la gestione e recupero sia di manufatti storici a carattere idraulico sia di fabbricati ed edifici di varia natura e destinazione che testimoniano la vita nel Padule in periodi significativi, è da secoli gestito dall'uomo che vi ha ormai indelebilmente lasciato la sua traccia e quindi presenta delle caratteristiche ambientali e delle emergenze naturalistiche riferibili solo ad un quadro in cui l'uomo ha la responsabilità diretta per il loro mantenimento.

A questi problemi si connette strettamente, ad esempio, quello dell'inquinamento sia dovuto ad acque reflue (civili e industriali) che legate al largo uso di trattamenti chimici nelle diffuse pratiche agricole in cui il mantenimento dell'area umida ha una importante valenza sia ambientale che di fruizione (regolamentata) per le attività di caccia, di pesca e turistiche.

Le acque superficiali della Valdinievole sono caratterizzate da forme di inquinamento puntiforme associabili a reflui di origine civile ed industriale e da forme di inquinamento diffuso associabili ad acque di dilavamento di aree urbane e case sparse e dai terreni agricoli. L'inquinamento puntiforme costituisce la problematica di maggior rilievo. La quantità di carico inquinante, sotto forma di sostanza organica e nutrienti, che i torrenti della Valdinievole ricevono è sicuramente elevata rispetto alle capacità ricettive imposte dal bilancio idrico.

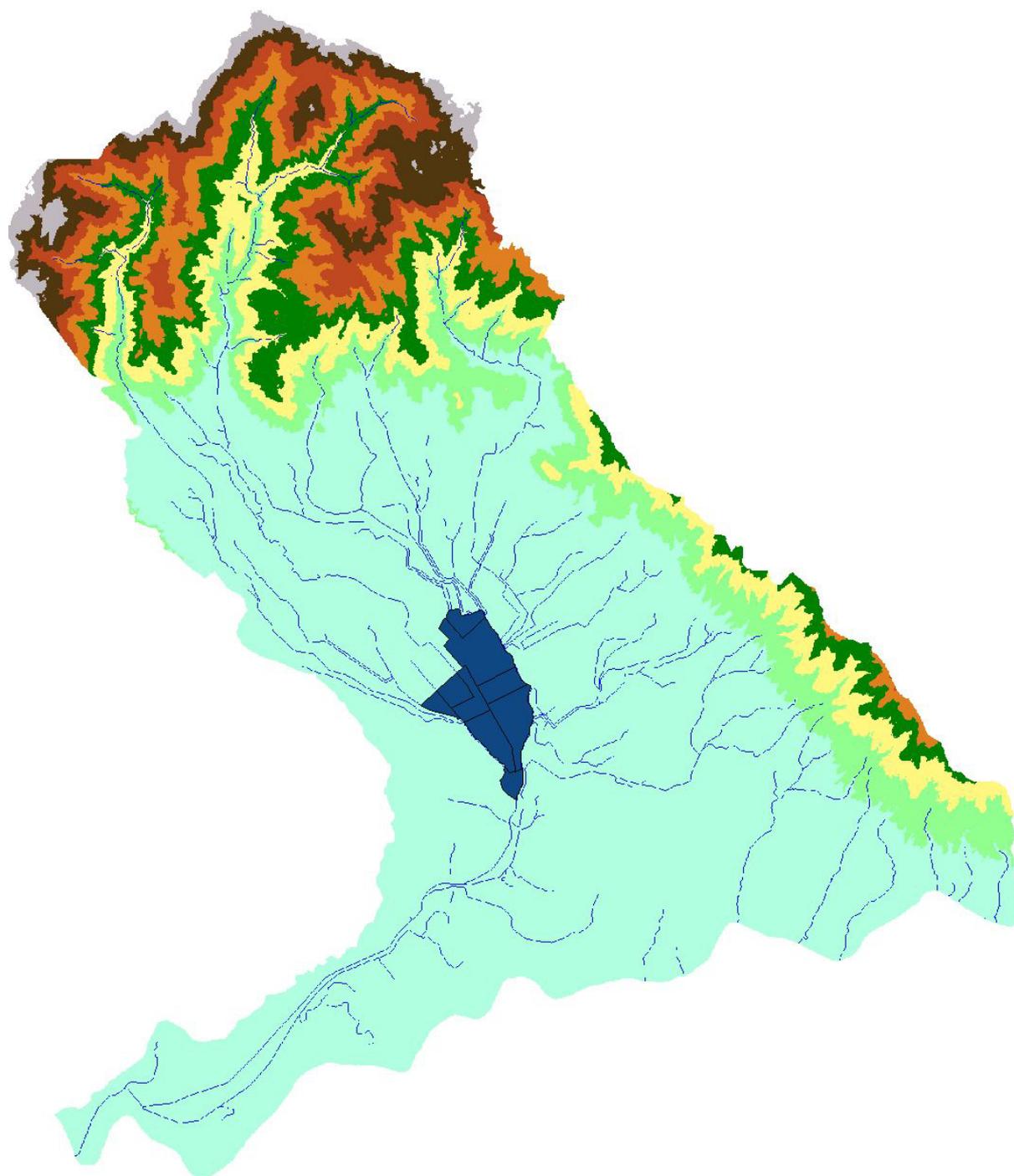


Figura 1 – Bacino del Padule di Fucecchio e Cratere Palustre

Ciò preclude sia la diluizione degli inquinanti che i normali fenomeni di autodepurazione il tutto a danno della flora e della fauna dei corsi d'acqua e del Padule di Fucecchio. Il deficit idrico estivo esaltato dalle intense captazioni di acque superficiali e sotterranee aumenta il degrado dei corsi d'acqua e della zona umida.

L'istituzione della Riserva Naturale Provinciale del Padule di Fucecchio associata all'entrata in vigore del D.Lgs 152/99 (testo unico recante disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento), impone un approccio quali - quantitativo ben diverso da quello intrapreso negli anni passati per la salvaguardia della risorsa idrica. Gli obiettivi di qualità da raggiungere nei prossimi anni imposti dal decreto, associati alla necessità e alla volontà di tutelare il Padule di Fucecchio, richiedono scelte finalizzate a tutelare, preservare, e se possibile migliorare, le attuali condizioni dei corsi d'acqua.

Nel conseguimento di questi obiettivi si dovrebbe operare in più direzioni:

- Eliminazione degli scarichi idrici non depurati e non sufficientemente depurati;
- Controllo dell'utilizzo dei prodotti chimici per l'agricoltura e la zootecnia;
- Gestione della risorsa idrica secondo criteri durevoli e conservativi anche in merito a derivazioni e attingimenti;
- Realizzare sistemi di compensazione per fronteggiare prolungate siccità;

Interventi di rinaturalizzazione dei corsi d'acqua con l'intento di favorire sia il processo autodepurativo sia la presenza di comunità animali e vegetali.

Per intraprendere una politica di salvaguardia e tutela della zona umida e dei corsi d'acqua è indispensabile acquisire elementi di conoscenza del regime dei deflussi in vista degli interventi strutturali che interesseranno la Valdinievole e l'area palustre in relazione alla ristrutturazione del sistema di raccolta e depurazione degli scarichi idrici.

3 INTERVENTI DI RAZIONALIZZAZIONE DEL SISTEMA DEPURATIVO

Il sistema di depurazione delle acque reflue in Valdinievole sviluppandosi, principalmente, su una dimensione municipale è oggi costituito da un numero elevato di impianti dove prevale la piccola dimensione. La gran parte di essi risulta anche inadeguata alle necessità depurative particolarmente considerando la presenza di un'area umida quale corpo ricettore. A complicare il quadro concorrono le condizioni di vetustà in cui versano molti impianti. La presenza di scarichi non depurati o depurati in maniera insufficiente, è alla base della pratica di canalizzare, a valle del Padule, la gran parte delle acque superficiali che ha comportato una consistente riduzione degli apporti idrici nella zona umida.

Con la costituzione di ACQUE S.p.A. e il conseguente affidamento alla nuova società del servizio idrico integrato nell'ATO n°2 "Basso Valdarno"(nel cui territorio è compresa la Valdinievole), si sono poste le premesse per conseguire un riordino del sistema depurativo della Valdinievole.

Fra gli interventi di maggior spessore proposti figura la riorganizzazione del sistema di trattamento dei reflui industriali e civili nel territorio della Valdinievole, del Valdarno Empolese, della zona del Cuoio e della Valdera. L'ipotesi in questione prevede l'accorpamento dei processi depurativi presso gli impianti civili - industriali presenti nell'area del cuoio con conseguente riuso delle acque depurate. Si tratta di un intervento di risanamento ambientale per il Valdarno e per la Valdinievole e quindi anche per il Padule di Fucecchio ampio ed esaustivo.

Nel dettaglio il progetto di ACQUE S.p.A. prevede il collettamento e il trattamento di depurazione negli impianti della zona del Cuoio dei reflui di origine prevalentemente domestica dalle seguenti aree:

- Valdinievole per un carico di circa 150.000 abitanti equivalenti pari a circa 10.000.000 mc/anno. Tale intervento consente di evitare la realizzazione di due nuovi impianti di depurazione e la dismissione di un gran numero di impianti esistenti di media e piccola taglia attualmente non idonei a garantire in maniera efficace e continuativa il rispetto dei limiti di legge allo scarico oltre ad essere assolutamente

antieconomici. Questo intervento consente inoltre di perseguire un efficace risanamento e regimazione idraulica del Padule di Fucecchio;

- Valdera con un carico di oltre 110.000 abitanti equivalenti per circa 7.500.000 mc/anno. Anche questo intervento permette di evitare la realizzazione di almeno un grosso impianto oltre che la dismissione di innumerevoli impianti di piccole dimensioni attualmente mal funzionanti e privi dei necessari trattamenti dei nutrienti;
- Empolese per un carico di circa 100.000 abitanti residenti ed un volume annuo trattato di circa 6.500.000 di mc/anno;

Il progetto prevede la riorganizzazione dei quattro impianti esistenti di trattamento delle acque miste industriali della zona del Cuio attraverso:

- il collegamento idraulico tra i quattro impianti esistenti (Santa Croce, Castelfranco di Sotto e Fucecchio nella riva destra del fiume Arno e l'impianto Cuio Depur sulla riva sinistra, nel Comune di San Miniato) per trasformarli in un unico sistema integrato di depurazione di acque industriali e domestiche;
- la concentrazione dei trattamenti di depurazione delle acque industriali nei due impianti di Santa Croce e Fucecchio, nei quali potranno essere convogliate le acque provenienti dalla Valdinievole, per le quali dovranno essere realizzate nuove linee di trattamento da affiancarsi alle linee industriali esistenti;
- la ristrutturazione e conversione dell'impianto Cuio-Depur da industriale a civile, oltre alla realizzazione dei pretrattamenti dei liquami prodotti dal comparto industriale di Ponte a Egola prima del convogliamento in riva destra, il trattamento fanghi, etc. L'impianto di depurazione dei liquami domestici in sponda sinistra d'Arno sarà dedicata al trattamento delle acque domestiche provenienti dalla Valdera e dall'Empolese;
- realizzazione di un impianto di affinamento delle acque depurate per il loro riuso a scopi industriali per una potenzialità di oltre 7.000.000 di mc/anno;

Il progetto si propone di realizzare i seguenti obiettivi:

- la protezione dei corpi idrici ricettori mediante l'allontanamento degli scarichi depurati in maniera insufficiente;

- la dismissione di un elevato numero di piccoli e medi impianti di depurazione presenti in Valdinievole e Valdera che risultano di difficile ed onerosa gestione, con il collettamento dei reflui ad impianti centralizzati di depurazione;
- la riorganizzazione del sistema di depurazione industriale del comprensorio del cuoio con il miglioramento dei processi biologici di depurazione anche con l'adduzione di una maggior quota di reflui civili;
- il riutilizzo delle acque reflue depurate effluenti dagli impianti di depurazione centralizzata per il soddisfacimento dei fabbisogni idrici in particolare dell'industria conciaria, con relativa riduzione dei prelievi da falda;
- la progressiva riduzione degli scarichi di reflui industriali, puntando alla loro eliminazione, secondo un graduale programma di interventi;
- la realizzazione di interventi di tutela ambientale in difesa dell'area umida del Padule di Fucecchio.

4 VALUTAZIONE DEL BILANCIO IDRICO DEL BACINO AFFERENTE AL CRATERE PALUSTRE

Al fine di definire l'influenza degli scarichi civili sugli andamenti dei deflussi dei corsi d'acqua e più in generale per poter inserire tale aspetto nel quadro complessivo delle dinamiche di utilizzo dell'acqua è stato valutato il bilancio idrico del bacino afferente al cratere palustre in modo da poter quantificare gli apporti dei vari tributari allo stesso.

Lo studio dello stato attuale ha permesso di individuare le singole voci che intervengono nel bilancio di bacino e quindi di poter ricostruire lo stato di progetto conseguente all'intervento di razionalizzazione del sistema depurativo.

4.1 Ricostruzione del deflusso naturale

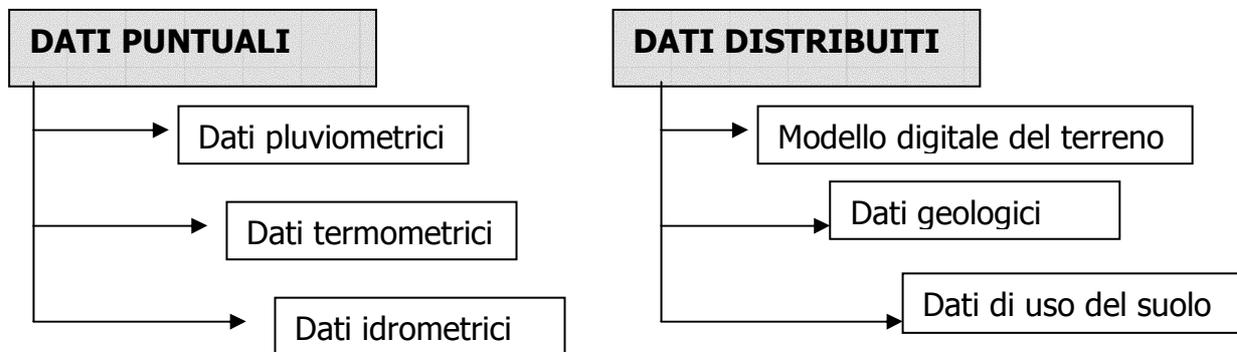
La simulazione dei processi di formazione del deflusso è stata effettuata attraverso un modello distribuito che a partire da dati meteorologici e dalla cartografia di base ha consentito di riprodurre il regime dei deflussi della rete idrica d'interesse per un determinato periodo temporale.

A questo scopo è stato utilizzato il programma MODIDR che è basato su una rappresentazione distribuita delle grandezze e dei parametri con cui è stato schematizzato il ciclo idrologico a scala di bacino.

Il flusso delle operazioni consiste essenzialmente nella lettura di dati puntuali (misure idrometeorologiche) e distribuiti, e nella loro elaborazione sulla base di un bilancio di cella, aggregato poi sull'intero bacino o sottobacino selezionato, avendo come fine la riproduzione del regime dei deflussi su un certo periodo.

La base di dati del modello si compone di due tipi principali di dato: puntuale e distribuito; oltre a questi sono state acquisite la cartografia tecnica di base e le informazioni relative al reticolo fluviale utili alla definizione di tutto il sistema idraulico.

Lo studio si è basato su un arco temporale di 61 anni con scala mensile. I dati utilizzati sono riportati sinteticamente nello schema seguente.



I dati mensili di pioggia ,relativi a 70 stazioni per un periodo di 61 anni (1940-2000), sono stati raccolti presso l'Ufficio Idrografico e Mareografico di Pisa; in modo analogo sono stati raccolti i dati di temperatura per 15 stazioni sempre nello stesso intervallo temporale.

I dati idrometrici ,ovvero le portate medie mensili, sono quelli misurati presso le uniche quattro stazioni idrometriche significative dell'Ufficio Idrografico presenti sul reticolo idrico in esame. Si tratta delle stazioni sul Torrente Pescia di Pescia in località Molino Narducci (funzionamento dal 1940 al 1955), sul Torrente Nievole in località Colonna (funzionamento dal 1953 al 1997), fosso di Candalla a Molino Parlanti (funzionamento dal 1965 al 1997) e Torrente Cessana a Molino di Castelvecchio (funzionamento dal 1952 al 1954).

Per quanto riguarda i dati distribuiti sono stati implementati il modello digitale del terreno (DTM) con risoluzione 25mx25m, i dati geologici provenienti dalle informazioni cartografiche del Servizio Geologico Nazionale (fogli scala 1:100.000) e i dati dell'uso del suolo (CORINE).

Le cartografie informatizzate della carta geologica e dell'uso del suolo sono state fornite dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno.

Prima di poter produrre i dati relativi al bilancio idrologico per sezioni non monitorate è stato necessario procedere alla taratura del modello stesso sulla base dei dati relativi alle stazioni idrometriche di cui sono noti i valori di deflusso: in questo modo si è potuto definire e verificare i valori di tutti i parametri legati al bilancio idrico e caratteristici del

territorio esaminato (condizioni del manto nevoso, caratteristiche del deflusso profondo, capacità di infiltrazione, umidità e temperatura, ...).

Per tarare il modello sul territorio del comprensorio sono state utilizzate le stazioni idrometriche aventi un buon numero di anni di osservazione e significative ovvero la Pescia di Pescia in località Molino Narducci e la Nievole a Colonna.

E' stato tenuto conto del fatto che i deflussi medi annui ottenuti con le misure alle sezioni idrometriche sono alterati dai prelievi e dagli scarichi; per questo è stato necessario ricostruire i deflussi annui naturali, ottenuti sottraendo ai deflussi misurati i prelievi e sommando i rilasci.

Quali tributari del Padule sono stati individuati 25 corsi d'acqua sia principali che minori (Tabella 1). Per ognuno dei corsi d'acqua sopradetti sono stati localizzati altrettanti punti di immissione ovvero le sezioni terminali in cui si ha l'ingresso del corso nell'area in esame; individuati tali punti è stato possibile ottenere come dati di output del modello idrologico le portate ricostruite defluenti in tali sezioni nei 61 anni (1940-2000) alla base della simulazione, l'analisi è stata poi ricondotta sull'anno medio come serie di 12 valori medi.

Sulla base della localizzazione dei vari affluenti e della loro importanza questi sono stati raggruppati in 5 immissioni principali che sono state assunte come base per lo studio e per ognuna delle quali è stato definito il bilancio. Per ogni immissione il bilancio è stato condotto secondo uno schema generale in cui al deflusso naturale vengono inizialmente sottratti i prelievi da sorgenti e da prese superficiali, quindi è stata considerata una dinamica di falda in cui avvengono i prelievi da pozzi: è stato schematizzato un processo di ricarica della falda per cui in ogni mese vi è una infiltrazione che permette di accumulare volumi d'acqua da cui attingono i prelievi. Questo funzionamento a "serbatoio" della falda permette di simulare l'effetto di accumulo di risorsa prodotto dagli acquiferi. E' stato ipotizzato che i prelievi industriali ,in maggioranza da pozzi, e gli scarichi industriali ,in larga maggioranza autonomi e quindi presso l'azienda stessa, avvengano a breve distanza gli uni dagli altri in confronto all'intero sviluppo del corso d'acqua e quindi che il livello della falda sia influenzato dagli scarichi stessi.

| <u>NUMERO IMMISSIONE</u> | <u>NUMERO SEZIONE</u> | <u>CORSO D'ACQUA</u> |
|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| 1 | 1 | Torrente Borra |
| | 20 | fosso |
| | 21 | Rio Candalla |
| | 22 | Canale del Terzo |
| | 23 | Fosso Pedicino |
| | 26 | Torrente Pescina |
| 2 | 16 | Rio Cecina - Rio Pazzera |
| | 17 | Rio Bronzuoli |
| | 18 | Fosso Debitori |
| | 19 | Torrente Nievole |
| 3 | 11 | fosso |
| | 12 | Fosso Acque Chiare |
| | 13 | Fosso Gora di Stabbia |
| | 14 | Rio Calletta |
| | 15 | Torrente Bagnolo |
| 4 | 2 | Fosso Caioni |
| | 3 | Fosso del Vescovo |
| | 4 | fosso |
| | 6 | fosso |
| | 7 | T. Pescia di Pescia |
| 5 | 8 | Canale del Capannone |
| | 9 | Fosso di Montecarlo-F. Morto |
| | 10 | T. Pescia di Collodi-F. Sibolla |
| | 24 | fosso |
| | 25 | fosso |
| n.c. | 5 | fosso |

Tabella 1 – I corsi d'acqua afferenti al Padule di Fucecchio

4.2 Valutazione degli usi antropici della risorsa idrica

Per quanto riguarda l'uso antropico della risorsa idrica sono state prese in considerazione tutte le "voci" che entrano in gioco nel bilancio, sia in termini di prelievi che di scarichi.

La maggior parte dei dati sono stati acquisiti dal Piano d'Ambito dell'Autorità di Ambito Territoriale n°2 "Basso Valdarno" (Novembre 2001) che ha permesso di avere un quadro completo e omogeneo di tutto il territorio e in qualche caso si è ritenuto opportuno far riferimento ad altre fonti per avere informazioni più aggiornate o nel dettaglio necessario all'elaborazione.

Nella definizione degli approvvigionamenti sono state quantificate le singole tipologie di prelievo (pozzi, sorgenti, prese superficiali) per ogni uso in modo da poterle inserire nelle dinamiche complessive del ciclo idrico.

L'approvvigionamento per uso idropotabile è stato analizzato sulla base dei dati del Piano d'Ambito tenendo conto degli importanti apporti esterni (Acquedotto del Pollino) e dei prelievi privati aggiuntivi a quelli della rete acquedottistica.

L'approvvigionamento per uso irriguo è stato calcolato in riferimento ai fabbisogni agricoli elaborati dall'A.R.S.I.A.; sulla base del V° Censimento Generale dell'Agricoltura ISTAT 2000 sono state quantificate le colture irrigate sul territorio in esame e dalla conoscenza dei fabbisogni d'acqua necessari alle singole colture nei veri mesi: è stato quindi possibile ottenere i fabbisogni mensili complessivi.

Per gli approvvigionamenti zootecnici e industriali si è fatto riferimento ai dati del Piano d'Ambito. Gli scarichi civili complessivi sono stati suddivisi in due aliquote: gli scarichi dai depuratori e gli scarichi di altra origine. Per valutare i volumi in uscita dai primi sono stati considerati i carichi (A.E.) attuali dei depuratori esistenti (dati ACQUE S.p.A.) mentre per i secondi sono stati stimati gli abitanti non serviti da depuratori (dati Piano d'Ambito); in entrambi i casi si è fatto riferimento alla dotazione idrica pro-capite calcolata come rapporto tra gli abitanti serviti dall'acquedotto e i volumi erogati: tale dotazione è stata considerata rappresentativa dei consumi idrici idropotabili generici, erogati o meno dalla

rete acquedottistica. Per gli usi civili sono state considerate delle perdite nell'erogazione del 30% e un coefficiente di rilascio in fognatura del 90%.

| QUADRO RIEPILOGATIVO DEL BILANCIO DEL BACINO AFFERENTE AL CRATERE PALUSTRE (m³/anno) | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|--|------------|-----------------------------------|-----------|---------------------------|-----------|--------------------------|-----------|-------------------------|-----------|
| RISORSA IDRICA | | | | | | | | | | | |
| DEFLUSSI NATURALI | | | | | | | | | | | |
| TOTALE ANNUO | 201,194,737 | | | | | | | | | | |
| APPROVVIGIONAMENTO IDRICO PER USO IDROPOTABILE | | | | | | | | | | | |
| EROGAZIONE DA RETE ACQUEDOTTISTICA | | | | | | | | | | | |
| TOTALE | | POZZI | | SORGENTI | | PRESE SUPERFICIALI | | ACQU. DEL POLLINO | | PRELIEVI PRIVATI | |
| TOTALE ANNUO | 15,722,330 | TOTALE ANNUO | 7,019,046 | TOTALE ANNUO | 1,325,893 | TOTALE ANNUO | 1,514,013 | TOTALE ANNUO | 2,942,061 | TOTALE ANNUO | 2,921,317 |
| APPROVVIGIONAMENTO IDRICO PER USO IRRIGAZ. | | | | | | | | | | | |
| TOTALE IRRIGAZ. | | POZZI | | PRESE SUPERFICIALI | | | | | | | |
| TOTALE ANNUO | 3,593,669 | TOTALE ANNUO | 2,625,284 | TOTALE ANNUO | 968,385 | | | | | | |
| APPROVVIGIONAMENTO IDRICO PER USO ZOOTECNICO | | | | | | | | | | | |
| TOTALE ZOOTECNIA | | POZZI | | PRESE SUPERFICIALI | | | | | | | |
| TOTALE ANNUO | 202,800 | TOTALE ANNUO | 148,152 | TOTALE ANNUO | 54,648 | | | | | | |
| APPROVVIGIONAMENTO IDRICO PER USO INDUSTRIALE | | | | | | | | | | | |
| TOTALEIndustr. | | POZZI | | PRESE SUPERFICIALI | | | | | | | |
| TOTALE ANNUO | 18,217,094 | TOTALE ANNUO | 13,861,410 | TOTALE ANNUO | 4,355,684 | | | | | | |
| SCARICHI REFLUI ATTUALI | | | | | | | | | | | |
| TOTALE USCITA DEPURATORI CIVILI | | SCARICHI DEPURATORI CIVILI | | ACQUE METEORICHE | | | | | | | |
| TOTALE ANNUO | 11,205,799 | TOTALE ANNUO | 8,433,230 | TOTALE ANNUO | 2,772,569 | | | | | | |
| TOTALE SCARICHI CIVILI | | SCARICHI DEPURATORI CIVILI | | ALTRI SCARICHI CIVILI | | | | | | | |
| TOTALE ANNUO | 9,905,068 | TOTALE ANNUO | 8,433,230 | TOTALE ANNUO | 1,471,838 | | | | | | |
| TOTALE SCARICHI DEPURATORI IND. | | SCARICHI DEPURATORI IND. | | ALTRI SCARICHI INDUSTRIALI | | | | | | | |
| TOTALE ANNUO | 12,751,966 | TOTALE ANNUO | 2,898,000 | TOTALE ANNUO | 9,853,966 | | | | | | |
| SCARICHI REFLUI NON COLLETTATI DAL PROGETTO DI RIORGANIZZAZIONE FOGNARIA | | | | | | | | | | | |
| TOTALE USCITA DEPURATORI CIVILI | | SCARICHI DEP. RIMANENTI IN AREA | | ACQUE METEORICHE | | | | | | | |
| TOTALE ANNUO | 574,825 | TOTALE ANNUO | 432,600 | TOTALE ANNUO | 142,225 | | | | | | |
| TOTALE SCARICHI CIVILI | | SCARICHI DEP. RIMANENTI IN AREA | | ALTRI SCARICHI CIVILI | | | | | | | |
| TOTALE ANNUO | 1,904,437 | TOTALE ANNUO | 432,600 | TOTALE ANNUO | 1,471,838 | | | | | | |

(Elaborazioni sui dati del Piano d'Ambito dell'Autorità di Ambito Territoriale N°2 "Basso Valdarno")

Tabella 2 – Riepilogo del bilancio della risorsa idrica

All'interno degli scarichi dei depuratori civili è stata considerata l'aliquota delle acque meteoriche parassite stimate sulla base di un numero medio di giorni di pioggia in cui si verificano apporti di acque meteoriche alla rete fognaria (60) e un coefficiente medio di diluizione (3Qm). Nell'ambito industriale è stato suddiviso lo scarico complessivo tra gli scarichi derivanti da depuratori consortili (in particolare quello in Loc. Veneri (Pescia)) e quelli derivanti da trattamenti nelle singole aziende.

E' stato fatto riferimento a una perdita complessiva tra volumi prelevati e volumi scaricati 30%. Nello stato di progetto sono state lasciate inalterate tutte le dinamiche prelievi-scarichi per i vari usi tranne che nell'ambito degli scarichi civili, oggetto della riorganizzazione in studio. Sulla base dello schema di riorganizzazione proposto da ACQUE S.p.A. è stato stimato il collettamento verso la zona del cuoio degli scarichi in uscita dagli impianti di depurazione oggetto della centralizzazione e l'aliquota di acque meteoriche parassite che sarebbero allontanate dalla Valdinievole insieme alle acque reflue.

Nella Tabella 2 si riportano i risultati del bilancio della risorsa idrica per i bacini afferenti al Padule di Fucecchio. Nella Figura 2 si riporta lo schema di bilancio per l'utenza civile.

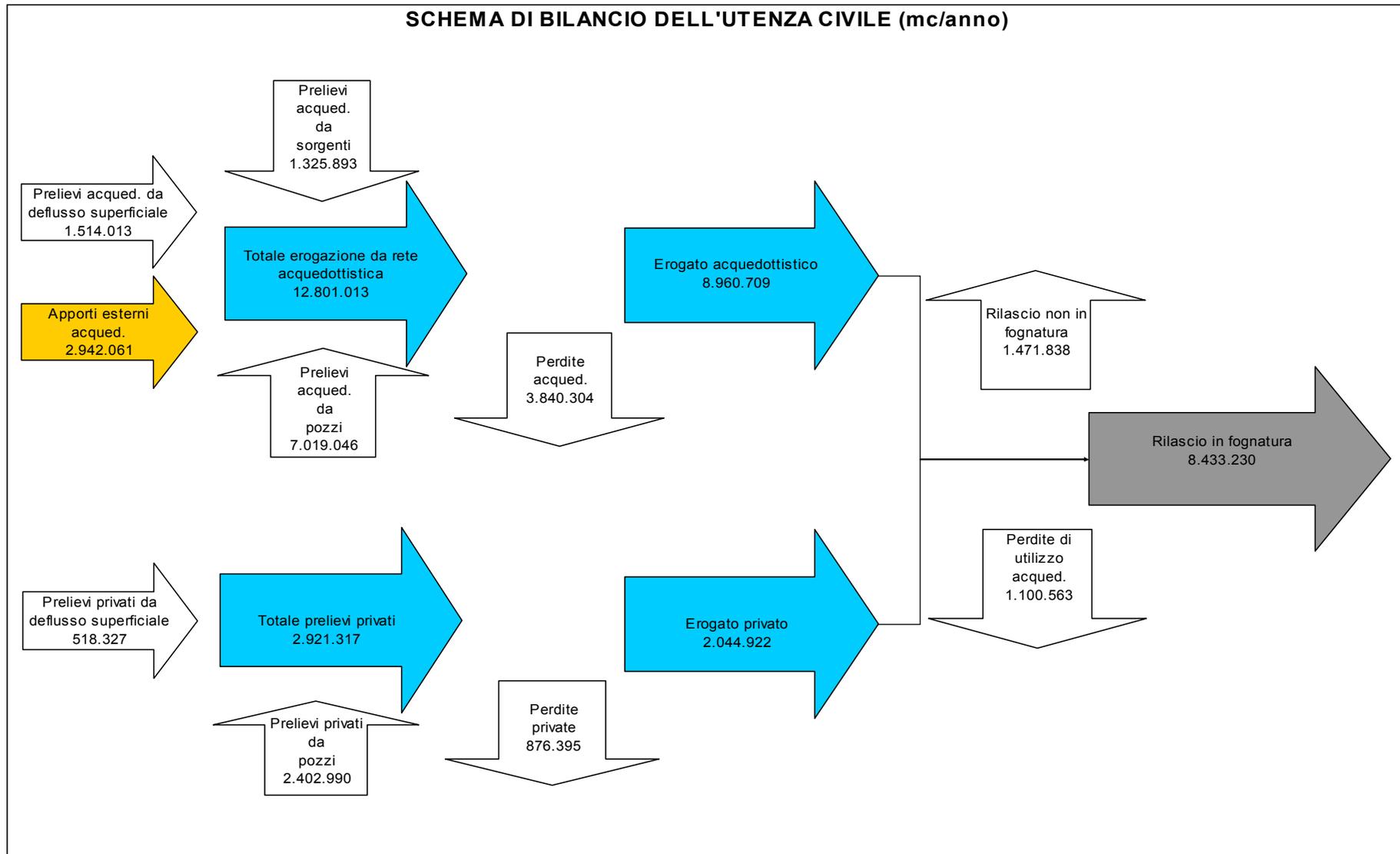


Figura 2 – Schema di bilancio dell'utenza civile

4.3 Il bilancio idrologico dei tributari del Padule di Fucecchio

Il bilancio idrologico dei tributari del Padule di Fucecchio è stato condotto sulla base dei risultati della modellazione idrologica su base mensile e dei dati disponibili circa gli usi della risorsa a scala di bacino.

Nell'arco dei 61 anni sono state condotte due simulazioni, una dello stato attuale e una dello stato di progetto una volta realizzato il collettamento di parte dei reflui verso la zona del Cuoio.

I prelievi e i rilasci sono stati distribuiti nei mesi in funzione dei dati disponibili.

In particolare per quanto riguarda gli usi civili i prelievi da sorgenti e da acque superficiali sono stati ripartiti in funzione dell'andamento stagionale desunto dalla modellazione idrologica mentre i pozzi sono stati ripartiti utilizzando i dati forniti da ACQUE S.p.A..

Per gli usi agricoli si è fatto riferimento ai dati forniti da A.R.S.I.A. che risultavano già suddivisi per mese.

Gli usi industriale e zootecnico sono stati ritenuti costanti per tutto l'anno.

Nelle Figure 3 e 4 si riportano gli schemi di bilancio nello stato attuale e in quello di progetto. In entrambi i casi sono indicate le 4 sezioni di controllo che sono state fissate per quantificare i deflussi e confrontarli tra i due stati

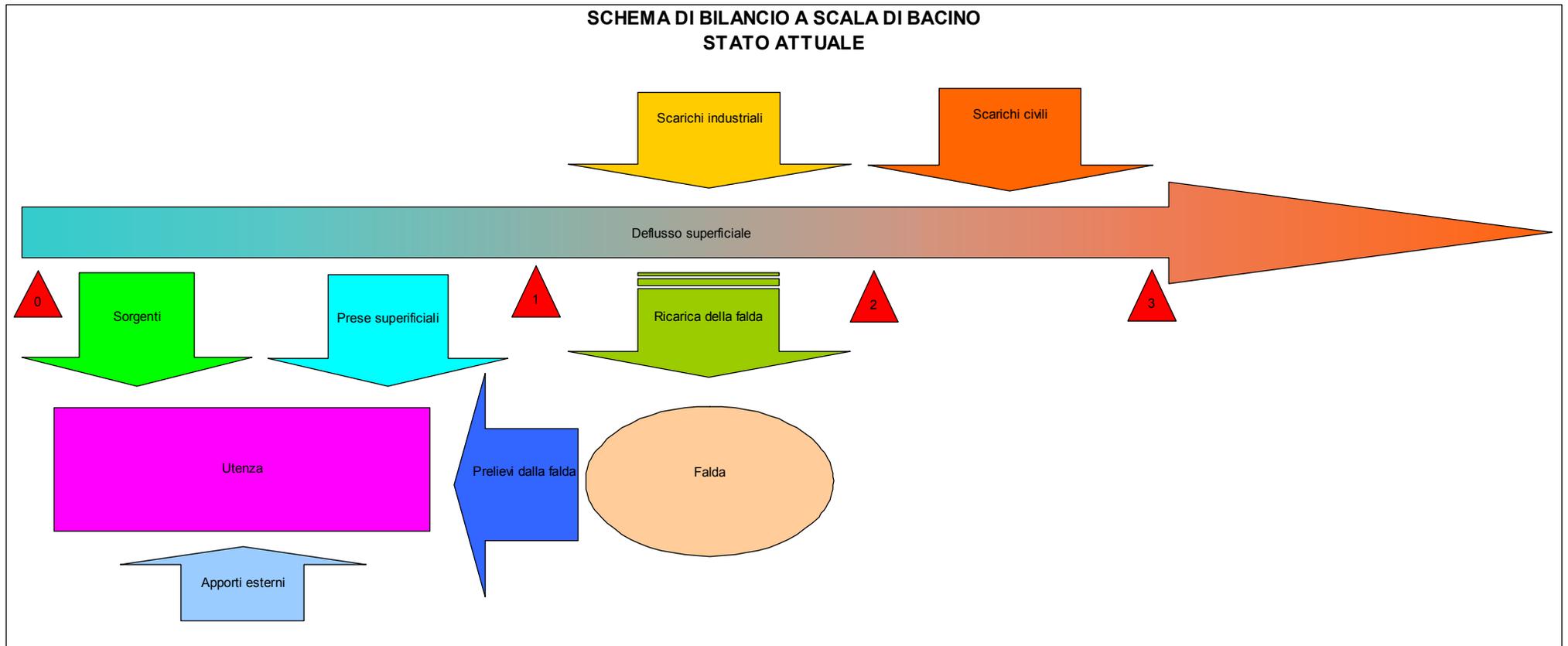


Figura 3 – Schema del bilancio a scala di bacino nello stato attuale

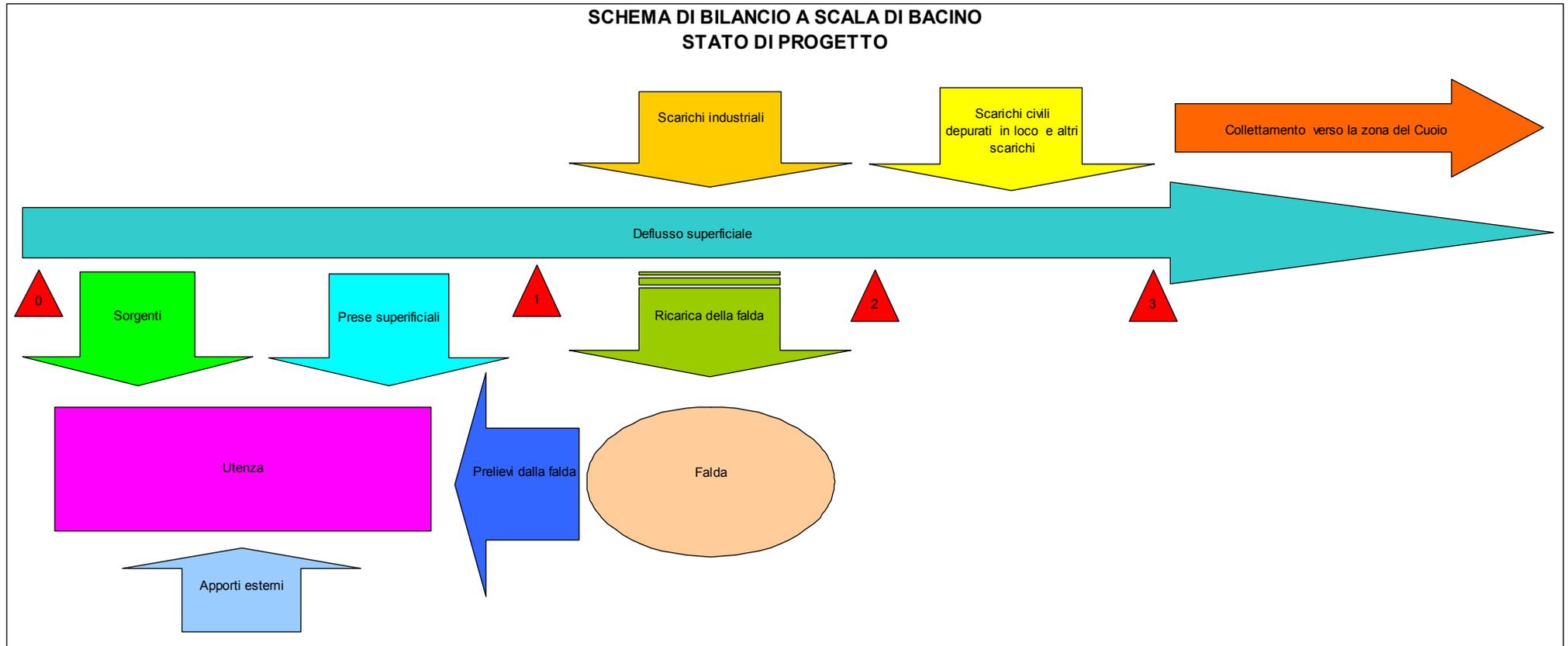


Figura 4 – Schema del bilancio a scala di bacino nello stato di progetto

La schematizzazione prevede che dal deflusso calcolato con il modello idrologico e da ritenersi naturale vengano in primo luogo sottratti i prelievi per captazione da sorgenti e da prese superficiali.

Successivamente si ipotizza un'area in cui il corsi d'acqua alimentano la falda (area che coincide con le conoidi presenti a monte del Padule di Fucecchio). In questa fase di ricarica della falda si tiene conto anche degli scarichi derivanti da usi industriali in quanto questi sono collocati in prevalenza nella parte alta del bacino e inoltre il punto di scarico spesso non è lontano dall'opera di presa in quanto non sono presenti opere per il collettamento dei reflui come nel caso degli usi civili.

Infine si reimmettono nel reticolo fluviale gli scarichi per usi civili. Da osservare che i prelievi per usi agricoli sono stati considerati completamente dissipativi.

Nel caso specifica è inoltre presente nel sistema un apporto esterno dato dall'Acquedotto del Pollino.

Allo stato di progetto parte dei rilasci degli impianti di depurazione saranno collettati verso la zona del Cuoio pertanto non rientreranno a far parte del ciclo delle acque superficiali afferenti al Padule.

4.3.1 Bilancio idrico – STATO ATTUALE

Il bilancio idrico dello stato attuale è rappresentato per ciascuno dei sottobacini esaminati nella Figure dalla 5 alla 9 dove si riporta l'anno medio sui 61 esaminati.

Dalla analisi dei grafici si possono fare le seguenti considerazioni:

- i prelievi riducono marcatamente il deflusso con maggiore incidenza nei mesi estivi dove in alcuni casi l'alveo si presenta asciutto;
- gli scarichi degli impianti di depurazione costituiscono in modo più o meno marcato un sostegno ai deflussi nei mesi estivi (si osservi in particolare il caso dell'immissione 1);

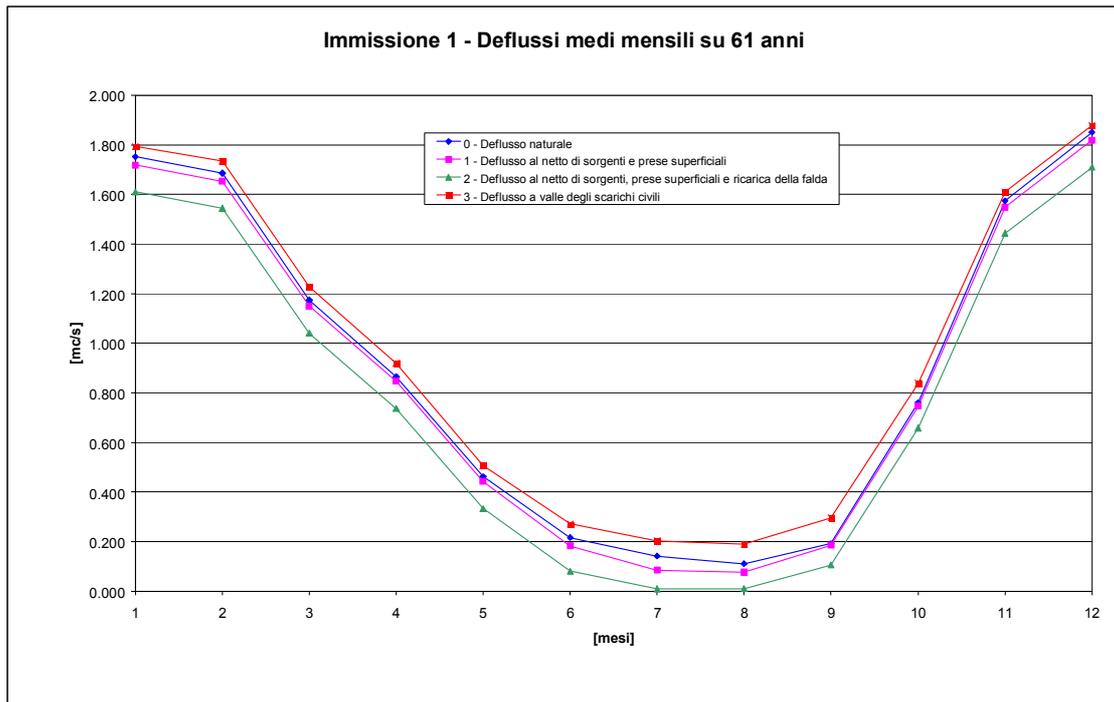


Figura 5 – Andamento dei deflussi allo stato attuale immissione 1

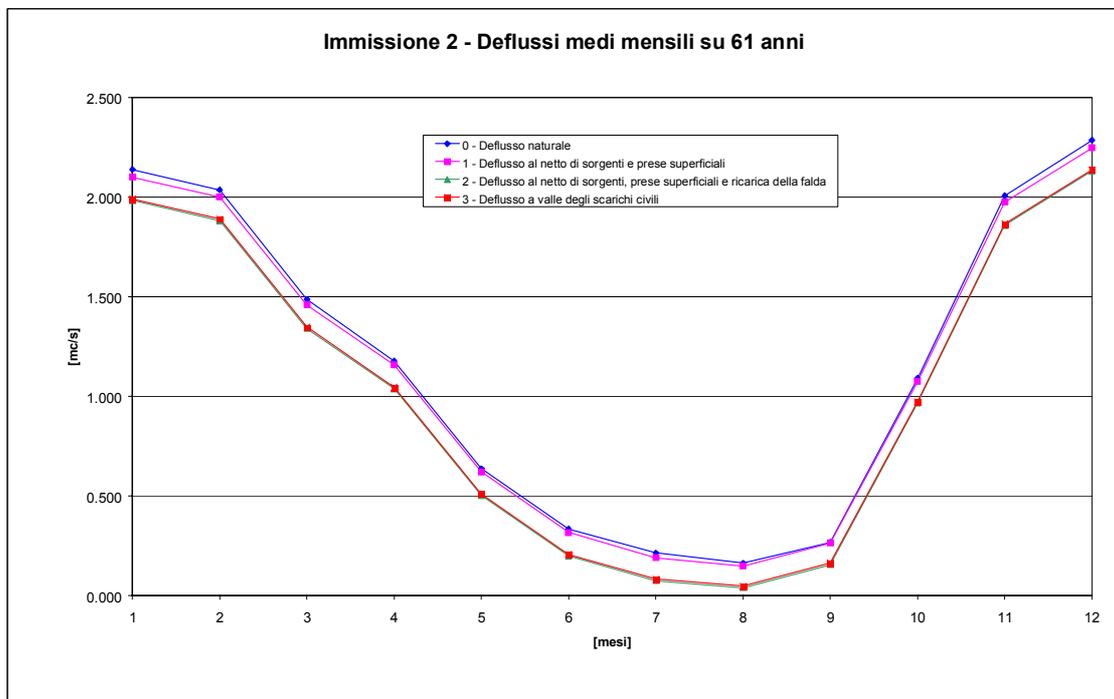


Figura 6 – Andamento dei deflussi allo stato attuale immissione 2

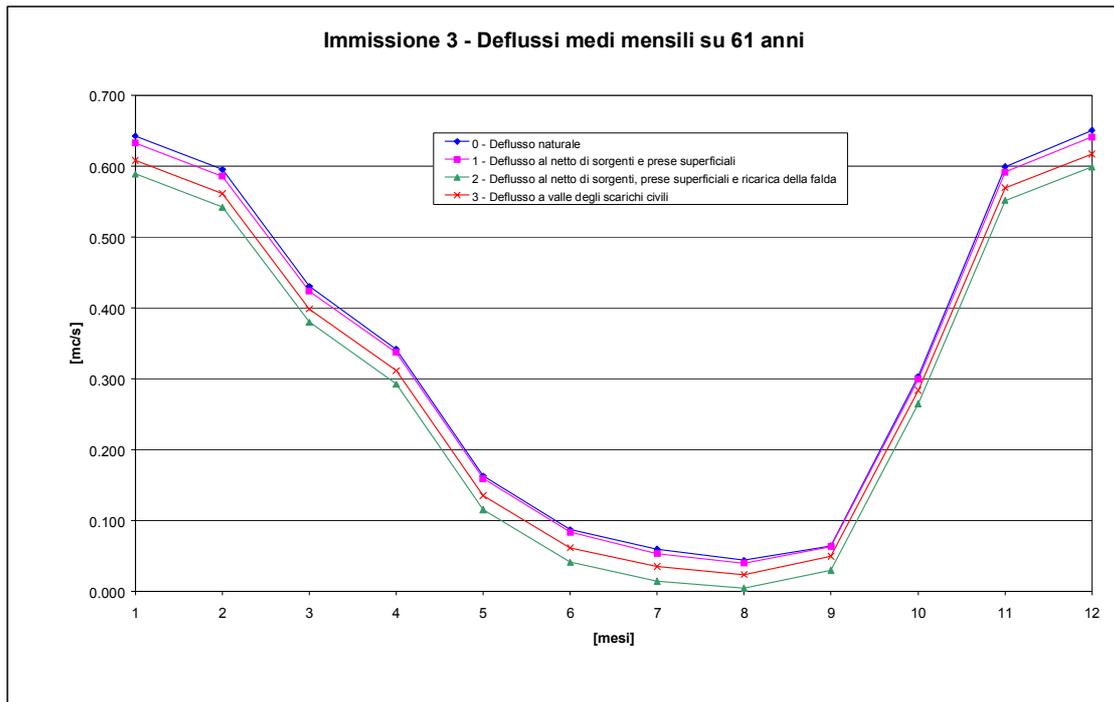


Figura 7 – Andamento dei deflussi allo stato attuale immissione 3

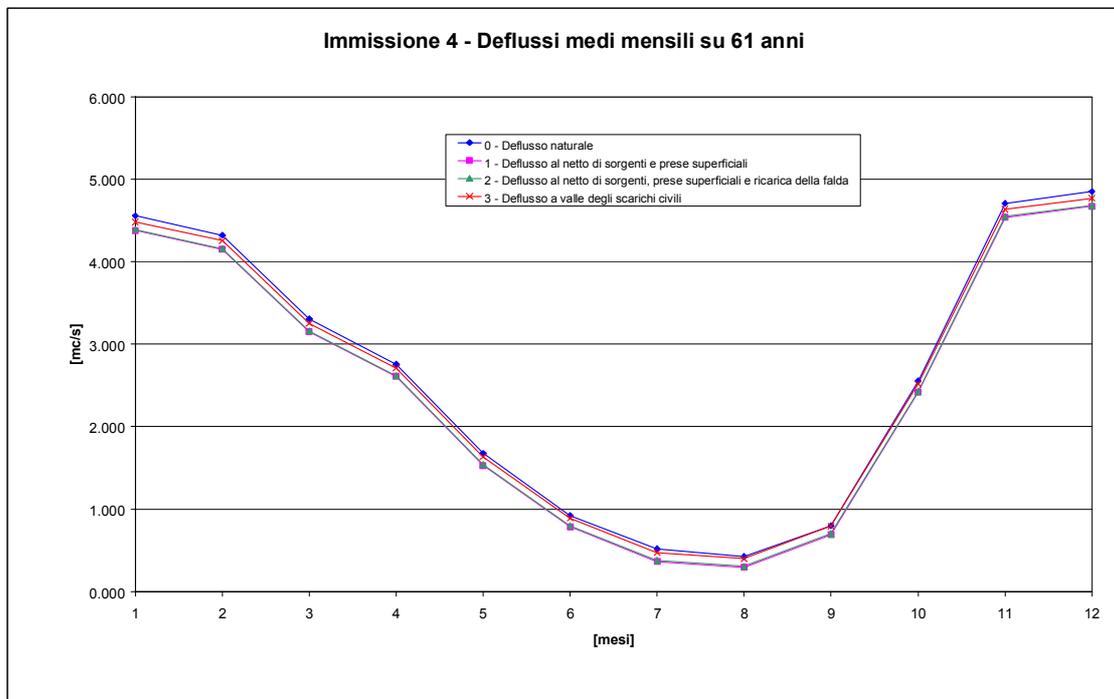


Figura 8 – Andamento dei deflussi allo stato attuale immissione 4

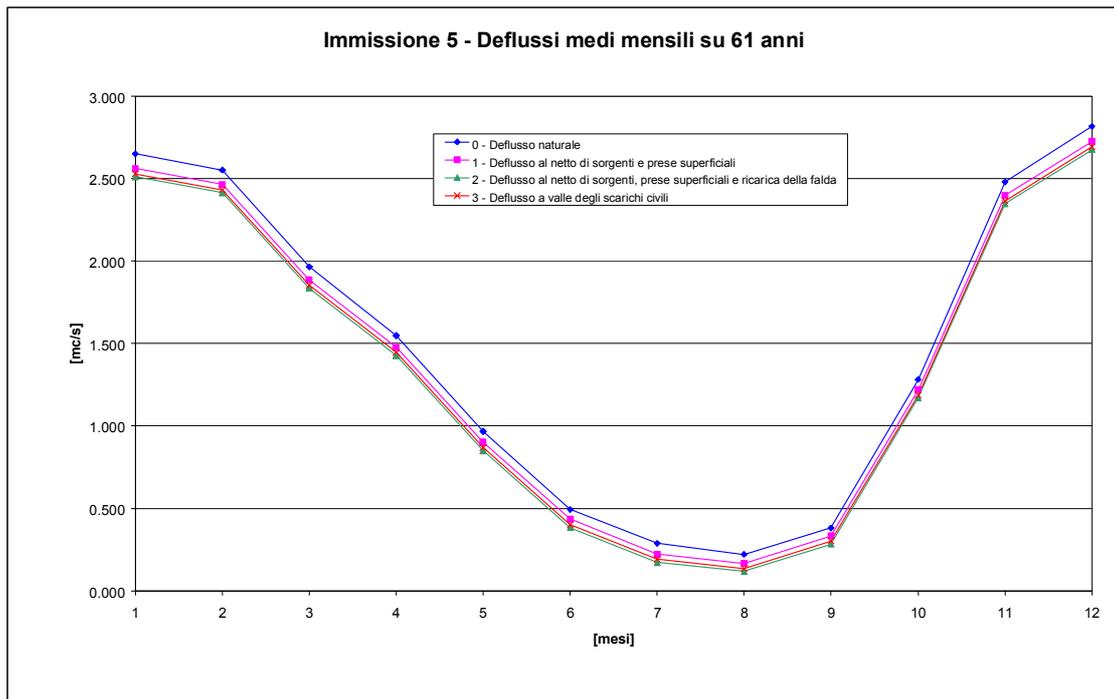


Figura 9 – Andamento dei deflussi allo stato attuale immissione 5

4.3.2 Bilancio idrico – STATO DI PROGETTO

Nello stato di progetto si è provveduto a non reinserire nel deflusso nella sezione 3 le portate che verranno coltate a valle del Padule di Fucecchio.

Il bilancio idrico dello stato di progetto è rappresentato per ciascuno dei sottobacini esaminati nella Figure dalla 10 alla 14 dove si riporta l'anno medio sui 61 esaminati.

Dalla analisi dei risultati si possono fare le seguenti considerazioni:

- Il mancato scarico dei depuratori dismessi comporta una diminuzione dei deflussi nel periodo estivo;
- Tale diminuzione di deflusso risulta più sensibile per le immissioni 1, 2 e 3 mentre è meno sentita dalle immissioni 4 e 5;

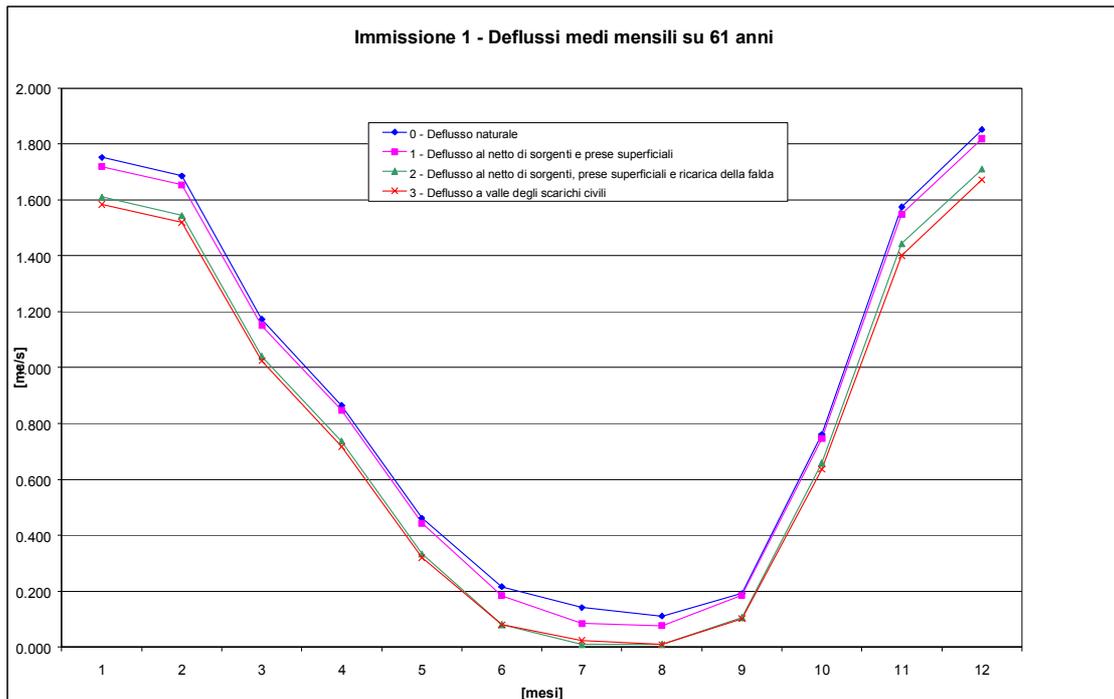


Figura 10 – Andamento dei deflussi nella immissione 1 allo stato di progetto

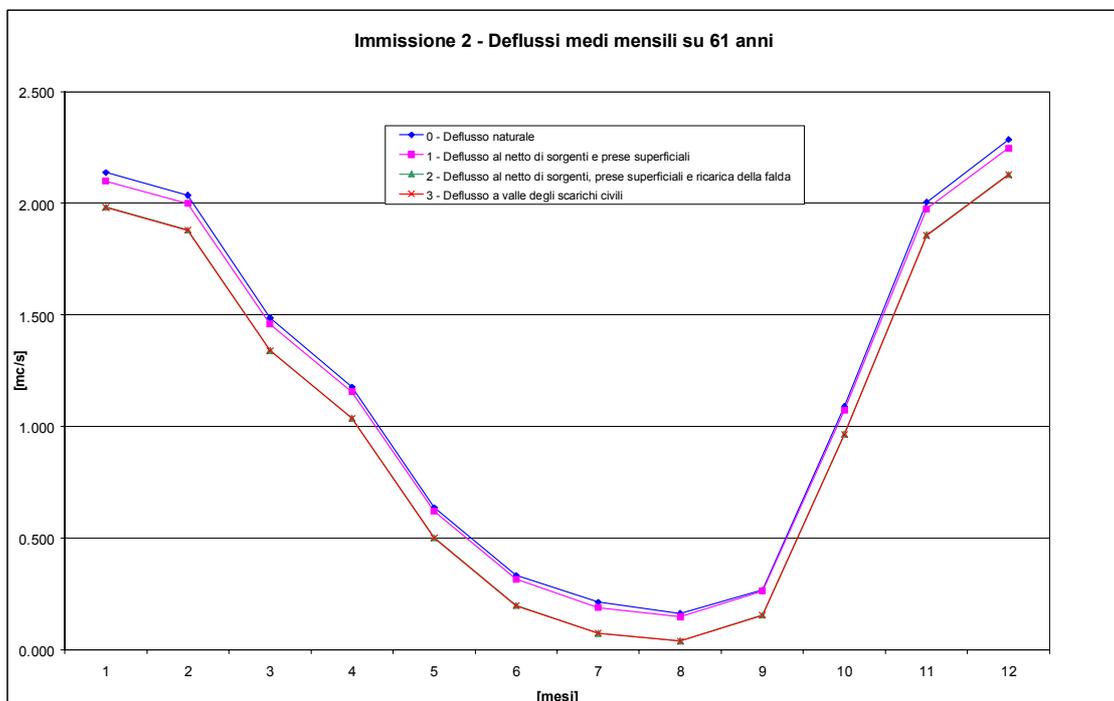


Figura 11 – Andamento dei deflussi nella immissione 2 allo stato di progetto

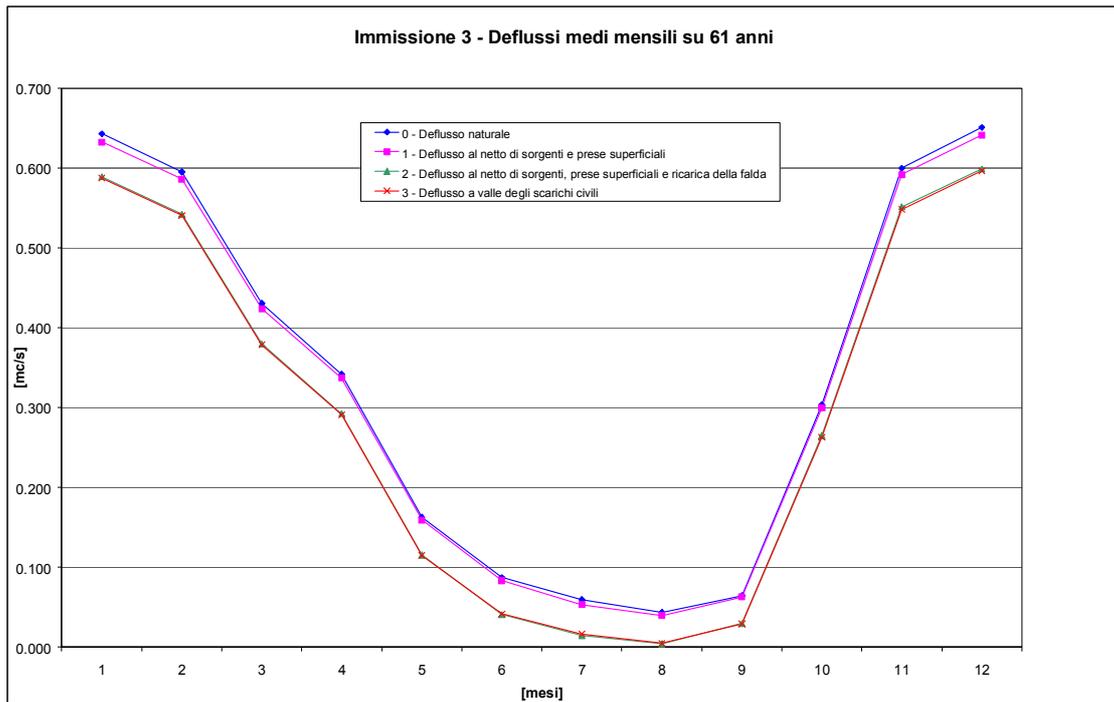


Figura 12 – Andamento dei deflussi nella immissione 3 allo stato di progetto

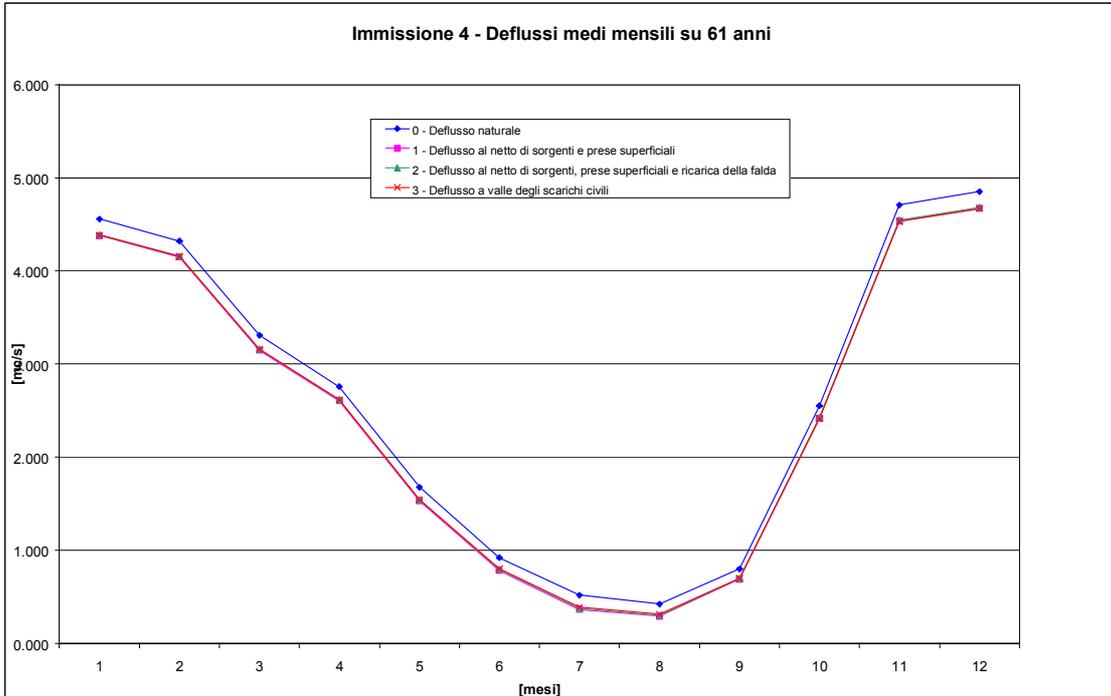


Figura 13 – Andamento dei deflussi nella immissione 4 allo stato di progetto

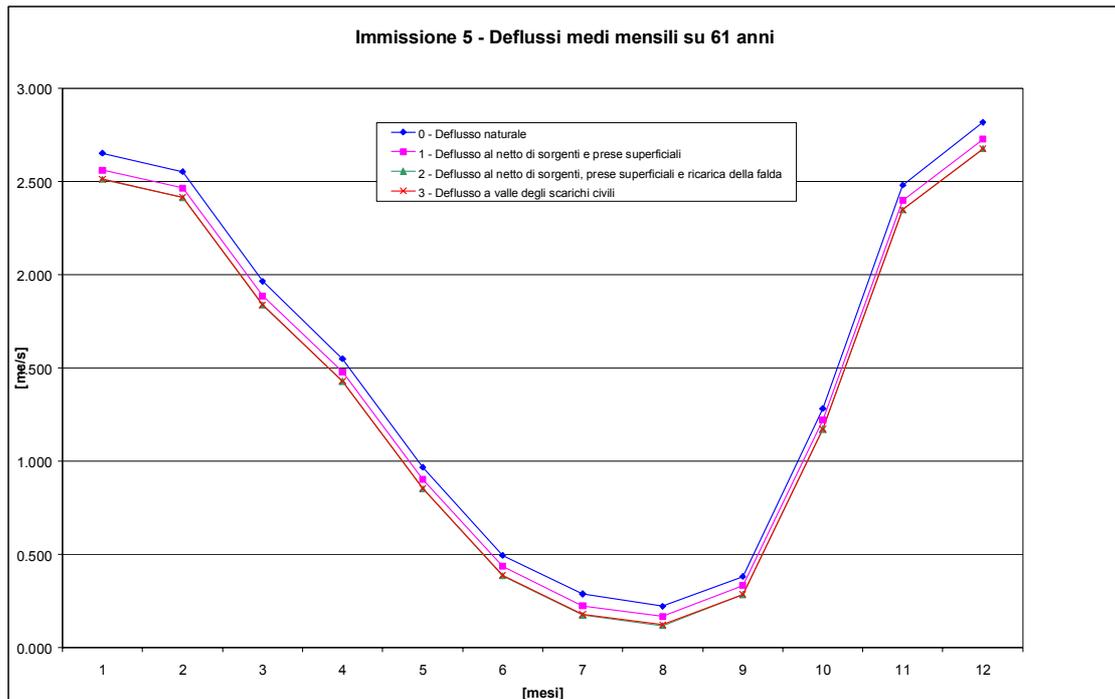


Figura 13 – Andamento dei deflussi nella immissione 5 allo stato di progetto

Le analisi condotte sullo stato attuale e su quello di progetto possono essere sintetizzate nella Tabella 3 e 4 ove si riportano rispettivamente i deflussi naturali, allo stato attuale e allo stato di progetto per i mesi estivi di luglio, agosto e settembre e per i mesi di giugno, luglio, agosto e settembre.

| Deflusso nei mesi di luglio, agosto e settembre | | | | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| | IMM1 | IMM2 | IMM3 | IMM4 | IMM5 | Totale |
| A - Naturale [mc] | 1149743 | 1660197 | 432609 | 4518748 | 2310109 | 10071407 |
| B – Attuale [mc] | 1782172 | 750819 | 277589 | 4321302 | 1634066 | 8765948 |
| C - Di progetto [mc] | 347982 | 689517 | 129226 | 3637034 | 1518487 | 6322247 |
| B - A | 632428 | -909378 | -155021 | -197446 | -676043 | -1305460 |
| C - A | -801761 | -970680 | -303383 | -881714 | -791622 | -3749160 |
| C - B | -1434189 | -61302 | -148362 | -684268 | -115579 | -2443700 |

Tabella 3 – Deflussi naturali, attuali e allo stato di progetto (3 mesi estivi)

| Deflusso nei mesi di giugno, luglio, agosto e settembre | | | | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| | IMM1 | IMM2 | IMM3 | IMM4 | IMM5 | Totale |
| A - Naturale [mc] | 1709233 | 2521634 | 657603 | 6909422 | 3591025 | 15388916 |
| B - Attuale | 2484390 | 1282249 | 436066 | 6631802 | 2678595 | 13513102 |
| C - Di progetto [mc] | 553572 | 1200848 | 236146 | 5719777 | 2524152 | 10234495 |
| B - A | 775157 | -1239384 | -221537 | -277621 | -912430 | -1875814 |
| C - A | -1155660 | -1320786 | -421457 | -1189645 | -1066873 | -5154422 |
| C - B | -1930817 | -81402 | -199920 | -912025 | -154444 | -3278607 |

Tabella 4 - Deflussi naturali, attuali e allo stato di progetto (4 mesi estivi)

Sulla base dei dati riportati nelle tabelle 3 e 4 si possono fare le seguenti considerazioni:

- allo stato attuale esiste un deficit nel periodo estivo rispetto al deflusso naturale di circa **1300000 mc** per i tre mesi estivi e di **1900000 mc** per i 4 mesi estivi;
- nello stato di progetto il deficit rispetto al deflusso naturale sale a circa **3700000 mc** per i tre mesi estivi e a **5200000 mc** per i 4 mesi estivi;
- tra lo stato attuale e lo stato di progetto si ha rispettivamente un aggravio del suddetto deficit di circa **240000 mc** per i tre mesi estivi e di **3300000 mc** per i 4 mesi estivi.

E' bene osservare che la presente analisi è relativa al quantitativo complessivo di acqua che transita nei canali afferenti al Padule ma che allo stato attuale non tutti i canali, nel periodo estivo, alimentano il Padule stesso. Infatti i canali laterali al cratere paluste, Canale del Terzo e Canale del Capannone, hanno una funzione di fosso di guardia e collettano le acque direttamente a valle del cratere. In effetti solo l'immissione 4, relativa al Torrente Pescia di Pescia, entra nel periodo estivo nel cratere palustre in considerazione del fatto che in questo periodo le acque collettate dai canali sono in prevalenza derivate dagli scarichi dei depuratori e quindi si presentano di qualità scadente non idonea a essere inserita nel sistema ambientale del Padule.

Si può evidenziare che se da un lato nello stato di progetto si ha una diminuzione, rispetto allo stato attuale, dei volumi totali delle 5 immissioni, dall'altro si creano i presupposti per poter consentire un maggior ingresso di acqua nell'area del cratere: si può infatti ipotizzare

una migliore qualità di acqua e quindi, almeno in termini potenziali e a meno di indagini più dettagliate, l'ingresso in padule non solo dei circa 7 Mmc attuali del Torrente Pescia di Pescia ma di circa 10 Mmc.

4.4 Valutazione del Deflusso Minimo Vitale

I dati forniti nel paragrafo precedente fanno riferimento a una situazione naturale che prescinde da qualsiasi uso antropico della risorsa.

In questo senso è più corretto, al fine di valutare la sostenibilità ambientale dell'intervento, fare riferimento al concetto di deflusso minimo vitale (DMV).

Per deflusso minimo vitale (DMV) si intende in generale il valore della portata minima in alveo tale da garantire la conservazione degli ecosistemi idrici esistenti.

A livello nazionale, tale concetto viene introdotto dalla L. 183/89, poi ripreso dal D.L. 12 Luglio 1993 n. 275 "Riordino in materia di concessioni di acque pubbliche" e dalla L. 36 del 5.1.94 "Disposizioni in materia di risorse idriche". Tali normative prevedono che nei bacini caratterizzati da prelievi, le derivazioni siano regolate in modo da non danneggiare gli equilibri degli ecosistemi interessati.

Con l'entrata in vigore del D. L. 11 maggio 1999, n. 152 "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della Direttiva 91/271/CEE relativo al trattamento delle acque reflue urbane e della Direttiva 91/676/CEE riguardante la protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole", il deflusso minimo vitale costituisce uno strumento di tutela quantitativa della risorsa idrica e concorre al raggiungimento degli obiettivi di qualità.

La definizione del deflusso minimo vitale compete alle Autorità di Bacino. L'Autorità di Bacino del fiume Arno allo stato attuale ha in corso una serie di studi per la definizione del deflusso minimo vitale. In prima approssimazione nel Piano Stralcio Qualità delle Acque (DPCM 31 marzo 1999) si faceva riferimento a un contributo unitario minimo di 1.6 l/skmq.

Il calcolo del deflusso minimo vitale può essere condotto o per via parametrica o per via statistica.

I calcoli di tipo parametrico fanno risalire il valore del deflusso minimo vitale alle caratteristiche del bacino idrografico. Il modello proposto dall'Autorità di Bacino del Po quantifica il deflusso minimo vitale (DMV) secondo la formula:

$$DMV = S \cdot R_s \cdot P \cdot A \cdot Q_B \cdot N$$

Ove S è la superficie del bacino sotteso dalla derivazione in kmq, R_s è il contributo specifico pari a 1.6 l/s/kmq, P è il fattore *precipitazione*, A il fattore *altitudine*, Q_B il fattore *qualità biologica* del corso d'acqua, N il fattore *naturalità*.

I fattori citati assumono valori diversi in funzione di una tabulazione che lascia ampi spazi di arbitrarietà di valutazione in mancanza di un quadro conoscitivo sufficientemente ampio.

L'approccio di tipo statistico, adottato anche dalla Autorità di Bacino del fiume Arno nell'ambito degli studi propedeutici in corso, consente di avere una base oggettiva su cui basare il calcolo partendo dalla considerazione, peraltro confermata dagli studi di settore, che le biocenosi idriche naturali sono essenzialmente influenzate dalle portate naturali di magra.

Il metodo statistico proposto nell'ambito dei suddetti studi è quello del calcolo del $Q_{7,10}$ ovvero la minima portata media settimanale con tempo di ritorno 10 anni (ovvero la portata che non viene superata mediamente una volta ogni 10 anni).

Visto il passo temporale mensile adottato per la ricostruzione dei deflussi si farà in questo caso riferimento alla portata minima su base mensile, $Q_{M,10}$. Si osservi che in questo caso non è inoltre possibile procedere al calcolo del valore minimo come media mobile.

Assumendo che il deflusso minimo sia originato dal deflusso di base, in funzione del fattore di esaurimento ricavato nelle tarature (0.00048 1/h), si ricava che il deflusso minimo calcolato sul mese sovrastima si circa il 15% il deflusso minimo calcolato sui 7 giorni.

I risultati della analisi condotta sono riportati in Tabella 5.

| Deflusso minimo vitale | | | | | | |
|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| | IMM1 | IMM2 | IMM3 | IMM4 | IMM5 | Totale |
| DMV [mc/s] | 0.041 | 0.076 | 0.015 | 0.204 | 0.096 | 0.432 |

Tabella 5 – Valori del DMV per le diverse immissioni

Si ricava un deflusso minimo vitale di 0.432 mc/s che corrisponde a **1.25 l/s kmq**.

Sulla base del deflusso minimo vitale sono stati calcolati i volumi medi annui di sostegno al DMV allo stato attuale e in quello di progetto e riportati nella tabella 6.

| Deflusso minimo vitale | | | | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| | IMM1 | IMM2 | IMM3 | IMM4 | IMM5 | Totale |
| A – DMV | 0.041 | 0.076 | 0.015 | 0.204 | 0.096 | 0.432 |
| Deficit annuale | | | | | | |
| B – attuale | 0 | 358030 | 0 | 76915 | 146379 | 581324 |
| C – di progetto | 373904 | 410785 | 123524 | 195386 | 201747 | 1305346 |
| C –B | 373904 | 52756 | 123524 | 118470 | 55368 | 724022 |
| Deficit mesi di giugno, luglio agosto e settembre | | | | | | |
| D – attuale | 0 | 278413 | 0 | 53985 | 103848 | 436246 |
| E – di progetto | 274853 | 321633 | 81776 | 123438 | 146413 | 948112 |
| E –D | 274853 | 43220 | 81776 | 69453 | 42564 | 511866 |
| Deficit nei mesi di luglio, agosto e settembre | | | | | | |
| F – attuale | 0 | 265724 | 0 | 53985 | 100304 | 420013 |
| G – di progetto | 242487 | 306153 | 73521 | 121577 | 141595 | 885333 |
| G – F | 242487 | 40429 | 73521 | 67592 | 41290 | 465320 |

Tabella 6 – Volumi di sostegno al deflusso minimo vitale medi annui

I volumi di sostegno sono stati calcolati assumendo di voler ricostituire una portata pari alla minima tra il DMV e quella rilevata in alveo allo stato naturale.

5 DEFINIZIONE DEGLI INTERVENTI DI TUTELA

Il progetto di riorganizzazione del sistema depurativo della Valdinievole ha alla base la dismissione di un elevato numero di piccoli e medi impianti di depurazione, impianti di difficile ed onerosa gestione anche in considerazione del loro non ottimale stato di efficienza e della loro taglia di potenzialità operativa, ed il collegamento dei reflui su di essi gravanti ad impianti centralizzati di depurazione.

Questa ipotesi progettuale introduce delle variazioni sul contesto ambientale che sono state analizzate da punto di vista quantitativo nei paragrafi precedenti.

In questa fase saranno pertanto definiti alcuni interventi che minimizzano gli effetti indotti dal riassetto del sistema di depurazione dal punto di vista della quantità di acqua disponibile per il Padule di Fucecchio.

In questo senso preme comunque ricordare ancora una volta che le acque che attualmente transitano nei canali del Padule di Fucecchio hanno una qualità tale da non essere compatibili con l'ambiente del Padule e pertanto sono tenute per quanto possibile all'esterno del cratere.

Gli interventi di mitigazione pertanto non costituiscono una mera compensazione dello stato attuale ma si configurano come un miglioramento sostanziale della qualità del sistema ambientale del Padule.

La strategia di intervento, nel rispetto delle caratteristiche ambientali del Padule di Fucecchio e delle problematiche connesse alla vita dell'ecosistema dell'area umida, prevede la realizzazione di interventi che possano incrementare la risorsa o conservarla, accumulandola o permettendone un deflusso e un esaurimento più lenti.

In questo senso sono state formulate le seguenti ipotesi di scenario d'intervento:

- 1) **Realizzazione di sottobacini nel cratere palustre**
- 2) **Realizzazione di un invaso a monte del cratere palustre**
- 3) **Diversa regolazione degli apporti acquedottistici esterni alla Valdinievole**

5.1 Realizzazione di sottobacini nel Cratere palustre

Il mantenimento di un livello d'acqua sufficiente all'interno del cratere palustre è un fattore rilevante per la salvaguardia e la valorizzazione del Padule di Fucecchio: infatti la creazione di un ambiente adatto alla vita e la sopravvivenza delle specie animali e vegetali che popolano l'ambiente di palude richiede la regolazione degli apporti idrici e il mantenimento di tiranti idrici non nulli per gran parte dell'anno almeno in alcune parti dell'area.

Verso questo obiettivo si è mosso il Consorzio di Bonifica del Padule di Fucecchio che già qualche anno fa ha redatto un progetto preliminare per la realizzazione di lagunaggi e, in accordo con la Regione Toscana e la Provincia di Pistoia, ha eseguito parte dell'intervento con lo scopo di apportare acqua all'interno del Padule e trattenervela il più a lungo possibile.

Questo tipo di interventi ha dimostrato buoni risultati nelle aree già oggetto di lavori: grazie ad una oculata gestione è stato possibile mantenere dei volumi d'acqua anche nei periodi più siccitosi permettendo la sopravvivenza di un ricco e complesso ecosistema.

Si tratta in sostanza di regimentare l'acqua all'interno di casse costituite in aree altimetricamente favorevoli in modo da ripartirla su tutta l'area con moderate sistemazioni dei manufatti presenti.

Suddiviso il territorio da mantenere ad area paludosa in sottobacini è stato accertato che è possibile trattenervi, tramite appositi bassi "arginelli" e organi di chiusura, un tirante idrico modesto (dai 20 ai 50 cm) anche in regime di magra, sia facendo scorrere "a cascata" le acque che pervengono da monte con semplici organi di regolazione che permettano di far defluire i volumi eccedenti, sia convogliando appositamente acque dai fossi e torrenti perimetrali.

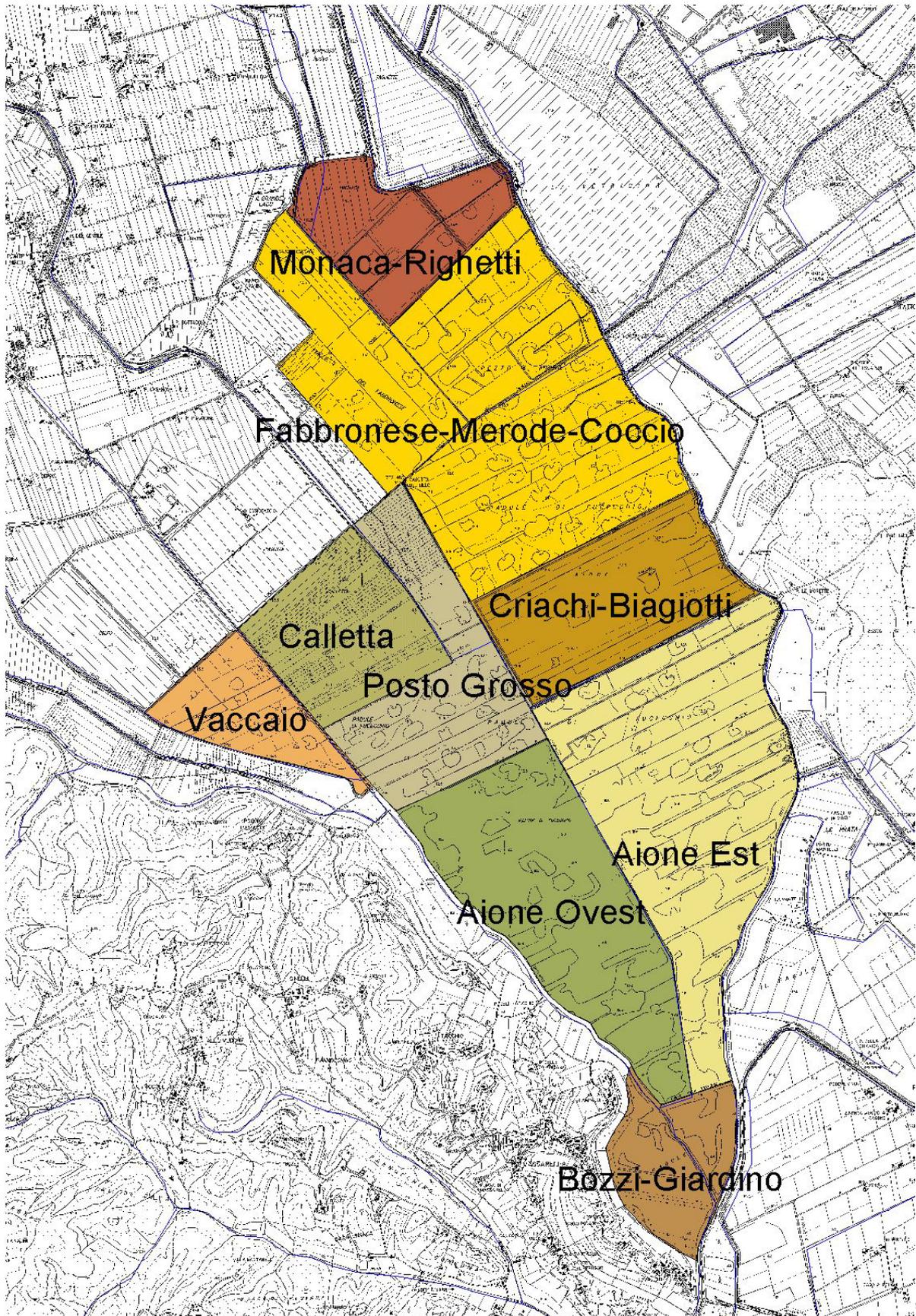


Figura 14- Planimetria del cratere palustre con le aree d'intervento

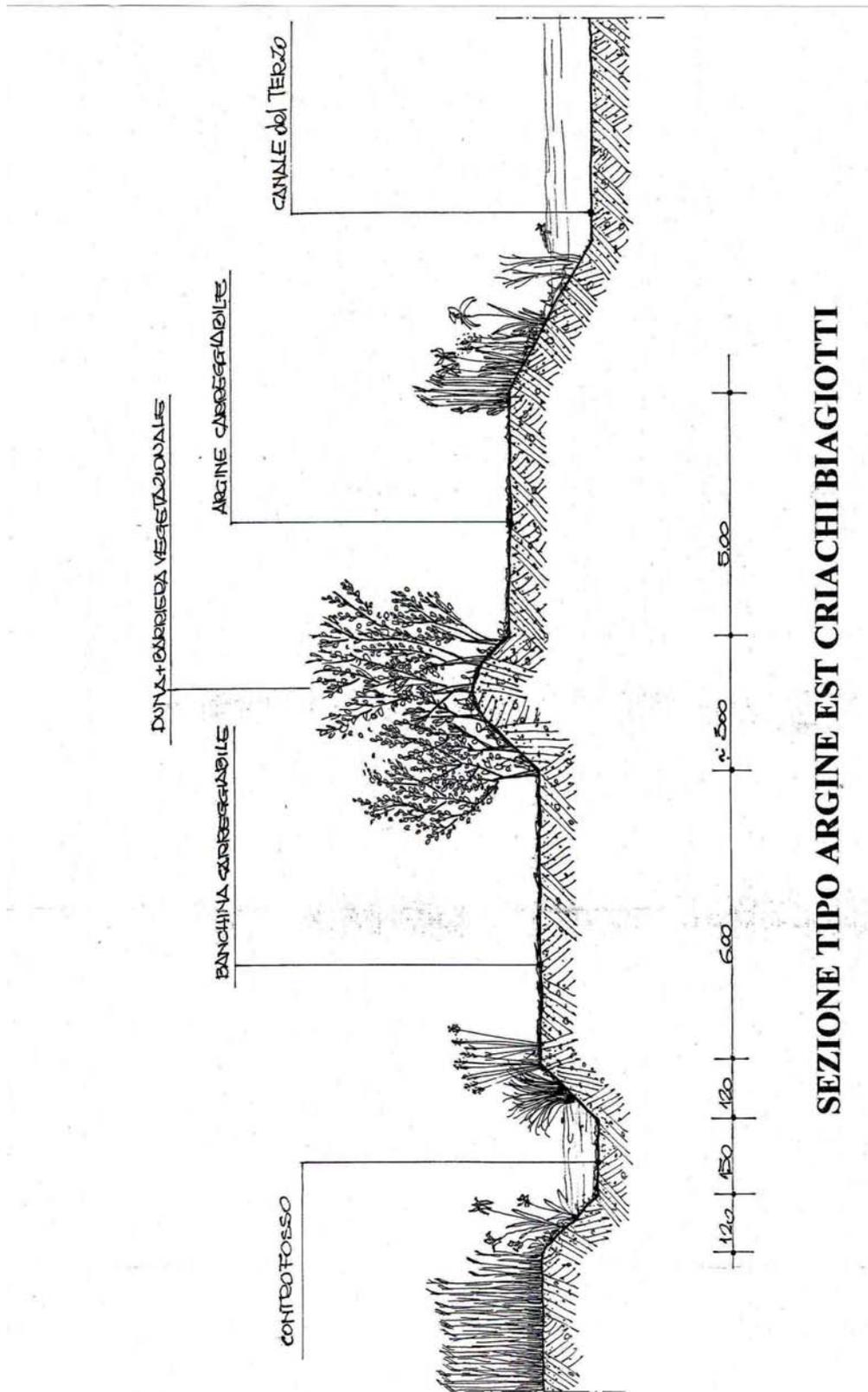


Figura 15 – Sezione tipo di un'argine dei lagunaggi

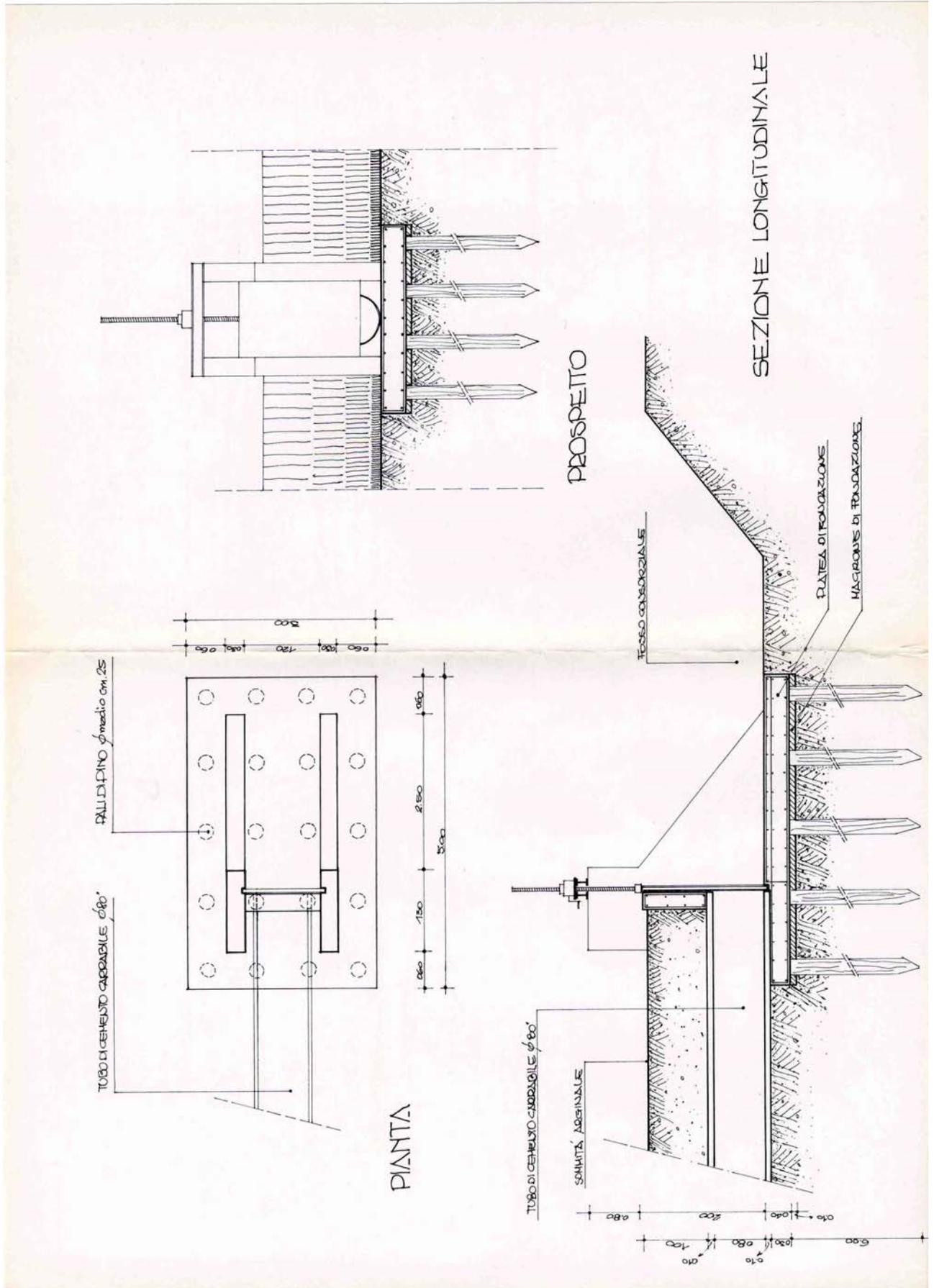


Figura 16 – Opere di regolazione dei lagunaggi

Questo tipo di regolazione dei deflussi internamente al Padule permette di mantenere dei chiari e nel complesso viene definita come un'opera di "lagunaggio"; essa ha molti aspetti che ne giustificano la realizzazione: da una parte si eseguono interventi contenuti e quindi di basso impatto (bassi arginelli, piccoli sfiorii, regolarizzazione di sponde, costruzione o rimessa in funzione di organi di regolazione e cateratte,...), dall'altra si riesce a ottenere un deciso risanamento ambientale sia in relazione al mantenimento di un sufficiente livello di acqua adatto alla conservazione e sviluppo del patrimonio naturalistico del Padule sia in relazione all'efficace attenuazione di fenomeni di inquinamento con una maggiore diluizione dei componenti dannosi.

Nella Figura 14 si riporta la planimetria dell'intervento.

Nelle Figure 15 e 16 si riportano, a titolo d'esempio, una sezione tipo di arginello e di cateratta di regolazione.

Al fine di verificare il funzionamento di massima del sistema è stata condotta una simulazione del Cratere Palustre secondo lo schema riportato nella Figura 17.

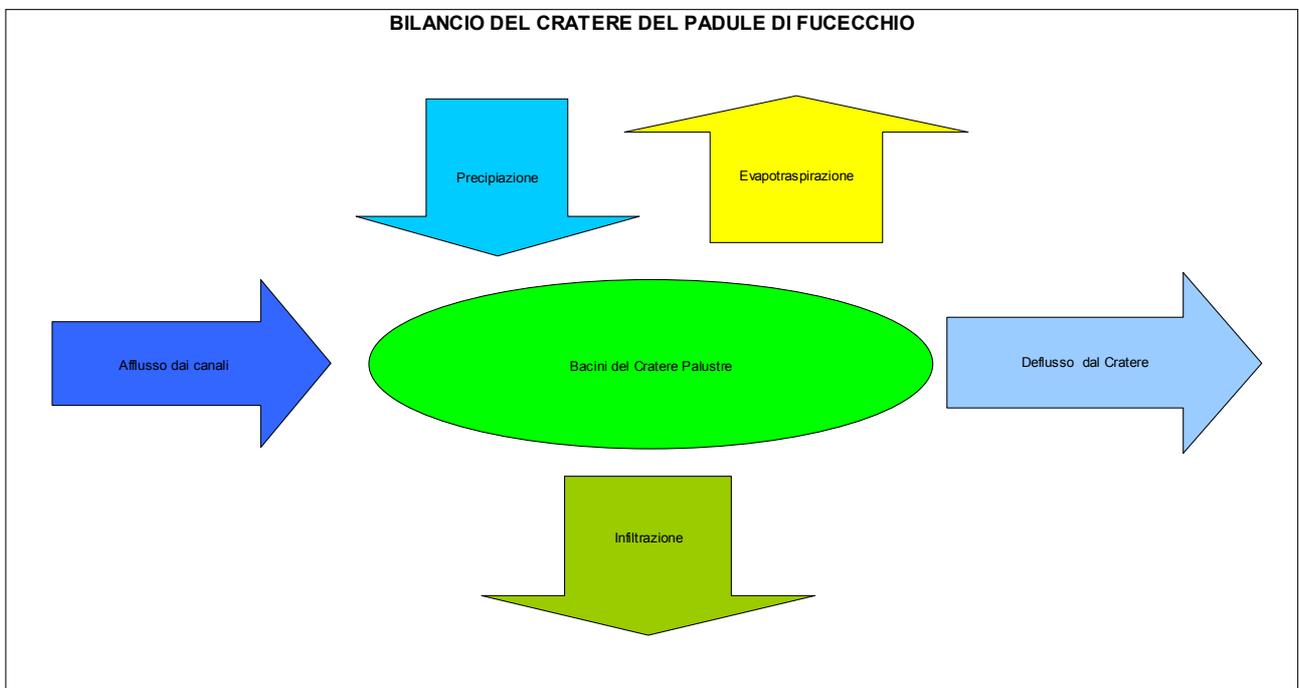


Figura 17 – Schema del bilancio idrologico del sistema dei lagunaggi

Le simulazioni sono state condotte nello stato naturale, in quello di progetto e a seguito della realizzazione del sistema dei lagunaggi. Il sistema è stato assimilato a un invaso con una costante di esaurimento data dalla capacità di smaltimento del canale dell'Usciana.

I volumi invasabili sono stati ricavati dal modello digitale del terreno 25 m x 25 m. In assenza dei lagunaggi si è assunto che possa permanere un volume minimo di invaso (corrispondente a 0.01m di battente) che non scola nell'Usciana e che viene pertanto rimosso solo per evaporazione e infiltrazione e una costante di esaurimento data in ragione di una portata effluente di 150mc/s con 1 m di battente nel Padule. Con i lagunaggi si è assunto invece un volume senza scolo di circa 500000 mc (corrispondente a un battente di 0.2 m), inoltre è stata ridotta la costante di esaurimento in ragione di una portata effluente di 50mc/s sempre con un battente di 1 m.

I risultati sono riportati nelle Figure 18 e 19. Nella prima si riporta l'andamento dei volumi medi mensili nel cratere. Nella seconda la frequenza dei mesi di secca nelle diverse condizioni.

Si osserva che non è stata proposta nessuna verifica nello stato attuale in quanto la qualità attuale delle acque non consente di alimentare le aree di lagunaggio nei periodi di magra.

L'analisi dei volumi nel padule evidenzia che tra lo stato naturale e quello di progetto non vi sono differenze sensibili nei mesi invernali, tali differenze si accentuano nei mesi estivi; inoltre si osserva come la realizzazione dei lagunaggi comporti un livello più elevato in tutti i mesi dell'anno.

L'analisi della frequenza dei mesi in secca evidenzia come i lagunaggi compensino in tutti i mesi l'aumento della frequenza degli episodi di secca indotta dalla dismissione di alcuni dei depuratori della ValdiNievole.

Chiaramente le simulazioni condotte prescindono da una gestione del sistema che preveda la regolazione manuale dei lagunaggi in funzione delle esigenze specifiche di ciascun sottobacino.

Volumi medi mensili nel Padule di Fucecchio

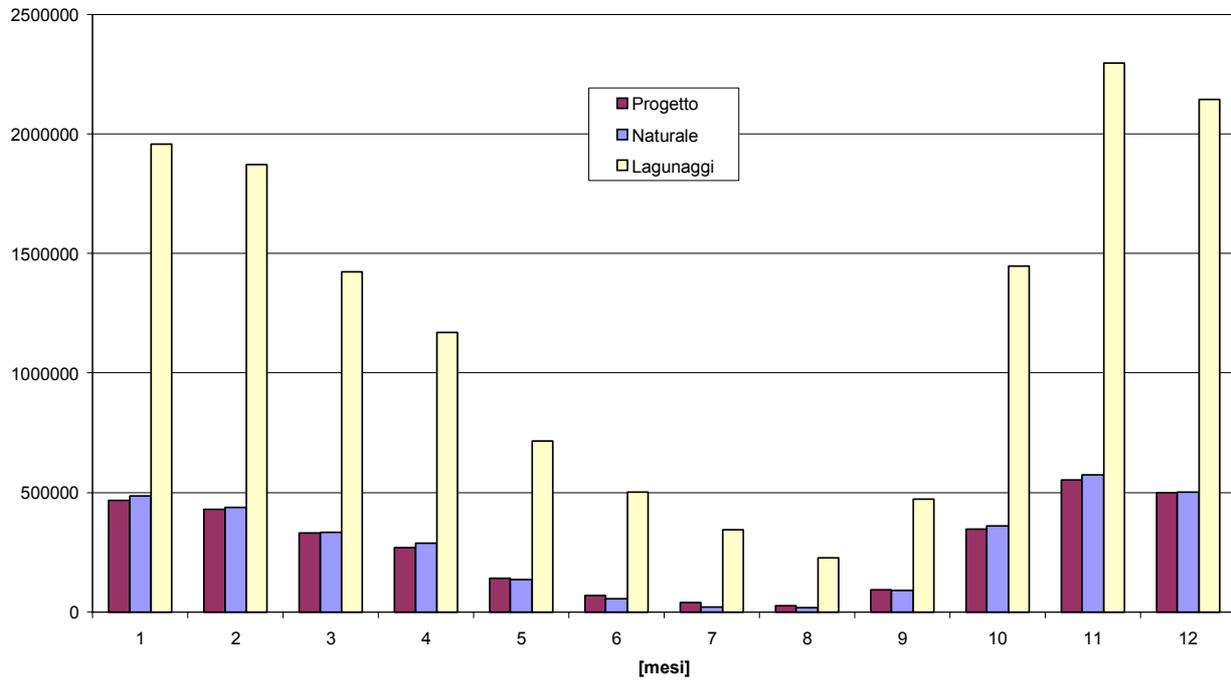


Figura 18 – Volumi invasati nel Cratere

Frequenza di mesi con il Padule di Fucecchio in secca

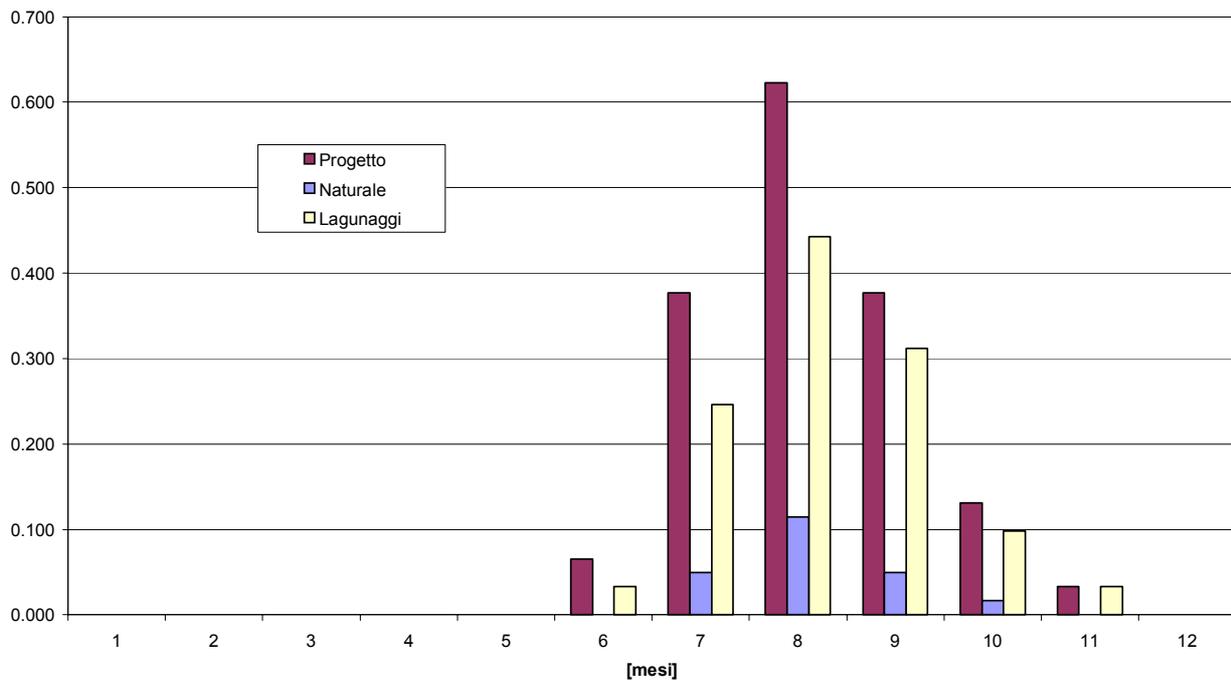


Figura 19 – Frequenza degli episodi di secca

5.2 Realizzazione di invasi a monte del cratere palustre

La realizzazione dei lagunaggi comporta un evidente miglioramento delle condizioni del Padule senza peraltro ricondurre la frequenza degli episodi di secca al livello dello stato naturale.

A questo si aggiunge, come evidenziato nell'analisi del deflusso minimo vitale, che i corsi d'acqua afferenti al Padule presentano sia allo stato attuale che in misura maggiore nello stato di progetto di un deficit di deflusso.

Per tali motivi sempre nel quadro di una conservazione della risorsa idrica è stata valutata la possibilità compensare tale deficit con la realizzazione di accumuli dedicati al sostentamento dei deflussi di magra.

In un primo momento si era ritenuto di poter prevedere la realizzazione di invasi a scopo multiplo nei bacini montani (difesa dalle alluvioni e riserva idrica) in corrispondenza di analoghe opere previste nel Piano di Bonifica del Consorzio del Padule di Fucecchio. Dopo una analisi delle volumetrie dei suddetti invasi e le perplessità circa l'entità delle perdite nel percorso tra l'opera di accumulo e il cratere si è ritenuto più conveniente ipotizzare la realizzazione uno o più invasi nelle vicinanze del cratere palustre.

Con questo tipo di intervento è possibile immagazzinare un certo volume d'acqua nei periodi con deflusso più sostenuto per poterlo poi fornire al sistema idrico nei periodi siccitosi. La restituzione dell'acqua può essere effettuata direttamente nelle aree interne alla zona umida oppure nel reticolo immediatamente a monte di questa.

Questo intervento se da un lato presenta problematiche relative alla localizzazione, alla morfologia dell'area e, in parte, alla qualità dell'acqua raccolta, dall'altro ha il vantaggio di essere realizzato fuori dall'area umida di pregio ambientale, di poter costituire, se correttamente gestito, una riserva anche per altri scopi (irrigui, antincendio) e di far arrivare alla zona palustre acqua corrente e quindi più ossigenata.

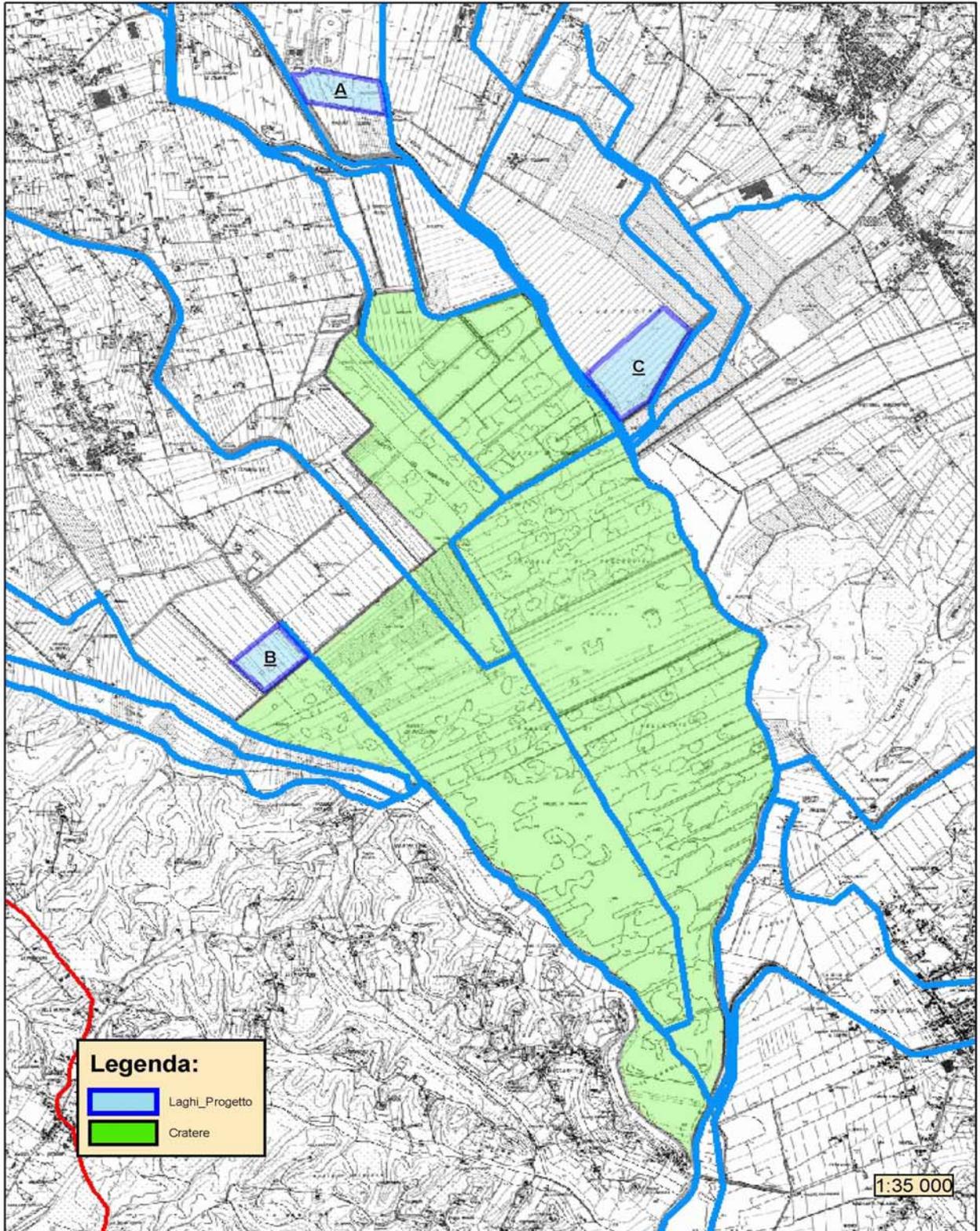


Figura 20 – Ipotesi di collocazione degli invasi di compenso

La volumetria necessaria può essere dedotta in funzione del deficit medio annuo presente per la ricostituzione del deflusso minimo vitale dei corsi d'acqua afferenti al Padule. Essa pertanto dovrebbe variare da un minimo di **450000 mc** a un massimo **750000 mc**.

Tali volumi sono quelli dati dalla differenza tra il deficit di progetto e quello allo stato attuale.

Gli invasi dovranno avere profondità tra i 3m e i 5m in modo da compensare le perdite e mantenere comunque un minimo di battente anche nei mesi asciutti. Essi potranno essere realizzati in parte costruendo degli argini perimetrali e in parte in scavo.

5.3 Diversa regolazione degli apporti acquedottistici esterni alla Valdinievole

Un ulteriore intervento proponibile è relativo ad una diversa gestione della rete acquedottistica.

Attualmente la carenza di risorse idropotabili interne alla Valdinievole è compensata da un importante contributo di apporti esterni, fra cui maggiormente quello dell'Acquedotto del Pollino; si può ipotizzare l'aumento dell'aliquota di risorsa acquisita dall'esterno in modo da diminuire il prelievo acquedottistico interno all'area, lasciando così maggiori quantitativi d'acqua al deflusso superficiale e di sub-alveo.

Tale scenario di intervento sebbene teoricamente realizzabile presenta diverse incertezze: innanzitutto resta da definire se esternamente al comprensorio siano disponibili i volumi d'acqua richiesti, secondariamente risulta difficilmente valutabile la ricaduta sul deflusso in alveo nel reticolo d'interesse