

AUTORITA' di BACINO del RENO

**Piano stralcio per il bacino
del torrente Senio
*Revisione Generale***

III - QUALITÀ DELL'AMBIENTE FLUVIALE

Allegato Tecnico A

Relazione

Bologna, 17 dicembre 2009

INDICE

| | |
|--|-----------|
| PREMESSA | 3 |
| 1. STATO QUALITATIVO | 9 |
| 1.1. AREE DI PERTINENZA DEI CORPI IDRICI: CONSISTENZA DELLA FASCIA DI VEGETAZIONE RIPARIA E INTERAZIONE CON L'USO DEL SUOLO CIRCOSTANTE | 9 |
| 1.1.1. Individuazione del Valore Vegetazionale di Alveo (V.V.A.) | 10 |
| 1.1.2. Individuazione categorie di uso del suolo e foto-interpretazione | 12 |
| 1.1.3. Analisi della consistenza della componente trasversale della fascia riparia arborea | 16 |
| 1.1.4. Definizione di sintesi della efficacia quali-quantitativa della fascia tampone arborea | 18 |
| <i>1.1.4.1. Grado di efficacia della fascia tampone: risultati conseguiti</i> | <i>22</i> |
| 1.1.5. Definizione del livello di criticità funzionale della fascia tampone arborea | 22 |
| <i>1.1.5.1. Grado di criticità funzionale della fascia tampone: risultati conseguiti</i> | <i>25</i> |
| 1.1.6. Confronto del lavoro svolto con un metodo di rilevamento basato sugli indici di qualità | 25 |
| 2. STATO QUANTITATIVO | 29 |
| 2.1. DEFLUSSO MINIMO VITALE (DMV) | 29 |
| 2.1.1. Il DMV nel bacino del T. Senio | 30 |
| Il Deflusso Minimo Vitale "idrologico" | |
| Il Deflusso Minimo Vitale "sperimentale" | |

| | |
|--|----|
| 2.1.2. Confronto tra due scenari di DMV alla stazione di “Casola Valsenio” | 37 |
| 2.1.3. Verifica della criticità in chiusura di bacino del tratto toscano | 40 |
| 2.1.3.1. <i>Usi in atto nel tratto a monte di Casola Valsenio</i> | 41 |
| Usi potabile sul Rio Cestina | |
| Usi agricolo e zootecnico nel tratto romagnolo Castagno-Casola | |
| Scarichi e prelievi nel tratto toscano | |
| Portata media giornaliera delle utenze tra Castagno e Casola Valsenio | |
| 2.1.3.2. <i>Criticità alla sezione di “Castagno” in chiusura di bacino del tratto toscano</i> | 46 |
| 2.1.4. Volumi necessari a “sostenere” il DMV previsto alla stazione di “Casola Valsenio” | 49 |
| 2.1.5. Afflussi e deflussi nel Torrente Senio | 51 |
| 2.1.6. Confronto tra apporti meteorici di due periodi in funzione delle piogge medie e trend delle portate | 53 |
| 2.2. INFORMAZIONI INERENTI IL BILANCIO IDRICO | 56 |
| 2.2.1. Fattori antropici e fruizioni che direttamente condizionano il bilancio idrico e il DMV | 56 |
| 3. PROPOSTE OPERATIVE | 59 |
| 3.1. FASCIA DI VEGETAZIONE RIPARIA | 59 |
| 3.2. TUTELA QUANTITATIVA NEL TRATTO TOSCANO | 63 |
| 3.3. SISTEMI TAMPONE PER MITIGARE GLI APPORTI INQUINANTI DA VIABILITA’ PROSPICIENTE LE AREE DI PERTINENZA FLUVIALE | 64 |
| 4. BIBLIOGRAFIA | 67 |

PREMESSA

La Revisione Generale del “Piano Stralcio per il Bacino del Torrente Senio”, territorio che si sviluppa nella parte alta montana in Toscana ed il resto in Romagna, si è resa necessaria in relazione a quanto richiesto dalla G.R. della Regione Emilia-Romagna (delibera di parere n. 1.247 del 15.07.02) e della Regione Toscana (delibera di parere n. 1.212 del 04.11.02) in merito al Progetto di “Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico” (PSAI) adottato dal Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino del Reno con deliberazione n. 1/1 del 6 dicembre 2002 e approvato, per i rispettivi territori di competenza, dalla Giunta Regionale dell’Emilia-Romagna con delibera n. 567 del 7 aprile 2003 e dalla Giunta Regionale della Toscana con delibera n. 114 del 21 settembre 2004.

Per quanto riguarda il settore “Qualità ed uso delle acque” (ora rinominato “Qualità dell’ambiente fluviale”), la fase di adeguamento del quadro conoscitivo sostanzialmente si è concretizzato con una totale revisione del piano in relazione al quadro legislativo di riferimento che è sostanzialmente mutato negli anni, avendo il D.Lgs. n. 152/99 e s.m.i. modificato la competenza di pianificazione in materia di qualità delle acque, affidata ora al “Piano di Tutela delle Acque” (PTA) della Regione Emilia-Romagna (adottato dal Consiglio Regionale con delibera n. 633 del 22.12.2004 poi approvato nella seduta della Assemblea legislativa con deliberazione n. 40 del 21 dicembre 2005) e della Regione Toscana (adottato dalla Giunta Regionale con delibera n. 24 del 22.12.2003, poi successivamente approvato dal Consiglio Regionale con deliberazione n. 6 del 25 gennaio 2005).

Dalla loro approvazione, i PTA della Regione Emilia-Romagna e Toscana rappresentano i piani settoriali regionale riferito al settore tutela delle acque che, per l’art. 44 comma 1 del D.Lgs. 152/99, costituisce anche piano stralcio di bacino per l’aspetto in oggetto.

Con la attuazione degli adempimenti ai fini del PTA ai sensi del D.Lgs. 152/99 e s.m.i. si è completata una fase significativa della attività di pianificazione della Autorità di Bacino del Reno.

L’art. 44, comma 2, del D.Lgs. n. 152/99 ha assegnato alle Autorità di Bacino di rilievo nazionale ed interregionale il compito di individuare gli obiettivi di bacino e le priorità degli interventi quali definizioni preliminari alla predisposizione e quindi all’adozione del piano di tutela delle acque, compito che lo stesso decreto attribuiva alle regioni. In data 6 dicembre 2002 il Comitato Istituzionale ha approvato gli obiettivi su scala di bacino per il bacino interregionale del Fiume Reno (Delibera del Comitato Istituzionale n. 1/3 del 6.12.2002) la cui definizione ha rappresentato il risultato del confronto, delle osservazioni e dei pareri espressi dalle Regioni Emilia-Romagna e Toscana, dalle Province e dalle Agenzie Regionali per la Protezione dell’Ambiente aventi competenza nel bacino del Reno.

In relazione all’art. 44, comma 5 del D.Lgs. 152/99 e s.m.i., con delibera n. 1/1 del 11.03.05 il Comitato Istituzionale ha espresso parere di conformità agli obiettivi su scala di bacino ed alle priorità di intervento determinati nel Piano di Tutela delle Acque adottato dal Consiglio Regionale della Regione Emilia-Romagna (delibera n. 633/04). Lo stesso era già avvenuto per il Piano di

Tutela delle Acque della Regione Toscana (adottato dalla G.R. con delibera n. 24/03), per il rispettivo territorio di competenza, con delibera del Comitato Istituzionale n. 2/1 del 28.05.04.

Per quanto riguarda la tematica del DMV, ai sensi dell'art. 3, comma 1, lettera i) della legge 18 maggio 1989 n. 183 "Norme per la difesa del Suolo", con Delibera n. 1/4 del 23 gennaio 2004 il Comitato Istituzionale ha approvato l'insieme dei valori di portata che definiscono il Deflusso Minimo Vitale "idrologico". I determinati valori sono stati successivamente trasmessi alle Regioni Emilia-Romagna e Toscana per il recepimento nei rispettivi Piani di Tutela delle Acque di cui al Titolo IV, capo I del D.Lgs. 152/99, nel contesto degli interventi volti al raggiungimento degli obiettivi di qualità su scala di bacino, di competenza delle stesse regioni ai sensi del citato decreto.

Ad una iniziale fase, riguardante la definizione del DMV "idrologico", in cui l'obiettivo primario è stato quello di arrivare rapidamente ad una prima determinazione del valore attraverso il metodo regionalizzato ed in particolare quello che utilizza variabili idrologiche (approvato dal C.I. dell'Autorità di Bacino del Po con determinazione "Criteri di regolazione delle portate in alveo"), è seguita una seconda fase di maggiore approfondimento nella determinazione dei suddetti valori attraverso l'utilizzo di metodi (sperimentali) che tengano conto delle esigenze dei vari habitat, in linea con quanto definito dal D.M. 28 luglio 2004 ("Linee guida per la predisposizione del bilancio idrico di bacino, comprensive dei criteri per il censimento delle utilizzazioni in atto e per la definizione del minimo deflusso vitale").

Con deliberazione n. 1/2 del 23 febbraio 2006, il Comitato Istituzionale della Autorità di Bacino del Reno ha approvato l'insieme dei valori di portata che rappresentano il "Deflusso Minimo Vitale" determinato secondo il metodo "sperimentale". I dati ottenuti sono stati poi trasmessi alle Regioni Emilia-Romagna e Toscana come proposta per l'adeguamento dei valori del Deflusso Minimo Vitale determinati nell'ambito del "Piano di Tutela delle Acque" ai sensi del D.Lgs. 152/99 e del D.M. 28 luglio 2004.

L'Autorità di Bacino, che per la formazione del PTA ha esercitato le competenze di cui ai commi 2 e 5 dell'art. 44 del D.Lgs. 152/99, successivamente alla approvazione del PTA coordina le misure per la tutela qualitativa e quantitativa dei corpi idrici previste dal PTA con le altre disposizioni derivanti dai Piani Stralcio del Piano di Bacino, in riferimento al bacino idrografico e, se necessario, ai singoli sottobacini costituenti il bacino idrografico.

In ragione di tale cambiamento, tutte le materie trattate nel settore "Qualità e uso delle acque" del precedente "Piano Stralcio per il Bacino del Torrente Senio", rinominato in "Qualità dell'ambiente fluviale", sono state riviste avendo come obiettivo principale quello di ricondurle ai disposti del Piano di Tutela delle Acque (PTA) adottati nelle due regioni interessate, Emilia-Romagna e Toscana, con la finalità di non concorrere con quanto sancito dai piani medesimi ma allo stesso tempo di mantenere e aggiornare alcune parti ove permesso dai piani stessi.

Ne risulta che la maggior parte delle tematiche del precedente Piano Senio non sono state aggiornate e i relativi articoli abrogati; anche in relazione con quanto disposto dai rispettivi PTA che prevedono:

- nel territorio romagnolo siano attribuite alla Provincia di Ravenna, nell'ambito del PTCP (Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale), le funzioni di perfezionamento (aggiornamento, approfondimento e di modifica) del PTA dell'Emilia-Romagna (art. 2), seguendo le procedure indicate nel PTA stesso;
- nel territorio toscano che gli interventi e l'applicazione delle misure previsti (art. 4 del PTA) siano ripartiti tra gli Enti pubblici (Regione, Provincia, Comune, Autorità di Ambito e di Bacino, ecc.) ricorrendo a provvedimenti quali intese e accordi di programma e ambientali seguendo le procedure indicate nel rispettivo PTA.

In ogni caso quanto mantenuto è stato riportato nell'"Allegato Tecnico A" ed il livello di approfondimento delle materie trattate, è stato dettato tenendo conto delle finalità previste dai

rispettivi PTA che individuano gli obiettivi di qualità ambientale e per specifica destinazione dei corpi idrici e gli interventi volti a garantire il loro raggiungimento o mantenimento, nonché le misure di tutela qualitative e quantitative.

In particolare, per quanto riguarda le misure per la **tutela qualitativa** della risorsa idrica, i principali cambiamenti rispetto al piano precedente risultano i seguenti:

⇒ **Regione Toscana**

- sulle “Ulteriori misure per il raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale” (art. 6 delle norme del PTA) il Progetto di Piano contiene una nuova approfondita indagine sulla consistenza della fascia di vegetazione riparia del Torrente Senio nel tratto toscano e sulla sua interazione con l’uso del suolo circostante. Sono stati in particolare approfonditi gli aspetti conoscitivi degli ambiti fluviali che si traducono in “Proposte operative sulla fascia di vegetazione riparia” in cui si individuano le aree critiche e si propongono interventi di miglioramento o di reimpianto della fascia riparia secondo modelli selvicolturali specifici e multifunzionali. Tale lavoro costituisce una “proposta metodologica conoscitiva ed applicativa” elaborata dalla Autorità di Bacino, finalizzato ad individuare i requisiti ottimali della fascia adiacente alle sponde (profondità, tipo di vegetazione) in rapporto al ruolo delle fasce (area tampone per gli inquinanti di origine diffusa; funzioni di filtro dei solidi sospesi; aree naturali ad elevata biodiversità) e in rapporto alle diverse caratteristiche territoriali e per definire il complesso dei caratteri delle aree perifluviali e della morfologia dell’alveo che influiscono, per sinergia di fattori biotici e abiotici, sulla capacità autodepurativa del corso d’acqua. Tale lavoro si inquadra principalmente quale contributo alle misure previste nel disposto art. 6 del PTA. Inoltre, la parte contenente le “proposte operative sulla fascia di vegetazione riparia”, può costituire strumento di programmazione e pianificazione e contributo propedeutico agli Enti competenti, sempre in riferimento all’art. 6 del disposto del PTA.
- le tematiche riguardanti gli “Ambiti fluviali” (Indici ambientali sintetici, IBE, fauna ittica, ecc.), la “Qualità delle acque” (composti organici e nutrienti, microbiologia, carico sperimentale e teorico) e la “Destinazione d’uso delle acque” non sono state aggiornate in quanto analizzate all’interno del PTA della Regione Toscana e le conseguenti misure generali per il raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale e le ulteriori misure per il raggiungimento degli obiettivi di qualità per le acque a specifica destinazione e per le aree a specifica tutela, sono trattate nell’ambito delle norme dello stesso PTA.
- sulla parte di lavoro riguardante gli “Scolmatori e sfioratori della rete fognaria” e la “Tutela delle acque destinate alla potabilizzazione” la normativa del precedente piano stralcio è abrogata dal presente piano perché trattata rispettivamente agli art. 5 e 7 delle norme del PTA e demandata la pertinenza ad altri Enti.

⇒ **Regione Emilia-Romagna**

- sulle “misure di tutela delle aree di pertinenza dei corpi idrici” volte in particolare a contenere le fonti di generazione diffuse non sono state affrontate nuove tematiche conoscitive in quanto alcune misure e azioni da adottare lungo le fascia fluviale sono state proposte dalla Provincia di Ravenna all’interno del documento preliminare della variante al PTCP in attuazione del PTA. A supporto di detto piano di settore provinciale, nel 2005 attraverso un elaborato⁽¹⁾ è stata fatta una ricognizione per l’individuazione dei siti lungo i corsi d’acqua. Nella detta

⁽¹⁾ “Prima individuazione dei siti lungo i corsi d’acqua naturali ed artificiali della provincia di Ravenna da rinaturalizzare e/o affiancare con fasce tampone boscate”, Provincia di Ravenna, gennaio 2005.

indagine è stata presa in considerazione lo studio⁽²⁾ condotto dall’Autorità di Bacino del Reno. Entrambi gli studi propongono la rinaturalizzazione e/o la realizzazione di fasce tampone boscate che possono contribuire al raggiungimento degli obiettivi di qualità definiti.

- le tematiche riguardanti gli “Ambiti fluviali” (Indici ambientali sintetici, IBE, fauna ittica, ecc.), la “Qualità delle acque” (composti organici e nutrienti, microbiologia, carico sperimentale e teorico) e la “Destinazione d’uso delle acque” non sono state aggiornate in quanto sono state ulteriormente rielaborate all’interno del PTCP in attuazione del PTA a cura della Provincia di Ravenna.
- sulla parte di lavoro riguardante gli “Scolmatori e sfioratori della rete fognaria” e la “Tutela delle acque destinate alla potabilizzazione” la normativa del precedente piano stralcio è abrogata dal presente piano perché trattata al titolo III, cap. 1 “Disciplina degli scarichi” delle Norme del PTA della Regione Emilia Romagna.

Per quanto riguarda la **tutela quantitativa** della risorsa idrica, i principali cambiamenti o progressi riguardano le misure per la tutela quantitativa della risorsa idrica e l’introduzione di alcuni primi elementi conoscitivi per la definizione del bilancio idrico del bacino del Torrente Senio.

In sostanza la presente relazione indica i valori di portata che definiscono il Deflusso Minimo Vitale “idrologico” ed il percorso che ha portato alla determinazione dei valori del DMV “sperimentale” per le stazioni indagate, valori che, come già detto precedentemente, sono stati già proposti alla Regione Emilia-Romagna e Toscana quale contributo in relazione agli obiettivi da raggiungere al 2016 relativamente alla qualità dei corsi d’acqua.

In riferimento a quanto disciplinato al comma 3 dell’art. 9 “Misure generali per raggiungimento della tutela quantitativa della risorsa idrica” del PTA della Regione Toscana, è stata condotta una indagine per verificare se il Torrente Senio, nel tratto toscano, si possa caratterizzare come corpo idrico avente una portata “critica” (cioè inferiore al DMV per 60 giorni all’anno). Constatata la criticità di portata a sostegno del DMV del Torrente Senio, in coerenza con quanto previsto al punto 3 dell’art. 9 delle norme del PTA della Toscana, sono state fatte alcune considerazioni e definiti gli indirizzi per ridurre il deficit che la Provincia di Firenze dovrà tradurre in misure atte sia a garantire il mantenimento dei valori di DMV nei tratti designati e sia ad evitare situazioni di deficit di bilancio.

A livello normativo l’articolo del precedente Piano Stralcio: “Minimo Deflusso Vitale: tutela quantitativa e controllo dei prelievi d’acqua” viene abrogato rimandando per la:

⇒ **Regione Emilia-Romagna**

- al combinato disposto dal PTA della Regione Emilia-Romagna che per il territorio romagnolo, come già detto in precedenza, sono attribuite alla Provincia di Ravenna, nell’ambito del PTCP le funzioni di perfezionamento in attuazione del PTA.

⇒ **Regione Toscana**

- al combinato disposto del PTA della Regione Toscana.

⁽²⁾ “Contributo per aggiornare ed approfondire le conoscenze sulla conformazione e la qualità dell’alveo, delle rive e delle fasce di pertinenza fluviale”. Supporto all’attività di pianificazione relativa alla redazione della variante di adeguamento del vigente Piano Stralcio per il Bacino del Torrente Senio, Autorità di Bacino del Reno, novembre 2004.

Per quanto riguarda il **bilancio idrico** delle acque superficiali e sotterranee, esso rappresenta uno degli obiettivi del settore in capo all'Autorità di Bacino come indicato nell'art. 3 della L. 36/1994 (Legge Galli) ed è finalizzato ad assicurare l'equilibrio fra disponibilità delle risorse reperibili o attivabili nell'area di riferimento ed i fabbisogni per i diversi usi, avendo cura di non depauperare o degradare i corpi idrici. Il bilancio idrico assume un ruolo centrale sia relativamente al soddisfacimento dei fabbisogni di natura antropica, sia rispetto al raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale.

Il Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio 28 Luglio 2004 stabilisce che l'equilibrio del bilancio idrico è finalizzato alla tutela quantitativa e qualitativa della risorsa, in modo da consentire un consumo idrico sostenibile e da concorrere al raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale definiti nel Piano di Tutela delle Acque di cui all'art. 44 del D.Lgs. 152/1999 e s.m.i..

Ai fini del conseguimento degli obiettivi di tutela, il bilancio idrico rappresenta una componente fondamentale del modello quali-quantitativo di bacino o sottobacino, destinato alla rappresentazione in continuo della dinamica idrologica e idrogeologica, degli usi delle acque e dei fenomeni di trasporto e trasformazione delle sostanze inquinanti nel suolo e nei corpi idrici.

Su tale tema sono riportati alcuni primi elementi conoscitivi riguardanti il bilancio idrico⁽³⁾ determinato sulla base di dati riguardanti gli scarichi e le derivazioni. E' stato stimato un bilancio idrologico di massima relativo alle acque superficiali per il sottobacino montano del Torrente Senio (chiuso in corrispondenza della sezione di Riolo Terme) e per il sottobacino del Torrente Sintria (che in località S. Giorgio in Vezzano-Cuffiano si immette in Senio).

Gli obiettivi che costituiscono le fondamenta della revisione del Piano, settore "Qualità e uso delle acque", sono il necessario accertamento delle odierne condizioni del bacino del Torrente Senio che si ritiene possano migliorarne la qualità dell'ambiente fluviale adiacente ai corsi d'acqua e la tutela quantitativa della risorsa idrica.

Il "**Quadro conoscitivo**" del bacino del T. Senio è l'oggetto della prima parte del presente elaborato e riguarda principalmente tematiche sviluppate in territorio toscano in quanto, come più volte sottolineato, per il tratto romagnolo si rimanda al documento preliminare della variante al PTCP in attuazione del PTA a cura della Provincia di Ravenna.

L'analisi della situazione è stata condotta dapprima focalizzando l'attenzione sulla "qualità" delle zone di pertinenza fluviale (con l'analisi dello stato qualitativo, della consistenza della fascia di vegetazione riparia e dell'interazione con l'uso del suolo circostante). Successivamente, si è passati a considerare le caratteristiche quantitative (DMV, bilancio idrico, afflussi e deflussi).

Si è fatto, inoltre, uso d'indici e indicatori, intendendo con loro, come semplici strumenti e consci dell'insita semplificazione, poter sinteticamente confrontare le diverse situazioni riscontrate in un altrettanto dissimile livello di estensione e riferimento e dare indicazioni sui comparti a maggiore rischio e su quelli più "critici".

⁽³⁾ *Bilancio idrico*: comparazione, nel periodo di tempo considerato, fra le risorse idriche (disponibili o reperibili) in un determinato bacino o sottobacino, superficiale o sotterraneo, al netto delle risorse necessarie alla conservazione degli ecosistemi acquatici ed i fabbisogni per i diversi usi (esistenti o previsti); *Bilancio idrologico*: comparazione, nel periodo di tempo considerato e con riferimento ad un determinato bacino o sottobacino, superficiale o sotterraneo, tra afflussi e deflussi naturali, ovvero deflussi che si avrebbero in assenza di pressione antropica. (*Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio 28 Luglio 2004*).

Si è quindi, limitatamente ad alcuni degli argomenti trattati, tracciato anche un quadro evolutivo, in scala pluriennale, particolarmente attendibile ed utile per capire i “trend” di cambiamento. D’altro canto non si devono sottovalutare le carenze conoscitive d’altri fattori che hanno un ruolo di primaria importanza ai fini della valutazione degli ambienti fluviali e delle caratteristiche idrologiche del corso d’acqua (per es. antropizzazione lungo le rive, costante aggiornamento delle scale di portata di magra).

Con questo sforzo di sintesi e di comparazione si è cercato di fornire gli input necessari a mettere in evidenza gli elementi di maggiore sensibilità e vulnerabilità, quelli compatibili e quelli critici che forniranno il materiale sui quali dovrà essere focalizzata la pianificazione di bacino. Ed è in questa parte propositiva che si ritiene di assolvere la principale finalità di un “Piano di Bacino” che partendo dalla constatazione dello stato in essere sia in grado di tracciare linee programmatiche e di fornire indicazioni volte all’applicazione di misure:

- di tutela delle aree di pertinenza dei corpi idrici;
- per la tutela quantitativa e qualitativa della risorsa idrica.

Il quadro delle “**proposte operative**” conseguito (come già detto precedentemente) solo per la parte Toscana, nasce da un riscontro oggettivo della situazione che si basa su una attenta analisi ed elaborazione dei dati e delle informazioni sulle “criticità” riscontrate negli ambiti fluviali e sulle condizioni idrologiche.

Come ultima considerazione da premettere, è necessario specificare che i metodi applicati nella fase dell’indagine conoscitiva si riferiscono e si ritengono i più idonei all’odierna disponibilità d’informazioni o, in alcuni casi, alla loro evidente carenza, ma la procedura pianificatoria adottata si può considerare “aperta” nel senso che la modalità d’elaborazione dei dati è tale che essi potranno essere progressivamente aggiornati ed integrati nel tempo (per es. applicazione degli indici ambientali fluviali, misure delle portate).

Lo scopo di questa scelta è duplice: da un lato permette di acquisire ed integrare con aggiornate informazioni gli aspetti più lacunosi e dall’altro ci si attende, da specifiche e mirate indagini di monitoraggio, precise indicazioni sull’efficacia degli indirizzi proposti e le conseguenti misure intraprese per il conseguimento degli obiettivi prefissati.

1. STATO QUALITATIVO

1.1. AREE DI PERTINENZA DEI CORPI IDRICI: CONSISTENZA DELLA FASCIA DI VEGETAZIONE RIPARIA E INTERAZIONE CON L'USO DEL SUOLO CIRCOSTANTE

Generalità

Il sistema della vegetazione arbustiva ed arborea delle rive e dei greti dei corsi d'acqua, che esprimono stadi avanzati di evoluzione della copertura vegetale, anche nel bacino del Torrente Senio hanno più degli altri risentito degli impatti antropogeni, sia nei fattori eco-strutturali (composizione specifica, forma di governo, età delle piante, ecc.) che nella profondità ed estensione. Infatti nella sezione trasversale (che mette in relazione i corsi d'acqua con i loro confini terrestri) la quantità e qualità della vegetazione assume elevata importanza, essendo la struttura principale dell'ecotono che divide l'ambiente acquatico da quello terrestre.

Tale ambiente fluviale costituisce inoltre una zona di elevato interesse, in grado tra l'altro di agire come "filtro" per la riduzione di inquinanti che la attraversano. Esiste infatti una stretta incidenza tra la vegetazione riparia (o fascia tampone) posta ai margini dei corsi d'acqua, sia sul controllo dell'inquinamento di origine diffusa (svolgendo una azione di filtro su diverse tipologie di inquinanti: azoto, fosforo, trasporto solido), sia sulla presenza quali-quantitativa della fauna macrobentonica e ittica; può essere pertanto considerata come un indicatore complesso del "benessere" fluviale.

Le caratteristiche eco-strutturali della vegetazione definiscono infatti la sua stessa valenza ambientale. Quanto più una vegetazione di ambienti come quelli che si sviluppano lungo le sponde dei corsi d'acqua, è ricca di specie e di strati, tanto più è prossima alla stabilità ed alla migliore funzione di "fascia tampone".

Area di studio

L'indagine è stata effettuata sul Torrente Senio nel tratto toscano, lungo circa 16 km, che scorre interamente nel Comune di Palazzuolo (FI) fino alla località "Castagna"; il tratto iniziale del torrente è formato principalmente da due corsi d'acqua (Fosso Campanara in sinistra e Fosso Aghezzola in destra), lunghi ognuno 4 km, che confluendo ad "Y" in località "La Casaccia" formano l'asta principale del Torrente Senio.

Tale studio si inquadra principalmente quale contributo alle misure previste nel disposto art. 6 del PTA della Regione Toscana. Per la parte di corso d'acqua che corre in territorio romagnolo, le stesse tematiche conoscitive non sono state affrontate in quanto, come già detto in premessa, alcune misure e azioni da adottare lungo le fascia fluviale sono state proposte dalla Provincia di Ravenna all'interno del documento preliminare della variante al PTCP in attuazione del PTA.

Obiettivi

Per ottenere un quadro esaustivo delle conoscenze riguardanti le caratteristiche quali-quantitative delle fasce riparie oggetto di analisi sono stati individuati tre obiettivi principali:

1. analisi delle dinamiche evolutive delle fasce riparie in relazione alle mutazioni geo-morfologiche del corso d'acqua ed all'impatto antropico;
2. caratterizzazione delle fasce boscate riparali in relazione al "Valore Vegetazione di Alveo" (V.V.A.), direttamente correlato alla qualità ecosistemica, alla consistenza della vegetazione (composizione, specifica, stratificazione e profondità di estensione) ed alla conseguente funzionalità di rete ecologica e fascia tampone, mediante l'analisi dell'uso del suolo e l'individuazione di aree caratterizzate da diversi livelli di criticità.
3. proposte di modelli di miglioramento quali-quantitativo e di corretta gestione selvicolturale, soprattutto nelle zone ad elevata criticità, che tengano conto della multifunzionalità delle aree perifluviali.

Metodologia

I contenuti metodologici delle analisi applicabili sull'ecosistema fluviale possono essere più o meno sofisticati. Per condurre tale analisi, eseguita in maniera "speditiva", si è partiti dagli studi condotti negli anni precedenti dall'Autorità di Bacino del Reno e dalla bibliografia disponibile; è stato elaborato un metodo di analisi di tipo logico-deduttivo, semplice in fase applicativa e di studio, che permette, mediante la foto-interpretazione, rilievi di campagna e l'utilizzo di un GIS, di raggiungere gli obiettivi previsti.

Il lavoro si articola in diverse distinte fasi principali:

1. individuazione del valore "ambientale", rinominato "**Valore Vegetazionale di Alveo**" (V.V.A.) delle associazioni vegetazionali presenti in un "buffer" di 100 m (in sinistra ed in destra) dalla sponda e definito attraverso classi di qualità vegetazionale, sulla base di parametri strutturali della vegetazione quali la composizione specifica e la stratificazione;
2. foto-interpretazione di immagini da satellite per individuazione delle categorie di uso del suolo all'interno di un "buffer";
3. analisi della consistenza della componente trasversale della fascia riparia (100 m) attraverso classi di profondità e di complessità strutturale;
4. definizione del "Grado di efficacia" delle associazioni vegetali rispetto alla funzione ecologica, naturalistica e fito-depurativa ottenuta attraverso la combinazione delle classi di qualità vegetazionale, di profondità e di complessità strutturale precedentemente riscontrate;
5. definizione del "Livello di criticità funzionale" dell'interfaccia tra la fascia tampone e l'uso del suolo retrostante;
6. individuazione delle aree caratterizzate da diversi "Livelli di criticità" e possibili interventi selvicolturali necessari al ripristino della funzionalità della fascia tampone.

1.1.1. INDIVIDUAZIONE DEL VALORE VEGETAZIONALE DI ALVEO (V.V.A.)

Il primo aspetto oggetto di approfondimento della presente indagine, ha riguardato la consistenza e la struttura della vegetazione che accompagna i tratti indagati. Lo studio ha quindi lo scopo di acquisire i primi elementi di conoscenza sull'estensione e sullo stato strutturale della vegetazione presente, limitatamente al contesto della vegetazione igrofila.

Per la classificazione della vegetazione sono stati applicati gli stessi valori “ambientali” proposti nello studio⁽⁴⁾ condotto nel 1994 dal Prof. Carlo Ferrari e dalla Dr.ssa Laura dell’Aquila. Il valore “ambientale” che ne deriva è stato ricondotto all’espressione “Valore vegetazionale di alveo” (V.V.A.). La stima numerica si basa principalmente su parametri strutturali della vegetazione: la composizione specifica e la stratificazione.

Le caratteristiche eco-strutturali della vegetazione definiscono infatti la valenza ambientale che la vegetazione può avere. Infatti, quanto più una vegetazione di ambienti limitanti, come quelli che si sviluppano lungo le sponde dei corsi d’acqua, è ricca di specie e di strati tanto più è prossima alla stabilità ed alla migliore funzione di fascia tampone.

Nella tabella di seguito (**Tabella 1**) è riportata una sintesi di alcuni valori di qualità delle formazioni ripariali riscontrate lungo il torrente Senio, tratti dallo studio Ferrari/dell’Aquila:

| Tabella 1: Sintesi dei valori di qualità delle formazioni riparie (da Ferrari e dell’Aquila, 1994) | |
|--|---|
| Descrizione | Valore Vegetazionale di Alveo (V.V.A.) |
| Alneti | 15 |
| Saliceti arbustivi | 10 |
| Salico – pioppeti | 12 |
| Boschi degradati di robinia | 6 |
| Vegetazione disturbata post – coltura | 4 |
| Vegetazione antropica | 1 |
| Aree nude, calanchi, vegetazione di greto | 1 |
| Assenza di vegetazione | 0 |

La classificazione proposta nella tabella sopra, è stata rimodulata per l’area in esame e per gli scopi dell’indagine, effettuando degli aggruppamenti di tipologie con valori vicini.

Il risultato degli aggruppamenti e la conseguente “Classe di qualità vegetazionale” è rappresentato nella seguente tabella (**Tabella 2**):

| Tabella 2: Definizione delle classi di qualità vegetazionale delle formazioni riparie | |
|--|--|
| Descrizione Ferrari e dell’Aquila | Classe di qualità vegetazionale |
| Alneti | CLASSE 1 |
| Saliceti arbustivi | |
| Salico – pioppeti | |
| Boschi degradati di Robinia | CLASSE 2 |
| Vegetazione disturbata post – coltura | CLASSE 3 |
| Vegetazione antropica | CLASSE 4 |
| Aree nude, calanchi, vegetazione di greto | |
| Assenza di vegetazione | |

⁽⁴⁾ “Aspetti vegetazionali delle aste fluviali principali del bacino idrografico del Fiume Reno nel territorio montano e collinare”, Autorità di Bacino del Reno, 1994.

1.1.2. INDIVIDUAZIONE CATEGORIE DI USO DEL SUOLO E FOTO-INTERPRETAZIONE

In relazione allo scopo del lavoro ed in base alle caratteristiche specifiche del territorio in esame e alla bibliografia di settore sono state individuate le seguenti classi di uso del suolo mostrate nella tabella sotto (Tabella 3):

| Tabella 3: Classi di uso del suolo adottate | |
|--|--------------|
| Descrizione | Sigla |
| Formazione boschiva | B |
| Area incolta a vegetazione erbacea – arbustiva | I |
| Seminativo in pieno campo e/o seminativo arborato | Sc |
| Coltura arborea | Ca |
| Verde urbano | Vu |
| Invaso artificiale | In |
| Letto del corso d'acqua | L |
| Calanco e/o roccia affiorante | R |
| Area urbana e/o casa sparsa | U |
| Rete viaria | V |
| Area estrattiva | E |

In tabella 4 sono riportate, per quanto riguarda il solo aspetto vegetazionale (B, I, Sc, Ca, Vu), nella colonna centrale le 4 “Classi di qualità vegetazionale”, nella colonna sinistra la corrispondenza con lo studio Ferrari/dell’Aquila ed in colonna destra con le classi di uso del suolo riscontrate nel tratto toscano del Torrente Senio oggetto di indagine:

| Tabella 4: Definizione della “Classe di qualità vegetazionale” delle formazioni riparie | | |
|--|--|---|
| Descrizione Ferrari e dell’Aquila | Classe di qualità vegetazionale | Classe di uso del suolo corrispondente |
| Alneti | CLASSE 1 | B – Formazioni boschive |
| Saliceti arbustivi | | |
| Salico – pioppeti | | |
| Boschi degradati di robinia | CLASSE 2 | |
| Vegetazione disturbata post - coltura | CLASSE 3 | I – Incolti |
| Vegetazione antropica | CLASSE 4 | Sc – Seminativi in pieno campo e arborati Ca – Colture arboree Vu – Verde urbano |

A questo punto, per caratterizzare la fascia riparia del torrente, è stata eseguita la foto-interpretazione ad una scala di dettaglio 1:2.500 e la relativa restituzione cartografica applicando le 4 “Classi di qualità vegetazionale” mostrate in tabella 4. Contemporaneamente è stata anche

condotta una verifica sulla dinamica di antropizzazione e rinaturalizzate della evoluzione morfologica dell'alveo e delle consistenza delle formazioni boschive utilizzando immagini da satellite aggiornate al 2000 e al 2005.

L'estensione trasversale dell'area studiata ha interessato un "buffer" di 100 m (sia in sinistra, sia in destra) dal percorso attuale del Torrente Senio. Ulteriori verifiche di aree dubbie sono state effettuate mediante appositi rilievi di campagna (circa il 5% della superficie analizzata).

Un esempio dell'analisi di uso del suolo è riportato nel tratto considerato in [figura 1](#).

In [figura 2](#) viene riportato un breve percorso del torrente dove vengono evidenziate le classi di qualità vegetazionale della formazione riparia.

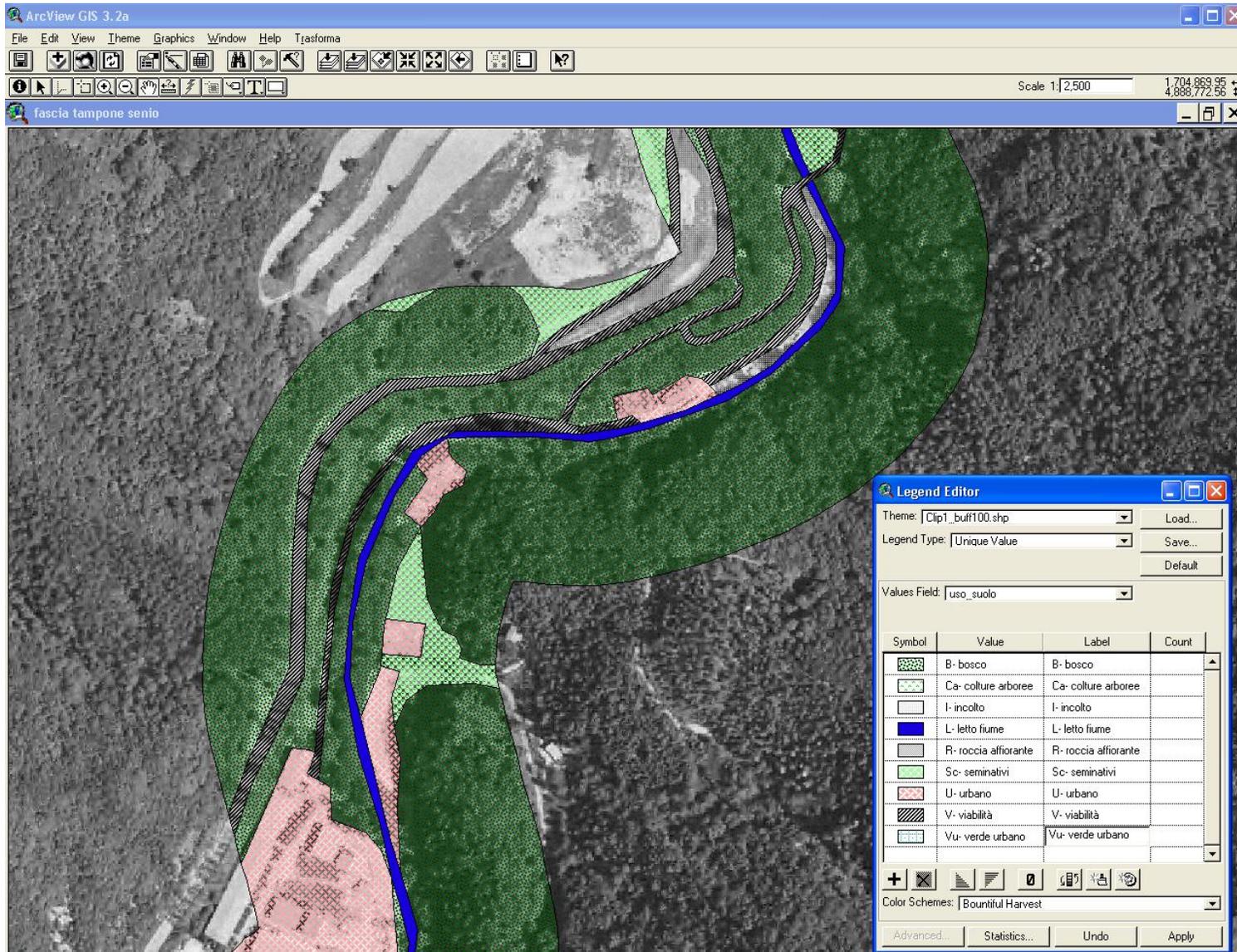


Figura 1: Analisi dell'uso del suolo (da foto aerea anno 2005/06)

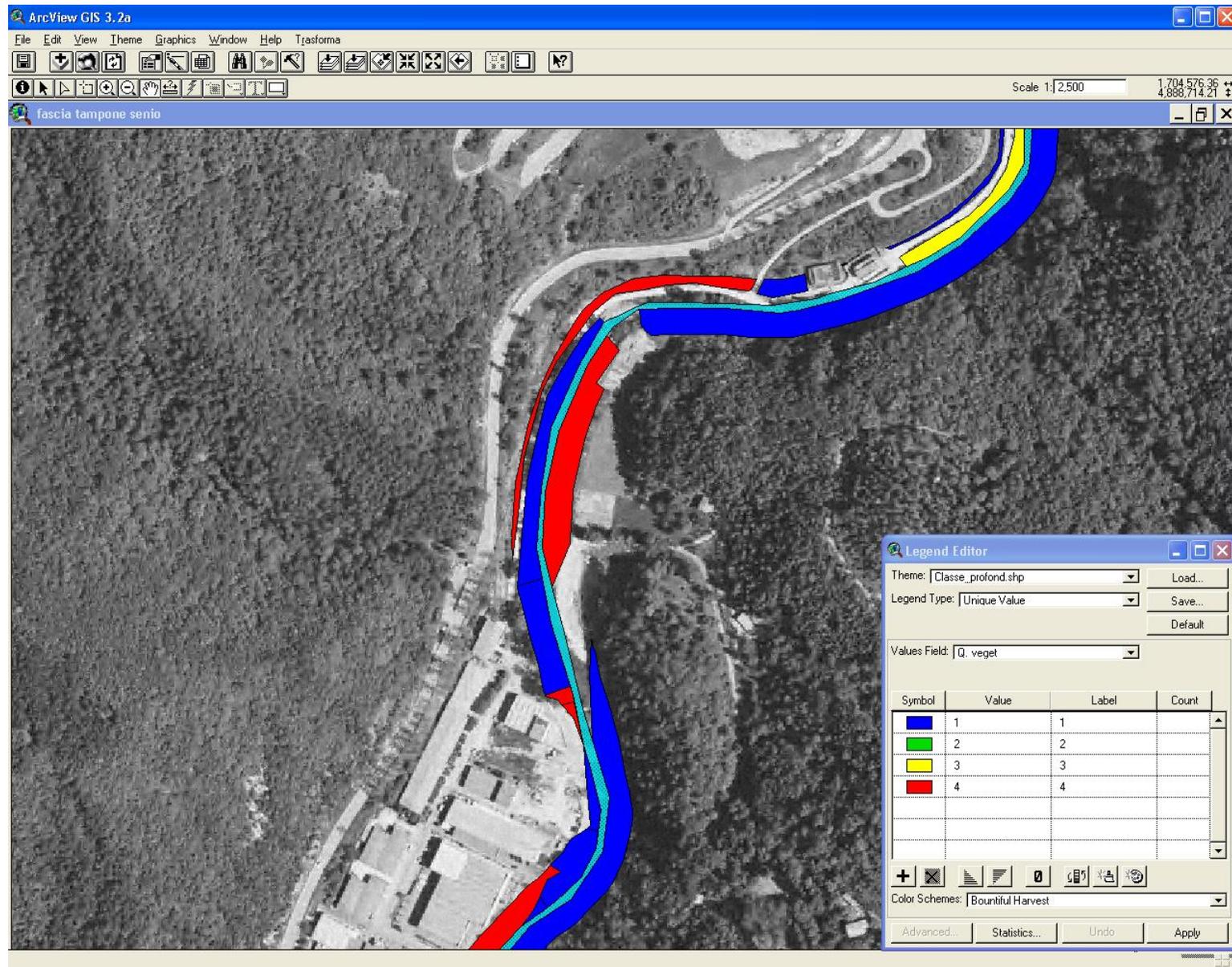


Figura 2: Analisi della qualità vegetazionale (Classi di Qualità)

1.1.3. ANALISI DELLA CONSISTENZA DELLA COMPONENTE TRASVERSALE DELLA FASCIA RIPARIA ARBOREA

La sezione trasversale costituisce un ambiente di elevata importanza in quanto divide l'ambiente acquatico da quello terrestre. Inoltre la vegetazione riparia partecipa al processo auto-depurativo con doppia azione, quale trattenimento e bio-accumulo dei carichi inquinanti veicolati dalle acque superficiali e percolanti dai terreni limitrofi, nonché al processo di assorbimento dei sali disciolti nelle acque fluviali (in particolare azoto e fosforo) che sono i principali imputati al fenomeno dell'eutrofizzazione. Se la fascia riparia è "sufficientemente" ampia, in genere può permettere un adeguato processo auto-depurativo.

In relazione a quanto si evince dalla bibliografia esistente, relativa ai vari metodi di indagine ed alla reale consistenza e distribuzione del bosco ripariale nell'area in oggetto, sono state individuate le seguenti classi di profondità delle formazioni riparie, come da **tabella 5**:

| Tabella 5: Definizione della "Classe di profondità" delle fasce tampone arborea | |
|--|-----------------------------|
| Profondità | Classe di profondità |
| > di 20 metri | CLASSE A |
| Tra 10 e 20 metri | CLASSE B |
| < di 10 metri | CLASSE C |

In **figura 3** è riportato un breve tratto del torrente dove vengono evidenziate le 3 classi di profondità delle fasce boscate.

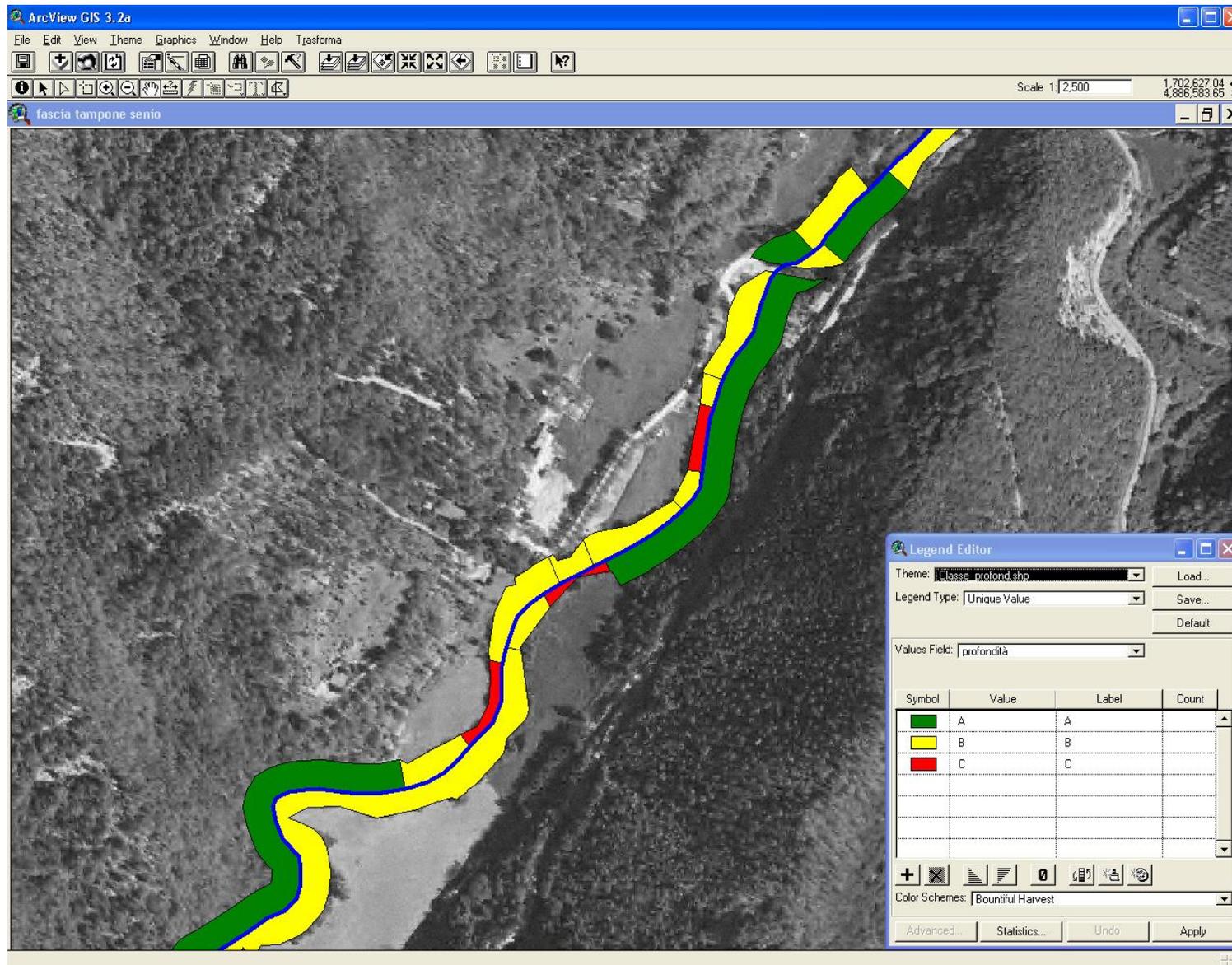


Figura 3: Analisi della profondità della fascia tampone arborea (Classe di profondità)

1.1.4. DEFINIZIONE DI SINTESI DELLA EFFICACIA QUALI-QUANTITATIVA DELLA FASCIA TAMPONE ARBOREA

Incrociando i valori di qualità vegetazionale della fascia riparia, consistenza (profondità) della fascia tampone arborea e complessità strutturale (coesistenza di formazioni boschive e vegetazione erbaceo-arbustiva in evoluzione), secondo una analisi di tipo logico-sequenziale, è possibile definire il grado di efficacia della vegetazione in relazione alla funzionalità fito-depurante e di rete ecologica.

Il risultato della interpretazione del “Grado di efficacia” delle fasce tampone in rapporto all’azione fito-depurante è riportato nella **tabella 6** della pagina successiva. A scopo esemplificativo sono mostrati inoltre 2 particolari situazioni di “fascia tampone complessa” individuati nel corso della fotointerpretazione della vegetazione. Le due condizioni sono meglio esplicitate in **figura 4** (sigla di riconoscimento “1cA” e “2cA”) e in **figura 5** (sigla di riconoscimento “3cA”). Si diversificano per la diversa combinazione di struttura: la prima ha una vegetazione riparia boschiva e una vegetazione erbaceo-arbustiva disturbata in posizione retrostante, la seconda una formazione riparia disturbata (incolto) e una formazione boscata retrostante.

La **figura 6** riporta la distribuzione spaziale del “Grado di efficacia” così attribuito.

Tabella 6: Definizione del “Grado di efficacia” delle fasce tampone arborea in rapporto all’azione fito-depurante (combinazione tra la “Classe di qualità vegetazionale”, la “Classe di profondità” e la “Complessità strutturale”)

| Classe di qualità vegetazionale | Complessità strutturale | Classe di profondità | Sigla di riconoscimento | Descrizione qualitativa della fascia tampone arborea | GRADO DI EFFICACIA |
|---------------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|--|--------------------|
| 1 | c | A | 1cA | Alneti, Saliceti arbustivi e Salico-pioppeti + fascia retrostante di vegetazione erbaceo-arbustiva. Profondità > di 20 m (esempio in figura 4) | GRADO I |
| | s | A | 1sA | Alneti, Saliceti arbustivi e Salico-pioppeti. Profondità > di 20 m | GRADO I |
| | s | B | 1sB | Alneti, Saliceti arbustivi e Salico-pioppeti. Profondità compresa tra 10 e 20 m | GRADO I |
| | s | C | 1sC | Alneti, Saliceti arbustivi e Salico-pioppeti. Profondità < di 10 m | GRADO II |
| 2 | c | A | 2cA | Boschi degradati di robinia con sporadici nuclei di salico-pioppeto + fascia retrostante di vegetazione erbaceo-arbustiva. Profondità > di 20 m (esempio in figura 4) | GRADO I |
| | s | A | 2sA | Boschi degradati di robinia con sporadici nuclei di salico-pioppeto. Profondità > di 20 m | GRADO I |
| | s | B | 2sB | Boschi degradati di robinia con sporadici nuclei di salico-pioppeto. Profondità compresa tra 10 e 20 m | GRADO II |
| | s | C | 2sC | Boschi degradati di robinia con sporadici nuclei di salico-pioppeto. Profondità < di 10 m | GRADO III |
| 3 | c | A | 3cA | Vegetazione erbaceo-arbustiva disturbata + fascia retrostante di vegetazione boschiva. Profondità > di 20 m (esempio in figura 5) | GRADO II |
| | s | A | 3sA | Vegetazione erbaceo-arbustiva disturbata. Profondità > di 20 m | GRADO III |
| | s | B | 3sB | Vegetazione erbaceo-arbustiva disturbata. Profondità compresa tra 10 e 20 m | GRADO III |
| | s | C | 3sC | Vegetazione erbaceo-arbustiva disturbata. Profondità < di 10 m | GRADO IV |
| 4 | Assente | Assente | -- | Assenza di fascia tampone | GRADO IV |

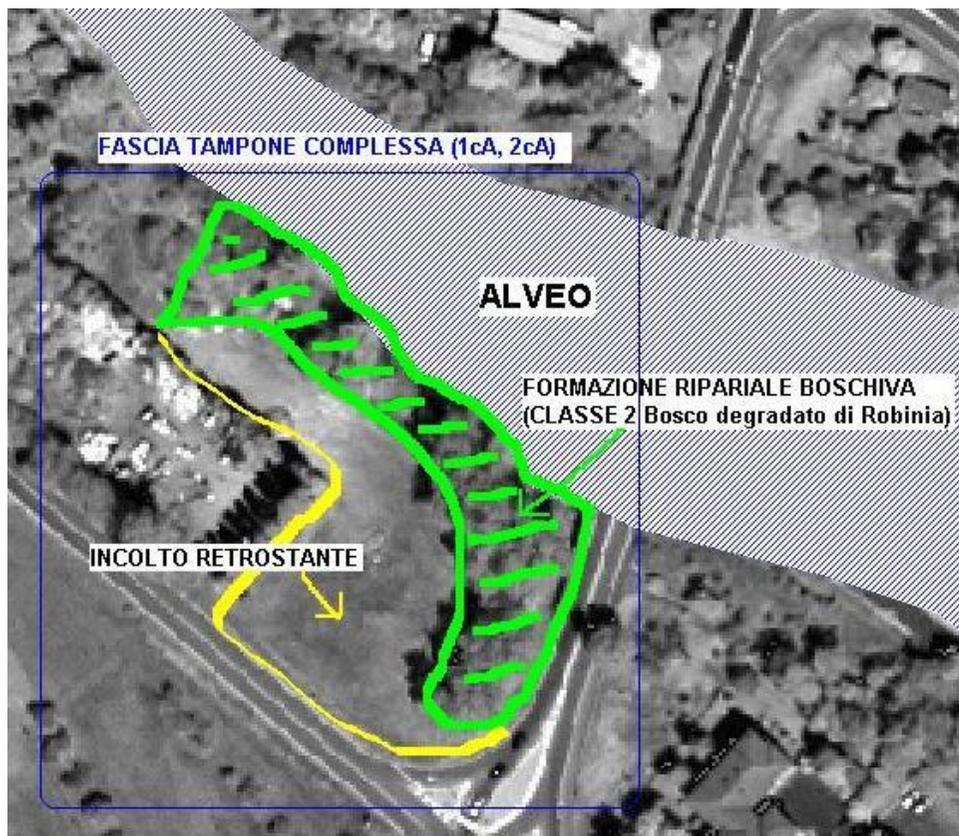


Figura 4: Fascia tampone arborea complessa (1cA e 2cA)

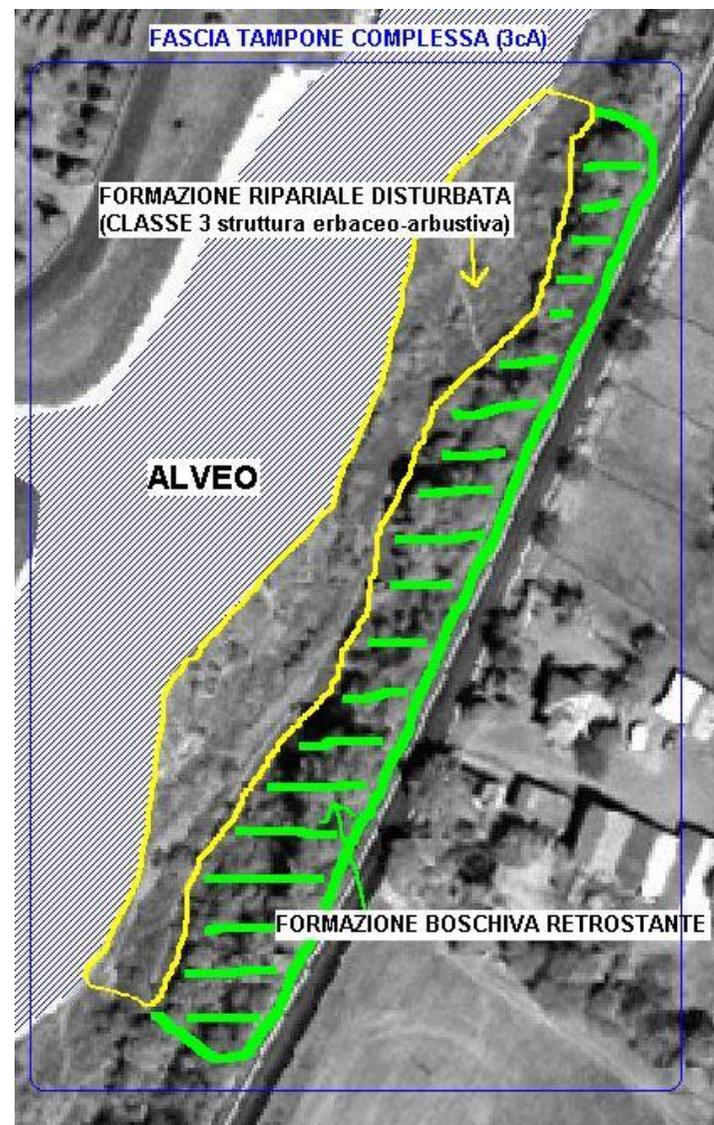


Figura 5: Fascia tampone arborea complessa (3cA)

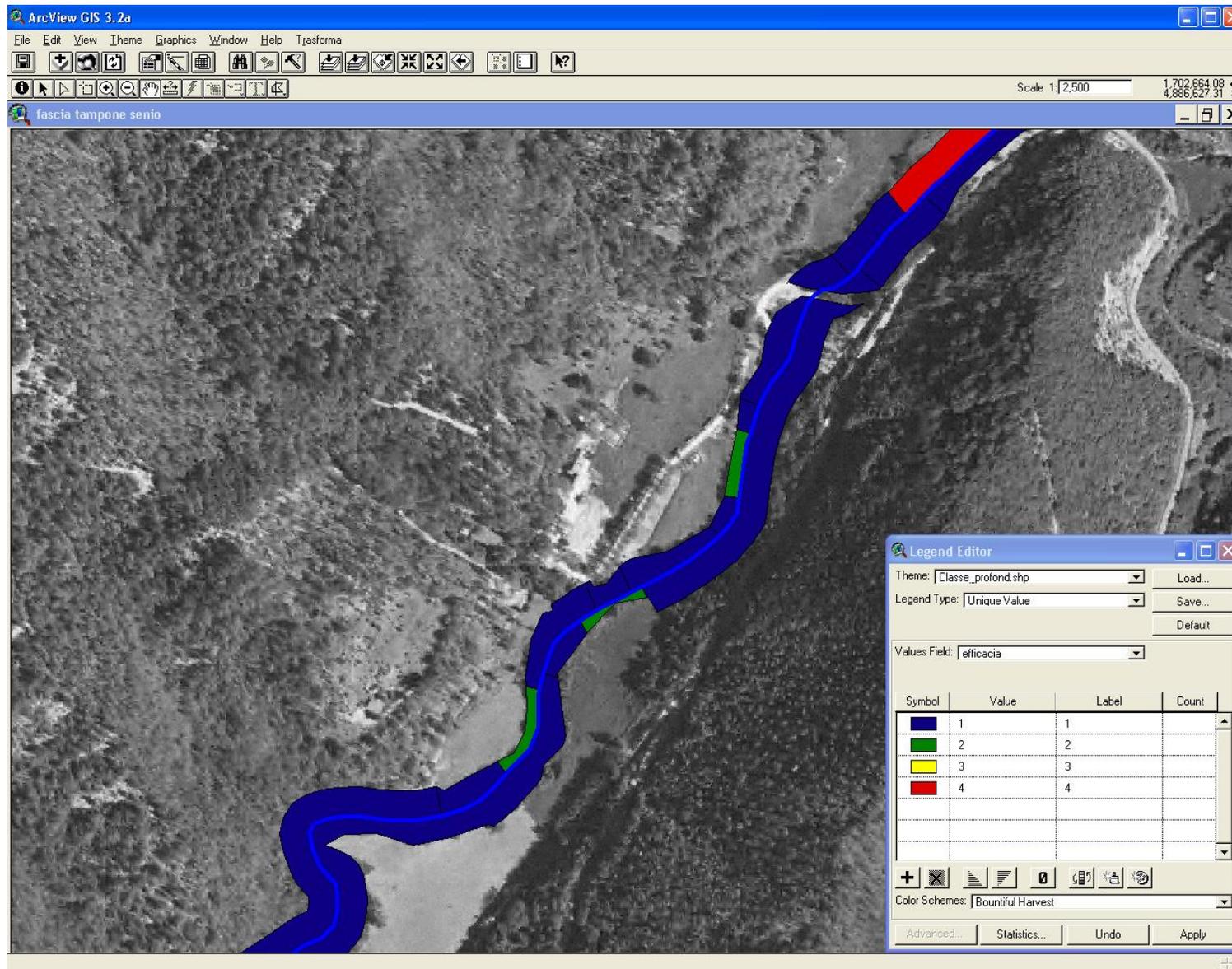


Figura 6: Analisi del grado di efficacia

1.1.4.1. Grado di efficacia della fascia tampone: risultati conseguiti

Nelle tabelle sottostanti sono espresse le superfici con relative percentuali del “Grado di efficacia” complessivo (I, II, III, e IV Grado) della fascia tampone arborea che, come già specificato, è il risultato della combinazione tra la “Classe di qualità vegetazionale”, la “Classe di profondità” e la “Complessità strutturale”:

| COMUNE | RIVA Sx + Dx | | RIVA SINISTRA | | RIVA DESTRA | |
|-----------------------------|--------------|-----|---------------|------|-------------|------|
| | ettari | % | ettari | % | ettari | % |
| Palazzuolo sul Senio | 103,6 | 100 | 61,2 | 59,1 | 42,4 | 40,9 |

Complessivamente la fascia tampone arborea lungo le due rive presenta una maggiore superficie in sinistra (+ 18,2%).

Le superfici, con relativa percentuale relativa ed assoluta, rapportate alle aree presenti nel Comune e alle 4 classi previste nel “Grado di efficacia”, sono espresse nella seguente tabella:

| COMUNE | Grado di Efficacia | RIVA SINISTRA | | RIVA DESTRA | |
|---------------------------------|--------------------|---------------|------------|-------------|------------|
| | | ettari | % | ettari | % |
| PALAZZUOLO SUL SENIO | I | 28,0 | 45,8 | 29,5 | 69,6 |
| | II | 1,3 | 2,1 | 0,6 | 1,4 |
| | III | 0,3 | 0,5 | 0,6 | 1,4 |
| | IV | 31,6 | 51,6 | 11,7 | 27,6 |
| TOTALE PER RIVA | | 61,2 | 100 | 42,4 | 100 |

Esaminando la tabella sopra:

- le più estese superfici che hanno la fascia tampone arborea con il maggiore “Grado di efficacia” (“GRADO I”) sono in sponda destra (oltre i 2/3 del torrente);
- per contro, la maggiore incidenza delle aree di “GRADO IV” sono riscontrabili in riva sinistra (circa la metà del torrente);
- il “Grado di efficacia” II e III sono compresi in un range di 0,5-2,1%, pertanto di dimensione abbastanza insignificanti.

1.1.5. DEFINIZIONE DEL LIVELLO DI CRITICITÀ FUNZIONALE DELLA FASCIA TAMPONE ARBOREA

In ultima analisi è possibile mettere in relazione diretta la funzionalità delle fasce tampone arborea, così come individuata in **tabella 6** (“Grado di efficacia della fascia tampone arborea”) e l’uso del suolo immediatamente retrostante.

In questo modo è possibile suddividere l’interfaccia tra la fascia tampone e il potenziale inquinante in diversi livelli di criticità che tengono conto dello stato della vegetazione e del grado di impatto dell’antropizzazione in atto. La criticità è ovviamente riferita, oltre agli aspetti ecosistemici, alla totale assenza di efficacia sul miglioramento della qualità dell’acqua che arriva direttamente in alveo, con particolare riferimento agli apporti degli inquinanti di origine diffusa.

Ad esempio la diffusione di frutteti in fasce fluviali prive di vegetazione ripariale rappresenta un elemento territoriale a criticità elevata, mentre la presenza di aree artigianali a monte di una

fascia riparia con efficacia di “Grado I” (ampia ed ecologicamente ben strutturata) non dovrebbe presentare particolari problemi di criticità.

Ovviamente l’analisi ha valore indicativo: ogni attività antropica e conseguenti diversi livelli di alterazione per una analisi puntuale dell’impatto sul corso fluviale, andrebbero analizzati in modo diretto e preciso (tipo di scarichi, impianti depuranti, ecc.)

Nella tabella seguente (**Tabella 7**) sono evidenziati i risultati dell’incrocio tra i parametri ed i casi con i diversi livelli di criticità:

| Tabella 7: Dinamica funzionale tra le caratteristiche della fascia tampone e l’uso del suolo retrostante. Definizione del “Livello di criticità” | | |
|---|----------------------------------|-----------------------------|
| Grado di efficacia della fascia tampone | Uso del suolo retrostante | Livello di criticità |
| GRADO I | Ca, E, R, Sc, U, V, Vu | ASSENTE |
| GRADO II | Ca,, R, Sc, Vu | ASSENTE |
| | E, U, V | MODERATO |
| GRADO III | R | ASSENTE |
| | Ca, Sc, Vu | MODERATO |
| | E, U, V | ELEVATO |
| GRADO IV | Ca, E, R, Sc, U, V, Vu | ELEVATO |

Legenda: **Ca** Coltura arborea – **E** Area estrattiva – **R** Calanco e/o roccia affiorante – **Sc** Seminativo in pieno campo e/o seminativo arborato – **U** Area urbana e/o casa sparsa – **V** Rete viaria – **Vu** Verde urbano

In **figura 7** è riportato uno tratto di torrente con evidenziata la distribuzione spaziale della criticità.

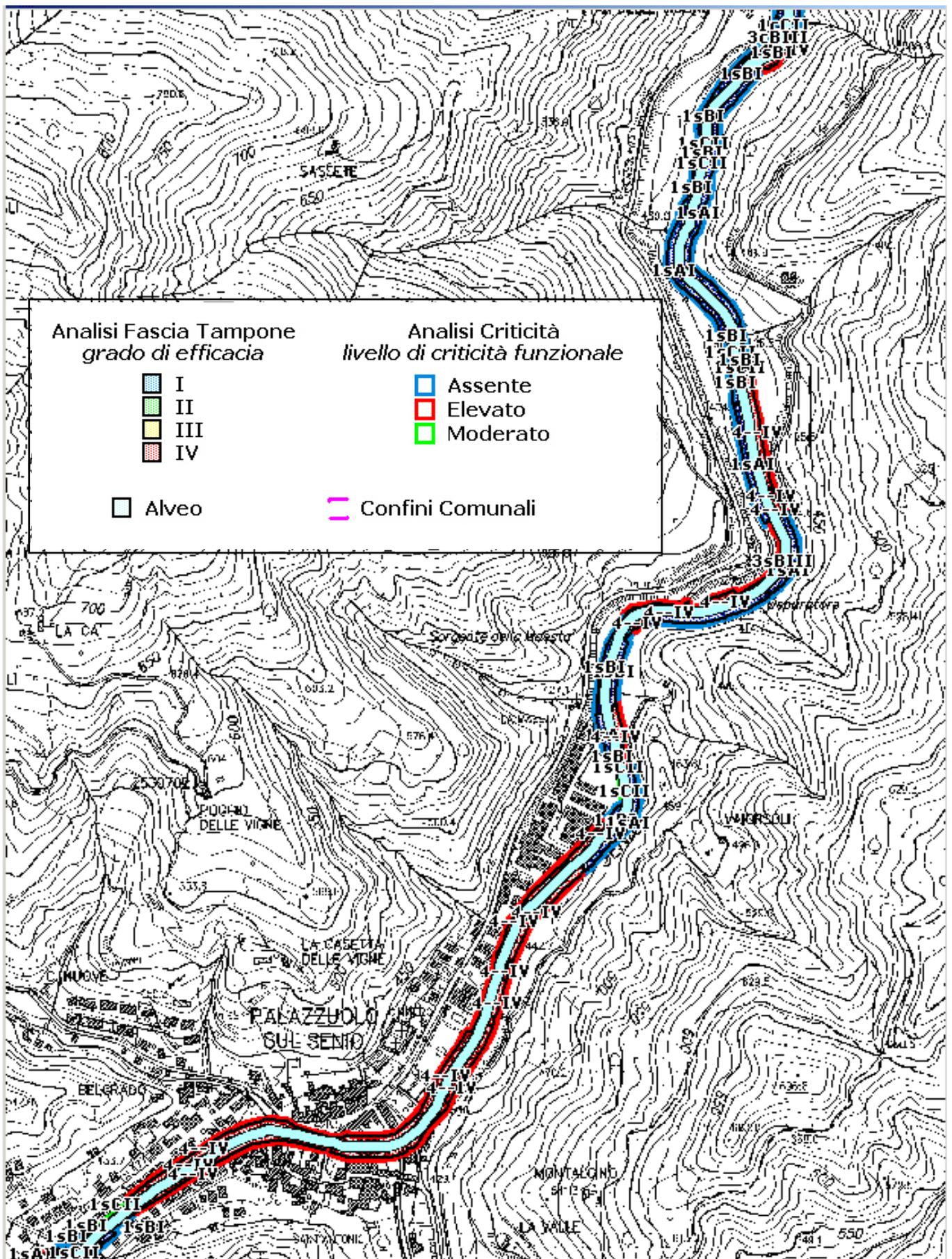


Figura 7: Analisi della criticità (distribuzione spaziale)

1.1.5.1. Grado di criticità funzionale della fascia tampone: risultati conseguiti

Il “Grado di criticità funzionale” delle aree riparie del Torrente Senio, suddivisa nei tre livelli – “Elevato” (E), “Moderato” (M) e “Assente” (A) – è stata espressa nella tabella sotto con evidenziate le lunghezze delle rive (in metri):

| COMUNE | RIVA | RIVA | |
|------------|--------------|---------|---------|
| | sx + dx m | sx m | dx m |
| PALAZZUOLO | 40.618 | 20.452 | 20.166 |

I valori della dimensione lineare (espressa in metri), ripartita nei tre livelli – “Elevato” (E), “Moderato” (M) e “Assente” (A) – con relativa percentuale, sono espressi nelle tabelle di seguito:

| COMUNE | Grado di criticità | RIVA SINISTRA | | RIVA DESTRA | |
|-----------------|--------------------|---------------|------------|---------------|------------|
| | | m | % | m | % |
| PALAZZUOLO | E | 3.136 | 15,3 | 3.018 | 15,0 |
| | M | 1.158 | 5,7 | 400 | 2,0 |
| | A | 16.158 | 79,0 | 16.748 | 83,0 |
| TOTALE PER RIVA | | 20.452 | 100 | 20.166 | 100 |

I principali tratti contigui lungo le rive della fascia boscata con il “Livello di criticità” suddiviso nei tre gradi è il seguente:

- **“ELEVATO”**: sono state riscontrate, per un tratto lungo circa 3 km, dall’abitato di Acquadalto, al centro urbano di Palazzuolo fino alla località “Calcinaia” (circa 1 km più a valle del Capoluogo) le peggiori condizioni di funzionalità e/o di assenza della fascia “tampone” arborea, sia lungo le sponde di sinistra che in quelle di destra;
- **“MODERATO”**: tale stato di criticità è poco presente e sono concentrati a monte di “La Casaccia” sul Fosso Campanara (circa 200 m soltanto in sx) e a monte della località “Piedimonte” sul Fosso Aghezzola (circa 650 m in sx e circa 300 m in dx);
- **“ASSENTE”**: i tratti con livello di criticità non presenti a monte e a valle di Palazzuolo, sono concentrati in prossimità della sorgente e nel tratto a valle del paese.

1.1.6. CONFRONTO DEL LAVORO SVOLTO CON UN METODO DI RILEVAMENTO BASATO SUGLI INDICI DI QUALITÀ

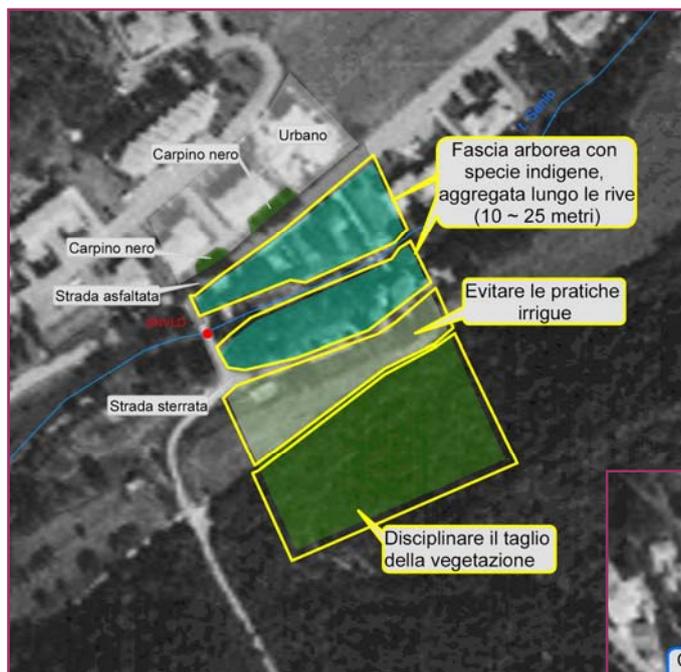
Il lavoro svolto con la metodologia messa a punto ed esposta sopra, condotta sulla fascia di pertinenza del Torrente Senio, è stato confrontato e integrato con uno studio⁽⁵⁾ più approfondito e puntuale su alcune sezioni del corso d’acqua prodotto dall’Autorità di Bacino e condotto proprio nel bacino del Torrente Senio finalizzato, fra l’altro, a definire le principali criticità e le relative modalità di intervento volte alla tutela e/o miglioramento delle aree tampone.

⁽⁵⁾ “Contributo per aggiornare ed approfondire le conoscenze sulla conformazione e la qualità dell’alveo, delle rive e delle fasce di pertinenza fluviale”. Supporto all’attività di pianificazione relativa alla redazione della variante di adeguamento del vigente Piano Stralcio per il Bacino del Torrente Senio, Autorità di Bacino del Reno, novembre 2004.

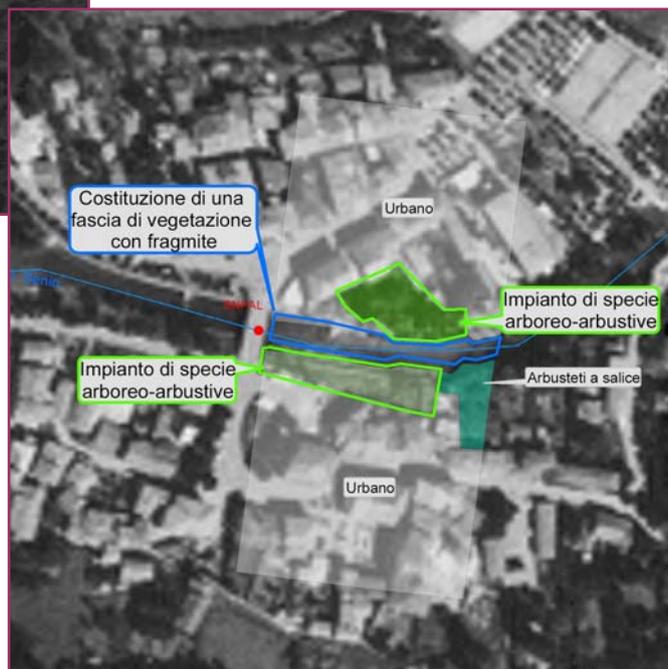
Più nel dettaglio, come già evidenziato nel presente capitolo riguardante lo stato qualitativo delle aree di pertinenza dei corpi idrici (Cap. 1), la metodologia adottata ha prodotto sinteticamente una cartografia in cui vengono evidenziate le fasce arboree lungo le rive che mostrano i diversi livelli di efficacia e funzionalità (assente, moderato, elevato). L'altro metodo, il cui scopo è stato di mettere in evidenza le variabili strutturali e funzionali, si è basato principalmente sul rilevamento degli "Indici di qualità" bio-ecologici che hanno permesso di realizzare schede tecniche, che si ritiene possano essere prese come esempio in quanto:

- evidenziano lo stato di fatto;
- identificano i fattori che provocano le maggiori criticità;
- mostrano i possibili provvedimenti che si possono adottare per mitigare o eliminare le condizioni negative;
- valutano i miglioramenti ottenibili con specifiche misure;
- quantificano i benefici attesi;
- forniscono un ordine prioritario delle azioni ed interventi;
- forniscono linee gestionali da attuare.

Le figure seguenti mostrano situazioni evidenziate per alcune località ubicate in territorio toscano:



Codice: **SNVLD**
 Località: Valdaniche
 Comune: Palazzuolo (FI)
 T. Senio



Codice: **SNPAL**
 Località: Palazzuolo
 Comune: Palazzuolo (FI)
 T. Senio

Le stazioni in territorio toscano dove sono stati condotti i rilievi sulle sezioni sono i seguenti:

| | Codice | Località | quota (m. s.l.m.) | corso d'acqua |
|----|---------------|---------------------------------|------------------------------|----------------------|
| 1 | SNVIG | Vignola | 550 | T. Senio |
| 2 | SNDAQ | Derivazione di Quadalto | 455 | T. Senio |
| 3 | SNMOL | Acquadalto (Molino di Quadalto) | 450 | T. Senio |
| 4 | SNVLD | Valdaniche | 445 | T. Senio |
| 5 | SNPAL | Palazzuolo sul senio | 425 | T. Senio |
| 6 | SNCAL | Calcinaia | 410 | T. Senio |
| 7 | SNVAL | Valicelle | 365 | T. Senio |
| 8 | SNBDS | Badia di Susinana | 355 | T. Senio |
| 9 | SNCST | Castagno | 305 | T. Senio |
| 10 | FCCAS | Casaccia | 520 | Fosso Campanara |

I due metodi utilizzati possono essere confrontati ed eventualmente possono integrarsi per verificare l'assenza di evidenti incongruenze, in particolare per quanto riguarda l'utilizzo di consolidati "Indici di qualità" bio-ecologici (I.F.F. Indice di Funzionalità Fluviale – B.S.I. Indice di Capacità Tampone – W.S.I. Indice di Naturalzza) connessi alla funzionalità della fascia tampone e le aree critiche rilevate con il metodo adottato nella presente revisione di piano.

Eventuali piccole differenze tra i due elaborati possono essere imputabili al fatto che l'analisi puntuale coglie aspetti puntiformi o quanto meno riferiti ad una sezione di rilevamento (A.D.R. di 100x100 m), mentre l'analisi sull'intera fascia di pertinenza del torrente analizza un ambito territoriale mediamente più omogeneo e a minor dettaglio.

I singoli comuni con queste due indagini hanno a disposizione uno strumento cartografico in grado di evidenziare le aree più critiche e la finalità d'uso delle aree retrostanti, aspetto che condiziona la funzionalità della fascia tampone e che rientrando nella pianificazione comunale (Piano Strutturale Comunale) è quindi soggetta a possibili miglioramenti.

2. STATO QUANTITATIVO

2.1. DEFLUSSO MINIMO VITALE (DMV)

Deflusso Minimo Vitale

La definizione del “Deflusso Minimo Vitale” (DMV) è estremamente complessa e non può prescindere da approfondite conoscenze idrologiche ed idrobiologiche ed è “la quantità minima di acqua che deve essere assicurata per la sopravvivenza delle biocenosi acquatiche, la salvaguardia del corpo idrico e, in generale, per gli usi plurimi a cui il fiume è destinato”.

Il fattore naturale che maggiormente caratterizza un corso fluviale è costituito dalla variabilità spaziale e temporale delle portate che direttamente si riflette nella diversità biologica e, per diretta conseguenza, sui processi di autodepurazione che condizionano la qualità delle acque.

Ad alterare la naturale evoluzione e diversità delle portate fluviali possono concorrere numerosi fattori antropici tra cui assumono particolare importanza:

- **negativa** (intesa come sottrazione di risorsa) le opere di derivazione e di regimazione realizzate per vari scopi quali idroelettrico, irriguo, industriale, idropotabile;
- **positiva** (intesa come immissione di acqua) gli scarichi urbani e industriali e le restituzione delle acque derivate per la produzione di elettricità.

Sono oramai ben conosciute le numerose ed importanti interazioni presenti nei corsi d’acqua fra le componenti abiotiche (per es. clima, suolo, e in questo contesto anche la portata), quelle biotiche e quelle socio-economiche.

Molto semplicemente è bene ricordare che il Deflusso Minimo Vitale (DMV) o comunque azioni che inducono diminuzioni di portata, condizionano:

- **in ambito biologico:** l’ampiezza dell’alveo bagnato, l’aspetto paesistico, le condizioni idriche della vegetazione riparia, la capacità di autodepurazione, la disponibilità di ambiente “fisico” (acqua + substrato) per le comunità acquatiche e quelle riparie;
- **in ambito chimico:** le potenzialità e capacità di diluizione dei carichi inquinati prodotti da fonti puntiformi (ancora presenti) e diffuse (sempre importanti);
- **in ambito idro-geo-morfologico:** la ricarica delle falde superficiali e profonde; il trasporto dei materiali inerti che nella dinamica di erosione e deposito condiziona i sedimenti fluviali ed i sedimenti del corpo recettore;
- **in ambito socio-economico:** i potenziali usi, singoli o plurimi, delle acque e degli ambienti fluviali: potabile, pesca, industria, agricoltura, sport, tempo libero ed inoltre le attività produttive possono essere limitrofe o lontane qualora siano servite dalla rete di canali consorziali.

Quindi gli obiettivi di tutela da perseguire, con la definizione del DMV, non si riferiscono esclusivamente alla vita acquatica, alla sola fauna ittica ed al deflusso; ma riguardano un insieme

complesso di caratteristiche dell'ecosistema fluviale, strettamente interconnesse con lo stato dell'ambiente e con gli obiettivi di qualità predefiniti.

Infine, nell'applicazione del previsto DMV, andrebbero sottolineati anche i seguenti concetti fondamentali:

- nel caso in cui il valore di portata si trovi più o meno frequentemente inferiore al DMV, il DMV rappresenta un "obiettivo" da raggiungere e mantenere, una soglia minima al di sotto della quale non bisognerebbe in alcun modo scendere per non compromettere la salute e la stabilità dell'ecosistema fluviale, e sostenibile, da parte del corso d'acqua, solo per brevi periodi, avendo cura di non alterare significativamente il naturale andamento idrologico delle portate;
- nel caso in cui il valore di portata si mantenga su valori più o meno superiori al DMV, il DMV non rappresenta un "obiettivo" da raggiungere e quindi rispettare secondo un ragionamento che dice: "derivo tutto il derivabile fatto salvo il DMV";
- nel caso in cui i valori di portata siano prossimi al DMV, andrebbero sempre garantite le "variazioni idrologiche" il cui rispetto risponde all'esigenza ecologica di garantire all'alveo fluviale variazioni di portata che caratterizzano il regime idrologico "naturale" e che influenzano i cicli biologici degli organismi acquatici e della vegetazione spondale. Inoltre il quantificato valore di DMV non deve assolutamente essere costante ma occasionale e nei soli momenti di massima siccità.

Bilancio idrico

La definizione del "bilancio idrico" in un bacino è tema quanto mai complesso e di differenziata definizione, anche a seconda dei molteplici e soggettivi approcci che sono possibili adottare.

I dati che si riportano di seguito non hanno assolutamente il "taglio" di un vero e proprio bilancio, ma mettono a confronto alcune componenti del bilancio in termini di "grandi numeri" al fine di un loro confronto, per lo meno in termini di dimensione di scala.

2.1.1. IL DMV NEL BACINO DEL T. SENIO

Il Deflusso Minimo Vitale "idrologico"

L'Autorità di Bacino del Po ha messa a punto, attraverso un approccio semplificato riconducibile ai cosiddetti "metodi regionali" ed in particolare ad un metodo "morfologico", un procedimento da impiegare per l'individuazione del valore di portata corrispondente al "Deflusso Minimo Vitale" (DMV) che successivamente è stato utilizzato dalla Regione Emilia-Romagna.

In estrema sintesi, questo metodo individua innanzitutto un valore "idrologico" per il DMV. Questo valore è collegato ai parametri morfologici del bacino (altitudine, pendenza, ecc.), alla piovosità, ecc., ed in pratica si traduce nell'individuazione dell'apporto unitario; cioè la quantità d'acqua che nell'unità di tempo ogni unità di superficie del bacino apporta al corso d'acqua. Questo apporto è espresso in litri/secondo/km² (l/s/km²).

In sostanza ogni sezione del corso d'acqua sottende un bacino la cui superficie moltiplicata per l'apporto unitario fornisce un valore di portata che rappresenta il "*Deflusso Minimo Vitale idrologico*". Questo valore "idrologico" della portata che esprime il DMV viene successivamente corretto introducendo alcuni coefficienti che tengono conto di vari aspetti quali l'uso delle acque (potabile, ricreativo, ecc.), l'impatto delle attività umane (qualità delle acque) e particolari caratteristiche del bacino quali l'entità dell'infiltrazione in falda ed altri ancora.

Utilizzando il metodo adottato dall’Autorità di Bacino del Po (“regionalizzato”) e adattato al bacino del Fiume Reno, sono stati calcolati i valori di portata da attribuire al DMV “idrologico” per un insieme di punti del bacino del Fiume Reno, approvati con deliberazione n. 1/4 del 23 gennaio 2004 dal Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino del Reno e trasmessi alla Regione Emilia-Romagna e Toscana per il recepimento nei rispettivi “Piani di Tutela delle Acque”. In tale contesto le definitive determinazioni dei valori previsti furono verificati ed adeguati ai PTA in corso di discussione.

Per il bacino del T. Senio i valori di DMV “idrologico”, messo a confronto tra quello determinato dell’Autorità di Bacino del Reno e dal PTA adottato nel dicembre 2005 (dove soprattutto sono state ricalcolate le portate medie del periodo 1991/2001), sono riportati di seguito:

| Corso d’acqua | Stazione | DMV “idrologico” | |
|-----------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | | A.B.R. (m ³ /s) | P.T.A. (m ³ /s) |
| T. SENIO | Palazzuolo | 0,089 | 0,089 |
| | Immissione Rio Cestina | 0,111 | 0,103 |
| | Tebano | 0,232 | 0,155 |
| | Immissione nel F. Reno | 0,232 | 0,143 |

Il Deflusso Minimo Vitale “sperimentale”

Successivamente in seguito all’indagine avviata tra il 2003 e il 2004 dall’Autorità di Bacino del Reno (“Studio per la determinazione del deflusso minimo vitale sperimentale nel bacino idrografico del Fiume Reno”), in linea con quanto disposto dal D.M. del 28.07.04, si è pervenuti alla determinazione del DMV con il metodo “sperimentale”.

Con deliberazione n. 1/2 del 23 febbraio 2006, il Comitato Istituzionale della Autorità di Bacino del Reno ha approvato l’insieme dei valori di portata che rappresentano il “Deflusso Minimo Vitale sperimentale”. I dati ottenuti sono stati poi trasmessi alle Regioni Emilia-Romagna e Toscana come proposta per l’adeguamento dei valori di portata determinati nell’ambito dei rispettivi “Piani di Tutela delle Acque”.

Il metodo adottato si basa su tecniche di rilevamento sperimentali finalizzate all’accertamento delle condizioni ambientali ottimali per una determinata specie (specie bersaglio) e la scelta della singola sezione di indagine deve essere rappresentativa di un significativo tratto omogeneo del corso d’acqua.

Tale metodologia prevede la effettuazione di una serie di rilievi di campo finalizzati a:

- analisi delle fasce fluviali
- caratteristiche morfologiche del tratto fluviale
- indagini sulla fauna macrobentonica
- indagini sulla fauna ittica
- misure di portata
- applicazione del modello “PHABSIM” (PHysical HABitat SIMulation - metodologia sperimentale per la valutazione delle condizioni idrologiche più idonee al mantenimento della fauna acquatica).

Per quanto riguarda i metodi di analisi e di valutazione del “Deflusso Minimo Vitale” si riportano i soli risultati ed i confronti operati nello studio⁽⁶⁾ condotto da questa Autorità di Bacino in collaborazione con il Dipartimento di Biologia Evoluzionistica Sperimentale dell’Università di Bologna nel 2003 e 2004. Obiettivo finale e prioritario dello studio è stato la quantificazione del “Deflusso Minimo Vitale” (DMV) sperimentale dei corsi d’acqua del bacino del Fiume Reno. Per quanto riguarda i metodi di indagine si rimanda al citato studio.

La “*portata di tutela minima*”, ricavata con questo studio sperimentale, è tratto-specifica e non deve essere considerata vitale, nel senso pieno del termine, bensì solo necessaria per la sopravvivenza della irrinunciabile funzionalità biologica ed ecologica del sistema fluviale. Si tratta pertanto della quantità minima di acqua che occasionalmente, nei periodi di massima siccità, dovrebbe transitare nel corpo idrico per conservare una appena sufficiente frazione delle biocenosi acquatiche ed una minimale biodiversità. In particolare, i valori di portata minima indicati dovrebbero essere temporanei e non escludono la variabilità del regime idrologico naturale in base al quale si è formato l'equilibrio, fisico e biologico, del corso d'acqua.

Sempre nello studio sperimentale è stata determinata anche la “*portata di tutela di allerta*” che ha prodotto un valore al di sotto del quale deve essere attivato il sistema di regolamentazione, che consiste nel mettere in pratica una serie di azioni volte al contenimento del deficit idrico.

Nello studio indicato sopra si sono indagati sei tratti nel bacino del Torrente Senio:

- T. Senio (SEN1) Presia (a monte di Molino di Quadalto-Palazzuolo)
- T. Senio (SEN2) Ponte Peccatrice (Mercatale)
- T. Senio (SEN3) Riolo Terme (al ponte)
- T. Sintria (SINT1) Camploro di Sotto
- T. Sintria (SINT2) Sintriola-S. Giorgio in Vezzano (prima dell’immissione in Senio)
- R. Cestina (CEST1) Cà di Zabatta (a monte)

I valori del DMV determinati secondo il metodo sperimentale sono stati proposti alla Regione quale contributo per la verifica di quanto previsto nel “Piano di Tutela delle Acque” in relazione agli obiettivi da raggiungere al 2016 relativamente alla qualità dei corsi d’acqua.

Di seguito, per ciascuna delle 6 stazioni, sono evidenziate le caratteristiche salienti dello studio:

TORRENTE SENIO ⇒ **SEN1 – Presia (a monte di Molino di Quadalto-Palazzuolo)**

La stazione si trova a 455 m s.l.m., a 4,7 km dalla sorgente e sottende un bacino di 12,17 km² dei quali 11,6 km² (95,6%) sono protetti con vincoli di tutela in quanto sito di importanza comunitaria SIC (“Giogo-Colla di Casaglia” – IT5140004).

L’obiettivo di qualità del T. Senio fissato al 2008 (“buono”) è di fatto già realizzato per la II classe di entrambi gli indici IBE e LIM (ARPAT). In futuro la condizione dovrà migliorare perché è stato previsto lo stato ambientale di “eccellente” al 2016.

Nel corso dell’indagine sperimentale sono state misurate le seguenti portate istantanee: 0,086 m³/s (14 maggio 2003) e 0,021 m³/s (15 luglio 2003).

I valori di DMV proposti dalla Regione Emilia-Romagna sono:

| Valtellina discr. RER | | PTA 2004 | |
|-----------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
| l/s/km ² | m ³ /s | l/s/km ² | m ³ /s |
| 1,68 | 0,02 | 1,71 | 0,02 |

⁽⁶⁾ “Studio per la determinazione del Deflusso Minimo Vitale Sperimentale nel bacino idrografico del Fiume Reno” a cura dell’Autorità di Bacino del Reno, CD.

Per la tutela del popolamento di Barbo e della diversità degli habitat acquatici i deflussi necessari dovrebbero essere:

| Barbo | | Substrato | | Velocità | | Profondità | |
|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
| l/s/km ² | m ³ /s |
| 11,50 | 0,14 | 10,68 | 0,13 | 10,68 | 0,13 | 11,50 | 0,14 |

La differenza fra i valori di DMV sperimentali e quelli idrologici è rilevante. In considerazione del basso deflusso misurato il 15 luglio 2003 e della derivazione idropotabile che si trova immediatamente a valle della sezione monitorata, è stato opportuno individuare i seguenti valori:

Portata di tutela minima = 0,04 m³/s (3,3 l/s/km²)

e una:

Portata di tutela di allerta = 0,10 m³/s (8,2 l/s/km²)

Nello specifico tratto preso in esame, i valori di portata proposti devono considerarsi come un punto di riferimento, in quanto le dinamiche delle popolazioni ittiche sono fortemente condizionate dalle numerose opere trasversali di sbarramento (briglie) e dalle naturali interruzioni del “continuum” fluviale (cascate e salti).

TORRENTE SENIO ⇒ SEN2 – Ponte Peccatrice (Mercatale)

La stazione in oggetto (275 m s.l.m), situata circa 2 km dopo il confine tra le due Regioni, sottende un bacino imbrifero di 91,79 km² dei quali il 23% (21,2 km²) sono protetti con vincoli di tutela in quanto la sezione sottende siti di importanza comunitaria SIC (“Giogo-Colla di Casaglia” – IT5140004 e “Alto Senio” – IT4070017).

Gli indici IBE e LIM, di I e II classe, identificano un “buono” stato ecologico che è l’obiettivo di qualità predefinito per il 2016 (ARPA-ER).

Le portate istantanee misurate nel corso dell’indagine sono le seguenti: 0,633 m³/s (14 maggio 2003) e 0,043 m³/s (11 luglio 2003).

Il DMV calcolato con i metodi idrologici è il seguente:

| Valtellina discr. RER | | AdB Po (comp. Idrologica) | | PTA 2004 | |
|-----------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
| l/s/km ² | m ³ /s | l/s/km ² | m ³ /s | l/s/km ² | m ³ /s |
| 1,68 | 0,17 | 1,35 | 0,12 | 1,17 | 0,11 |

Per la tutela del popolamento di Cavedano e della variabilità ambientale, in ragione della conformazione dell’alveo, sono necessari i seguenti valori di deflusso:

| Cavedano | | Substrato | | Velocità | | Profondità | |
|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
| l/s/km ² | m ³ /s |
| 5,45 | 0,50 | 5,45 | 0,50 | 2,18 | 0,20 | 5,45 | 0,50 |

I volumi sono molto elevati a causa della particolare morfometria della sezione e quindi si propongono i seguenti valori:

Portata di tutela minima = 0,12 m³/s (1,3 l/s/km²)

e una:

Portata di tutela di allerta = 0,50 m³/s (5,4 l/s/km²)

Anche per questo tratto valgono le considerazioni fatte nella stazione di monte in quanto presenta caratteristiche ambientali simili.

TORRENTE SENIO ⇒ SEN3 – Riolo Terme (al ponte)

Questa sezione sottende un bacino imbrifero di 175,05 km², è posta a 65 m s.l.m. di quota e dista 39,3 km dalla sorgente.

L'estensione delle aree protette da vincoli di tutela SIC ("Giogo-Colla di Casaglia" – IT5140004 e "Alto Senio" – IT4070017) e SIC/ZPS ("Vena del Gesso Romagnola" – IT4070011) è elevata (46,6 km² pari al 26,6%).

Lo stato ecologico attuale è "sufficiente" (obiettivo predefinito al 2008) per l'indice IBE di III classe e l'indice LIM di II classe; al 2016 il T. Senio, in questo tratto, dovrà conseguire lo stato ecologico "buono" (ARPA-ER).

Le portate misurate nel corso dell'indagine sono le seguenti: 0,952 m³/s (14 maggio 2003) e 0,043 m³/s (11 luglio 2003).

Con l'applicazione del modello Phabsim ai risultati conseguiti nelle campagne di misura, si è trovato che il deflusso minimo per la tutela del popolamento di Cavedano e della variabilità ambientale, è unico: 1,0 m³/s (5,71 l/s/km²).

Si tratta di una portata che è decisamente superiore ai valori di DMV idrologici:

| Valtellina discr. RER | | AdB Po (comp. Idrologica) | | PTA 2004 | |
|-----------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
| l/s/km ² | m ³ /s | l/s/km ² | m ³ /s | l/s/km ² | m ³ /s |
| 1,84 | 0,35 | 1,08 | 0,19 | 1,17 | 0,20 |

E' opportuno, per la tipologia della sezione, considerare il valore sperimentale come portata di allerta e fissare per il DMV di tutela un valore inferiore a quello sperimentale e cioè:

Portata di tutela minima = 0,50 m³/s (2,9 l/s/km²)

e una:

Portata di tutela di allerta = 1,0 m³/s (5,7 l/s/km²)

Tali valori cautelativi sono dettati in riferimento soprattutto alla salvaguardia del raggiungimento degli obiettivi di qualità previsti per il 2016 rispetto alle attuali condizioni dell'ambiente fluviale.

TORRENTE SINTRIA ⇒ SINT1 – Camploro di Sotto

Il bacino imbrifero, sotteso dalla stazione SINT1 (218 m s.l.m.; 16,8 km dalla sorgente), ha una superficie di 26,85 km², dei quali il 21,6% (5,8 km²) sono protetti con vincoli di tutela in quanto sito di importanza comunitaria SIC ("Alta Valle del Sintria" – IT4070016).

Gli obiettivi di qualità prevedono il conseguimento dello stato ecologico di II classe "buono" entro il 2008 e la condizione "elevata" al 2016.

Nel corso dell'indagine sperimentale sono state misurate le seguenti portate istantanee: 0,078 m³/s (14 maggio 2003) e 0,004 m³/s (11 luglio 2003).

Il DMV individuato da ARPA (1997) con il metodo Valtellina è di 0,040 m³/s (1,28 l/s/km²) e quello proposto nei PTA (2004) è di 0,050 m³/s (1,71 l/s/km²).

Con i risultati delle indagini sperimentali si sono conseguiti i seguenti valori di deflusso minimo, in grado di tutelare la specie bersaglio (Cavedano adulto) e la diversificazione dell'habitat:

| Cavedano | | Substrato | | Velocità | | Profondità | |
|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
| l/s/km ² | m ³ /s |
| 3,72 | 0,10 | 5,59 | 0,15 | 2,98 | 0,08 | 2,98 | 0,08 |

I valori risultano decisamente elevati rispetto alle portate misurate sperimentalmente in condizioni naturali per la mancanza di derivazione e rilasci.

Si ritiene opportuno cercare di tutelare l'elevata naturalezza dell'area e limitare eventuali future richieste di concessione alla derivazione delle acque del T. Sintria, e quindi è congruo individuare i seguenti valori di salvaguardia:

Portata di tutela minima = 0,01 m³/s (0,4 l/s/km²)

e una:

Portata di tutela di allerta = 0,01 m³/s (0,4 l/s/km²)

L'identico valore proposto tiene pertanto in considerazione il fatto che quasi tutto il tratto fluviale a monte della sezione è sottoposta a regime di tutela (SIC e "Zona a Regime Speciale di Pesca") e che non sono presenti derivazioni superficiali. Tale situazione potrà quindi essere vantaggiosa anche per il tratto di valle.

TORRENTE SINTRIA ⇒ SINT2 – Sintriola (prima dell'immissione in Senio)

La stazione è stata localizzata a 56 m s.l.m., a 30,1 km dalla sorgente e chiude un bacino imbrifero di 54,30 km² che, per il 36% (19,6 km²), è soggetto a vincoli di tutela in quanto la sezione sottende un SIC ("Alta Valle del Sintria" – IT4070016) e un SIC/ZPS ("Vena del Gesso Romagnola" – IT4070011)

Gli obiettivi di qualità che prevedono lo Stato Ecologico "sufficiente" al 2008 e "buono" al 2016 sono difficilmente conseguibili perché le classi degli indici IBE oscillano dalla II alla IV classe (ARPA-ER).

Nel 2003 sono state misurate le seguenti portate istantanee che sono sufficientemente indicative per comprendere la situazione dei deflussi estivi: 0,10 m³/s (14 maggio 2003) e in secca l'11 luglio 2003.

I volumi sperimentalmente calcolati, necessari per la tutela del Cavedano adulto e dell'habitat acquatico, sono fra loro molto simili e variano da 0,10 m³/s (1,84 l/s/ km²) a 0,12 (2,21 l/s/ km²).

Si tratta di una portata di poco superiore a quella individuata con i metodi idrologici:

| Valtellina discr. RER | | PTA 2004 | |
|-----------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
| l/s/km ² | m ³ /s | l/s/km ² | m ³ /s |
| 1,68 | 0,10 | 1,17 | 0,06 |

In considerazione della completa assenza di deflusso riscontrata nell'estate del 2003, è congruo proporre i seguenti valori di rispetto:

Portata di tutela minima = 0,07 m³/s (1,3 l/s/km²)

e una:

Portata di tutela di allerta = 0,12 m³/s (2,2 l/s/km²)

I valori proposti tengono in considerazione il fatto che il torrente presenta periodi di portata particolarmente critici imputabili alle caratteristiche idrologiche del bacino, ma anche alle derivazioni in essere.

RIO CESTINA ⇒ CEST1 – Cà di Zabatta (a monte)

Il bacino imbrifero sotteso di 16,64 km² (280 m s.l.m., 8,5 km dalla sorgente) è per il 34% (5,6 km²) sottoposto a vincolo di tutela in quanto la sezione sottende un sito di importanza comunitaria SIC ("Alto Senio" – IT4070017).

A Cà di Zabatta, poco a monte della sezione di campionamento e di misura, è in funzione una duplice derivazione idropotabile e agricola che asporta ingenti, per il Rio Cestina, quantitativi di acqua: in luglio 27.674 m³ (pari a 10,3 l/s medi) e complessivamente, da maggio a settembre 135.476 m³ (mediamente circa 27.100 m³ al mese)

Se si considera che nel mese di luglio si verificano mediamente 27 giorni di completa assenza di precipitazioni meteoriche e che nel periodo estivo la mancanza di piogge si estende per 122 dei 153 giorni (pari all'80%), questa derivazione assume, in assenza di scarichi e sorgenti, un ruolo di grande rilievo nel condizionare le portate fluviali.

L'obiettivo di qualità di "buono" al 2016 è realisticamente conseguibile in ragione delle classi IBE e LIM del 1999-2000 (ARPA-ER).

Il Barbo costituisce il popolamento dominante ed è stato scelto come specie bersaglio del modello Phabsim.

Il 14 maggio 2003 fluivano 0,018 m³/s e il 15 luglio 2003 si è misurata una portata di 0,013 m³/s.

In ragione dell'importanza della derivazione destinata alla produzione di acqua potabile per il consumo umano, i valori stabiliti sono i seguenti:

Portata di tutela minima = 0,02 m³/s (1,2 l/s/km²)

e una:

Portata di tutela di allerta = 0,10 m³/s (6,0 l/s/km²)

Si tratta di una portata che è inferiore sia al valore individuato per la tutela del Barbo (0,3 m³/s) sia ai deflussi minimi che garantiscono la diversità dell'habitat fluviale (da 0,05 a 0,14 m³/s), ma è analoga a quella proposta da:

| Valtellina discr. RER | | AdB Po (comp. Idrologica) | | PTA 2004 | |
|-----------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
| l/s/km ² | m ³ /s | l/s/km ² | m ³ /s | l/s/km ² | m ³ /s |
| 1,68 | 0,03 | 1,17 | 0,02 | 1,71 | 0,03 |

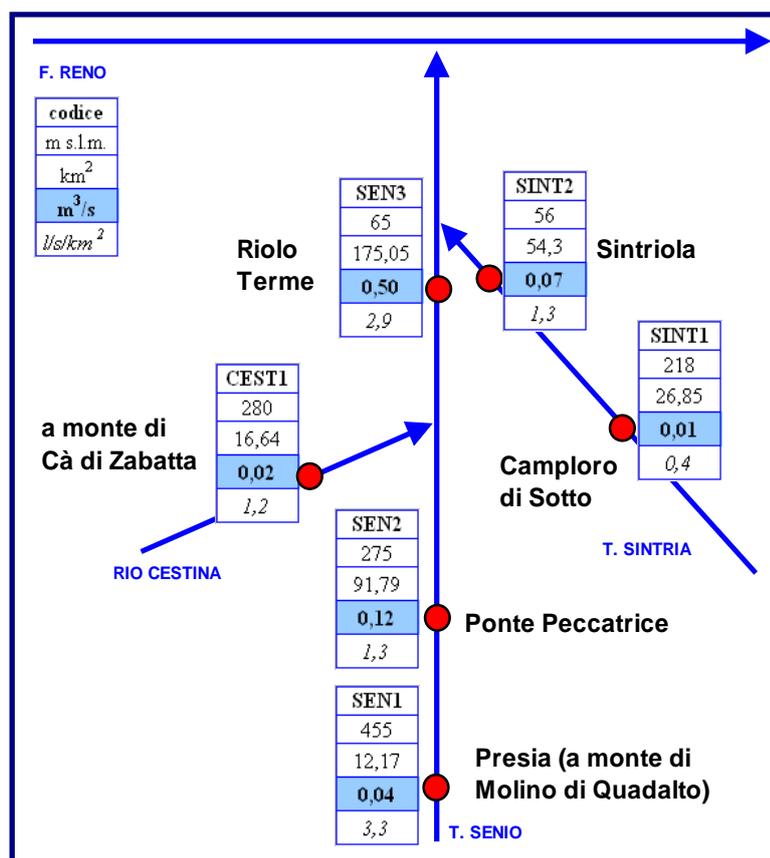
Nella figura di seguito, nella quale i valori di DMV sono riportati all'interno dello schema che raffigura le principali aste fluviali presenti nei singoli sottobacini del Torrente Senio, è proposta una visione complessiva e integrata delle portate minime vitali individuate con le indagini sperimentali.

Le portate minime di tutela, individuate sperimentalmente, altro non vogliono essere che dei capisaldi, conosciuti, concreti e reali e ad esse sono associate le condizioni naturali ed antropiche delle 6 sezioni oggetto di indagine nel bacino del Torrente Senio.

I valori del DMV ("Portata di tutela") sono stati associati, per completezza di informazione, alla quota della sezione esaminata ed alla superficie di bacino imbrifero sottesa.

Si riporta inoltre il contributo di deflusso per unità di superficie di bacino e tempo, espresso in l/s/km². Questi valori si riferiscono all'intera superficie di bacino sottesa dalla specifica sezione e possono essere solo indicativi per operare, con estrema cautela, una eventuale interpolazione dei risultati. I deflussi unitari non si ritengono assolutamente idonei per più ampie estrapolazioni, basate sulla ipotetica proporzionalità diretta fra superficie e deflusso idrico superficiale.

Bacino del T. SENIO



| Sottobacino | Corso d'acqua | STAZIONE | CODICE | Quota (m s.l.m.) | Superficie bacino (km ²) | DMV (m ³ /s) | DMV (l/s/km ²) |
|----------------------------|---------------|---------------------------------|--------|------------------|--------------------------------------|-------------------------|----------------------------|
| SENIO | RIO CESTINA | Cà di Zabatta (Casola Valsenio) | CEST1 | 280 | 16,64 | 0,02 | 1,20 |
| | T. SENIO | Palazzuolo sul Senio | SEN1 | 455 | 12,17 | 0,04 | 3,29 |
| | | Ponte Peccatrice | SEN2 | 275 | 91,79 | 0,12 | 1,31 |
| | | P.te Riolo Terme | SEN3 | 65 | 175,05 | 0,50 | 2,86 |
| | T. SINTRIA | Campoloro di sotto | SINT1 | 218 | 26,85 | 0,01 | 0,37 |
| Villa S.Giorgio in Vezzano | | SINT2 | 56 | 54,30 | 0,07 | 1,29 | |

2.1.2. CONFRONTO TRA DUE SCENARI DI DMV ALLA STAZIONE DI “CASOLA VALSENI0”

Per saggiare la congruità del DMV “idrologico” e “sperimentale” con le condizioni idrologiche del periodo al momento disponibili (2004-2006) nella parte alta del bacino T. Senio sono state confrontate le portate medie (Qmed) e minime (Qmin) giornaliere misurate alla stazione di “Casola Valsenio” (a monte dell’abitato), la cui scala di deflusso è stata particolarmente “tarata” per valori di portata bassi⁽⁷⁾.

La stazione di misura è ubicata circa a 8 km a valle rispetto al confine tra la Regione Toscana e l’Emilia-Romagna e può considerarsi rappresentativa della situazione idrologica presente in chiusura del bacino toscano, in quanto non sono presenti significativi apporti da parte di corsi d’acqua nel tratto romagnolo fino a Casola.

Il confronto è stato eseguito considerando due diverse condizioni:

- il DMV “idrologico” pari a 120 l/s (0,12 m³/s);

⁽⁷⁾ Per una maggiore correttezza delle elaborazioni si è ragionato in termini di livelli di portata, associando al valore di DMV della stazione il livello teleidrometrico corrispondente.

- il DMV “sperimentale” pari a 150 l/s (0,15 m³/s) (stimato tenendo presente i risultati delle stazioni indagate nello studio e vicine alla località).

Con riferimento ai 365 giorni annuali, le giornate in cui il deflusso non raggiunge i DMV previsti sono le seguenti:

| DMV idrologico 120 l/s | 2004 | 2005 | 2006 |
|--|--|------|------|
| | <i>Giorni di deficit su intero anno (Qmed)</i> | 91 | 61 |
| <i>Giorni di deficit su intero anno (Qmin)</i> | 109 | 89 | 125 |
| DMV sperimentale | | | |
| 150 l/s | 2004 | 2005 | 2006 |
| | <i>Giorni di deficit su intero anno (Qmed)</i> | 102 | 80 |
| <i>Giorni di deficit su intero anno (Qmin)</i> | 118 | 108 | 156 |

Si ha quindi, nell’intero periodo considerato la seguente condizione media:

| anno solare (365 gg.) | | Giorni di deficit (media '04-'06) | % su 365 giorni |
|-----------------------------|------|-----------------------------------|-----------------|
| DMV idrologico 120 l/s | Qmed | 80 | 22 |
| | Qmin | 108 | 30 |
| DMV sperimentale 150 l/s | Qmed | 101 | 28 |
| | Qmin | 127 | 35 |

Significativo è che mediamente, circa 1/3 dei giorni dell’anno, non raggiunge il DMV “sperimentale”, ma nemmeno quello “idrologico” (ad esclusione della portata media).

Le condizioni estreme sono le seguenti:

- nel caso che si consideri la portata media giornaliera si hanno 80 giorni (22% dell’anno solare) in cui il deflusso non supera il DMV “idrologico” e 101 giorni (28%) con portata inferiore al DMV “sperimentale”;
- nel caso che si consideri la portata minima giornaliera si hanno 108 giorni (30% dell’anno solare) in cui il deflusso non supera il DMV “idrologico” e 127 giorni (35%) con portata inferiore al DMV “sperimentale”.

Se si esamina la condizione idrologica più in dettaglio, considerando i soli 122 giorni del periodo estivo (giugno-settembre), si nota che l’incidenza del numero di giorni in cui la portata del T. Senio a “Casola Valsenio” non raggiunge il DMV è particolarmente significativa e comunque sempre superiore alla metà del periodo estivo (> del 50%):

| giugno-settembre (122 giorni) | | Giorni di deficit (media '04-'06) | % su 122 giorni |
|-------------------------------|------|-----------------------------------|-----------------|
| DMV idrologico 120 l/s | Qmed | 62 | 51 |
| | Qmin | 83 | 68 |
| DMV sperimentale 150 l/s | Qmed | 76 | 63 |
| | Qmin | 98 | 80 |

Di seguito viene proposto per il periodo dal 2004 al 2006 (3 anni) e per l'intero anno, i giorni con deficit di deflusso, ripartiti mensilmente, in cui la portata minima (Qmin) alla sezione di "Casola Valsenio" non raggiunge il DMV previsto:

| DMV idrologico 120 l/s | | | | |
|---|-------------|-------------|-------------|--------------|
| | 2004 | 2005 | 2006 | media |
| <i>GENNAIO</i> | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>FEBBRAIO</i> | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>MARZO</i> | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>APRILE</i> | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>MAGGIO</i> | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>GIUGNO</i> | 0 | 7 | 2 | 3 |
| <i>LUGLIO</i> | 29 | 29 | 24 | 27 |
| <i>AGOSTO</i> | 30 | 28 | 28 | 29 |
| <i>SETTEMBRE</i> | 28 | 23 | 20 | 24 |
| <i>OTTOBRE</i> | 22 | 2 | 26 | 17 |
| <i>NOVEMBRE</i> | 0 | 0 | 20 | 7 |
| <i>DICEMBRE</i> | 0 | 0 | 5 | 2 |
| DMV sperimentale 150 l/s | | | | |
| | 2004 | 2005 | 2006 | media |
| <i>GENNAIO</i> | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>FEBBRAIO</i> | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>MARZO</i> | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>APRILE</i> | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>MAGGIO</i> | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>GIUGNO</i> | 5 | 20 | 12 | 12 |
| <i>LUGLIO</i> | 30 | 30 | 30 | 30 |
| <i>AGOSTO</i> | 31 | 30 | 30 | 30 |
| <i>SETTEMBRE</i> | 28 | 26 | 23 | 26 |
| <i>OTTOBRE</i> | 24 | 2 | 31 | 19 |
| <i>NOVEMBRE</i> | 0 | 0 | 21 | 7 |
| <i>DICEMBRE</i> | 0 | 0 | 9 | 3 |

Dalla tabella precedente risulta evidente che la situazione a "Casola Valsenio" è particolarmente critica, nelle 2 condizioni esaminate, nell'intervallo di tempo compreso tra luglio-ottobre a dimostrazione che il periodo di sofferenza nel Torrente Senio tende a traslare verso l'autunno, in tendenza con gli altri bacini idrografici.

Infatti anche se si considera la situazione meno restrittiva, cioè l'adozione del DMV idrologico (0,12 m³/s), in attesa di pervenire al valore completo al 31.12.2016, i mesi in cui il valore medio di giorni con deficit di portata minima (Qmin) rappresenta la quasi totalità dei giorni del mese sono i seguenti:

- agosto, luglio e settembre rispettivamente con 29, 27 e 24 giorni;
- ottobre con 17 giorni evidenzia anch'esso uno stato precario (portata deficitaria nel 2004 e 2006, rispettivamente con 22 e 26 giorni);
- novembre con 20 giorni nel 2006 in cui la portata minima mensile è risultata inferiore a 0,12 m³/s.

Infine per quanto riguarda gli altri mesi dell'anno (da dicembre a giugno), sempre considerando un DMV di 0,12 m³/s, i mesi che evidenziano misure di allerta sono dicembre (5 giorni nel 2006) e giugno (7 nel 2005 e 2 giorni nel 2006); entrambi con deficit di portata al di sotto rispetto a quella prevista.

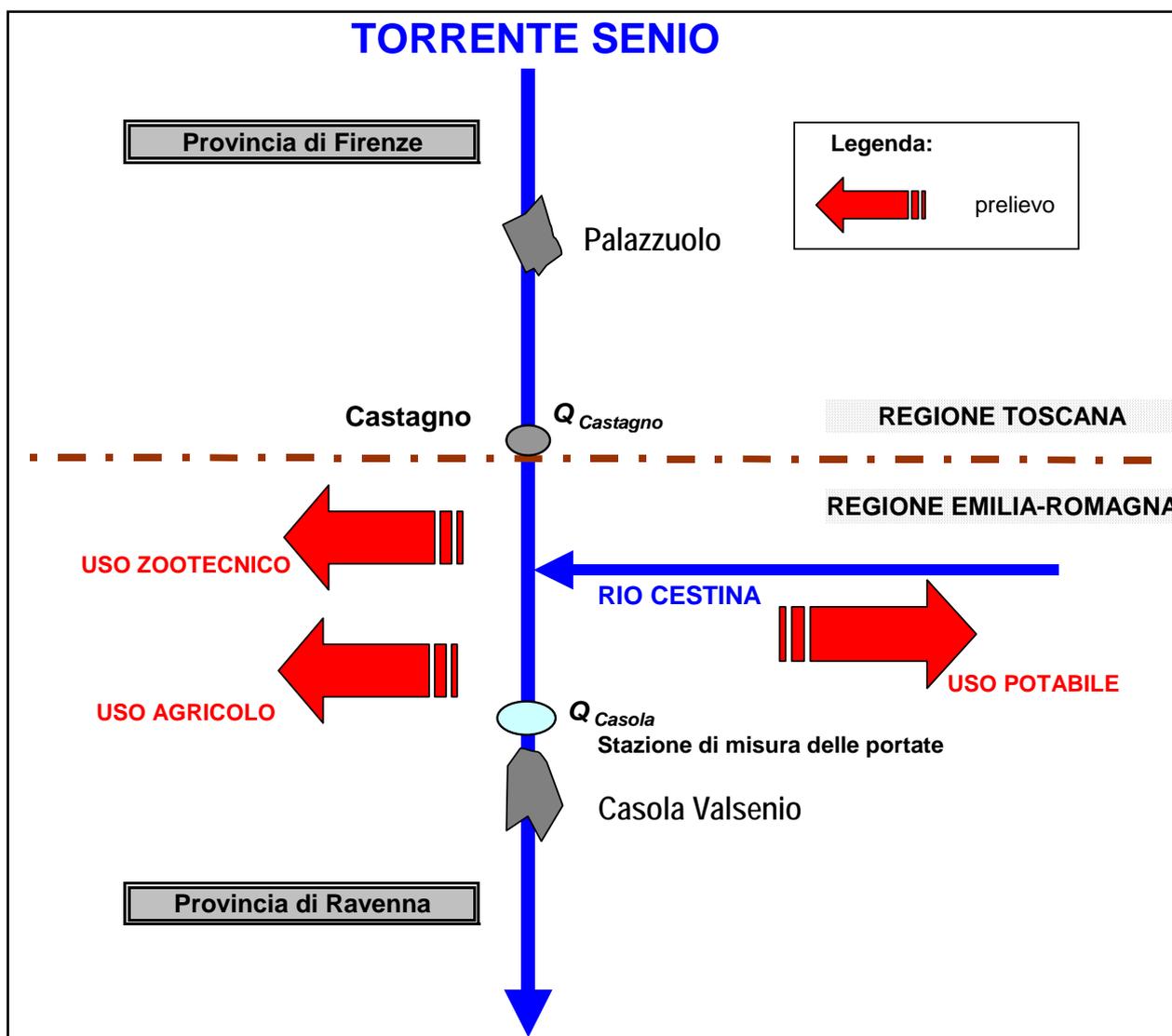
2.1.3. VERIFICA DELLA CRITICITÀ IN CHIUSURA DI BACINO DEL TRATTO TOSCANO

Le elaborazioni condotte inizialmente hanno come scopo la conoscenza delle condizioni idrologiche del Torrente Senio alla sezione di chiusura del bacino del tratto toscano lungo circa 15 km in località Castagno.

La metodologia ha preso in considerazione le misure di portata alla sezione di Casola Valsenio ed i prelievi (uso potabile, agricolo e zootecnico) presenti nel tratto romagnolo compreso tra il confine regionale e Casola, il tutto poi è stato messo in relazione tra loro per individuare particolari “carenze” d’acqua del torrente, giacché l’art. 9, punto 3.b. del PTA della Regione Toscana definisce per “portata critica” un corpo idrico superficiale che presenta una portata idraulica per 60 giorni all’anno inferiore al DMV.

Partendo dall’analisi dei principali ed aggiornati dati raccolti presso il Servizio Tecnico Bacino Reno e HERA Imola-Faenza si è pervenuti alla stima della portata quantificata sul T. Senio alla sezione di Castagno ($Q_{Castagno}$).

La situazione del T. Senio con la relativa rappresentazione amministrativa del bacino, le utenze di prelievo, la stazione di misura delle portate di Casola (Q_{Casola}) e la località Castagno è, in rappresentazione schematica, la seguente:



Inizialmente sono state prese in considerazione le portate delle utenze per uso agricolo e zootecnico e per uso potabile dal Rio Cestina presenti nel tratto romagnolo (dal confine di regione

fino a Casola) e confrontate con le portate misurate alla sezione di Casola. Il valore che scaturisce da una ipotetica situazione realizzata considerando la sommatoria di tutte le puntiformi derivazioni ed immissioni, si ottiene la traslazione spaziale delle misure di deflusso rilevate a Castagno, quindi in chiusura di bacino toscano, secondo la seguente equazione:

$$Q_{\text{Castagno}} = Q_{\text{Casola}} + (Q_{\text{potabile}} + Q_{\text{agric/zootec}}) - Q_{\text{Cestina}}$$

Dove:

- Q_{Castagno} portata stimata in località Castagno
- Q_{Casola} portata misurata alla sezione di Casola Valsenio
- Q_{potabile} portata derivata per la potabilizzazione dal Rio Cestina
- $Q_{\text{agric/zootec}}$ portata derivata per l'uso agricolo e zootecnico nel tratto Castagno/Casola
- Q_{Cestina} portata del Rio Cestina afferente al T. Senio

In seconda analisi, considerando che il DMV "sperimentale" determinato in chiusura di bacino del Rio Cestina è di 20 l/s (0,02 m³/s) ed assumendo tale valore come ipotetico apporto volumetrico costante al Torrente Senio a titolo maggiormente cautelativo, non sono state considerate le portate residue del rio (al netto dei prelievi per uso potabile, che andrebbero sommate alla portata di Castagno); ciò consente di ipotizzare un maggiore valore prudenziale alla sezione di Castagno, in sede di determinazione della "portata critica".

È stata quindi adottata la seguente relazione:

$$Q_{\text{Castagno}} = Q_{\text{Casola}} + (Q_{\text{potabile}} + Q_{\text{agric/zootec}})$$

2.1.3.1. Usi in atto nel tratto a monte di Casola Valsenio

Uso potabile sul Rio Cestina

Per i volumi riguardanti l'uso potabile sottratti al Rio Cestina, i dati presi in considerazione sono stati forniti direttamente da HERA Imola-Faenza e si riferiscono al 2006:

| USO POTABILE – RIO CESTINA | | |
|-----------------------------------|----------------------|-----------------|
| 2006 | m³ | l/s medi |
| Gennaio | 36.683 | 13,7 |
| Febbraio | 30.849 | 12,8 |
| Marzo | 31.768 | 11,9 |
| Aprile | 32.703 | 12,6 |
| Maggio | 38.889 | 14,5 |
| Giugno | 36.821 | 14,2 |
| Luglio | 21.292 | 7,9 |
| Agosto | 28.747 | 10,7 |
| Settembre | 3.760 | 1,5 |
| Ottobre | 27.591 | 10,3 |
| Novembre | 34.721 | 13,4 |
| Dicembre | 31.692 | 11,8 |
| TOTALE | 355.516 | 11,3 |

Come si può notare dalla tabella sopra la presa idropotabile deriva volumi che per grandezza e caratteristiche idrologiche del bacino del Rio Cestina risultano avere un ruolo di grande rilievo nel condizionare le portate: derivati in giugno 36.821 m³ ed in agosto 28.747 m³ (rispettivamente pari a 14,2 l/s e 10,7 l/s medi) e complessivamente, da giugno ad ottobre 118.211 m³ (mediamente circa 23.642 m³ al mese pari a 9,1 l/s).

Un'altra significativa componente che influenza, in particolar modo durante il periodo estivo, le dinamiche delle portate del piccolo bacino imbrifero del Rio Cestina avente una superficie complessiva di circa 18,5 km², è dato dagli afflussi. Infatti se si considerano i giorni con precipitazioni meteoriche avvenute mensilmente durante due periodi (1929-2006 e 1997-2006) nella vicina stazione di Casola Valsenio (195 m slm):

| GIORNI PIOVOSI GEN-DIC | GEN | FEB | MAR | APR | MAG | GIU | LUG | AGO | SET | OTT | NOV | DIC | TOT | GIU-OTT | % giorni piovosi GIU-OTT |
|-------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------------|---------------------------------|
| Media 1920-2006 | 7 | 7 | 8 | 9 | 8 | 7 | 4 | 5 | 7 | 8 | 9 | 9 | 89 | 31 | 24 |
| Media 1997-2006 | 7 | 5 | 7 | 9 | 6 | 5 | 4 | 6 | 6 | 8 | 10 | 9 | 83 | 29 | 23 |

è evidente che solo circa 1/4 delle piogge (23-24%) cade nel periodo giugno/ottobre e non sussistono differenze significative dei giorni piovosi considerando sia un lungo periodo (31 giorni) che quello degli ultimi 10 anni (29 giorni).

Focalizzando l'attenzione sullo spazio di tempo giugno → ottobre la mancanza di pioggia nei due periodi considerati, il cui andamento mensile è simile, si estende mediamente per 124 dei 153 giorni (l'81%); in media negli ultimi 10 anni non piove per: 25 giorni in giugno ed agosto, 27 giorni in luglio, 24 giorni in settembre e 23 giorni in ottobre.

Uso agricolo e zootecnico nel tratto romagnolo Castagno-Casola

Gli archivi da cui sono state tratte le informazioni sono dall'espressione di parere dell'Autorità di Bacino del Reno (aggiornate al dicembre 2007) sulle domande di concessione d'acqua pubblica richiesto dal Servizio Tecnico Bacino Reno ai sensi del Regolamento Regionale n. 41 del 20 novembre 2001.

USO AGRICOLO

Nel tratto romagnolo compreso tra il confine di regione fino a monte di Casola Valsenio (lungo circa 8 km) sono presenti 15 postazioni di prelievo ad uso agricolo (13 sul T. Senio, 1 sul Rio Cestina, 1 sul Rio Pagnano) che servono i fabbisogni di 41 ettari di colture dei quali 12,9 ettari vengono irrigati attingendo da invasi (circa 42.700 m³ di capacità totale) il cui stoccaggio con prelievo da acque superficiali è consentito fino maggio e per questa motivo è ragionevole supporre che nel periodo invernale/primaverile non interferiscono sensibilmente sulle portate del corso d'acqua. Restano da irrigare 28,1 ettari per un fabbisogno complessivo d'acqua di 56.350 m³ che vengono direttamente derivati dal torrente durante il periodo estivo.

Quanto detto sopra è schematizzato nella tabella seguente:

| USO AGRICOLO | Superficie totale (ha) | % | Prelievo da invaso (ha) | Prelievo da torrente (ha) | % | fabbisogno medio (m³) | % |
|---------------------|-------------------------------|----------|--------------------------------|----------------------------------|----------|---|----------|
| Kiwi | 21,40 | 52,2 | 10,3 | 11,10 | 39,5 | 41.200 | 73,2 |
| Pesco | 15,15 | 36,9 | 0 | 15,15 | 53,9 | 14.400 | 25,6 |
| Vite | 1,50* | 3,7 | 0 | 1,50 | 5,3 | 30 | 0,0 |
| Melo | 1,55 | 3,8 | 1,4 | 0,15 | 0,5 | 400 | 0,7 |
| Albicocco | 1,30 | 3,2 | 1,2 | 0,10 | 0,4 | 70 | 0,1 |
| Pero | 0,10 | 0,2 | 0 | 0,10 | 0,4 | 250 | 0,4 |
| TOTALE | 41,00 | 100 | 12,9 | 28,1 | 100 | 56.350 | 100 |

* sulla vite solo trattamenti antiparassitari (30 m³)

Il fabbisogno medio complessivo (56.350 m³) è stato successivamente spalmato mensilmente per tutto il periodo irriguo in base alle percentuali dei consumi determinati all'interno di uno studio⁽⁸⁾ condotto da questa Autorità di Bacino; successivamente è stata desunta la portata media giornaliera:

| USO AGRICOLO | Studio analisi bilancio idrico (%) | Ripartizione mensile fabbisogni (m³) | Portata media giornaliera (l/s) |
|---------------------|---|--|--|
| Maggio | 2,7 | 1.520 | 0,6 |
| Giugno | 6,1 | 3.440 | 1,3 |
| Luglio | 53,5 | 30.150 | 11,3 |
| Agosto | 35,6 | 20.060 | 7,5 |
| Settembre | 2,1 | 1.180 | 0,5 |
| TOTALE | 100 | 56.350 | 4,3 |

Come si può notare quasi il 90% del fabbisogno idrico (50.210 m³) necessario alle colture presenti nel tratto Castagno-Casola è prelevato dal Torrente Senio in luglio (53,5%) ed agosto (35,6%).

⁽⁸⁾ "Analisi del bilancio idrico delle colture intensive nel Bacino montano del Torrente Senio" a cura dell'Autorità di Bacino del Reno, marzo 2007.

USO ZOOTECNICO

Nel tratto in questione è presente per tale uso una sola derivazione, sul Torrente Senio, che ammonta complessivamente a 972 m³, da maggio a ottobre, che comporta la seguente portata media giornaliera:

| USO ZOOTECNICO | Ripartizione mensile fabbisogni (m ³) | Portata media giornaliera (l/s) |
|-----------------------|---|---------------------------------|
| Maggio | 162 | 0,06 |
| Giugno | 162 | 0,06 |
| Luglio | 162 | 0,06 |
| Agosto | 162 | 0,06 |
| Settembre | 162 | 0,06 |
| Ottobre | 162 | 0,06 |
| TOTALE | 972 | 0,06 |

Scarichi e prelievi nel tratto toscano

Sono stati presi in considerazione anche gli apporti idrici al Torrente Senio da parte del depuratore di Palazzuolo e i prelievi (derivazioni ed attingimenti) presenti allo scopo di verificare se tali utenze potrebbero influire sulla portata del corso d'acqua e quindi indurre portate "critiche".

SCARICHI

Per quanto riguarda il depuratore, le portate mensili, fornite da HERA Imola-Faenza, immesse nel torrente negli anni 2004/06, sono le seguenti:

| DEPURATORE | 2004 (m³) | 2005 (m³) | 2006 (m³) | MEDIA 2004/06 (m³) | MEDIA 2004/06 (l/s) |
|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|----------------------------|
| Gennaio | 41.438 | 19.675 | 20.844 | 27.319 | 10,2 |
| Febbraio | 26.502 | 16.861 | 21.816 | 21.726 | 9,0 |
| Marzo | 24.476 | 18.404 | 21.942 | 21.607 | 8,1 |
| Aprile | 31.557 | 17.696 | 21.528 | 23.594 | 9,1 |
| Maggio | 12.567 | 16.371 | 26.622 | 18.520 | 6,9 |
| Giugno | 10.114 | 33.106 | 21.000 | 21.407 | 8,3 |
| Luglio | 10.999 | 26.408 | 21.000 | 19.469 | 7,3 |
| Agosto | 17.836 | 32.833 | 21.000 | 23.890 | 8,9 |
| Settembre | 19.233 | 22.560 | 21.000 | 20.931 | 8,1 |
| Ottobre | 22.314 | 17.696 | 21.000 | 20.337 | 7,6 |
| Novembre | 21.007 | 9.238 | 21.000 | 17.082 | 6,6 |
| Dicembre | 19.158 | 26.426 | 21.000 | 22.195 | 8,3 |
| TOTALE | 257.201 | 257.276 | 259.752 | 258.076 | -- |
| MEDIA | 21.433 | 21.440 | 21.646 | 21.506 | 8,2 |

PRELIEVI (atingimenti e derivazioni)

Sono state censite le utenze di prelievo d'acqua (atingimenti e derivazioni) per vario uso autorizzate dalla Provincia di Firenze. Le 13 concessioni rilasciate nel tratto toscano a tutto il 2007 sono così distribuite:

- per corso idrico: 6 sul T. Senio – 3 sul Fosso Mantigno – 2 sul Fosso Aghezzola – 1 sul Fosso Lozzole – 1 sul Fosso Salecchio;

- per uso: 6 irriguo (orti/giardini) – 2 potabile – 1 idroelettrico – 1 ittico – 1 igienico e assimilati – 1 lavaggio strade – 1 autolavaggio.

Le utenze che evidenziano i maggiori prelievi dichiarati sono un uso potabile sul T. Senio (mediamente 3 l/s) e un irriguo sul T. Senio (mediamente 4 l/s); per le restanti 11 utenze è ragionevole supporre che i prelievi siano prossimi o comunque inferiori all'unità, oppure quanto prelevato viene re-immesso nel corso d'acqua (se si tratta di uso idroelettrico o ittico) o inviato al depuratore (se si tratta di uso potabile).

Per quanto riguarda l'influenza dei prelievi sulla portata del Torrente Senio in chiusura di bacino del tratto toscano, l'impatto può considerarsi nullo sulle portate di magra considerando anche gli apporti mensili del depuratore.

Portata media giornaliera delle utenze tra Castagno e Casola Valsenio

Nella tabella di seguito è mostrato la situazione delle portate medie giornaliere degli usi in essere ripartiti mensilmente considerando le sole utenze presenti nel tratto in questione (Castagno-Casola) in quanto come evidenziato sopra possono ritenersi ininfluenti la sommatoria degli scarichi e prelievi esistenti nel tratto toscano.

I valori determinati e riportati nella colonna di destra saranno poi utilizzati per il calcolo della portata alla sezione di Castagno (Q_{Castagno}), sommandoli a quelle rilevate giornalmente alla stazione di misura di Casola Valsenio (Q_{Casola}), secondo l'espressione mostrata in precedenza [$Q_{\text{Castagno}} = Q_{\text{Casola}} + (Q_{\text{potabile}} + Q_{\text{agric/zootec}}$):

| PORTATA MEDIA GIORNALIERA DEGLI USI IN ATTO (nel tratto romagnolo Castagno-Casola Valsenio) | | | | |
|--|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| | USO POTABILE (l/s) | USO AGRICOLA (l/s) | USO ZOOTECNICO (l/s) | TOTALE (l/s) |
| Gennaio | 13,7 | 0 | 0 | 13,7 |
| Febbraio | 12,8 | 0 | 0 | 12,8 |
| Marzo | 11,9 | 0 | 0 | 11,9 |
| Aprile | 12,6 | 0 | 0 | 12,6 |
| Maggio | 14,5 | 0,6 | 0,06 | 15,2 |
| Giugno | 14,2 | 1,3 | 0,06 | 15,6 |
| Luglio | 7,9 | 11,3 | 0,06 | 19,3 |
| Agosto | 10,7 | 7,5 | 0,06 | 18,3 |
| Settembre | 1,5 | 0,5 | 0,06 | 2,1 |
| Ottobre | 10,3 | 0 | 0,06 | 10,4 |
| Novembre | 13,4 | 0 | 0 | 13,4 |
| Dicembre | 11,8 | 0 | 0 | 11,8 |
| MEDIA | 11,3 | 1,8 | 0,03 | 13,1 |

Per quanto riguarda l'uso zootecnico è evidente che il suo "peso" rispetto alle altre utenze è praticamente inconsistente in termini di bilancio idrico complessivo. Tale andamento è confermato anche dalla media riportata in fondo alla tabella sopra.

2.1.3.2. Criticità alla sezione di “Castagno” in chiusura di bacino del tratto toscano

Di seguito viene proposto per il periodo dal 2004 al 2006 (3 anni) e per l'intero anno, i giorni con deficit di deflusso, ripartiti mensilmente, in cui la portata giornaliera minima e media non raggiunge alla sezione di “Castagno” il DMV che è stato ricalcolato nel seguente modo rifacendosi a stazioni vicine con valori noti:

- **DMV “idrologico”** in chiusura del bacino toscano

Calcolo del DMV: $103 \text{ l/s} : 94,8 \text{ km}^2 = x : 80,4 \text{ km}^2 \Rightarrow x = \boxed{90 \text{ l/s}}$

Dove: 103 l/s è il DMV alla sezione “Immissione Rio Cestina” (da PTA RER)
 94,8 km² è il bacino imbrifero sotteso alla sezione “Immissione Rio Cestina”
 80,4 km² è il bacino imbrifero sotteso alla sezione “Castagno”.

- **DMV “sperimentale”** in chiusura del bacino toscano

Calcolo del DMV: $120 \text{ l/s} : 91,8 \text{ km}^2 = x : 80,4 \text{ km}^2 \Rightarrow x = \boxed{105 \text{ l/s}}$

Dove: 120 l/s è il DMV alla sezione “Ponte Peccatrice-Mercatale” (studio A.B.R.)
 91,8 km² è il bacino imbrifero sotteso alla sezione “Ponte Peccatrice-Mercatale”
 80,4 km² è il bacino imbrifero sotteso alla sezione “Castagno”.

Il risultato ottenuto, esaminando mensilmente i giorni in cui non è stato raggiunto il DMV (idrologico e sperimentale), considerando le portate medie e minime, è il seguente:

| PORTATA MEDIA | | | | |
|-------------------------|------|------|------|-------|
| DMV idrologico (90 l/s) | 2004 | 2005 | 2006 | media |
| GENNAIO | 0 | 0 | 0 | 0 |
| FEBBRAIO | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MARZO | 0 | 0 | 0 | 0 |
| APRILE | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MAGGIO | 0 | 0 | 0 | 0 |
| GIUGNO | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LUGLIO | 0 | 1 | 0 | 0 |
| AGOSTO | 17 | 3 | 0 | 7 |
| SETTEMBRE | 20 | 8 | 13 | 14 |
| OTTOBRE | 7 | 0 | 0 | 2 |
| NOVEMBRE | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DICEMBRE | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTALE ANNO | 44 | 12 | 13 | 23 |
| TOTALE GIU-SET | 37 | 12 | 13 | 21 |

| PORTATA MEDIA | | | | |
|----------------------------|------|------|------|-------|
| DMV sperimentale (105 l/s) | 2004 | 2005 | 2006 | media |
| GENNAIO | 0 | 0 | 0 | 0 |
| FEBBRAIO | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MARZO | 0 | 0 | 0 | 0 |
| APRILE | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MAGGIO | 0 | 0 | 0 | 0 |
| GIUGNO | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LUGLIO | 9 | 6 | 0 | 5 |
| AGOSTO | 21 | 10 | 8 | 13 |
| SETTEMBRE | 23 | 15 | 14 | 17 |
| OTTOBRE | 13 | 0 | 0 | 4 |
| NOVEMBRE | 0 | 0 | 3 | 1 |
| DICEMBRE | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTALE ANNO | 66 | 31 | 25 | 40 |
| TOTALE GIU-SET | 53 | 31 | 22 | 35 |

| PORTATA MINIMA | | | | |
|-------------------------|------|------|------|-------|
| DMV idrologico (90 l/s) | 2004 | 2005 | 2006 | media |
| GENNAIO | 0 | 0 | 0 | 0 |
| FEBBRAIO | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MARZO | 0 | 0 | 0 | 0 |
| APRILE | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MAGGIO | 0 | 0 | 0 | 0 |
| GIUGNO | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LUGLIO | 12 | 11 | 0 | 8 |
| AGOSTO | 23 | 11 | 6 | 13 |
| SETTEMBRE | 23 | 16 | 16 | 18 |
| OTTOBRE | 12 | 0 | 1 | 4 |
| NOVEMBRE | 0 | 0 | 4 | 1 |
| DICEMBRE | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTALE ANNO | 70 | 38 | 27 | 44 |
| TOTALE GIU-SET | 58 | 38 | 22 | 39 |

| PORTATA MINIMA | | | | |
|----------------------------|------|------|------|-------|
| DMV sperimentale (105 l/s) | 2004 | 2005 | 2006 | media |
| GENNAIO | 0 | 0 | 0 | 0 |
| FEBBRAIO | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MARZO | 0 | 0 | 0 | 0 |
| APRILE | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MAGGIO | 0 | 0 | 0 | 0 |
| GIUGNO | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LUGLIO | 21 | 22 | 14 | 19 |
| AGOSTO | 27 | 20 | 19 | 22 |
| SETTEMBRE | 26 | 20 | 20 | 22 |
| OTTOBRE | 17 | 2 | 18 | 12 |
| NOVEMBRE | 0 | 0 | 19 | 6 |
| DICEMBRE | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTALE ANNO | 91 | 64 | 90 | 81 |
| TOTALE GIU-SET | 74 | 62 | 53 | 63 |

Dalle tabelle sopra risulta evidente che la situazione alla sezione di “Castagno” è “critica”, cioè con valori di portata per almeno 60 giorni all’anno inferiori al DMV, nelle seguenti situazioni esaminate:

- per 91, 64 e 90 giorni rispettivamente negli anni 2004, 2005 e 2006 (per una media di 81 giorni), se si osservano i valori di portata minima nel rispetto del DMV “sperimentale”;
- per 70 giorni nel solo 2004 per valori di portata minima, considerando il DMV “idrologico”;
- per 66 giorni nel solo 2004 per valori di portata media, considerando il DMV “sperimentale”.

Pertanto allo stato attuale, se si considera la situazione meno restrittiva, cioè l’adozione del DMV “idrologico” (90 l/s), in attesa di pervenire al valore completo al 31.12.2016, è solo nel 2004 e per valori di portata minima che si registrano deflussi superiori ai 60 giorni all’anno (70 giorni).

Infine, se si esaminano i risultati relativi alle portate minime nel rispetto del DMV “sperimentale”, significativo è che mediamente il 78% dei giorni “critici” rispetto all’intero anno si colloca nel periodo giugno/settembre (63 su 81 giorni).

Con riferimento ai 365 giorni annuali, le giornate in cui il deflusso non raggiunge i DMV previsti sono le seguenti:

| DMV idrologico | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|
| 90 l/s | 2004 | 2005 | 2006 |
| <i>Giorni di deficit su intero anno (Qmed)</i> | 44 | 12 | 13 |
| <i>Giorni di deficit su intero anno (Qmin)</i> | 70 | 38 | 27 |
| DMV sperimentale | | | |
| 105 l/s | 2004 | 2005 | 2006 |
| <i>Giorni di deficit su intero anno (Qmed)</i> | 66 | 31 | 25 |
| <i>Giorni di deficit su intero anno (Qmin)</i> | 91 | 64 | 90 |

Si ha quindi, nell’intero periodo considerato e confrontando le due località prese in considerazione la seguente condizione media:

| anno solare (365 giorni) | | Località “CASTAGNO” | | Località “CASOLA” | |
|-----------------------------|------|-----------------------------------|--------------|-----------------------------------|--------------|
| | | Giorni di deficit (media '04-'06) | % su 365 gg. | Giorni di deficit (media '04-'06) | % su 365 gg. |
| DMV idrologico | Qmed | 23 | 6 | 80 | 22 |
| | Qmin | 44 | 12 | 108 | 30 |
| DMV sperimentale | Qmed | 40 | 11 | 101 | 28 |
| | Qmin | 81 | 22 | 127 | 35 |

Lo scostamento dei giorni di deficit tra le due località (distanti circa 8 km) appare abbastanza significativo sia in termini numerici (range di 46-64 giorni) che percentuali (range del 13-18%).

Se si esamina la condizione idrologica media più in dettaglio, considerando i soli 122 giorni del periodo estivo (giugno-settembre), si nota che l’incidenza del numero di giorni in cui la portata nelle due località non raggiunge il DMV è la seguente:

| giugno-settembre (122 giorni) | Località "CASTAGNO" | | | Località "CASOLA" | |
|----------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|-----------------|--------------------------------------|-----------------|
| | | Giorni di deficit (media '04-'06) | % su 122 gg. | Giorni di deficit (media '04-'06) | % su 122 gg. |
| | DMV idrologico: 90 l/s | | | DMV idrologico: 120 l/s | |
| | DMV sperimentale: 105 l/s | | | DMV sperimentale: 150 l/s | |
| DMV idrologico | Qmed | 21 | 17 | 62 | 51 |
| | Qmin | 39 | 32 | 83 | 68 |
| DMV sperimentale | Qmed | 35 | 29 | 76 | 63 |
| | Qmin | 63 | 51 | 98 | 80 |

In questo confronto è evidente che, in entrambe le stazioni, i giorni con maggiore "criticità" si concentrano principalmente nei 4 mesi estivi. Altro dato che emerge sono i giorni di deficit idrico riscontrati nelle due località che da monte a valle aumentano significativamente. La causa è ragionevolmente imputabile *in primis* al fatto che l'intercettazione della risorsa idrica si ripercuote sulla diminuzione del deflusso delle acque, inoltre gli apporti dei rii presenti nel tratto compreso tra "Castagno" e Casola Valsenio nel periodo estivo non producono efficaci contributi sulle portate del T. Senio a fronte di un diverso valore di DMV da rispettare nelle due sezioni.

Nella analisi della "portata critica" occorre anche tenere presente che il bacino del Torrente Senio è relativamente piccolo e prevalentemente alimentato dalle precipitazioni meteoriche i cui benefici sul corso d'acqua si propagano per pochi giorni, inoltre gli afflussi e deflussi dipendono anche da diversi fattori di tipo climatologico, idrogeologico, vegetazionale e, non meno importante, antropico (captazioni).

A tale scopo se si mettono in relazione le portate "critiche" (medie e minime) con le altezze delle piogge registrate da maggio ad ottobre in due stazioni pluviometriche considerate, poste a monte (Palazzuolo, 436 m slm) e a valle (Casola, 195 m slm) della località "Castagno" (315 m slm):

| | Stazione | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | |
|-----------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| TOT | Palazzuolo | 397 | 508 | 475 | 350 | 421 | 715 | 410 | 546 | 558 | 456 | APPORTI METEORICI PERIODO 1997/2006 (10 ANNI) (MAGGIO-OTTOBRE) |
| | Casola | 349 | 474 | 486 | 271 | 268 | 481 | 237 | 359 | 610 | 460 | |
| Media | Palazzuolo sul Senio Casola Valsenio | 373 | 491 | 481 | 311 | 345 | 598 | 324 | 453 | 584 | 458 | |
| Giorni di deficit (Qmed) | MISURE NON DISPONIBILI | | | | | | | | 44 | 12 | 13 | Giorni di deficit (Qmed) |
| | | | | | | | | | 70 | 38 | 23 | Giorni di deficit (Qmin) |
| Giorni di deficit (Qmin) | MISURE NON DISPONIBILI | | | | | | | | 66 | 31 | 22 | Giorni di deficit (Qmed) |
| | | | | | | | | | 91 | 64 | 71 | Giorni di deficit (Qmin) |

risulta evidente che negli anni indagati, dal 2004 al 2006, esiste una stretta correlazione tra le precipitazioni e i giorni in cui il DMV non viene rispettato. Questo indirizzo è particolarmente riscontrabile sulle portate minime (che rappresentano maggiormente l'andamento giornaliero causato dai fattori naturali quali l'evapotraspirazione, l'infiltrazione, ecc. ed antropici quali i prelievi e immissioni d'acqua) relative al DMV "sperimentale" dove a fronte di precipitazioni del 2005 più consistenti rispetto al 2004 e 2006, si registra una tendenza inversamente proporzionale, cioè meno giorni (64) nel 2005 con deficit idrico.

Infine osservando le precipitazioni dal 1997 al 2006 si nota che l'unico anno che evidenzia simili valori al 2005 è il 2002 (598 mm), mentre i restanti anni mostrano valori uguali o inferiori al 2004 e 2005. Pertanto è ragionevole supporre che, ad esclusione del 2002 e del 2005, nei restanti

anni gli apporti meteorici possano avere influito sulle portate del Torrente Senio con un andamento dei deflussi simili al 2004 e 2006.

Nella tabella sotto si vuole evidenziare il fatto che le precipitazioni registrate nel corso dell'anno nell'alto bacino montano del T. Senio (stazioni di Palazzuolo e di Casola) influenzano i giorni di deficit dell'anno successivo. A tale scopo sono stati riportati gli apporti meteorici, sia annuali che da maggio ad ottobre, mettendoli in relazione con i giorni di deficit dal 2004 al 2006 riscontrati alla sezione di "Castagno" da maggio ad ottobre:

| | Stazione | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | MEDIA | | | |
|--|---|--------------|--------------|--------------|------------|------------|--------------|------------|--------------|--------------|------------|---|--|--|---|
| TOT | Palazzuolo | 1.127 | 1.132 | 1.393 | 1.127 | 1.228 | 1.315 | 1.176 | 1.058 | 1.399 | 1.121 | 1.217 | APPORTI METEORICI PERIODO 1997/2006 (10 ANNI) (<u>GENNAIO-DICEMBRE</u>) | | |
| | Casola | 925 | 888 | 1.043 | 572 | 752 | 896 | 744 | 971 | 1.224 | 801 | 891 | | | |
| Media | <i>Palazzuolo sul Senio Casola Valsenio</i> | 1.026 | 1.010 | 1.218 | 850 | 990 | 1.106 | 960 | 1.015 | 1.312 | 961 | 1.054 | | | |
| TOT | Palazzuolo | 397 | 508 | 475 | 350 | 421 | 715 | 410 | 546 | 558 | 456 | 487 | | APPORTI METEORICI PERIODO 1997/2006 (10 ANNI) (<u>MAGGIO-OTTOBRE</u>) | |
| | Casola | 349 | 474 | 486 | 271 | 268 | 481 | 237 | 359 | 610 | 460 | 393 | | | |
| Media | <i>Palazzuolo sul Senio Casola Valsenio</i> | 373 | 491 | 481 | 311 | 345 | 598 | 324 | 453 | 584 | 458 | 440 | | | |
| % sulla media (Palazzuolo-Casola) | | 36 | 49 | 39 | 37 | 35 | 54 | 34 | 45 | 45 | 48 | 42 | | | Apporti meteorici (<u>MAG/OTT</u> rispetto a <u>GEN/DIC</u>) |
| Giorni di deficit | MISURE NON DISPONIBILI | | | | | | | | 44 | 12 | 13 | Giorni di deficit (<i>Q_{med}</i>) | | | |
| | | | | | | | | | 70 | 38 | 23 | Giorni di deficit (<i>Q_{min}</i>) | | | |
| Giorni di deficit | MISURE NON DISPONIBILI | | | | | | | | 66 | 31 | 22 | Giorni di deficit (<i>Q_{med}</i>) | | | |
| | | | | | | | | | 91 | 64 | 71 | Giorni di deficit (<i>Q_{min}</i>) | | | |

Da questo confronto si nota come gli apporti meteorici registrati nell'anno precedente influenzino anche l'anno successivo, per quanto riguarda i giorni in cui i volumi defluiti non raggiungono il DMV. Questa tendenza è evidente per esempio per il 2004 (1.015 mm annuale e 453 mm mag/giu) in quanto nel 2003 le piogge cadute (960 mm annuale e 324 mm mag/giu) sono state inferiori rispetto alla media del periodo considerato (1.054 mm annuale e 440 mm mag/giu); per contro, sia il 2005 (1.372 mm annuale e 584 mm mag/giu) che il 2006 (961 mm annuale e 458 mm mag/giu) hanno invece risentito positivamente degli afflussi meteorici degli anni precedenti (del 2004 rispetto al 2005 e 2005 rispetto al 2006) che sono stati in linea o superiori con la media del periodo 1997-2006.

2.1.4. VOLUMI NECESSARI A "SOSTENERE" IL DMV PREVISTO ALLA STAZIONE DI "CASOLA VALSENI0"

A conferma della marcata caratteristica torrentizia del T. Senio, legato all'andamento climatico e alle caratteristiche morfologico/strutturali del bacino, nella tabella di seguito sono riportati i volumi del deficit di deflusso mensile, rapportati ai previsti DMV da applicare, nel periodo 2004/2006 (3 anni):

| DMV idrologico | | | | |
|-------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 120 l/s | 2004 | 2005 | 2006 |
| <i>gennaio</i> | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>febbraio</i> | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>marzo</i> | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>aprile</i> | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>maggio</i> | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>giugno</i> | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>luglio</i> | -44.067 | -38.669 | -13.794 | -32.177 |
| <i>agosto</i> | -97.614 | -41.632 | -33.568 | -57.605 |
| <i>settembre</i> | -100.067 | -35.240 | -51.060 | -62.122 |
| <i>ottobre</i> | -39.675 | -861 | -5.768 | -15.435 |
| <i>novembre</i> | 0 | 0 | -18.852 | -6.284 |
| <i>dicembre</i> | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DEFICIT ANNUO | -281.423 | -116.403 | -123.042 | -173.623 |
| DEFICIT ESTIVO | -241.748 | -115.541 | -98.422 | -151.904 |
| <i>Deficit estivo/deficit annuo</i> | 86% | 99% | 80% | 87% |
| DMV sperimentale | | | | |
| | 150 l/s | 2004 | 2005 | 2006 |
| <i>gennaio</i> | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>febbraio</i> | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>marzo</i> | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>aprile</i> | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>maggio</i> | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>giugno</i> | 0 | -1.730 | 0 | -577 |
| <i>luglio</i> | -102.513 | -101.972 | -55.625 | -86.703 |
| <i>agosto</i> | -170.842 | -89.299 | -93.006 | -117.716 |
| <i>settembre</i> | -163.489 | -83.122 | -92.423 | -113.011 |
| <i>ottobre</i> | -88.457 | -3.453 | -59.047 | -50.319 |
| <i>novembre</i> | 0 | 0 | -66.493 | -22.164 |
| <i>dicembre</i> | 0 | 0 | -345 | -115 |
| DEFICIT ANNUO | -525.300 | -279.576 | -366.940 | -390.605 |
| DEFICIT ESTIVO | -436.843 | -276.123 | -241.054 | -318.007 |
| <i>Deficit estivo/deficit annuo</i> | 83% | 99% | 66% | 81% |

Anche questo confronto fra i volumi necessari per “sostenere” il DMV evidenzia il deficit di deflusso, in particolare nei mesi estivi.

Interessante osservare che la media del deficit calcolato nel periodo estivo (giugno-settembre), rispetto a quello annuale, equivale all’87% nell’idrologico e all’81% nello sperimentale; la restante percentuale è distribuita in ordine decrescente tra ottobre (9% nell’idrologico e 13% nello sperimentale) e novembre (4% nell’idrologico e 6% nello sperimentale). Inoltre, il volume annuo dell’idrologico (-173.623 m^3) necessario per “mantenere” il DMV è rispetto allo sperimentale (-390.605 m^3) poco più inferiore alla metà (44%).

Nello specifico in agosto e settembre sono concentrati i 4/5 (79%) per l’idrologico ed i 3/4 (73%) per lo sperimentale dei volumi mancanti nel periodo giugno-settembre per “sostenere” il DMV previsto. Sempre in questo spazio di tempo Luglio incide rispettivamente per il 21% ed il 27%. Tale situazione è evidenziata di seguito:

- per un DMV di $0,12 \text{ m}^3/\text{s}$ il deficit estivo stimato è di -151.904 m^3 di cui 119.727 m^3 in agosto/settembre (79%) e 32.177 m^3 in luglio (21%);

➤ per un DMV di 0,15 m³/s il deficit estivo stimato è di **-318.007 m³** di cui 230.727 m³ in agosto/settembre (73%) e 86.703 m³ in luglio (27%).

2.1.5. AFFLUSSI E DEFLUSSI NEL TORRENTE SENIO

Nell'ultimo ventennio si è osservata una riduzione notevole dei deflussi non spiegabile solo con il calo delle precipitazioni osservate in particolare nel periodo invernale, ma connesso direttamente con lo sfruttamento della risorsa idrica in conseguenza del cambiamento dell'uso del suolo.

I sintetici risultati che vengono riportati nel presente paragrafo sul volume defluito e sul volume affluito, sono stati acquisiti alla sezione di chiusura del bacino montano a Castel Bolognese in quanto è l'unica stazione del bacino con osservazioni idrologiche storiche. Tale indagine è frutto di un ampio e specifico studio e rappresenta un dato sintetico del bilancio idrologico, condotto nell'ambito di una tesi di laurea⁽⁹⁾, a cui si rimanda per un maggiore approfondimento, svolta presso l'ARPA Emilia-Romagna Servizio Meteorologico.

L'obiettivo del presente lavoro è stato quello di analizzare l'andamento del rapporto afflussi e deflussi nel tempo in relazione ai cambiamenti di destinazioni d'uso del suolo analizzando e ricostruendo, per quanto possibile, i dati idrologici mancanti.

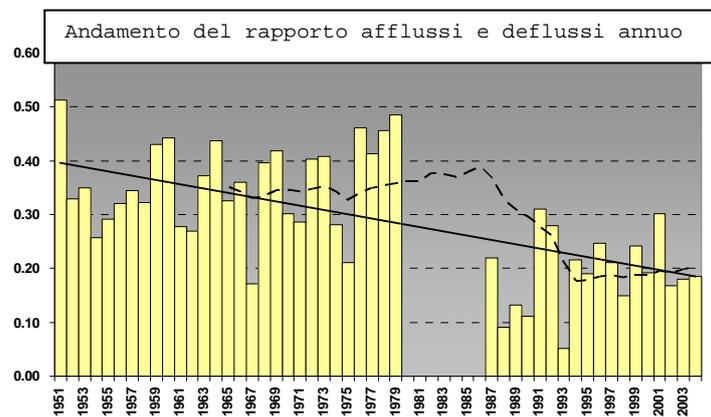
Tale comparazione tra gli afflussi e i deflussi dipende da diversi fattori di tipo sia climatologico che idrogeologico e vegetazionale, fattori specifici di ciascun bacino. Una maggiore copertura vegetale ne favorisce una diminuzione a causa di un abbassamento del deflusso: rallenta il deflusso superficiale delle acque, aumenta la porosità del terreno, intercetta parte delle precipitazioni e sottrae acqua al terreno per il fenomeno della traspirazione.

L'esito di questo confronto non dipende solo da fattori naturali, ma anche da quelli antropici. Da un anno all'altro si possono registrare variazioni dovute, ad esempio, alla realizzazione di un invaso, ad un massiccio disboscamento, oppure al prelievo di ingenti quantitativi di acqua a scopi agricoli o industriali. L'irrigazione, per esempio, favorisce il fenomeno dell'evapotraspirazione.

Il risultato delle elaborazioni sugli afflussi e sui deflussi prende in considerazione due periodi: dal 1951 al 1979 e dal 1987 al 2004 in quanto dal 1980 al 1986 la stazione non era funzionante per mancanza dello strumento di lettura delle altezze idrometriche.

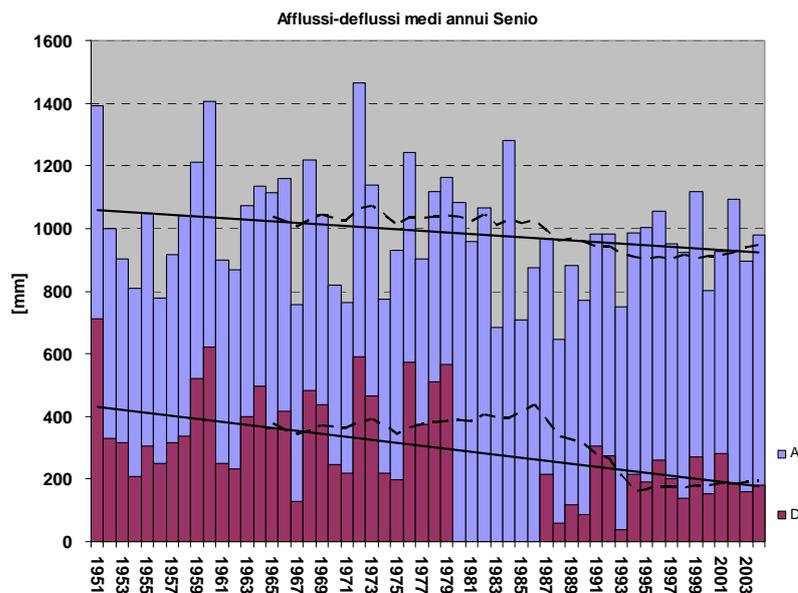
Il grafico sotto riporta l'andamento del rapporto afflussi e deflussi annuo in tutto il periodo analizzato. La linea di tendenza lineare mostra il calo generale che si osserva nell'ultimo periodo di quasi il 50%, passando da un valore medio di 0,36 ad un valore medio di 0,19. La linea tratteggiata evidenzia invece la discontinuità riscontrata nei due periodi.

⁽⁹⁾ "Studio del coefficiente di deflusso del bacino del Senio a Castel Bolognese e del bacino del Foglia a Montecchio in relazione ai cambiamenti d'uso del suolo negli ultimi vent'anni" a cura di Dr. Corrado Cordovani, Università degli Studi di Urbino, Facoltà di Scienze Ambientali, anno accademico 2005-06.



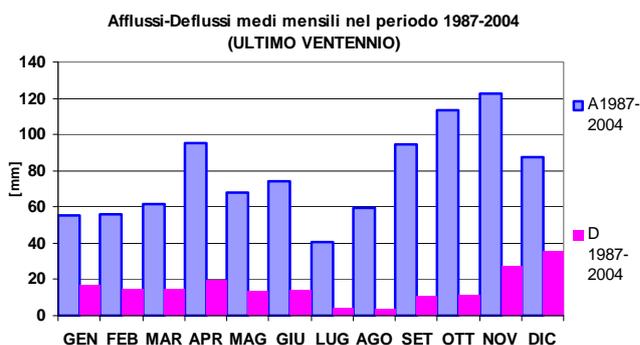
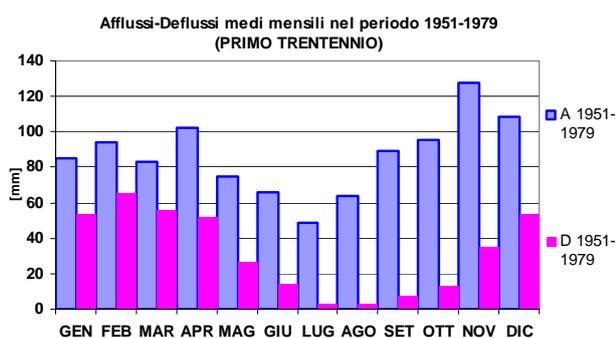
Se dovessimo rappresentare graficamente l'andamento nelle diverse stagioni per tutto il periodo analizzato, si osserverebbe come la diminuzione è concentrata nella stagione invernale e soprattutto in quella primaverile.

Nel grafico successivo che riporta insieme gli andamenti degli afflussi e dei deflussi in tutto il periodo esaminato è possibile osservare le divergenze tra le due linee di tendenza lineari che sono state rappresentate sia per gli afflussi che per i deflussi. In mancanza di fenomeni di disturbo evidenti, ad una diminuzione degli afflussi deve seguire una diminuzione dei deflussi, per cui le due linee di tendenza dovrebbero mantenersi sostanzialmente parallele.



Anche in questo caso, se dovessimo rappresentare graficamente gli andamenti degli afflussi e dei deflussi nelle diverse stagioni, in tutto il periodo analizzato, si osserverebbe come il periodo primaverile sia soggetto ad una diminuzione dei deflussi anomalo rispetto a quella degli afflussi. In quelli estivi ed autunnali, invece, pur non notando una diminuzione dei valori di deflusso, si osserverebbe che l'andamento delle linee non risulta parallelo, cosa che invece si potrebbe vedere su quello invernale.

Nei grafici seguenti sono riassunti gli andamenti medi mensili degli afflussi e dei deflussi nei due periodi presi in considerazione. Sembra quasi che una parte del deflusso presente nel trentennio dal '51 al '79 venga a mancare nel successivo ventennio 1987-2004. A fronte di un regime pluviometrico di tipo sublitoraneo appenninico che non risulta sostanzialmente modificato con i due massimi di precipitazione primaverile ed autunnale, e i due minimi estivo ed invernale, il regime fluviale, che dovrebbe seguire quello delle piogge, risulta profondamente modificato.



A scopo riassuntivo, sono state riportate di seguito le variazioni percentuali che danno un'idea in termini quantitativi degli scostamenti delle tre grandezze analizzate (afflussi, deflussi ed il loro rapporto):

- si osserva una riduzione degli afflussi nel periodo invernale del 30% e di circa 14% nel periodo primaverile, mentre non si osservano significative variazioni nelle altre stagioni;
- i deflussi invece subiscono una drastica riduzione di circa il 59% nel periodo invernale e del 65% nel periodo primaverile;
- il rapporto evidenzia ancor meglio gli scostamenti tra la diminuzione dei deflussi rispetto a quella degli afflussi, facendo registrare un calo del 47% nel periodo invernale e addirittura del 60% nel periodo primaverile.

In conclusione, dall'analisi dei dati raccolti ed elaborati è possibile affermare che negli ultimi anni il bacino ha visto un incremento dell'attività agricola e la richiesta idrica per le colture idroesigenti è concentrata nel periodo estivo; in particolare nei mesi di luglio ed agosto è ammassato il maggior fabbisogno d'acqua di 3.889.320 m³ (89%) necessario alle colture presenti nel bacino montano, come evidenziato nello studio "Analisi del bilancio idrico delle colture intensive nel Bacino montano del Torrente Senio" condotto da questa Autorità sul Senio.

Come già ricordato sopra, il valore del rapporto tra gli afflussi e i deflussi si è dimezzato passando da un valore medio di 0,36 nel periodo che va dal 1951 al 1979 ad un valore medio di 0,19 nel periodo dal 1987 al 2004. Il fatto che contemporaneamente ci sia stato un calo degli afflussi non deve trarre in inganno: se così fosse stato, infatti, il rapporto deflussi-afflussi sarebbe rimasto invariato o costante.

La causa principale di questa repentina diminuzione è dovuta al prelievo di acqua superficiale che, soprattutto nella stagione primaverile, si concentra con lo stoccaggio nei laghetti (sono circa 190 per un volume totale invasabile di quasi 1.450.000 m³), per il successivo utilizzo durante la stagione irrigua, sopperendo così, in parte, alle esigenze idriche delle colture che necessitano di grandi quantitativi di acqua.

2.1.6. CONFRONTO TRA APPORTI METEORICI DI DUE PERIODI IN FUNZIONE DELLE PIOGGE MEDIE E TREND DELLE PORTATE

Il regime pluviometrico riveste una grande importanza nel bilancio idrologico del Senio in quanto principalmente da esso dipendono le portate del torrente stesso.

Le precipitazioni meteoriche mensili, rilevate alla stazione di misura di Bibbiana-FI, Palazzuolo sul Senio-FI, Casola Valsenio-RA e di Riolo Terme-RA, si ritiene che siano sufficientemente rappresentative dei territori a ridosso delle sponde del bacino del Senio. I dati sono stati estrapolati dal CD-Rom "Archivio pluviometrico" a cura dell'Autorità di Bacino del Reno e ARPA-SM (per il 2005 e 2006 sono stati reperiti direttamente presso l'ARPA-SM).

Si è cercato inoltre di dare una risposta al fatto che la piovosità estiva del recente periodo 1997/2006 è analoga a quelle avvenute nel lungo periodo (1959/78). Per rispondere al quesito sono stati pertanto elaborati gli afflussi meteorici misurati alle stazioni di:

- ⇒ “**Bibbiana**” (658 m slm, indicata con “**BI**”) i dati si riferiscono solo al periodo storico in quanto la stazione è stata operativa fino al 1981;
- ⇒ “**Palazzuolo sul Senio**” (436 m slm, indicata con “**PS**”) i dati si riferiscono solo al periodo recente in quanto la stazione è funzionante dal 1989;
- ⇒ “**Casola Valsenio**” (195 m slm, indicata con “**CV**”) dal 1959 al 1978 (20 anni);
- ⇒ “**Riolo Terme**” (73 m slm, indicata con “**RT**”) dal 1959 al 1978 (20 anni).

L'ammontare mensile delle precipitazioni piovose cadute da maggio ad ottobre è, in mm, il seguente:

| APPORTI METEORICI - PERIODO 1959/1978 (20 ANNI) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------|---------------|
| Mese | Staz. | '59 | '60 | '61 | '62 | '63 | '64 | '65 | '66 | '67 | '68 | '69 | '70 | '71 | '72 | '73 | '74 | '75 | '76 | '77 | '78 | Media | Media mensile |
| mag | BI | -- | 47 | 69 | 56 | 131 | 47 | 139 | 45 | 71 | 141 | 78 | 82 | 62 | 116 | 23 | 62 | 118 | 38 | 71 | 118 | 80 | 69 |
| | CV | 101 | 46 | » | » | 115 | 33 | 76 | 28 | 52 | 130 | 71 | 55 | 42 | 62 | 37 | 56 | 95 | 54 | 59 | 76 | 66 | |
| | RT | 38 | 38 | 51 | 33 | 99 | 50 | 101 | 18 | 54 | 90 | 43 | 98 | 36 | 63 | 26 | 45 | 77 | 72 | 78 | 85 | 60 | |
| giu | BI | -- | 67 | 69 | 72 | 66 | 74 | 118 | 32 | 141 | 243 | 71 | 72 | 17 | 36 | 65 | 34 | 47 | 99 | 12 | 128 | 77 | 71 |
| | CV | 53 | 67 | » | » | 103 | 53 | 102 | 33 | 152 | 205 | 59 | 75 | 33 | 27 | 35 | 32 | 54 | 72 | 30 | 44 | 68 | |
| | RT | 36 | 58 | 33 | 74 | 102 | 76 | 89 | 36 | 129 | 177 | 42 | 49 | 14 | 125 | 52 | 43 | 72 | 84 | 7 | 56 | 68 | |
| lug | BI | -- | 121 | 72 | 14 | 55 | 69 | 49 | 44 | 14 | 43 | 30 | 45 | 28 | 81 | 12 | 21 | 39 | 68 | 90 | 60 | 50 | 51 |
| | CV | 29 | 216 | » | » | 124 | 44 | 33 | 30 | 30 | 40 | 18 | 43 | 24 | 109 | 20 | 31 | 26 | 55 | 61 | 26 | 53 | |
| | RT | 18 | 220 | 42 | 9 | 73 | 25 | 65 | 15 | 31 | 26 | 49 | 57 | 4 | 94 | 10 | 58 | 16 | 86 | 103 | 24 | 51 | |
| ago | BI | -- | 45 | 5 | 0 | 63 | 46 | 63 | 69 | 25 | 127 | 80 | 51 | 34 | 79 | 60 | 49 | 120 | 108 | 138 | 85 | 66 | 70 |
| | CV | 174 | 39 | » | » | 38 | 34 | 66 | 154 | 65 | 184 | 57 | 46 | 3 | 77 | 34 | 48 | 97 | 105 | 98 | 71 | 77 | |
| | RT | 150 | 44 | 3 | 6 | 18 | 43 | 53 | 113 | 61 | 141 | 80 | 33 | 3 | 141 | 30 | 52 | 85 | 169 | 82 | 31 | 67 | |
| set | BI | -- | 100 | 11 | 49 | 173 | 71 | 239 | 94 | 44 | 63 | 80 | 17 | 62 | 183 | 313 | 41 | 60 | 159 | 95 | 52 | 100 | 91 |
| | CV | 120 | 59 | » | » | 138 | 59 | 102 | 97 | 31 | 63 | 51 | 8 | 58 | 154 | 306 | 56 | 41 | 150 | 71 | 41 | 89 | |
| | RT | 184 | 65 | 16 | 29 | 93 | 38 | 67 | 73 | 43 | 31 | 58 | 3 | 71 | 172 | 321 | 60 | 43 | 151 | 105 | 41 | 83 | |
| ott | BI | -- | 237 | 222 | 115 | 16 | 351 | 12 | 173 | 14 | 51 | 40 | 20 | 58 | 61 | 84 | 86 | 124 | 111 | 69 | 136 | 104 | 87 |
| | CV | 7 | 147 | » | » | 10 | 334 | 25 | 185 | 7 | 36 | 28 | 11 | 48 | 65 | 100 | 82 | 160 | 63 | 47 | 128 | 82 | |
| | RT | 16 | 106 | 100 | 113 | 22 | 277 | 10 | 99 | 7 | 38 | 19 | 18 | 52 | 65 | 76 | 99 | 144 | 60 | 70 | 124 | 76 | |
| TOT | BI | -- | 617 | 448 | 306 | 504 | 658 | 620 | 457 | 309 | 668 | 379 | 287 | 261 | 556 | 557 | 293 | 508 | 583 | 475 | 579 | 477 | 439 |
| | CV | 484 | 574 | -- | -- | 528 | 557 | 404 | 527 | 337 | 658 | 284 | 238 | 208 | 494 | 532 | 305 | 473 | 499 | 366 | 386 | 436 | |
| | RT | 442 | 531 | 245 | 264 | 407 | 509 | 385 | 354 | 325 | 503 | 291 | 258 | 180 | 660 | 515 | 357 | 437 | 622 | 445 | 361 | 405 | |
| Media | BI CV RT | 463 | 574 | 347 | 285 | 480 | 575 | 470 | 446 | 324 | 610 | 318 | 261 | 216 | 570 | 535 | 318 | 473 | 568 | 429 | 442 | 439 | 439 |

NOTA: “BI” Bibbiana – “CV” Casola Valsenio – “RT” Riolo Terme

| APPORTI METEORICI - PERIODO 1997/2006 (10 ANNI) | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------|---------------|
| Mese | Staz. | '97 | '98 | '99 | '00 | '01 | '02 | '03 | '04 | '05 | '06 | Media | Media mensile |
| mag | PS | 89 | 73 | 58 | 20 | 86 | 104 | 31 | 126 | 33 | 67 | 69 | 55 |
| | CV | 33 | 118 | 14 | 10 | 76 | 61 | 13 | 38 | 29 | 78 | 47 | |
| | RT | 22 | 99 | 15 | 25 | 63 | 92 | 9 | 42 | 22 | 86 | 48 | |
| giu | PS | 131 | 53 | 108 | 110 | 35 | 40 | 65 | 36 | 37 | 33 | 65 | 51 |
| | CV | 91 | 27 | 116 | 105 | 14 | 25 | 46 | 33 | 33 | 40 | 53 | |
| | RT | 49 | 29 | 71 | 79 | 18 | 9 | 11 | 38 | 36 | 22 | 36 | |
| lug | PS | 29 | 22 | 22 | 32 | 32 | 97 | 7 | 67 | 42 | 25 | 38 | 37 |
| | CV | 26 | 21 | 24 | 28 | 36 | 87 | 8 | 44 | 46 | 24 | 34 | |
| | RT | 35 | 23 | 38 | 61 | 25 | 78 | 2 | 60 | 42 | 14 | 38 | |
| ago | PS | 65 | 58 | 57 | 38 | 23 | 163 | 35 | 59 | 92 | 137 | 73 | 79 |
| | CV | 93 | 102 | 147 | 31 | 9 | 135 | 25 | 38 | 165 | 143 | 89 | |
| | RT | 44 | 81 | 87 | 40 | 8 | 137 | 30 | 31 | 191 | 91 | 74 | |
| set | PS | 24 | 157 | 103 | 50 | 169 | 186 | 81 | 94 | 117 | 169 | 115 | 102 |
| | CV | 46 | 106 | 94 | 26 | 96 | 115 | 52 | 98 | 135 | 159 | 93 | |
| | RT | 42 | 114 | 45 | 9 | 83 | 180 | 49 | 108 | 152 | 192 | 97 | |
| ott | PS | 59 | 145 | 127 | 100 | 76 | 125 | 191 | 164 | 237 | 25 | 125 | 95 |
| | CV | 60 | 100 | 91 | 71 | 37 | 58 | 93 | 108 | 202 | 16 | 84 | |
| | RT | 84 | 59 | 54 | 83 | 32 | 49 | 94 | 84 | 194 | 15 | 75 | |
| TOT | PS | 397 | 508 | 475 | 350 | 421 | 715 | 410 | 546 | 558 | 456 | 484 | 417 |
| | CV | 349 | 474 | 486 | 271 | 268 | 481 | 237 | 359 | 610 | 460 | 400 | |
| | RT | 276 | 405 | 310 | 297 | 229 | 545 | 195 | 363 | 637 | 420 | 368 | |
| Media | PS CV RT | 341 | 462 | 424 | 306 | 306 | 580 | 281 | 423 | 602 | 445 | 417 | 417 |

NOTA: "PS" Palazzuolo sul Senio – "CV" Casola Valsenio – "RT" Riolo Terme

Complessivamente la media mensile delle precipitazioni piovose cadute da maggio ad ottobre misurata nelle stazioni, non mostra nei due distinti periodi considerati differenze volumetriche significative, 439 mm nel 1959/78 e 417 mm nel 1997/06, a conferma che le attuali variazioni temporali di afflusso meteorico e le specifiche abbondanze non hanno subito significative variazioni rispetto alle condizioni del passato.

Se si analizzano le medie mensili, risulta evidente che:

- agosto, settembre e ottobre, nel periodo più recente, mostrano valori leggermente superiori rispetto al passato (rispettivamente: +9, +11, +8 mm);
- maggio, giugno e luglio, sempre nel periodo 1997/06, per contro indicano una sensibile diminuzione delle precipitazioni (rispettivamente: -14, -20 e -14 mm);
- in generale anche dal trend delle piogge è ben visibile che nel periodo più recente rispetto al passato le precipitazioni avvengono maggiormente nella avanzata estate a discapito del primo periodo estivo.

Diverso è invece il risultato del confronto nei mesi da novembre ad aprile dove in particolare nell'ultimo ventennio nel periodo invernale si riscontra una concentrazione degli afflussi (precipitazioni), come circostanziato nel capitolo successivo (2.1.6. Afflussi e deflussi nel Torrente Senio) a cui si rimanda.

In ultima analisi l'andamento delle precipitazioni atmosferiche mensili possono essere messe in relazione con il trend delle portate. Infatti, esaminando sulla tabella relativa al periodo più recente (1997/2006) i valori medi annuali compresi tra maggio e ottobre si nota che il 2003 è stato l'anno con meno precipitazioni (281 mm) ed il 2002 (580 mm) e il 2005 (602 mm) i più piovosi, mentre gli altri 7 anni si attestano in un range compreso tra i 306 mm (2001 e 2001) e i 462 mm (1998). Si può notare che esiste una stretta ricorrente e molto significativa relazione fra i periodi di minor afflusso meteorico e i limitati deflussi stimati nel Torrente Senio alla stazione di misura di "Casola Valsenio"; questa situazione è particolarmente evidente in un bacino imbrifero così

relativamente piccolo e alimentato prevalentemente dalle piogge. Difatti se si osserva nel paragrafo “2.1.2.” (Confronto tra due scenari di DMV alla stazione di “Casola Valsenio”) la tabella dove sono riportati i giorni con deflusso che non raggiungono il previsto DMV “idrologico”, tra i 3 anni indagati, 2004, 2005 e 2006, è il 2005 (602 mm da maggio a ottobre) che palesa i minori giorni di deficit (61 su 365 giorni per la portata media e 89 su 365 giorni per la portata minima) in linea quindi con l’andamento delle precipitazioni avvenute nello stesso periodo rispetto al 2004 (423 mm) e il 2006 (445 mm).

Altresì si può inoltre evidenziare che la sofferenza idrica del Torrente Senio (e complessivamente di tutto il bacino) è tale che anche in occasione di eventi meteorici isolati significativi, il “sistema” reagisce solo temporaneamente e quasi sempre senza nessun beneficio in alveo, per poi tornare velocemente nelle condizioni di carenza idrica rilevate nel periodo estivo.

In ultima analisi, come già evidenziato nel capitolo (2.1.3.2.) sulla “criticità” del Torrente Senio in chiusura di bacino toscano, esiste una stretta correlazione tra le precipitazioni e i giorni in cui il DMV non viene rispettato i cui effetti si evidenziano su tutto il bacino. Tale andamento è in maniera più specifica riscontrabile sulle portate minime (che rispecchiano maggiormente il trend giornaliero causato dai fattori naturali ed antropici che, per quanto riguarda questo ultimo aspetto, è particolarmente condizionato dai prelievi).

2.2. INFORMAZIONI INERENTI IL BILANCIO IDRICO

In tale circostanza non è intenzione prospettare un bilancio esaustivo ma proporre un semplice resoconto relativo agli scarichi e derivazioni nelle 6 stazione (situazione al 2003) indagate nello “Studio per la determinazione del deflusso minimo vitale sperimentale nel bacino idrografico del Fiume Reno”.

2.2.1. FATTORI ANTROPICI E FRUIZIONI CHE DIRETTAMENTE CONDIZIONANO IL BILANCIO IDRICO E IL DMV

Un ulteriore stato di criticità del bacino del T. Senio è dato da una visione complessiva ed integrata dei fattori antropici e delle fruizioni che direttamente condizionano il bilancio idrico di bacino e il DMV.

La situazione riscontrata nel citato studio sulle 6 stazioni è la seguente:

1- **T. SENIO** ⇒ **Stazione SEN1 (“PRESIA – a monte di Molino di Quadalto-Palazzuolo”)**

La consistenza delle alterazioni antropiche ai deflussi naturali ammonta a 5 derivazioni agricole e 7 sorgenti derivate. Nel periodo di minore apporto idrico da parte delle precipitazioni meteoriche, da maggio a settembre, le 5 derivazioni asportano complessivamente 34.036 m³ (mediamente circa 6.800 m³/mese, che corrisponde ad una portata media di 2,5 l/s).

2- **T. SENIO** ⇒ **Stazione SEN2 (“PONTE PECCATRICE – Mercatale”)**

Nel bacino sono state censite 31 sorgenti, tutte derivate.

Il confronto mensile fra i volumi scaricati dal depuratore urbano di Palazzuolo e quelli asportati dalle 15 derivazioni, 14 delle quali usate a fini irrigui, mostra una differenza che è generalmente positiva con le sole eccezioni dei mesi di giugno e luglio:

| | maggio (m ³) | giugno (m ³) | luglio (m ³) | agosto (m ³) | settembre (m ³) |
|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| apporti da scarichi | 19.763 | 21.038 | 23.715 | 25.691 | 22.950 |
| derivazioni | 17.828 | 25.153 | 26.339 | 17.572 | 12.745 |
| differenza | 1.935 | -4.115 | -2.624 | 8.119 | 10.205 |

3- **T. SENIO** ⇒ Stazione SEN3 (“RIOLO TERME – al ponte”)

Nel bacino sono presenti le stesse 31 sorgenti, tutte derivate, già censite nella precedente stazione SEN2.

E' sempre negativo il bilancio mensile fra i volumi immessi dai 4 scarichi, provenienti dai depuratori urbani ed i quantitativi di acqua asportati dalle 69 derivazioni, 64 delle quali usate a fini irrigui:

| | maggio (m ³) | giugno (m ³) | luglio (m ³) | agosto (m ³) | settembre (m ³) |
|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| apporti da scarichi | 34.487 | 36.712 | 41.383 | 44.832 | 40.048 |
| derivazioni | 180.600 | 269.186 | 321.534 | 217.220 | 158.473 |
| differenza | -146.113 | -232.474 | -280.151 | -172.388 | -118.425 |

4- **T. SINTRIA** ⇒ Stazione SINT1 (“CAMPLORO DI SOTTO”)

Nel bacino sotteso dopo circa 17 km di percorso del Torrente non sono state censite né derivazioni, né scarichi, né sorgenti.

5- **T. SINTRIA** ⇒ Stazione SINT2 (“SINTRIOLA - a monte dell'immissione in Senio”)

Nell'intero bacino non sono state censite sorgenti.

Il confronto mensile fra il volume apportato dall'unico scarico proveniente da depuratore urbano e quello complessivo derivato dalle 18 derivazioni, delle quali 17 sono a fini irrigui, mostra un saldo negativo:

| | maggio (m ³) | giugno (m ³) | luglio (m ³) | agosto (m ³) | settembre (m ³) |
|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| apporti da scarichi | 624 | 604 | 624 | 624 | 604 |
| derivazioni | 39.266 | 73.605 | 15.5351 | 58.059 | 35.205 |
| differenza | -38.642 | -73.001 | -154.727 | -57.435 | -34.601 |

6- **R. CESTINA** ⇒ Stazione CEST1 (“CA' DI ZABATTA – a monte”)

A Cà di Zabatta, poco a monte della sezione di campionamento e di misura, è in funzione una duplice derivazione idropotabile e agricola che asporta ingenti, per il Rio Cestina, quantitativi di acqua: in luglio 27.674 m³ (pari a 10,3 l/s medi) e complessivamente, da maggio a settembre 135.476 m³.

Se si considera che nel mese di luglio si verificano mediamente 27 giorni di completa assenza di precipitazioni meteoriche e che nel periodo estivo la mancanza di piogge si estende per 122 dei 153 giorni (pari all'80%), questa derivazione assume, in assenza di scarichi e sorgenti, un ruolo di grande rilievo nel condizionare le portate fluviali.

Il bilancio di massima rilevato mensilmente, benché parziale, evidenzia le seguenti particolari criticità con deficit negativo:

- da maggio a settembre sia sul T. Senio alla stazione di Riolo Terme che sul T. Sintria in chiusura di bacino alla stazione di Sintriola;
- in giugno ed in luglio alla stazione intermedia di Mercatale sul T. Senio;

tali andamenti sono in linea con il trend riscontrato nei precedenti paragrafi in cui i mesi estivi sono di particolare criticità.

Sul Rio Cestina, seppur lo studio non ha prodotto un bilancio idrico distinto mensilmente, tuttavia gli usi globali in atto (acquedottistico e agricolo) che gravano lungo il percorso del rio condizionano pesantemente gli afflussi, ciò anche in riferimento alla modesta superficie del bacino (circa 17 km²).

3. PROPOSTE OPERATIVE

Il quadro delle “proposte operative” riguardante in modo particolare il territorio toscano si riferisce principalmente alla ricerca di possibili sinergie tra le azioni che hanno come obiettivo diretto quello di migliorare gli ecosistemi naturali e, in particolare, quello fluviale.

Il principio che sta alla base della definizione delle linee d’azione previste sul bacino del Senio è quello della “riattivazione” delle dinamiche naturali. Inoltre si sottolinea come alcune delle indicazioni proposte possono essere utili anche per raggiungere altri obiettivi (ad esempio l’idoneità alla vita dei pesci, il miglioramento del regime idrologico, la riduzione del rischio idromorfologico, ecc.).

Le proposte elaborate per le 3 tematiche trattate in questo capitolo (fascia di vegetazione riparia, tutela quantitativa del tratto toscano, sistemi tampone per mitigare gli apporti inquinanti da viabilità prospiciente le aree di pertinenza fluviale) potrebbero comunque essere applicate anche nel tratto romagnolo montano che presenta caratteristiche ambientali e carenze idrologiche simili. Per la parte riguardante il territorio romagnolo, gli indirizzi e le misure sono comunque ampiamente trattate a cura della Provincia di Ravenna all’interno del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) in attuazione del PTA a cui si rimanda.

3.1. FASCIA DI VEGETAZIONE RIPARIA

Nell’ambito delle aree adiacenti al corso d’acqua, individuate con un *Livello di criticità* “ELEVATO” (a titolo di esempio: indicate in *rosso* nella **figura 7** del capitolo sulle “Aree di pertinenza dei corpi idrici”), si propongono interventi di miglioramento o di reimpianto della fascia riparia, secondo modelli selvicolturali specifici e multifunzionali che tengono conto degli aspetti di miglioramento eco-strutturale della vegetazione.

L’incrocio con una analisi catastale permetterebbe di individuare l’interlocutore per la realizzazione delle proposte operative (pubblico/privato) e le possibili azioni da conseguire (finanziamenti pubblici, Piani di Sviluppo Rurale, ecc.).

In generale, nel caso che gli interventi siano realizzati su:

- **aree pubbliche:** i finanziamenti dovrebbero recepire le indicazioni e quando possibile inserire negli interventi di gestione e manutenzione degli ambiti fluviali, progetti di ricostituzione e miglioramento vegetazionale delle aree critiche;
- **aree private:** i Piani di Sviluppo Rurale messi a punto dalla Regione e dalla Provincia potrebbero contenere misure (come indicato nel PTA della Regione Toscana) per il finanziamento ad aziende agricole per la ricostituzione ed il miglioramento delle fasce di vegetazione riparia per la tutela della risorsa idrica.

Riassumendo (vedi **tabella 6** e **tabella 7** nel capitolo sulle “Aree di pertinenza dei corpi idrici”), la classificazione delle aree ad “ELEVATA” criticità, sono riscontrabili (sia nel pubblico

che nel privato) nei seguenti casi di “Grado di efficacia” della fascia tampone arborea (valore determinato dalla dinamica funzionale tra le caratteristiche della fascia tampone -estensione, struttura, consistenza- e l’uso del suolo retrostante):

| Grado di Efficacia | Descrizione della fascia tampone | Sigla di riconoscimento |
|---------------------------|--|--------------------------------|
| GRADO IV | assenza di fascia tampone | -- |
| GRADO IV | vegetazione erbaceo-arbustiva disturbata con profondità < di 10 m | 3sCIV |
| GRADO III | vegetazione erbaceo-arbustiva disturbata con profondità compresa tra 10 e 20 m | 3sBIII |
| GRADO III | vegetazione erbaceo-arbustiva disturbata con profondità > di 20 m | 3sAIII |
| GRADO III | boschi degradati di robinia con sporadici nuclei di salico-pioppeto con profondità < di 10 m | 2sCIII |

Nell’ambito di queste tipologie di partenza (IV e III Grado) i possibili interventi per attenuare il “Livello di criticità” sono riconducibili ai seguenti due casi:

- 1) Assenza o presenza di fascia tampone composta da vegetazione erbaceo-arbustiva
- 2) Presenza di boschi degradati di robinia con sporadici nuclei di salico-pioppeto con profondità < di 10 m

Più nel dettaglio:

- 1) Assenza o presenza di fascia tampone composta da vegetazione erbaceo-arbustiva (sigla di riconoscimento: **3sCIV**, **3sBIII**, **3sAIII**)

Tali classi dovrebbero essere interessate da interventi volti alla ricostituzione dell’ambiente forestale attraverso:

- a) impianti di siepi/filari di alberi/arbusti di specie tipiche del pioppo-saliceto (pioppo, salice, frassino) con presenza sporadica di ontano nero e salici arbustivi su scarpate in alveo (di almeno 10 m dalla sponda del corso d’acqua);
 - b) impianto di fascia boscata stratificata riconducibile al salico-pioppeto con presenza di salici arbustivi con consolidamento delle scarpate in alveo (di ampiezza minima di 10 m).
- 2) Presenza di boschi degradati di robinia con sporadici nuclei di salico-pioppeto con profondità < di 10 m (sigla di riconoscimento: **2sCIII**), dovrebbe essere previsto:
 - a) ampliamento dell’ampiezza della fascia riparia fino ad almeno 10 m con miglioramento specifico-strutturale, mediante arricchimento specifico con impianto di arbusti a difesa delle sponde e piante arboree. Graduale contenimento della robinia e di altre infestanti.

In riferimento e ad integrazione alle indicazioni riportate, si rimanda alle “Direttive in attuazione del piano Stralcio per il Bacino del Torrente Samoggia” (Deliberazione n. 1/5 del 17.04.03 – Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino del Reno) che contengono una sezione dedicata alla “Costituzione, mantenimento e manutenzione della fascia di vegetazione riparia, per la manutenzione del substrato dell’alveo e per il potenziamento dell’autodepurazione dei canali di sgrondo e dei fossi stradali”. Infatti in questa parte sono individuati modelli ed interventi di gestione in diverse sezioni fluviali del bacino del T. Samoggia che potrebbero essere utilizzate come sezioni di riferimento ed applicate anche nel tratto toscano del Torrente Senio.

Al fine di rendere chiaro e conosciuto l’obiettivo da raggiungere con gli interventi per la costituzione e/o miglioramento della fascia di vegetazione riparia, a titolo di esempio si riportano 2

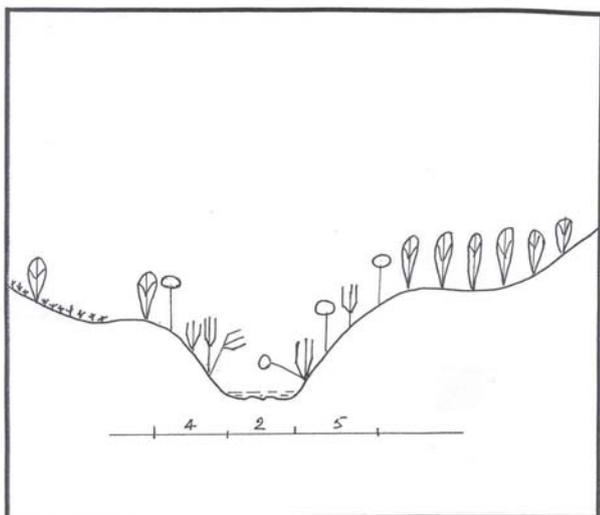
trasetti vegetazionale rilevati sul Torrente Samoggia in cui sono state osservate situazioni di criticità e che potrebbero ritrovarsi anche nel Torrente Senio.

La simbologia delle specie vegetazionali utilizzata nei trasetti è la seguente:

| | | | | | |
|---|----------------------|---|------------------|---|---|
|  | Bosco meso-termofilo |  | Pioppi arborei |  | Salici arborei |
|  | Robinia |  | Ontano nero |  | Altre latifoglie (frassini, carpino, olmo, acero camp.) |
|  | Sambuco |  | Salici arbustivi |  | Specie erbacee |

Sezione 1 (450 m slm)

Transetto vegetazionale attuale e immagine fotografica della sezione



Stato attuale

Alveo soggetto a regimazione idraulica (serie di briglie); vegetazione riparia in discrete condizioni strutturali e specifiche. Bosco ceduo a prevalenza di pioppo nero, salice bianco (*Salix alba*) ed ontano nero. Versanti soggetti a dissesto idrogeologico. In sinistra idraulica è diffuso il bosco ceduo di querce (cerro e roverella); in destra sono presenti attività agro-zootecniche (medica, ed incolti).

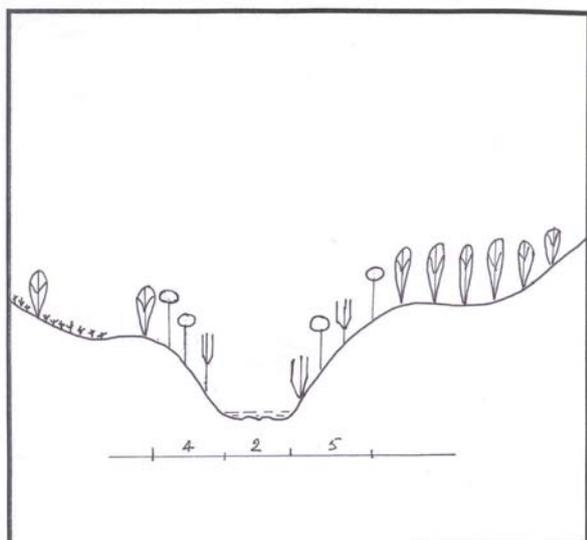
Modello potenziale di riferimento

Bosco riparia a prevalenza di ontano con struttura articolata e presenza di altre specie arboree (pioppo e salice) ed arbustive lungo le rive (*Salix purpurea*, *S. fragilis*, *S. eleagnos*, *Cornus sanguinea*, ecc.).

Interventi gestionali

Sono possibili eventuali diradamenti finalizzati a favorire lo sviluppo dell'ontano e a contenere e/o impedire l'eventuale insediamento di specie alloctone (robinia, ecc.).

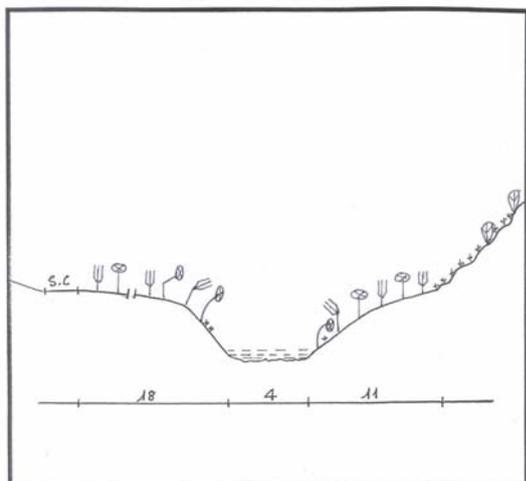
Sono possibili interventi finalizzati a salvaguardare la funzionalità idraulica (taglio ed asportazione di piante a rischio di caduta in alveo).



**Transetto vegetazionale
con modello finale di riferimento**

Sezione 2 (330 m slm)

Transetto vegetazionale attuale e immagine fotografica della sezione



Stato attuale

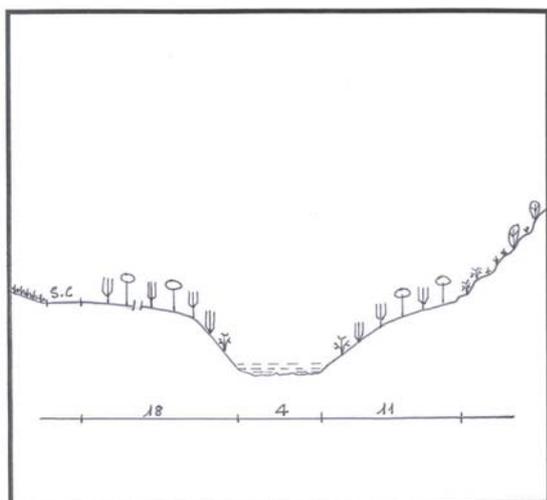
L'alveo del torrente scorre tra fasce ripariali arboree moderatamente degradate con presenza di pioppi e robinia. A tratti il disturbo antropico è maggiore con attività agricole che si estendono fin sulle sponde (seminativi e prati). L'uso del suolo prevalente è a bosco.

Modello potenziale di riferimento

Bosco riparia a prevalenza di pioppi e salici con presenza di ontano. Ampiamento, ove possibile, della vegetazione (arborea e arbustiva) già presente con contenimento della diffusione di robinia.

Interventi gestionali

Diradamenti sulle ceppaie e per finalità idraulica. Graduale introduzione di piante di ontano e interventi selvicolturali a carico della robinia.



**Transetto vegetazionale
con modello finale di riferimento**

Per quanto riguarda le fasce con un *Livello di criticità* “MODERATO” (colore verde, vedi [figura 7](#)), nel caso in cui rientrino in aree di demanio pubblico, potrebbero essere oggetto, nell’ambito della gestione attuata dagli Enti preposti (Consorzio di Bonifica, Comunità Montana, ecc.), interventi di valorizzazione quali-quantitativa della vegetazione riparia per un auspicabile miglioramento del livello di criticità da “MODERATO” ad “ASSENTE”.

3.2. TUTELA QUANTITATIVA NEL TRATTO TOSCANO

In estrema sintesi, la prima parte della presente relazione riguardante l’analisi conoscitiva, ha evidenziato che il Torrente Senio in località “Castagno”, sezione di chiusura del tratto toscano, presenta una portata “critica” (cioè evidenzia una portata per almeno 60 giorni all’anno inferiore al DMV, così come definito dall’art. 9 del PTA della Regione Toscana), per deflussi minimi (Q_{min}), nel rispetto del DMV “sperimentale”, nel periodo indagato dal 2004 al 2006 e precisamente: 91 giorni nel 2004, 64 giorni nel 2005 e 90 giorni nel 2006. Gli altri andamenti che hanno mostrato la suddetta “criticità” sono stati rilevati nel 2004: 66 giorni per la portata media nel rispetto del DMV “sperimentale” e 70 giorni per la portata minima nel rispetto del DMV “idrologico”.

La situazione sopra descritta mostra pertanto un andamento particolarmente “critico” se si osservano le portate minime giornaliere, di minore peso se si considerano le medie; tale trend è comunque un aspetto significativo delle dinamiche fluviali del corso d’acqua conseguente all’andamento stagionale ed agli usi in atto in quanto le portate minime (Q_{min}) rappresentano maggiormente l’andamento giornaliero provocato sia da fattori naturali quali l’evapotraspirazione, l’infiltrazione, ecc, sia antropici quali i prelievi e immissioni d’acqua.

Alla luce di quanto detto ed al fine di tutelare quantitativamente il Torrente Senio dovranno essere attuate le misure necessarie a garantire il mantenimento dei valori di DMV e ad evitare situazioni di deficit di bilancio, con innegabili vantaggi anche per il mantenimento degli obiettivi di qualità che attualmente alla stazione di monitoraggio di “*Presa acquedotto-Palazzuolo*” è “Buono” ma che al 2016 dovrà essere raggiunto lo stato di “Elevato”. Infatti l’obiettivo di qualità ambientale del corso d’acqua dovrebbe essere il vero traguardo da conseguire anche attraverso il rispetto del DMV, quale strumento.

In buona sostanza gli indirizzi per sostenere le portate di magra del corso d’acqua del territorio toscano, considerato le peculiarità idrologiche e fisiche dell’area in questione (altitudine, piovosità, superficie, ecc.), devono prevedere in particolare la realizzazione di invasi per ridurre il deficit nel

rispetto del DMV, mentre la sospensione delle derivazioni in questo tratto toscano sembrerebbero non incidere in maniera significativa come evidenziato in precedenza nel settore riguardante gli usi in atto (potabile, idroelettrico, ittico, irriguo, ecc.).

Una ulteriore salvaguardia a sostegno dei periodi con portata “critica” del T. Senio potrebbe essere quella indicata al punto 5 dell’art. 5 delle norme del PTA della Toscana, cioè di non rilasciare nuove concessioni di derivazioni ad eccezione di quelle ad uso idropotabile; nel caso siano rilasciate altre concessioni devono essere ridotte di una pari quantità le concessioni esistenti ad uso non potabile.

Per quanto riguarda nello specifico il rilascio di nuove concessioni per uso potabile, tale autorizzazione potrebbe essere accolta qualora non sia possibile soddisfare la richiesta mediante l’utilizzo di altre fonti alternative e qualora siano state poste in essere tutte le misure atte alla razionalizzazione ed al risparmio della risorsa idrica.

3.3. SISTEMI TAMPONE PER MITIGARE GLI APPORTI INQUINANTI DA VIABILITA’ PROSPICIENTE LE AREE DI PERTINENZA FLUVIALE

Le strade ed il relativo traffico dei veicoli sono una delle più significative cause di inquinamento delle acque superficiali.

Nel caso in cui la viabilità sia prospiciente alle aree fluviali ad “ELEVATA” criticità, sarebbe opportuno prevedere interventi per la mitigazione dell’impatto delle acque di prima pioggia, attenendosi anche ai contenuti specifici previsti nel Capitolo IV⁽¹⁰⁾ delle “*Linee guida di indirizzo per la gestione delle acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia*” (deliberazione di G.R. dell’Emilia-Romagna n. 1.860 del 18.12.06), studio a cui ha partecipato anche l’Autorità di Bacino.

Inoltre, al fine di limitare l’apporto diretto di inquinanti ed elementi eutrofizzanti, veicolati dalle acque meteoriche di dilavamento della rete stradale, potrebbero essere seguite le seguenti indicazioni schematiche:

- a) prevedere un ampliamento della sezione di deflusso ordinaria mediante la realizzazione di un piano posto ad una quota intermedia tra il fondo del canale/fosso ed il piano di campagna, tale da consentire la tracimazione delle acque in caso di abbondanti e/o violente piogge;
- b) prevedere lo scolo delle acque di canali e fossi con limitata sezione o semplici caditoie di sgrondo di viadotti stradali in zone “tampone”, piuttosto che lasciarle confluire direttamente nel corpo idrico recettore; si tratta di realizzare un sito di “temporanea accoglienza” con la vegetazione tipica del tratto fluviale.

In tutti i casi gli interventi devono essere realizzati con tecniche di ingegneria naturalistica.

Per la progettazione di adeguati ambiti tampone, in grado di contenere e mitigare gli effetti degli inquinanti veicolati dalle acque di prima pioggia che dilavano la rete viaria extraurbana, è necessario acquisire le informazioni di base per ogni fase della progettazione e del relativo grado di approfondimento.

La seguente figura riporta lo schema generale delle attività di progettazione:

⁽¹⁰⁾“*Indicazioni metodologiche nella scelta, progettazione e gestione dei sistemi tampone per mitigare l’inquinamento delle acque di prima pioggia dalle reti viarie*”, a cura di Canciani L., Cavazza C., Locascio A., Salmoiraghi G., 2006.



Poiché non esistono metodi particolarmente semplificati e speditivi per il dimensionamento delle aree tampone delle acque di prima pioggia dilavanti le strade extraurbane, è necessaria una progettazione *sito-specifica* basata su approfondimenti morfologici e orografici relativi alle realtà locali sia del tratto stradale sia del corpo idrico ricettore.

Per quanto riguarda il corso d'acqua ricettore i metodi di indagine da usare sono ben conosciuti e facilmente applicabili; derivano dalle normative nazionali ed europee in vigore (D.Lgs. 152/06; EU 60/2000) e dal consolidato uso di indici bio-ecologici quali:

- B.S.I. (*Buffer Strip Index o Indice della capacità tampone*) che fornisce la misura della capacità delle rive di filtrare, metabolizzare e bioaccumulare gli elementi ed i composti veicolati sia dalle acque fluviali sia dalle acque di dilavamento superficiale e subsuperficiale (Braioni e Penna, 1998);
- I.B.E. (*Indice Biotico Esteso*) tramite il quale si identifica la classe di qualità biologica dei corsi d'acqua (D.Lgs. 152/99 e s.m.) utilizzando le comunità dei macroinvertebrati bentonici (Ghetti, 1997);
- I.F.F. (*Indice di Funzionalità Fluviale*) per una identificazione ponderata dello stato complessivo dell'ambiente fluviale e della sua funzionalità (ANPA, 2000);

- QHEI (*Qualitative Habitat Evaluation Index*) o Indice di Valutazione della Qualità dell'Habitat, messo a punto dall'EPA (U.S.EPA, 1987 e 1989; Kwang-Guk et al., 2002) ed utilizzato per valutare l'idoneità dei tratti fluviali per la fauna ittica;
- W.S.I. (*Wild State Index o Indice della valenza naturalistica*) misura il grado di naturalezza degli alvei e delle rive e riflette la loro potenzialità nel sostenere un relativo livello di biodiversità (Braioni e Penna, 1998).

Dal punto di vista strutturale, alla stregua delle manutenzioni indispensabili per mantenere efficiente la struttura stradale extra urbana, è necessario, anche per gli ambiti tampone realizzati a servizio e completamento della rete viaria, compiere con cadenza temporale prefissata, i seguenti controlli e l'eventuale manutenzione ordinaria:

- verifica annuale della tenuta strutturale della sezione di deflusso dei fossi e delle opere annesse, in relazione a possibili cedimenti dovuti all'erosione o a frane localizzate;
- verifica biennale della capacità di deflusso della sezione dei fossi che può ridursi per la presenza di specie arboree e arbustive invadenti (Robinia, Ailanto, Amorpha, Rovo, ecc.) o per l'improprio abbandono di rifiuti solidi urbani;
- verifica quinquennale sull'interramento della sezione.

Oltre a ciò, in ragione della funzione primaria degli ambiti tampone delle acque di prima pioggia, è necessario compiere indagini analitiche finalizzate a valutare l'accumulo di composti ed elementi inquinanti sia nei sedimenti sia nelle essenze vegetali. Questo monitoraggio va eseguito a completamento dell'opera e a cadenza successiva quinquennale.

4. BIBLIOGRAFIA

- 1) A.N.P.A. 2000. I.F.F. *Indice di Funzionalità Fluviale*. Manuale A.N.P.A. 2000, Roma, pp. 223.
- 2) Autorità di Bacino del Reno. 2001. *Piano Stralcio per il Bacino del T. Senio*. Delibera C.I. n. 2/2 del 08.06.2001.
- 3) Autorità di Bacino del Reno. 2004. *Contributo per aggiornare ed approfondire le conoscenze sulla conformazione e la qualità dell'alveo, delle rive e delle fasce di pertinenza fluviale*. Supporto all'attività di pianificazione relativa alla redazione della variante di adeguamento del vigente Piano Stralcio per il Bacino del Torrente Senio. novembre.
- 4) Autorità di Bacino del Reno. 2005. *Studio per la determinazione del Deflusso Minimo Vitale Sperimentale nel bacino idrografico del Fiume Reno*. Con la collaborazione del Dipartimento di Biologia Evoluzionistica Sperimentale dell'Università di Bologna, CD.
- 5) Autorità di Bacino del Reno. 2005. *Archivio dei dati pluviometrici validati del bacino del fiume Reno per il periodo 1916-2004*. Con la collaborazione di ARPA Emilia-Romagna Servizio Meteorologico.
- 6) Autorità di Bacino del Reno. 2007. *Analisi del bilancio idrico delle colture intensive nel Bacino montano del Torrente Senio*. marzo.
- 7) Braioni, G. & Penna, G. 1998. I nuovi Indici Ambientali sintetici di valutazione della qualità delle rive e delle aree riparie: Wild State index, Buffer Strip index, Environmental Landscape Indices: il metodo. Bollettino C.I.S.B.A. 6.
- 8) Canciani L., Cavazza C., Ghermandi G., Lenzi D., Locascio A., Salmoiraghi G. 2006. *Realizzazione di un piano di gestione integrato del corridoio fluviale dei Torrenti Senio e Sintria*. Biologi Italiani. ottobre, 69-81.
- 9) Canciani L., Cavazza C., Locascio A., Salmoiraghi G. 2006. *Indicazioni metodologiche nella scelta, progettazione e gestione dei sistemi tamponi per mitigare l'inquinamento delle acque di prima pioggia dalle reti viarie*. Assessorato Ambiente e Sviluppo Sostenibile. Sezione IV, Delibera di G.R. dell'E-R n. 1.860 del 18.12.06.
- 10) Cavazza C., Canciani L., Rigotti M., Correggiari S., Pavanelli D. 2007. *Proposta di metodologia per la caratterizzazione del "grado di efficacia" delle fasce riparie: applicazione ad un tratto pedecollinare del Fiume Reno*. Atti del convegno Aqua fest. Recanati-Giardini Naxos (ME). 25, 26 e 27 ottobre 2007. In corso di stampa.
- 11) CISBA 1993. *La Gestione Naturalistica dei Fossi*. Da Nature Conservancy Council.
- 12) Cordovani C. 2006. *Studio del coefficiente di deflusso del bacino del Senio a Castel Bolognese e del bacino del Foglia a Montecchio in relazione ai cambiamenti d'uso del suolo negli ultimi vent'anni*". Tesi di laurea. Università degli Studi di Urbino, Facoltà di Scienze Ambientali, anno accademico 2005-06.

- 13) Decreto Legislativo 152. 1999. *Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole*. Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana n. 101/L, Roma
- 14) Direttiva 2000/60/CE. *Direttiva quadro sulle acque*. Parlamento Europeo e del Consiglio del 23.10.00. Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea L 327/1. 22.12.00.
- 15) Ferrari C., dell'Aquila L. (1994). *Aspetti vegetazionali delle aste fluviali principali del bacino idrografico del Fiume Reno nel territorio montano e collinare*. Autorità di Bacino del Reno, Bologna. pp 27.
- 16) Ghetti, P.F. 1997. *Indice Biotico Esteso (I.B.E.). I macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque corrente*. Provincia di Trento. pp. 222.
- 17) Provincia di Ravenna. 2005. *Prima individuazione dei siti lungo i corsi d'acqua naturali ed artificiali della provincia di Ravenna da rinaturalizzare e/o affiancare con fasce tampone boscate*. Settore Ambiente e Suolo. gennaio. 43 pp.
- 18) Provincia di Ravenna. 2006. *Piano Provinciale di Tutela delle Acque della Provincia di Ravenna*. Documento preliminare. Settore Ambiente e Suolo. ottobre. 356 pp.
- 19) Regione Emilia-Romagna. 1993. *Manuale Tecnico di Ingegneria Naturalistica*. Bologna, 237 pp.
- 20) Regione Emilia-Romagna. 2005. *Piano di Tutela delle Acque*. Assessorato Ambiente e Sviluppo Sostenibile. Dicembre. Bologna, 371 pp.
- 21) Regione Toscana. 2003. *Piano di Tutela delle Acque della Toscana*. Volume 6: "Bacino del Fiume Reno". Direzione Generale delle Politiche Territoriali e Ambientali. Dicembre. Firenze, 455 pp.