

OBIETTIVO ARNO
I RIFLETTORI SUL FIUME

Report analisi IFF ed IBE

Autori

Federico Gasperini

Beatrice Pucci

Laura Leone

David Puccioni

Realizzazione cartografica

Marco Gardenti

Coordinamento editoriale: Fausto Ferruzza

Report analisi IFF ed IBE

INDICE

1	PREMESSA ED OBIETTIVI	4
2	MATERIALE E METODI	8
2.1	INDICE DI FUNZIONALITÀ FLUVIALE (IFF)	8
2.2	INDICE BIOTICO ESTESO (IBE)	10
3	AREA DI STUDIO	13
4	RISULTATI DELL'INDICE DI FUNZIONALITÀ FLUVIALE	16
4.1	MACROTRATTO A: SCHEDE DESCRITTIVE	16
4.1.1	Interpretazione dei dati	39
4.2	MACRO TRATTO B: SCHEDE DESCRITTIVE	44
4.2.1	Interpretazione dei dati	54
4.3	MACROTRATTO C: SCHEDE DESCRITTIVE	60
4.3.1	Interpretazione dei dati	81
4.4	MACROTRATTO D: SCHEDE DESCRITTIVE	86
4.4.1	Interpretazione dei dati	101
4.5	CONCLUSIONI	106
5	RISULTATI DELL'ANALISI IBE	107
5.1	STAZIONI DI CAMPIONAMENTO	107
5.1.1	Stazione Arno 1 "monte della confluenza del torrente Solano"	109
5.1.2	Stazione Arno 2 "valle della confluenza del torrente Rassina"	110
5.1.3	Stazione Arno 3 "S. Ellero"	111
5.1.4	Stazione Arno 4 "Il Girone"	112
5.1.5	Stazione Arno 5 "Cascine"	113
5.1.6	Stazione Arno 6 "Marcignana"	114
5.1.7	Stazione Arno 7 "Castelfranco di Sotto"	115
5.2	DISCUSSIONE DEI RISULTATI	116
5.2.1	Qualità biologica a "monte della confluenza del torrente Solano"	116
5.2.2	Qualità biologica a "valle della confluenza del torrente Rassina"	117
5.2.3	Qualità biologica a "S.Ellero"	119
5.2.4	Qualità biologica al "Girone"	121
5.2.5	Qualità biologica alle "Cascine"	122
5.2.6	Qualità biologica a "Marcignana"	123
5.2.7	Qualità biologica a "Castelfranco di Sotto"	125
5.3	CONCLUSIONI	127

6	CONSIDERAZIONI FINALI	128
6.1	INDICAZIONI PER UN MANTENIMENTO/MIGLIORAMENTO DELLA FUNZIONALITÀ FLUVIALE	129
7	BIBLIOGRAFIA	131
	INDICE DELLE FIGURE E DELLE TABELLE	133

1 Premessa ed obiettivi

Il fiume è stato il grande protagonista di tutte le fasi della civilizzazione umana: fonte di irrigazione, via di comunicazione, fonte di energia, luogo di lavoro e d'incontro. Ma nella società contemporanea ha perso gran parte di questi ruoli scomparendo dalla vita dei cittadini. Questo è avvenuto ovunque, in particolare nelle grandi città; non si va più al fiume per giocare o per pescare. I fiumi non si vedono, nascosti da muraglioni di cemento, scorrono per conto loro, come se non avessero nulla a che spartire con il territorio. I fiumi sono scomparsi dall'immaginario collettivo, salvo irrompere prepotentemente quando le inondazioni creano vittime e danni.

Il recupero della cultura del fiume e del suo rapporto con il proprio territorio, la conoscenza delle relazioni fra sviluppo e fiume, la memoria del fiume nelle sue popolazioni in prospettiva di una fruibilità ambientalmente sostenibile sono concetti che vanno di pari passo con la sua qualità ecosistemica.

Partendo da un'ottica generale, è ormai chiaro che gli scenari globali abbiano risvolti locali ben evidenti. Un sistema energetico fondato sul ricorso diffuso alla combustione di risorse di origine fossile è causa dei cambiamenti climatici in atto, dell'effetto serra, di disastri ambientali; recenti studi dimostrano come l'Arno sia un efficace indicatore ambientale locale di cambiamenti climatici di scala globale dovuti a questo tipo di politica energetica.

A fronte di un continuo aumento della domanda di acqua dovuto a molti motivi tra cui la crescita della popolazione, l'aumento della produzione agricola, gli stili di vita, si impone una seria politica di salvaguardia, risparmio e conservazione della risorsa idrica, che secondo le ipotesi più pessimistiche, anche se attuata, contribuirà solamente a limitare i danni nei prossimi 50 anni. La crisi idrica del 2003 è un ricordo ancora ben presente per molti cittadini della nostra Regione.

Dal punto di vista normativo ci troviamo in una fase di transizione che apre una strategia nuova nella difesa dei fiumi e dai fiumi data l'approvazione dei Piani di Tutela e soprattutto con il recepimento della Direttiva Europea 2000/60/CE, avvenuto recentemente con la Legge Delega, che assegna un ruolo centrale per l'informazione e la partecipazione attiva di tutte le parti interessate anche nei Piani di Gestione dei futuri distretti idrografici.

In questo quadro si colloca il presente progetto.

La Direttiva Europea 2000/60/CE istituisce un quadro di azione comunitaria per la protezione delle acque superficiali interne, delle acque costiere e sotterranee da attuarsi attraverso un approccio integrato. In via sintetica i principali obiettivi della Direttiva Quadro Acque sono:

- evitare l'ulteriore degrado e migliorare lo stato degli ecosistemi acquatici e terrestri collegati ai corpi idrici
- garantire la disponibilità futura e l'uso sostenibile dell'acqua
- minimizzare l'inquinamento e l'emissione di inquinanti nell'ambiente
- ridurre i rischi di inondazioni e di siccità.

Come è possibile osservare si intersecano gli aspetti qualitativi e quantitativi della risorsa idrica. Già il Piano di Tutela delle Acque della Toscana, strumento del D.Lgs. 152/99, impone una nuova attenzione alla tutela dei corsi d'acqua. Si cerca di intervenire sulle fonti inquinanti e sui carichi pensando all'effetto complessivo che avranno sul corpo idrico ricevente, e in modo integrato si affrontano i problemi qualitativi e quantitativi. Questi aspetti, pur importantissimi, potrebbero non essere sufficienti per dichiarare che un corso d'acqua è in buono stato di salute. Occorre avere una visione più ampia considerando anche il grado di artificializzazione, lo stato della vegetazione riparia, l'interazione del fiume con le aree golenali inondabili, l'equilibrio dinamico dal punto di vista geomorfologico, la capacità del corpo idrico di ospitare comunità vegetali e animali abbondanti e diversificate. Adottare una strategia di riqualificazione fluviale per un corso d'acqua da un punto di vista ambientale può significare rinaturalizzarlo o portarlo ad un nuovo stato giudicato "buono", così come indicato dalla Direttiva 2000/60, considerando il tessuto antropico in cui l'ecosistema fluviale è inserito. Con questa nuova logica sarà necessario intervenire anche nel bacino dell'Arno.

In parallelo, deve rimanere elevata l'attenzione sugli aspetti idrologici. Il regime del fiume Arno è caratterizzato da forti variazioni di portata del corso d'acqua, in cui si registrano periodi di "magra" molto spinti e "piene" talvolta rovinose come testimoniano le oltre 50 alluvioni che hanno colpito Firenze negli ultimi 1000 anni.

Gli interventi strutturali e non strutturali per la mitigazione del rischio idraulico, danno inizio ad una stagione importante per la Toscana, sia dal punto di vista territoriale che economico, in cui si ha il passaggio dall'impiego di denaro per tamponare i danni provocati

dalle alluvioni, all'utilizzo di fondi per la prevenzione che porterà alla diminuzione del livello di rischio idrogeologico.

Le opere strutturali, in particolare quelle di tipo puntuale (casce di espansione), nel loro complesso avranno un impatto sull'ambiente. Questi interventi porteranno, in alcuni casi, inevitabilmente profonde modifiche sulla fruizione del territorio e conseguenze di tipo ecologico. A queste si aggiungono problemi relativi al recupero ed alla definizione delle nuove destinazioni d'uso delle aree e alle politiche di espropriazione e servitù.

D'altra parte è auspicabile che questo frangente possa costituire anche l'occasione per una forte azione di riqualificazione ambientale: in alcuni casi sarà possibile mantenere le funzioni esistenti, se compatibili con l'inondazione periodica e se sono di qualità (vedi agricoltura a basso impatto ambientale), in altri, ad esempio, sarà possibile costituire nuovi ambienti umidi d'acqua dolce di elevato valore naturalistico collegati attraverso reti ecologiche ai parchi fluviali esistenti o futuri. In questo modo avremo applicata la doppia funzione di valorizzazione paesaggistica del territorio e di restituzione della pertinenza fluviale che spesso è andata perduta.

Per una valutazione di tutti gli aspetti prima citati, e che riguardano l'ecosistema fluviale, la fase di monitoraggio risulta fondamentale ai fini dell'individuazione delle fonti di alterazione, per valutare il rispetto dei limiti imposti dalla legislazione vigente, per individuare gli eventuali correttivi ed intraprendere strategie di riqualificazione.

L'equipe tecnica di Legambiente Toscana ha svolto controlli qualitativi sull'ambiente fluviale utilizzando l'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF). Tale indice, inserito a livello europeo come *best practice* nell'elenco degli indici europei nella Direttiva sulle acque, si pone l'obiettivo principale di valutare lo stato complessivo dell'ambiente fluviale e della sua funzionalità, intesa come risultato della sinergia e dell'integrazione di un'importante serie di fattori biotici ed abiotici presenti nell'ecosistema acquatico e in quello terrestre ad esso collegato. A supporto dell'Indice di Funzionalità Fluviale, in alcune stazioni specifiche, è stato effettuato l'Indice Biotico Esteso (metodo I.B.E.), uno dei metodi più consolidati tra quelli che basano il giudizio di qualità sul valore indicatore di alcuni taxa e contemporaneamente sulla ricchezza complessiva di unità sistematiche della comunità dei macroinvertebrati bentonici di acque superficiali.

Nello specifico sono stati monitorati circa 100 Km di fiume Arno (più del 40% della sua lunghezza complessiva), comprendenti quei tratti di sponda fluviale dell'asta principale interessati dalle opere strutturali volte alla riduzione del rischio idraulico. Il riferimento è a

quelle zone dove sono previste opere di tipo puntuale (casce d'espansione), contenute nel Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) e programmate nella prima fase di interventi nell'Accordo di Programma Integrativo del febbraio 2005 tra Ministero dell'Ambiente, Regione Toscana e Autorità di Bacino dell'Arno.

Complessivamente l'indice di funzionalità fluviale ha messo in luce le criticità attuali dell'ecosistema fluviale, i tratti di pregio, le zone da riqualificare.

In tutto il tratto indagato sono state valutate anche le discontinuità del corridoio ecologico in senso trasversale e le interconnessioni tra le funzioni esistenti nel territorio circostante al corso d'acqua e l'ambiente fluviale vero e proprio.

Lo studio può rappresentare uno strumento utile per la pianificazione territoriale delle funzioni più compatibili e potrà anche eventualmente essere un contributo per gli Enti attuatori e per i progettisti degli interventi strutturali per la mitigazione del rischio idraulico, che dovranno agire con la logica del mantenimento della massima funzionalità possibile dell'ecosistema fluviale, oppure in presenza di aree già degradate, intervenire con l'obiettivo della riqualificazione.

2 Materiale e Metodi

2.1 INDICE DI FUNZIONALITÀ FLUVIALE (IFF)

L'**Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.)** è un metodo messo a punto dall'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (ora APAT), per valutare lo stato complessivo dell'ambiente fluviale e della sua funzionalità, intesa come capacità autodepurativa derivante dalla interazione di vari sistemi biotici e abiotici presenti nell'ecosistema acquatico e in quello terrestre ad esso collegato.

La prima versione del metodo pubblicata da ANPA (Manuale ANPA 2000) rappresenta dunque una rielaborazione dell'RCE-I (Riparian Channel Environmental Inventory), ideato alla fine degli anni '80 da Petersen dell'Istituto di Limnologia dell'Università di Lund (Svezia) per avviare un censimento dello stato degli alvei e delle fasce riparie. Nell'intento di adattare tale metodo ricognitivo alla realtà dei corsi d'acqua italiani (Siligardi e Maiolini, 1990; 1993) ne sono state sviluppate le potenzialità come indice dello stato funzionale dell'ambiente fluviale, considerato come ecosistema complesso, anche nell'intento di mantenere e ancor più sviluppare un approccio olistico delle problematiche che gravitano intorno ad esso.

L'IFF viene così oggi utilizzato nella sua seconda revisione (Manuale ANPA, 2003) per definire il livello di funzionalità di un corso d'acqua ed eventualmente individuare, in maniera sistematica ed obiettiva, i motivi di scarsa naturalità di ciascun tratto esaminato. Ciò consente di ottenere una lettura costruttiva dell'elaborato, con la precisa finalità di avviare un auspicabile processo di riqualificazione dei nostri fiumi.

La scheda di valutazione è organizzata in 14 domande a risposte multiple predefinite che spaziano tra diversi comparti ambientali, quali il **Territorio circostante** (Domanda 1), la **Fascia perifluviale** (Domande da 2 a 4), le **Condizioni idriche** (Domanda 5), la **Struttura dell'alveo** (Domande da 6 a 11), le **Caratteristiche biologiche** (Domande da 12 a 14). Ognuno di questi comparti rappresenta di per se un sotto-indice utile per osservarne la variazione dei valori lungo il corso d'acqua e quindi focalizzare l'attenzione su quelle che appaiono essere le cause di un eventuale segno di malessere del fiume.

A ciascuna risposta corrisponde un punteggio: al massimo valore (variabile da 30 a 15 per ciascuna domanda) corrisponde la situazione migliore in termini di funzionalità; al minimo valore (sempre pari a 1) corrisponde la situazione peggiore.

Le domande prevedono risposte anche diverse per ciascuna delle sponde destra e sinistra (in senso idrografico, ovvero ponendo le spalle alla sorgente).

La compilazione della scheda è stata effettuata risalendo i quattro macrotratti individuati lungo l'Arno (**A, B, C, D.** cfr. Par.3 Legenda di collegamento **tra valore IBE, Classi di Qualità, Giudizi di Qualità**

e colore di riferimento (Ghetti,1997).) da valle verso monte: sono stati così individuati, anche mediante l'ausilio di cartografia appropriata, tratti omogenei di varia lunghezza. Per ciascun tratto individuato è stata compilata la scheda di valutazione e sono state effettuate fotografie per documentare visivamente quanto rilevato.

Il punteggio totale ottenuto in ciascuna scheda, denominato **Valore di I.F.F.**, è stato tradotto nel rispettivo **Livello di Funzionalità**: il metodo prevede cinque possibilità scalari, espresse in numeri romani, a ciascuna delle quali corrisponde un **Giudizio di Funzionalità** ed un colore di riferimento utilizzato per la rappresentazione cartografica (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

VALORE DI I.F.F.	LIVELLO DI FUNZIONALITÀ	GIUDIZIO DI FUNZIONALITÀ	COLORE
261 - 300	I	ottimo	blu
251 - 260	I-II	ottimo-buono	blu-verde
201-250	II	buono	verde
181 - 200	II-III	buono-mediocre	verde-giallo
121 - 180	III	mediocre	giallo
101 - 120	III-IV	mediocre-scadente	giallo-arancio
61 - 100	IV	scadente	arancio
51 - 60	IV-V	scadente-pessimo	arancio-rosso
14 - 50	V	pessimo	rosso

Tabella 1 – Collegamento tra valore di IFF e relativi Livelli e Giudizi di Funzionalità e colore di riferimento (da Manuale ANPA/2003).

La lunghezza complessiva dei tratti da sottoporre ad analisi IFF (circa 105 km) implica l'utilizzo di una scala di dettaglio piuttosto bassa, seppur perfettamente congrua.

I punteggi attribuiti alle singole risposte sono stati riportati nel dettaglio al capitolo 4, all'interno di ciascuna scheda descrittiva, unitamente alla localizzazione cartografica del

tratto in studio, ad una fotografia rappresentativa e ad un istogramma di riferimento in cui si evidenzia il punteggio attribuito a ciascun subindice in percentuale rispetto al massimo punteggio da esso raggiungibile.

2.2 INDICE BIOTICO ESTESO (IBE)

Il metodo I.B.E. (Indice Biotico Esteso) deriva dall'*Extended Biotic Index* (Woodiwiss, 1978), adattato per una applicazione standardizzata ai corsi d'acqua italiani nel 1981 da Ghetti e Bonazzi. Lo stesso Ghetti lo ha poi modificato nel 1986.

Con l'entrata in vigore del D.Lgs. 130/92, in cui per la prima volta in un testo legislativo si prevede l'utilizzo dell'I.B.E., l'Istituto di Ricerca sulle Acque (IRSA-CNR) pubblica una metodologia ufficiale che subirà diverse modifiche (Ghetti, 1995 e 1997). Attualmente l'indice I.B.E. è inserito nel D.Lgs. 152/99 (e sue modifiche D.Lgs. 258/00) come analisi di base sul biota indispensabile per determinare lo Stato Ecologico dei Corsi d'Acqua (indice SECA).

Anche il D.M. 471/99, per valutare gli effetti della contaminazione, fa riferimento a campagne di monitoraggio da svolgere con l'utilizzo dell'IBE.

Il presente lavoro fa riferimento a quanto riportato in "Metodi analitici per le acque" (APAT, IRSA-CNR, 2003) oltre che al manuale di applicazione dell'IBE (Ghetti, 1997).

Il metodo consente di definire la qualità biologica di ambienti di acque lotiche in base al confronto tra la comunità di macroinvertebrati attesa, che dovrebbe colonizzare un determinato tipo di corso d'acqua in assenza di alterazioni e in presenza di una buona efficienza ecosistemica, con la composizione della comunità presente in quella determinata stazione. Il giudizio della qualità del tratto di corso d'acqua viene espresso attraverso un indice biotico, i cui valori numerici si basano sulla diversa sensibilità agli inquinanti di alcuni gruppi faunistici e sulla ricchezza in taxa della comunità complessiva. La Tabella 2 riporta le modalità di calcolo per arrivare alla determinazione del valore di I.B.E.

Per ogni stazione, prima del campionamento, è stata compilata una scheda di campo su cui vengono registrate le caratteristiche dell'ambiente fluviale.

Gruppi faunistici che determinano con la loro presenza l'ingresso orizzontale in tabella		Numero totale delle Unità Sistematiche costituenti la comunità (ingresso verticale)								
		0-1	2-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-...
Plecoteri presenti (<i>Leuctra</i> °)	Piu di una U.S.	-	-	8	9	10	11	12	13*	14*
	Una sola U.S.	-	-	7	8	9	10	11	12	13*
Efemeroteri presenti ^{oo} (escludere Baetidae e Caenidae)	Piu di una U.S.	-	-	7	8	9	10	11	12	-
	Una sola U.S.	-	-	6	7	8	9	10	11	-
Tricotteri presenti (comprendere Baetidae e Caenidae)	Piu di una U.S.	-	5	6	7	8	9	10	11	-
	Una sola U.S.	-	4	5	6	7	8	9	10	-
Gammaridae e/o Atiidi e/o Palemonidi presenti	Tutte le U.S. sopra assenti	-	4	5	6	7	8	9	10	-
Asellidi e/o Nifargidi presenti	Tutte le U.S. sopra assenti	-	3	4	5	6	7	8	9	-
Oligocheti o Chironomidi	Tutte le U.S. sopra assenti	1	2	3	4	5	-	-	-	-
Altri organismi	Tutte le U.S. sopra assenti	0	1-	2-	3-	-	-	-	-	-
<p>Legenda:</p> <p>°: nelle comunità in cui <i>Leuctra</i> è presente come unico taxon di Plecotteri e sono assenti gli Efemeroteri (tranne eventualmente generi delle famiglie Baetidae e Caenidae), <i>Leuctra</i> deve essere considerata a livello di Tricotteri per l'entrata orizzontale in tabella.</p> <p>oo: per la definizione dell'ingresso orizzontale in tabella ogni genere della famiglia Baetidae e Caenidae va considerato a livello di Tricotteri.</p> <p>-: giudizio dubbio, per errore di campionamento, per presenza di organismo di "drift" erroneamente considerati nel computo, per ambiente non colonizzato adeguatamente, per tipologia non valutabile con l'I.B.E. (es.sorgenti, acque di scioglimento di neval, acque ferme, zone deltizie, salmastre).</p> <p>*: questi valori di indice vengono raggiunti raramente negli ecosistemi di acque correnti italiane per cui occorre prestare attenzione, sia nell'evitare la somma di biotipologie (incremento artificioso del numero di "taxa"), che nel valutare eventuali effetti prodotti dall'inquinamento, trattandosi di ambienti con elevata ricchezza in "taxa".</p>										

Tabella 2 – Modalità calcolo valore IBE

Il campionamento qualitativo è stato effettuato con il retino immanicato, strumento che meglio si adatta per l'utilizzo ai diversi substrati e habitat di acque interne lotiche. Il retino a forma di cono è costituito da maglie di nylon, il cui numero varia da 16 a 21 x centimetro. Al vertice del cono è avvitato il raccogliore di plexiglas a forma di bicchiere.

Ogni campionamento è stato eseguito lungo un transetto obliquo nella direzione di risalita della corrente spostandoci da una sponda all'altra nell'alveo bagnato ed esaminando tutti i microhabitat. In seguito, la struttura della comunità è stata verificata sul campo per procedere ad una prima classificazione; successivamente, in laboratorio, è stata effettuata la classificazione di conferma attraverso il controllo allo stereomicroscopio e l'ausilio di guide tassonomiche specifiche (Campaioli et al., 1994,1999; Sansoni, 1988; Tachet et al., 1980).

Infine i valori I.B.E. determinati sulla base delle indicazioni riportate in Tabella 2, sono stati convertiti in classi di qualità con relativo giudizio e colore di riferimento cartografico (Tabella 3).

Classi di qualità	Valori di I.B.E.	Giudizio di qualità
Classe I	10-11-12-...	Ambiente non inquinato o comunque non alterato in modo sensibile
Classe II	8-9	Ambiente con moderati sintomi di inquinamento o di alterazione
Classe III	6-7	Ambiente inquinato o comunque alterato
Classe IV	4-5	Ambiente molto inquinato o comunque molto alterato
Classe V	0-1-2-3	Ambiente fortemente inquinato e fortemente alterato

Tabella 3 – Legenda di collegamento tra valore IBE, Classi di Qualità, Giudizi di Qualità e colore di riferimento (Ghetti,1997).

3 Area di studio

Il fiume Arno nasce sull'Appennino tosco-emiliano dalle pendici del Monte Falterona alla quota di 1385 m. sul livello del mare e, dopo aver attraversato le province di Arezzo, Firenze, Pisa, sfocia nel mar Tirreno a Marina di Pisa dopo un percorso di circa 240 Km. La superficie totale del bacino comprende 9116 Km² dislocati prevalentemente in un territorio collinare in cui risiede una popolazione di 2.157.046 abitanti per una densità abitativa media di 262 ab/ Km² (Regione Toscana, 2003). Il regime idrologico del fiume è di tipo torrentizio in conseguenza al regime delle piogge che si riversano nel bacino idrografico con minimi estivi e massimi autunno-invernali. In base a queste caratteristiche si è da sempre manifestata l'esigenza, comprensibile, di salvaguardare il territorio (insediamenti produttivi ed abitativi) da piene talvolta rovinose. La costruzione di arginature longitudinali, le rettifiche del corso d'acqua, le canalizzazioni, hanno però costretto il fiume in spazi a lui inadeguati e ne hanno limitato la sua funzionalità ecosistemica.

Nel bacino dell'Arno viene stimato un carico organico complessivo (da fonti puntuali e diffuse) pari a circa 7 milioni di abitanti equivalenti, ottenuti sommando gli AbEq civili, industriali e zootecnici. Il carico trofico per azoto e fosforo riguardante i settori industriale, zootecnico, civile e suolo (SAU e incolto) vede una stima, che per l'azoto si aggira intorno alle 34.000 tonnellate/anno, mentre per il fosforo è di circa 13.000 tonnellate/anno (Regione Toscana, 2003).

La distribuzione del carico inquinante per origine e area geografica può essere così sintetizzato:

- Inquinamento di tipo civile diffuso su tutto il bacino;
- Inquinamento di tipo industriale (prevalentemente zootecnico), concentrato principalmente nei bacini del Canale della Chiana, del torrente Ambra, del torrente Ciuffenna;
- Inquinamento di tipo industriale (prevalentemente settore tessile), bacini del Bisenzio e dell'Ombrone pistoiese.
- Inquinamento di tipo agricolo e industriale (vivaismo e lavorazione delle pelli) bacini dell'Egola e Usciana.

- Inquinamento industriale di tipo aggiuntivo per attività di tipo artigianale, diffuso sull'intero territorio.

Anche la pressione quantitativa sulla risorsa idrica (prelievi dei settori civile, agricolo e industriale) che ad oggi è ancora difficile quantificare complessivamente, incide sulla qualità delle acque in generale e sulla qualità biologica in particolare.

A fronte delle suddette pressioni si registra la qualità biologica riportata in Tabella 4, nella quale vengono riportate le Classi di Qualità dell'Indice Biotico Esteso (IBE), riferite alle stazioni di monitoraggio dell'ARPAT dislocate dal Casentino fino a Calcinaia (PI).

Dall'osservazione della tabella è possibile apprezzare anche la variazione della qualità biologica nel corso di quasi vent'anni.

FIUME ARNO				
Stazioni	1986	1996	2003	2004
Molin di Bucchio	I		I	I
Terrossola	I	II	III	III
Castelluccio	I		III	III
Acquaborra	II	II	III	III
Figline	III	III	IV	
Rosano	II	II	III	III
Camaioni	V	V	IV	IV
Marcignana		V		
Fucecchio	IV	V	IV	V
Calcinaia	IV	V	IV	III

Tabella 4 – Classe di Qualità IBE (fonte ARPAT)

Appare evidente come vi sia stato un leggero miglioramento qualitativo nella parte a valle di Firenze (Valdarno Inferiore), ma nello stesso tempo un peggioramento forse leggermente più marcato nella parte a monte di Firenze (Valdarno Superiore).

Come è possibile osservare dalla cartografia (allegato A, Tavola 1-Corografia), l'Indice di Funzionalità Fluviale è stato applicato su quattro macrotratti, individuati in accordo con l'Autorità di Bacino, per una lunghezza complessiva di oltre 104 Km. Nei macrosegmenti, in gran parte arginati, sono anche comprese le aree di localizzazione delle future casse di

espansione previste tra gli interventi prioritari destinati alla mitigazione del rischio idraulico nell'Accordo di Programma Integrativo¹.

La Tabella 5 riporta la denominazione dei singoli tratti con le rispettive lunghezze in metri. Per una descrizione più dettagliata delle caratteristiche di ogni singolo macrotratto con le principali criticità si rimanda al Capitolo 4 (Risultati dell'Indice di Funzionalità Fluviale).

Fiume Arno		
Tratto	metri	Denominazione
A	28.932	Dalla confluenza del T. Vaghera alla confluenza del fiume Pesa
B	11.679	Dalla confluenza del T. Ombrone pistoiese alla confluenza del T. Mugnone
C	49.012	Dal centro abitato del Girone alla confluenza del T. Ambra
D	14.712	Dalla confluenza del T. Solano- alla confluenza del T. Rassina

Tabella 5 – Tratti di studio della funzionalità fluviale

Le uscite in campo per la determinazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF) sono state svolte tra l'agosto e l'ottobre 2005.

¹ Accordo di Programma Integrativo dell'Accordi di programma Quadro (18/05/99) tra Ministero dell'Ambiente, Regione Toscana e Autorità di Bacino dell'Arno (18 febbraio 2005)

4 Risultati dell'Indice di Funzionalità Fluviale

4.1 MACROTRATTO A: SCHEDE DESCRITTIVE

Il macrotratto A è situato nel Valdarno Inferiore, tra la confluenza del torrente Vaghera (in Provincia di Pisa) e quella del fiume Pesa (in Provincia di Firenze). Il corso d'acqua in questo tratto scorre nei pressi di grandi centri abitati come Empoli, Fucecchio, S. Croce sull'Arno, Castelfranco di Sotto. Gli affluenti più importanti che confluiscono in Arno sono il torrente Egola, il fiume Elsa ed il Torrente Orme in sinistra idrografica, mentre il torrente Streda, che proviene dalla zona di Vinci, confluisce in destra.

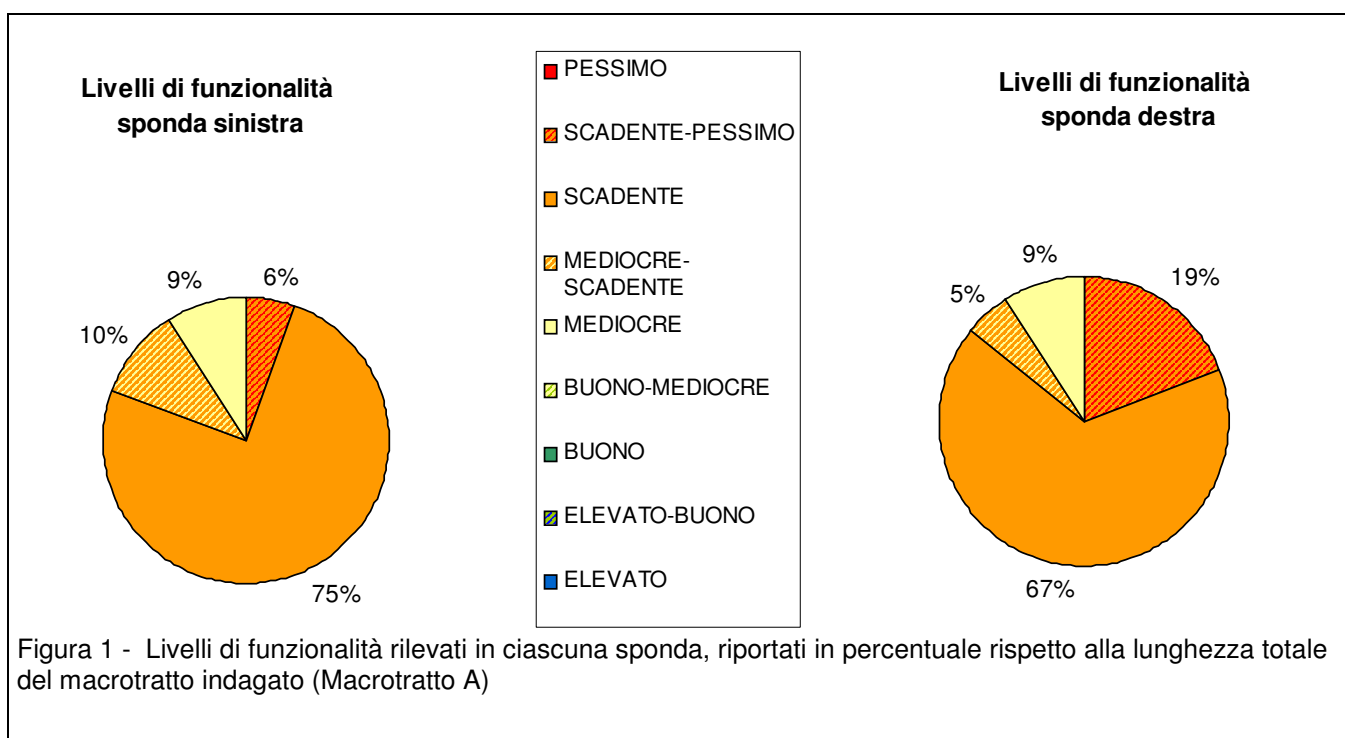
Per quanto riguarda gli scarichi di un certo rilievo che in questo tratto si riversano direttamente in Arno è da sottolineare la presenza dello scarico del depuratore di Empoli (Pagnana) che serve anche i comuni di Vinci e Cerreto Guidi.

Nel macrotratto saranno ubicate le casse di espansione di Montopoli in sinistra idrografica, di Roffia situata sia in sinistra che in destra idrografica nella zona a monte del ponte di Fucecchio, di Fabbiana dislocata in destra e sinistra idrografica nella zona di Capraia e Limite.

4.1.1 Interpretazione dei dati

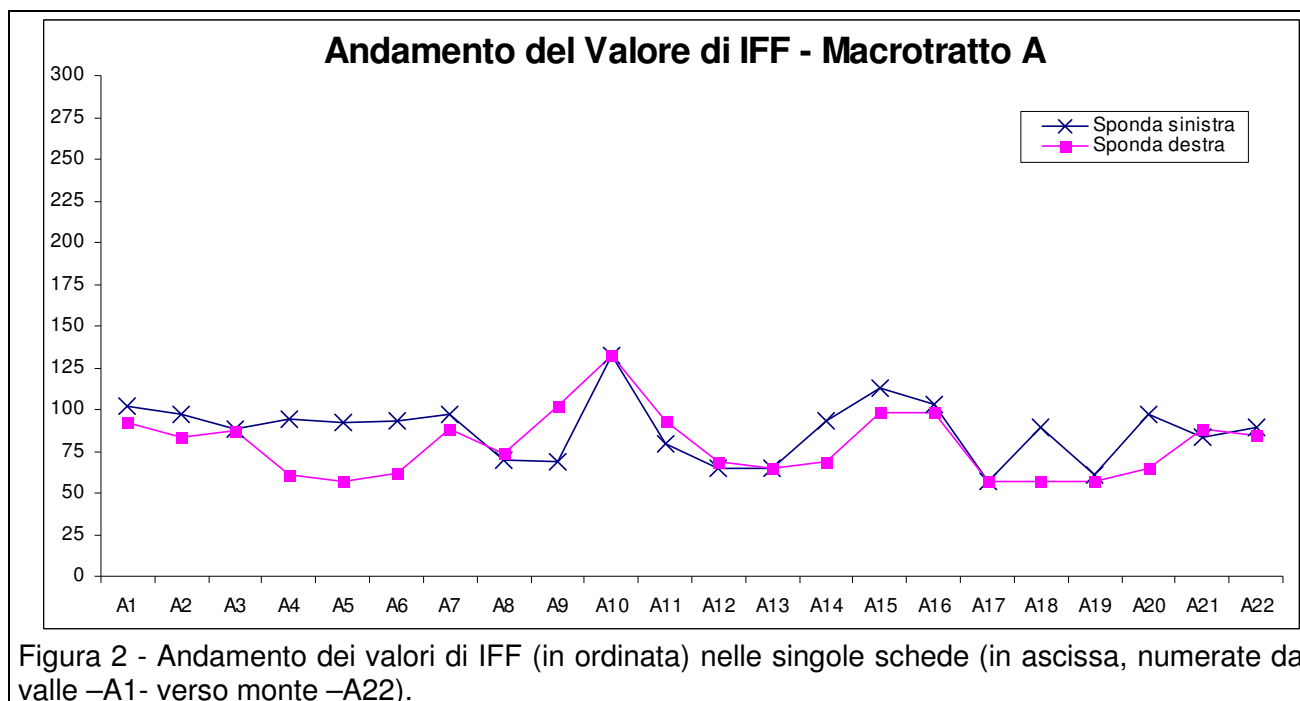
L'applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale ha permesso di individuare 22 tratti omogenei nei circa 28 km di asta fluviale interessati dall'indagine (cfr. Allegato A – Tavola 2 - Carta di funzionalità del Macrotratto A, ove vengono riportati anche i colori relativi ai giudizi di qualità rilevati).

Dall'osservazione dei grafici di Figura 1, nei quali le torte (100%) corrispondono alla lunghezza complessiva del macrotratto in studio, suddiviso in base alla lunghezza dei tratti rilevati con ciascun giudizio di qualità, si nota come il macrotratto A, su entrambe le sponde, sia da considerarsi complessivamente in uno stato "SCADENTE", con nessun tratto al di sopra della categoria "MEDIOCRE" ed alcuni tratti addirittura in categoria "SCADENTE-PESSIMO" (6% in sponda sinistra, 19% in sponda destra).



Andando ad analizzare in senso longitudinale i valori di IFF attribuiti a ciascuna scheda (cfr. Figura 2), è possibile confermare una certa omogeneità dei risultati, con valori minimi pari a 57 e massimi pari a 132. La media dei valori della sponda destra è pari a 79

(deviazione standard =19.34) mentre quella della sponda sinistra è pari a 87.64 (deviazione standard =18.08).



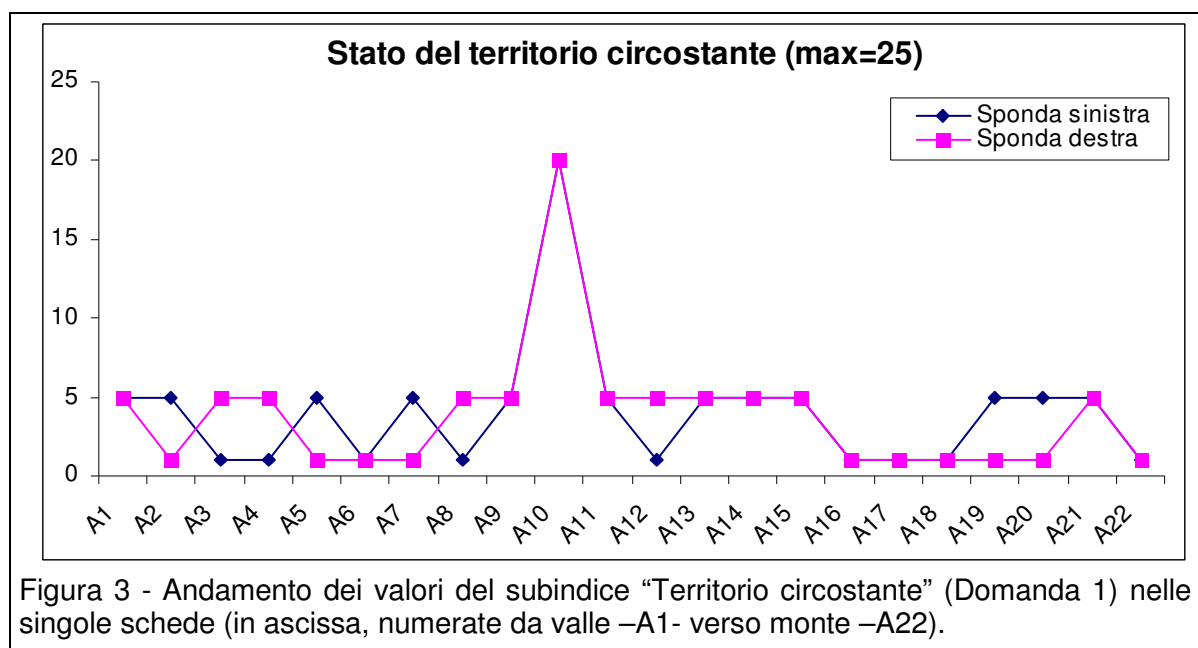
Entrando nel dettaglio dei subindici individuati come da paragrafo 2.1, (Figura 3, Figura 4, Figura 5, Figura 6 e Figura 7) è possibile evidenziare come, in effetti, le uniche rilevanti oscillazioni dei valori siano quelle a carico della **Fascia di vegetazione perifluviale**: tratti con vegetazione ripariale ben strutturata si alternano a zone prive di vegetazione, per lo più in corrispondenza dei principali centri abitati.

Per quanto riguarda gli altri subindici, si nota invece una certa omogeneità nelle risposte:

- il **Territorio circostante** risulta pressoché ovunque urbanizzato o a colture intensive, fatto salvo per la scheda 10, sita in località La Roffia tra i Comuni di San Miniato, Fucecchio e Cerreto Guidi, ove la presenza di vecchie aree di estrazione inerti ha indotto l'instaurarsi di aree umide perifluviali le quali, pur non essendo in collegamento con l'alveo, ne incrementano la funzionalità;
- le **Condizioni idriche** risultano costantemente al loro massimo livello, anche se il risultato riflette in questo caso la presenza di interventi artificiali di sistemazione idraulica delle sponde: le naturali fluttuazioni di portata, essenziali

per l'interazione tra fiume e piana inondabile, si trasformano, nei tratti in studio, in semplici variazioni del livello delle acque;

- la **Struttura dell'alveo** risulta complessivamente ad un livello piuttosto scadente: le motivazioni sono riconducibili principalmente ad interventi di artificializzazione che hanno innescato inevitabili processi di erosione con conseguente banalizzazione delle rive e diminuzione della presenza di macro e microhabitat colonizzabili dalle biocenosi acquatiche;
- le **caratteristiche biologiche** evidenziano una pesante sofferenza del sistema: la comunità macrobentonica risulta complessivamente poco diversificata, con la presenza di pochi taxa, tutti piuttosto tolleranti all'inquinamento (cfr. dati IBE par. 5.1 stazioni di Castelfranco di Sotto e Marcignana); il detrito presente in alveo viene aggredito principalmente dalla componente batterica e fungina che induce la produzione di una matrice polposa, mentre la componente vegetale in alveo bagnato è caratterizzata da un feltro perfitico piuttosto spesso. La situazione è per lo più imputabile, oltre che ad una scadente qualità delle acque che deriva dal tratto a monte, anche ad un apporto di inquinanti di origine per lo più puntiforme (scarichi più o meno depurati, affluenti carichi di nutrienti).



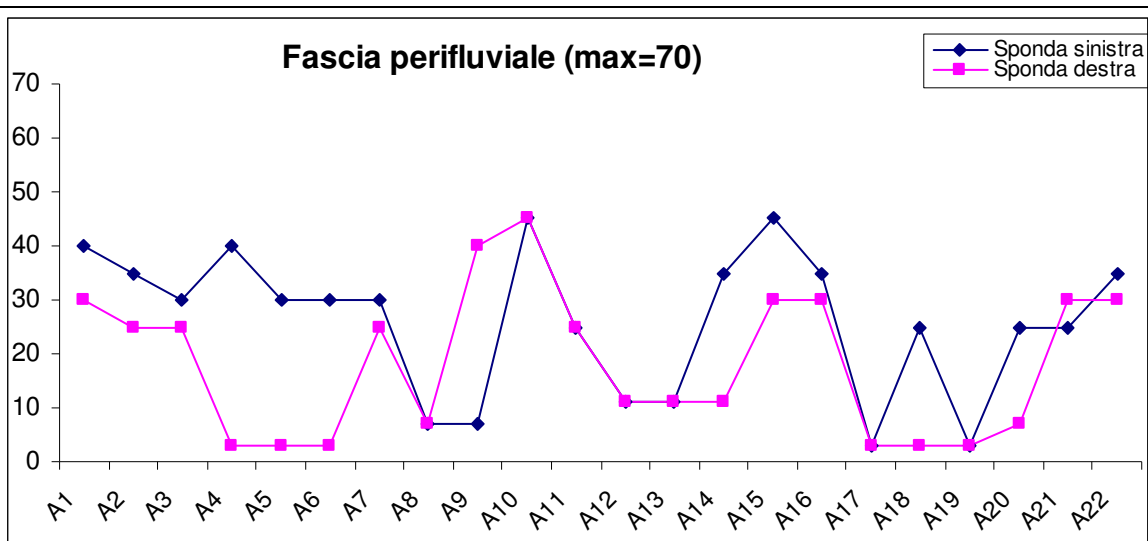


Figura 4 - Andamento dei valori del subindice “Fascia perfluviale” (domande 2-4) nelle singole schede (in ascissa, numerate da valle –A1- verso monte –A22)

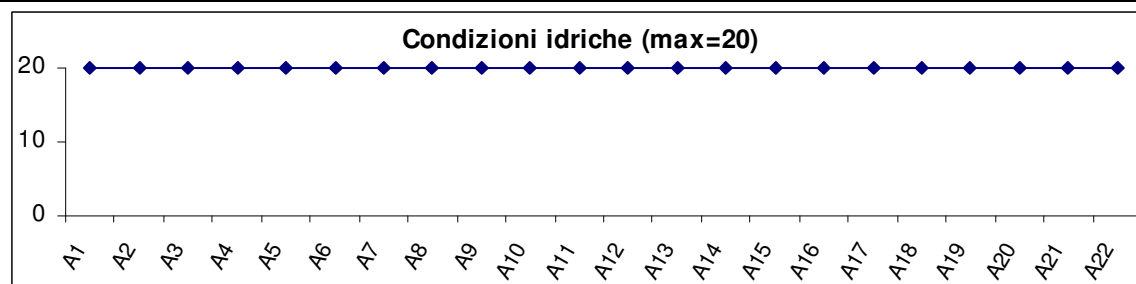


Figura 5 - Andamento dei valori del subindice “Condizioni idriche” (domanda 5) nelle singole schede (in ascissa, numerate da valle –A1- verso monte –A22). La domanda assume valore univoco per entrambe le sponde

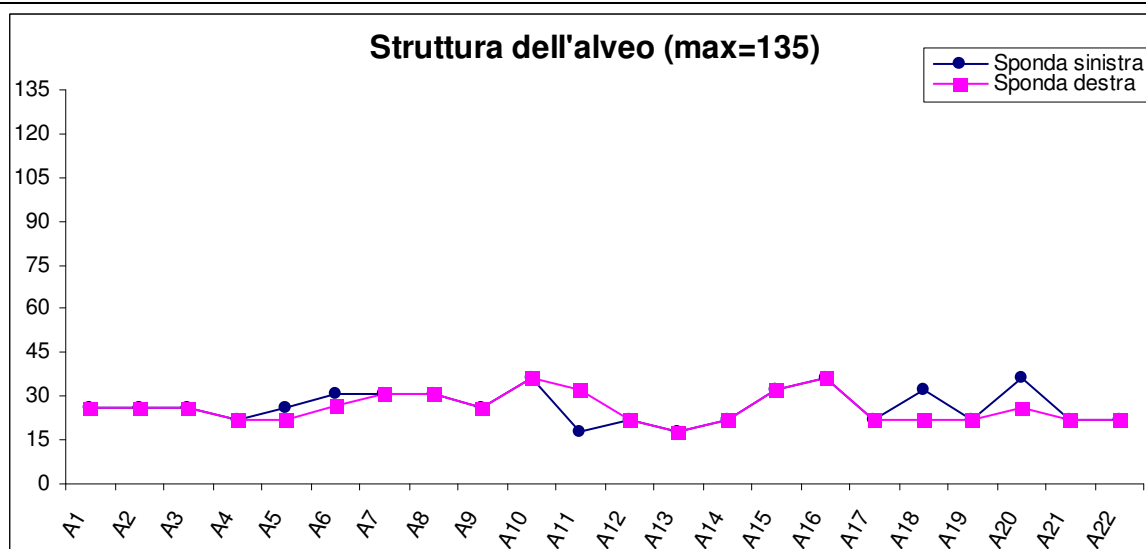
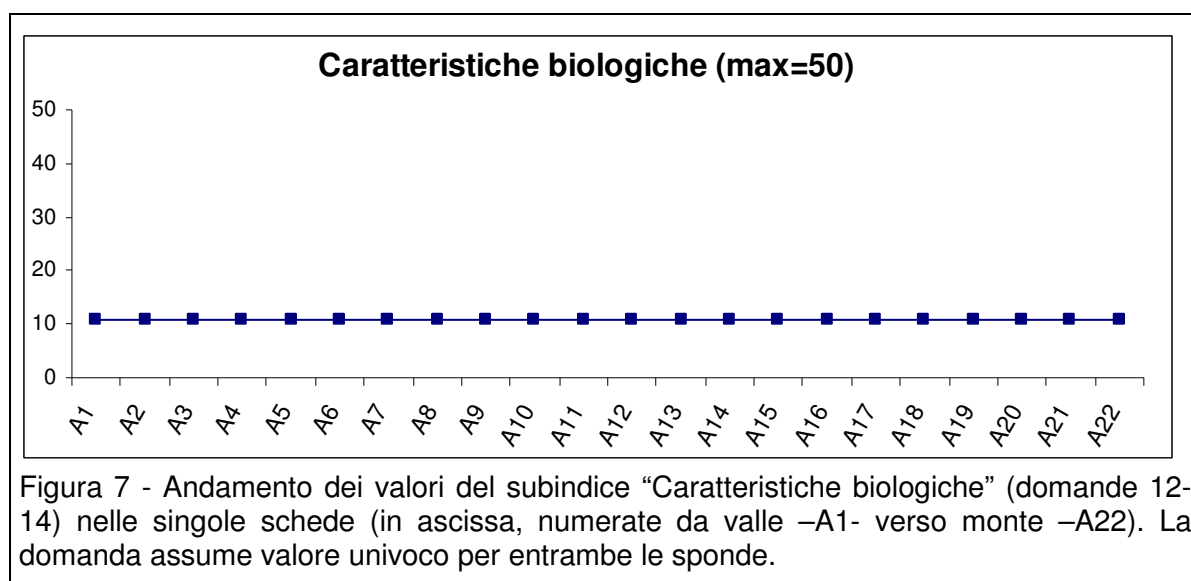


Figura 6 - Andamento dei valori del subindice “Struttura dell'alveo” (domande 6-11) nelle singole schede (in ascissa, numerate da valle –A1- verso monte –A22).



4.2 MACRO TRATTO B: SCHEDE DESCRITTIVE

Il macrotratto B si estende dalla confluenza con il torrente Ombrone pistoiese fino a quella con il torrente Mugnone alle porte di Firenze, per una lunghezza di poco più di dieci chilometri.

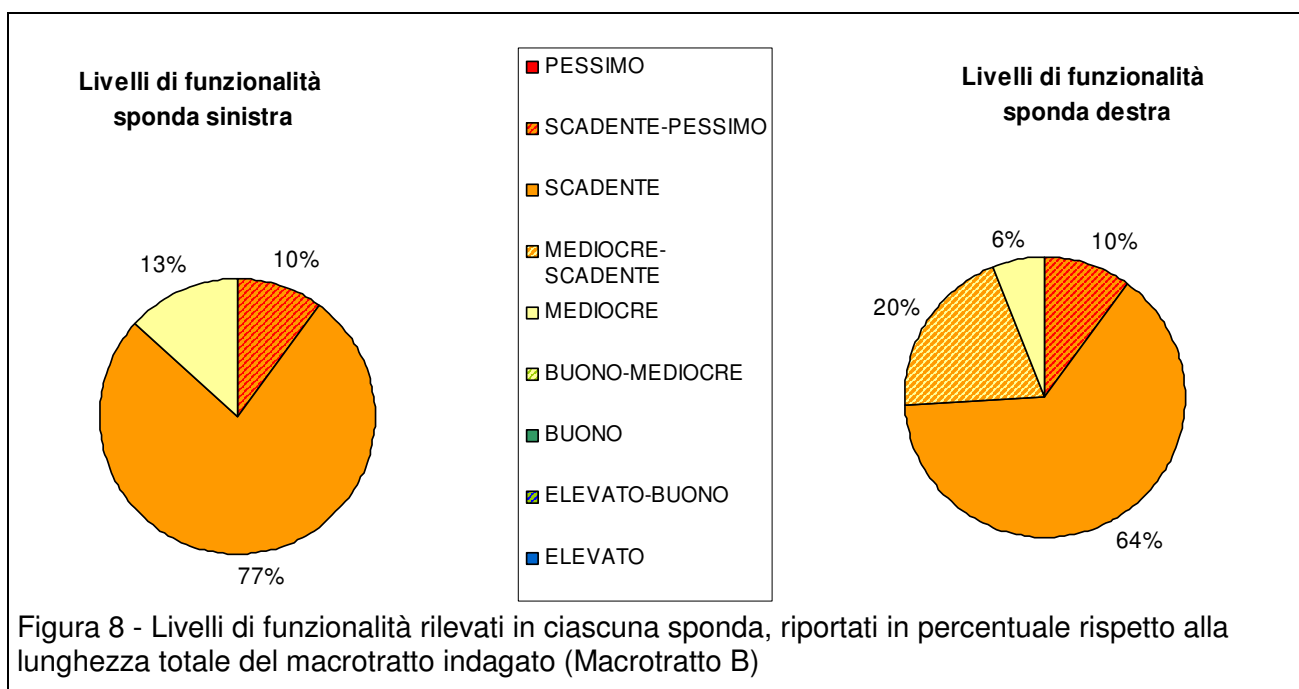
Il corso d'acqua in questo macrosegmento è affiancato in destra idrografica dalla linea ferroviaria Firenze-Pisa. In questa zona confluiscono in Arno importanti affluenti come il torrente Bisenzio in destra idrografica e il fiume Greve in sinistra, oltre ai corsi d'acqua già citati che delimitano il macrosegmento. Per quanto riguarda gli scarichi di un certo rilievo che si riversano direttamente in Arno, è da sottolineare la presenza dello scarico del depuratore di San Colombano (Scandicci) progettato per 600.000 abitanti equivalenti, che asservisce la città di Firenze ed altri comuni della piana fiorentina.

Nel macrotratto è ubicata in destra idrografica la cassa di espansione dei Renai nella zona di Signa.

4.2.1 Interpretazione dei dati

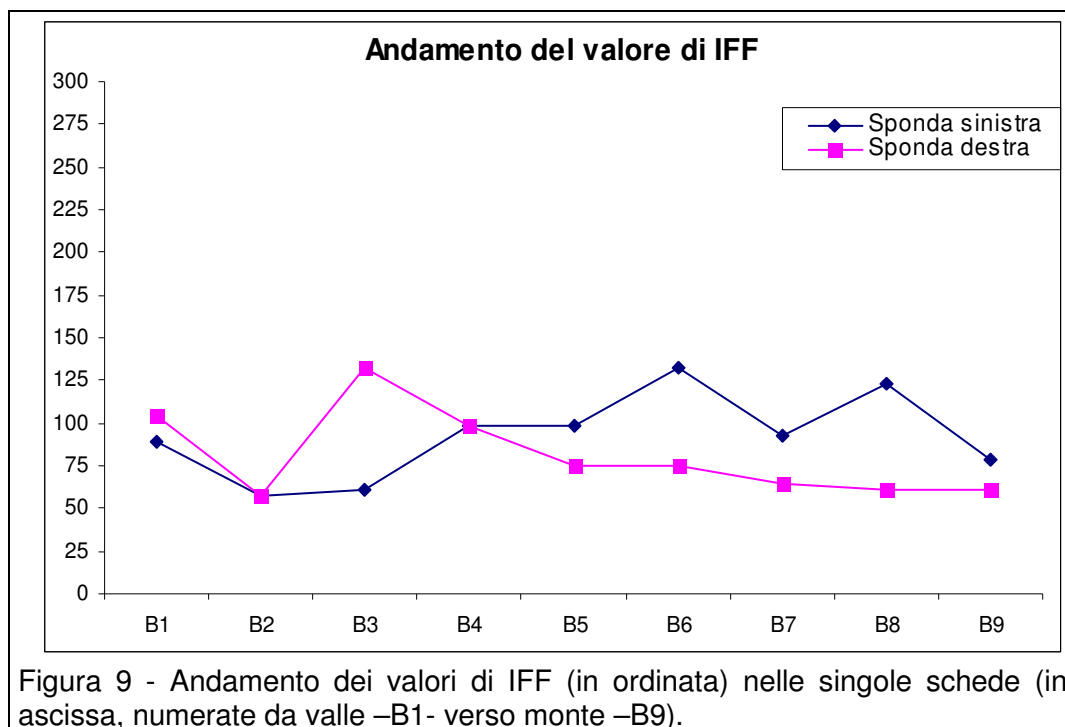
L'applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale ha permesso di individuare 9 tratti omogenei negli oltre 11 km di asta fluviale interessati dall'indagine (cfr. Allegato A – Tavola 3 - Carta di funzionalità del Macrotratto B, ove vengono riportati anche i colori relativi ai giudizi di qualità rilevati).

Dall'osservazione dei grafici di Figura 8, nei quali le torte (100%) corrispondono alla lunghezza complessiva del macrotratto in studio, suddiviso in base alla lunghezza dei tratti rilevati con ciascun giudizio di qualità, si nota come anche il macrotratto B, su entrambe le sponde, sia da considerarsi complessivamente in uno stato “SCADENTE”, con nessun tratto al di sopra della categoria “MEDIOCRE” ed il 10% della lunghezza su entrambe le sponde in uno stato “SCADENTE-PESSIMO”.



Andando ad analizzare in senso longitudinale i valori di IFF attribuiti a ciascuna scheda (cfr. Figura 9) , è possibile confermare una certa omogeneità dei risultati, con valori minimi pari a 57 e massimi pari a 133. La media dei valori della sponda destra è pari a 81

(deviazione standard =25,39) mentre quella della sponda sinistra è pari a 92,44 (deviazione standard =25,22).



Entrando nel dettaglio dei subindici individuati come da paragrafo 2.1, (Figura 12, Figura 13, Figura 14, Figura 15 e Figura 16) è possibile evidenziare come le principali oscillazioni dei valori siano quelle a carico del **Territorio circostante** e soprattutto della **Fascia di vegetazione perifluviale**:

- considerata l'elevata antropizzazione dell'area, il **Territorio circostante** risulta piuttosto interessante sulla riva destra subito a valle (B1) ed a monte (B3) di Signa, ove l'area racchiusa all'interno degli argini della linea ferroviaria ha acquisito valenze ecologiche e funzionali piuttosto significative; una situazione meno funzionale è invece evidenziabile nella zona dei Renai (B4), area individuata di cassa, ove la presenza di cave in disuso alternate ad orti e arativi misti, il degrado della vegetazione e le recenti opere di costruzione di infrastrutture viarie (cfr. Figura 11) hanno ridotto le potenzialità dell'area come zona filtro;



Figura 10 - Immagine relativa a infrastrutture viarie in fase di realizzazione nella zona dei Renai, a monte di Signa.

- per quanto riguarda la **Fascia di vegetazione perifluviale**, la presenza di specie infestanti (Robinia ed Ailanto) si fa più netta ed evidente rispetto al macrotratto A, soprattutto nei tratti iniziali (B1-B4); al di là di quelle che sono variazioni in senso longitudinale indotte dagli usi del suolo circostante, è possibile notare, nei tratti posti più a monte, una netta differenza nelle due rive (cfr. Foto n°2): a partire dal tratto B5, la riva destra presenta punteggi costanti (7 punti su 70 disponibili per il subindice) relazionabili all'assenza di vegetazione sulle rive che sia diversa da una formazione erbacea continua e consolidata; la riva sinistra presenta sugli stessi tratti punteggi variabili tra 25 e 55, relazionabili ad una fascia che, seppur con discontinuità, presenta formazioni arboree od arbustive riparie di ampiezza variabile da 5 a 30 metri.



Figura 11 - Immagine esplicativa della differente struttura della vegetazione nei tratti B5-B9

Per quanto riguarda gli altri subindici, è rilevabile l'omogeneità nelle risposte:

- le **Condizioni idriche** risultano costantemente al loro massimo livello, anche se il risultato riflette in questo caso la presenza di interventi artificiali di sistemazione idraulica delle sponde: le naturali fluttuazioni di portata, essenziali per l'interazione tra fiume e piana inondabile, si trasformano, nei tratti in studio, in semplici variazioni del livello delle acque;
- la **Struttura dell'alveo** risulta complessivamente ad un livello piuttosto scadente, non superando mai il punteggio di 42 su 135 punti disponibili nel subindice: in questo caso non si notano differenze rilevanti tra le due sponde, in quanto la canalizzazione, l'erosione, la banalizzazione del fondo dell'alveo, la bassa presenza di meandri le influenzano negativamente entrambe;
- le **caratteristiche biologiche** confermano quanto riportato per il macrotratto A evidenziando una pesante sofferenza del sistema: la comunità macrobentonica risulta complessivamente poco diversificata, con la presenza di pochi taxa, tutti piuttosto tolleranti all'inquinamento; il detrito presente in alveo viene aggredito principalmente dalla componente batterica e fungina che induce la produzione di una matrice polposa, mentre la componente vegetale in alveo bagnato è caratterizzata da un feltro perfitico piuttosto spesso. Tra le cause, lo scarico del depuratore di San Colombano ed i nutrienti veicolati dagli affluenti.

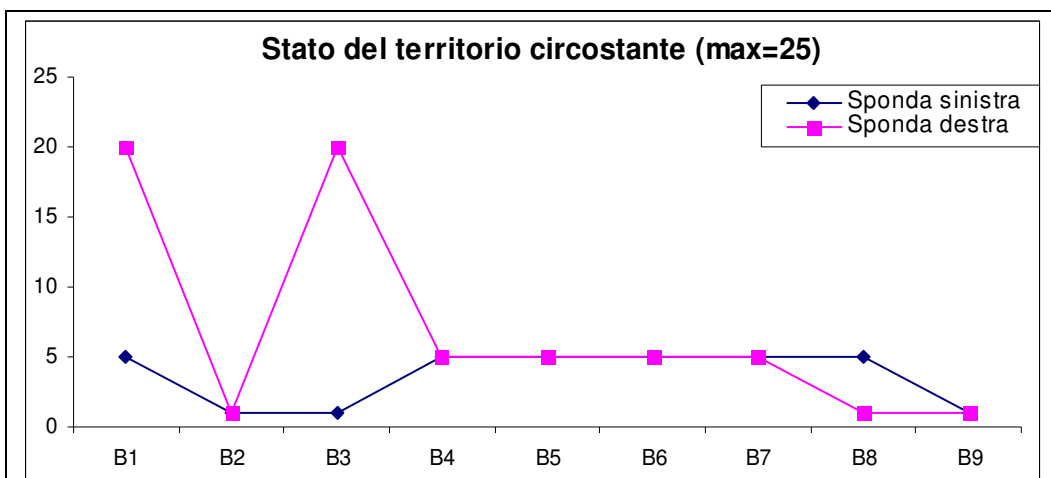


Figura 12 - Andamento dei valori del subindice “Territorio circostante” (Domanda 1) nelle singole schede (in ascissa, numerate da valle –B1- verso monte –B9).

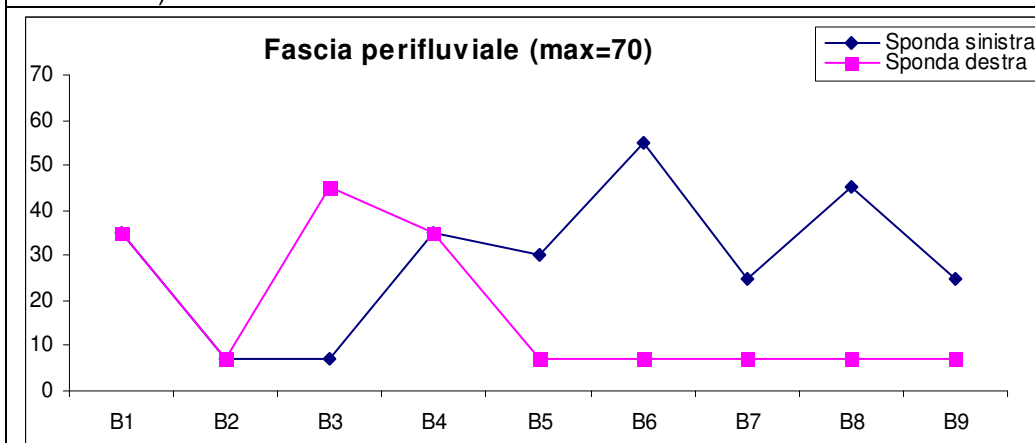


Figura 13 - Andamento dei valori del subindice “Fascia perifluviale” (domande 2-4) nelle singole schede (in ascissa, numerate da valle –B1- verso monte –B9).

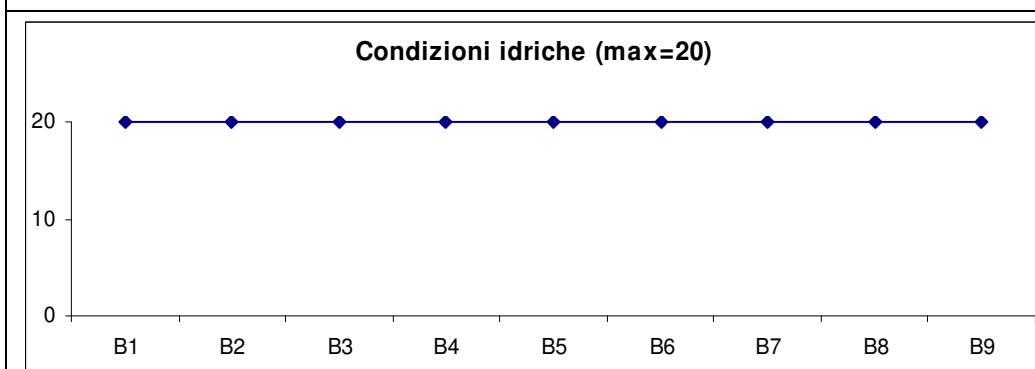


Figura 14 - Andamento dei valori del subindice “Condizioni idriche” (domanda 5) nelle singole schede (in ascissa, numerate da valle –B1- verso monte –B9). La domanda assume valore univoco per entrambe le sponde.

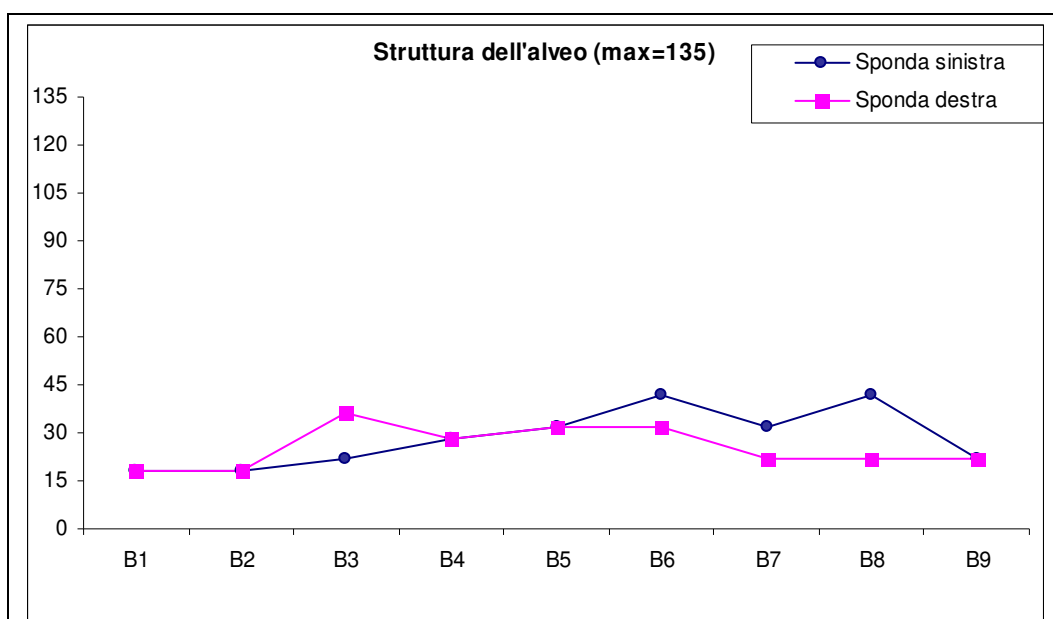


Figura 15 - Andamento dei valori del subindice “Struttura dell’alveo” (domande 6-11) nelle singole schede (in ascissa, numerate da valle –B1- verso monte – B9).

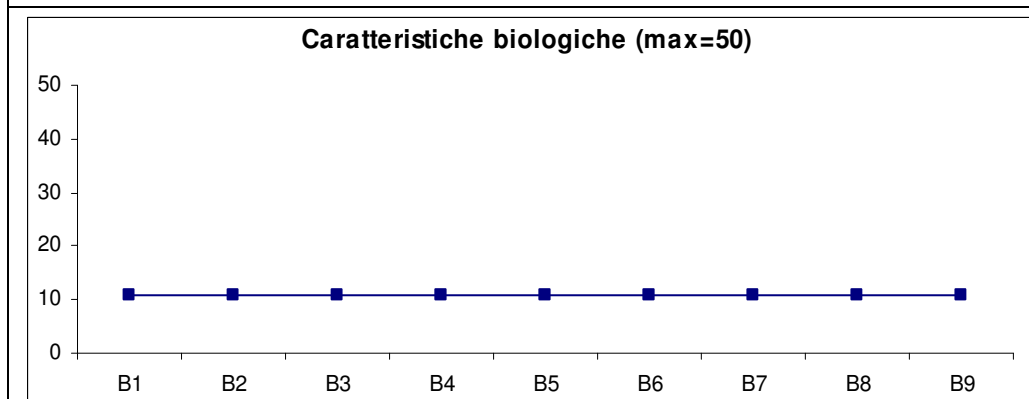


Figura 16 - Andamento dei valori del subindice “Caratteristiche biologiche” (domande 12-14) nelle singole schede (in ascissa, numerate da valle –A1- verso monte –A22). La domanda assume valore univoco per entrambe le sponde.

4.3 MACROTRATTO C: SCHEDE DESCRITTIVE

Il macrotratto C è situato nel Valdarno Superiore tra il centro abitato del Girone (alla periferia sud di Firenze) e la confluenza del torrente Ambra nei pressi di Montevarchi in Provincia di Arezzo. Il corso d'acqua in questo macrosegmento di quasi cinquanta chilometri, attraversa o scorre nei pressi dei centri abitati di Pontassieve, Rignano sull'Arno, Incisa in Valdarno, Figline Valdarno, San Giovanni Valdarno, Montevarchi. Il fiume attraversa aree fortemente antropizzate, ed è affiancato da importanti infrastrutture per la grande e media mobilità: l'autostrada A1, la strada statale 69, la linea ferroviaria direttissima Firenze-Roma e la ferrovia regionale che porta ad Arezzo. Tra gli affluenti ha grande rilievo il fiume Sieve, il più importante tributario della destra idrografica, che insieme ad un elevato numero di corsi d'acqua di media e piccola portata (torrenti Vicano, Chiesimone, Resco, Cesto, Ciuffenna, Dogana...), va a costituire un reticolo idrografico particolarmente sviluppato.

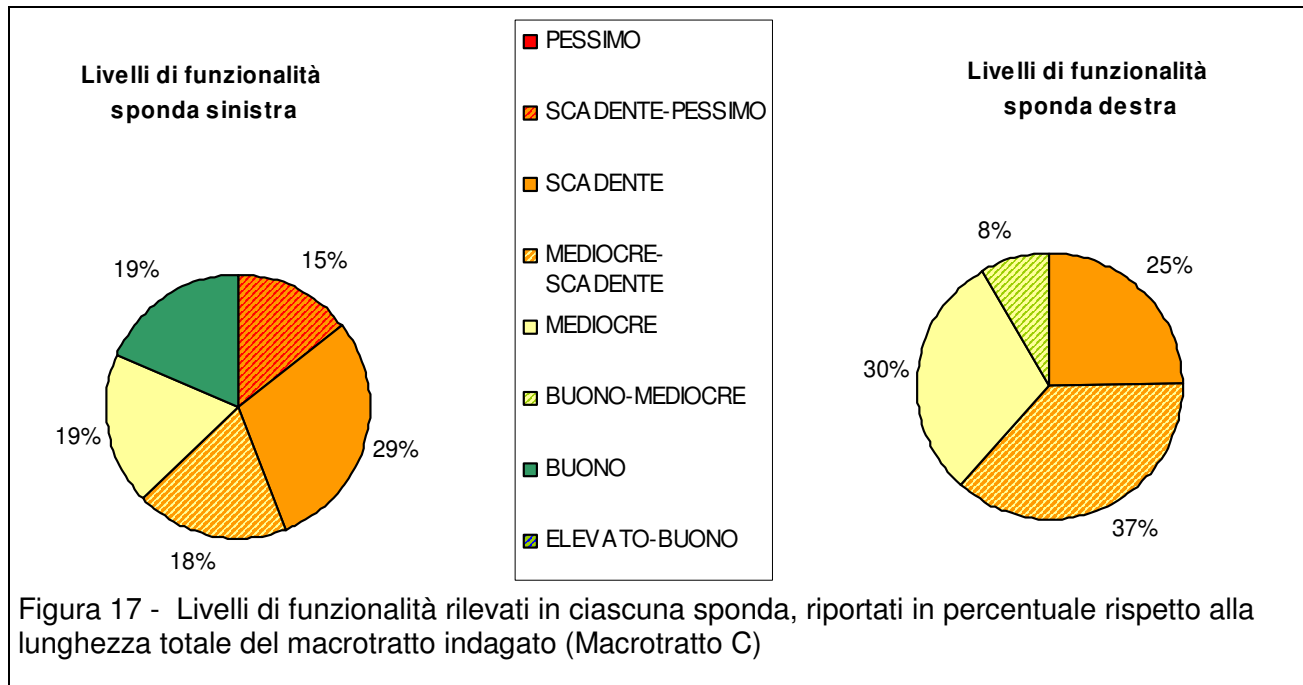
In questo macrotratto si riversano direttamente in Arno le acque reflue depurate provenienti dagli impianti di Aschieto (Pontassieve), Rignano, Incisa e San Giovanni in Valdarno che tratta anche le acque di Montevarchi.

Nel macrosegmento saranno ubicate le seguenti casse di espansione: Rignano in destra idrografica, Incisa anch'essa situata in destra nella zona di Matassino, Figline con due casse denominate Restone (sinistra idrografica) e Pizziconi (destra idrografica) situate a monte del centro abitato. Inoltre nella zona di Montevarchi sarà ubicata in sinistra idrografica la cassa di espansione delle Padulette nell'area di confluenza del torrente Ambra.

4.3.1 Interpretazione dei dati

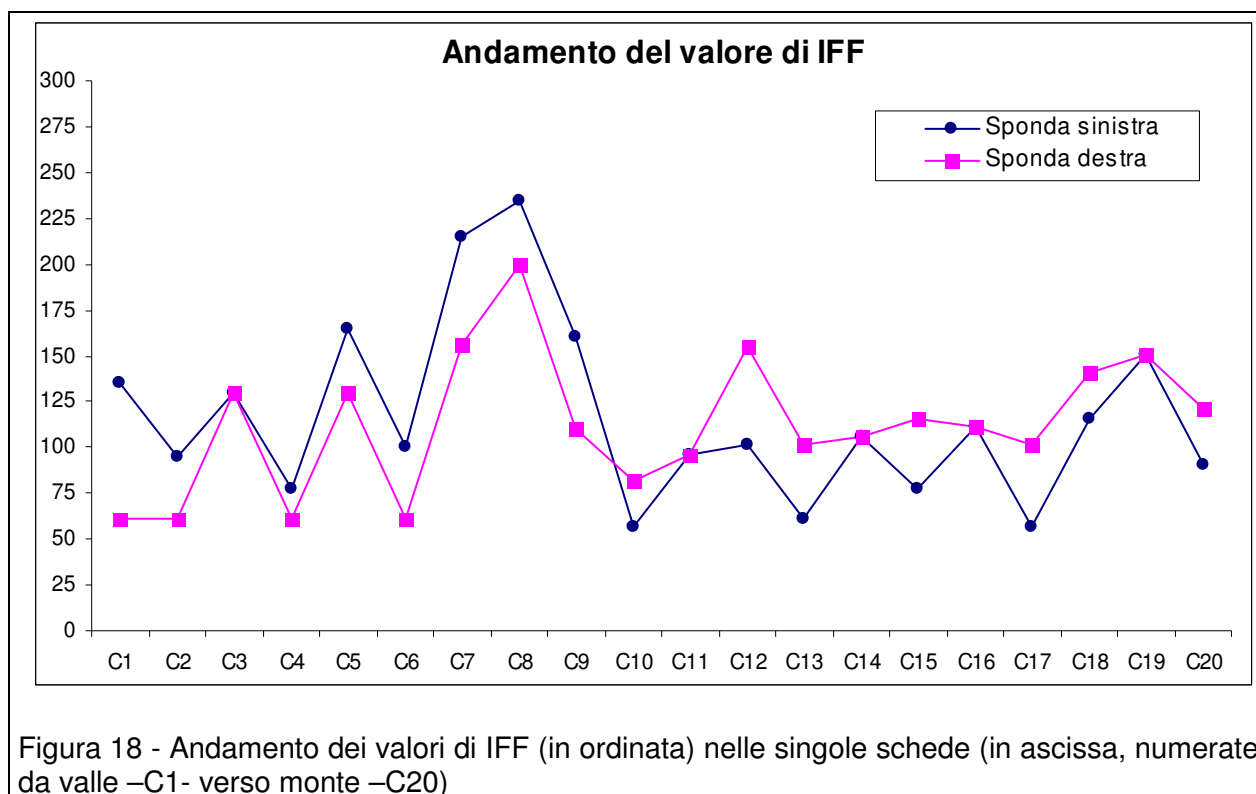
L'applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale ha permesso di individuare 20 tratti omogenei nei 49 km di asta fluviale interessati dall'indagine (cfr. Allegato A – Tavola 4 - Carta di funzionalità del Macrotratto C, ove vengono riportati anche i colori relativi ai giudizi di qualità rilevati).

Dall'osservazione dei grafici di Figura 17, nei quali le torte (100%) corrispondono alla lunghezza complessiva del macrotratto in studio, suddiviso in base alla lunghezza dei tratti rilevati con ciascun giudizio di qualità, si nota come il macrotratto C presenti una situazione differente nelle due sponde: nello specifico è possibile evidenziare una maggior omogeneità della sponda destra, ove non sono presenti tratti al di sotto della categoria "SCADENTE" ed al di sopra di quella intermedia "BUONO-MEDIOCRE"; la sponda sinistra, al contrario, pur presentando il 19% della sua lunghezza in categoria "BUONO", presenta anche il 15% in categoria "SCADENTE-PESSIMO".



Andando ad analizzare in senso longitudinale i valori di IFF attribuiti a ciascuna scheda (cfr. Figura 18) , è possibile confermare una maggior disomogeneità del tratto in studio rispetto ai valori precedentemente rilevati per i precedenti macrotratti, con valori minimi

pari a 57 e massimi pari a 235. La media dei valori della sponda destra è pari a 112,6 (deviazione standard =37,31) mentre quella della sponda sinistra è pari a 116,85 (deviazione standard =48,74)



Entrando nel dettaglio dei subindici individuati come da paragrafo 2.1, (Figura 20, Figura 21, Figura 22, Figura 23 e Figura 24) è possibile evidenziare una chiara disomogeneità tra le schede.

Il **Territorio circostante** risulta piuttosto antropizzato con situazioni piuttosto interessanti sulla sponda sinistra tra Pontassieve e S.Ellero (C5-C8), ove piccoli boschetti ripari si alternano ad incolti ed arativi misti (cfr. Figura 19).



Figura 19 - Immagine d'insieme relativa al tratto C8

La **Fascia di vegetazione perifluviale** risulta piuttosto disomogenea: rive nude dei tratti cittadini si alternano a zone di maggior complessità ove la vegetazione è più strutturata, seppur discontinua; le essenze sono per lo più riparie, anche se una gestione non del tutto appropriata ha indotto la comparsa di specie infestanti alloctone quali *Robinia pseudoacacia*;

Le **Condizioni idriche** risultano costantemente al loro massimo livello, anche se il risultato riflette in questo caso la presenza di interventi artificiali di sistemazione idraulica delle sponde: le naturali fluttuazioni di portata, essenziali per l'interazione tra fiume e piana inondabile, si trasformano, nei tratti in studio, in semplici variazioni del livello delle acque;

La **Struttura dell'alveo** presenta valori molto variabili in senso longitudinale, principalmente per l'estrema disomogeneità della struttura delle rive indotta dalla spiccata erosione: rive consolidate da vegetazione riparia arborea od arbustiva si alternano a manufatti in cemento. Maggior omogeneità si rileva nella domanda relativa all'alternanza di pozze e raschi, in quanto la rettificazione dell'alveo ne ha compromesso la diversificazione morfologica; in alcuni tratti (C8, ad esempio) si riscontra, comunque, una diversità di ambienti tali da permetterne la colonizzazione da parte della macrofauna.

Le **caratteristiche biologiche** evidenziano un seppur lieve miglioramento dovuto principalmente alla presenza di un feltro perifitico più sottile, seppur ancora discreto.

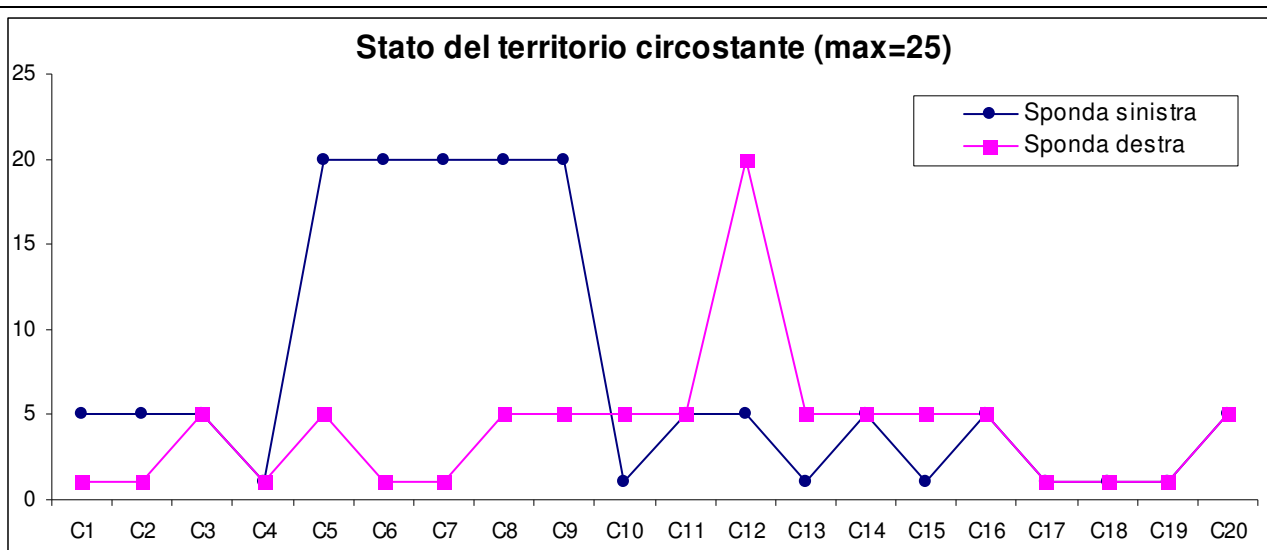


Figura 20 - Andamento dei valori del subindice “Territorio circostante” (Domanda 1) nelle singole schede (in ascissa, numerate da valle –C1- verso monte –C20).

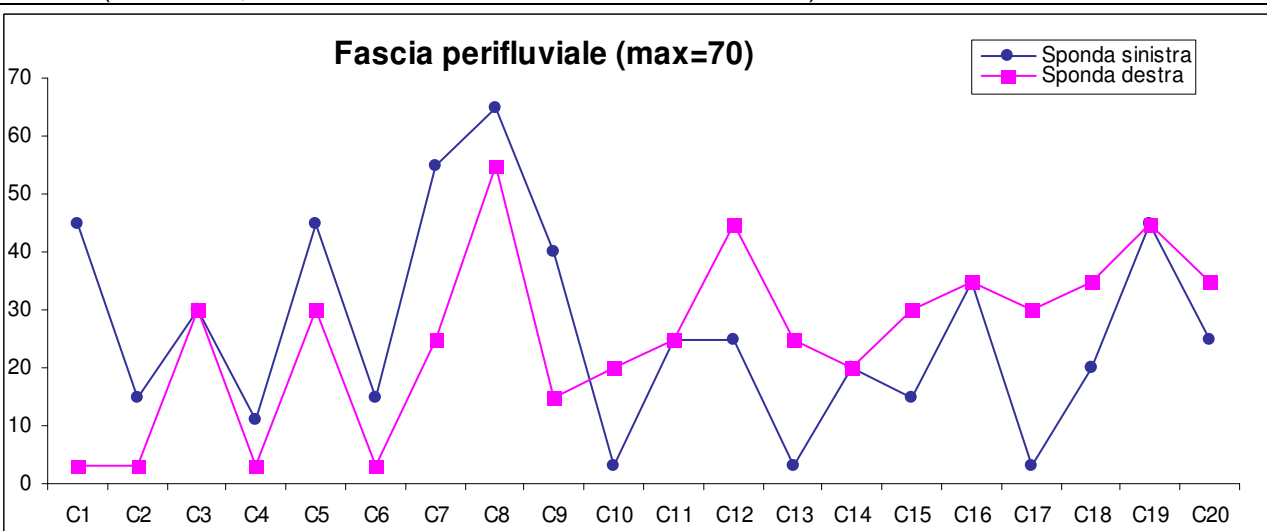


Figura 21 - Andamento dei valori del subindice “Fascia perifluviale” (domande 2-4) nelle singole schede (in ascissa, numerate da valle –C1- verso monte –C20).

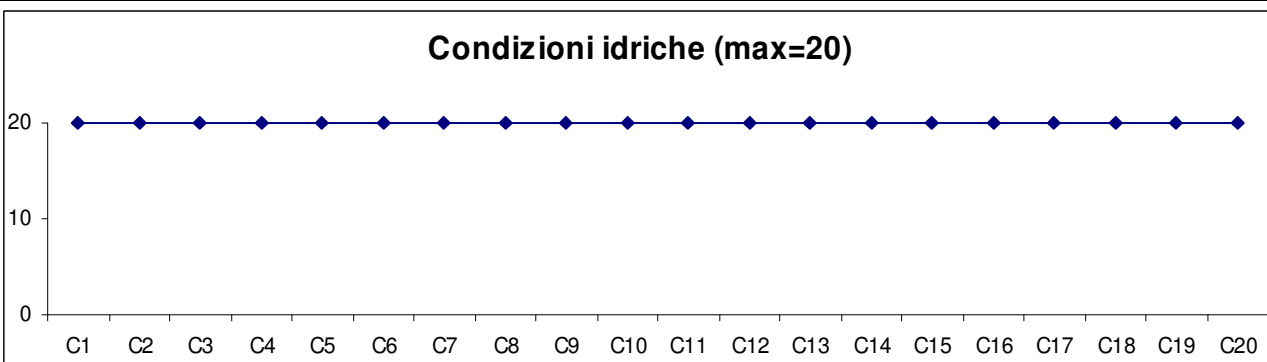


Figura 22 - Andamento dei valori del subindice “Condizioni idriche” (domanda 5) nelle singole schede (in ascissa, numerate da valle –C1- verso monte –C20). La domanda assume valore univoco per entrambe le sponde.

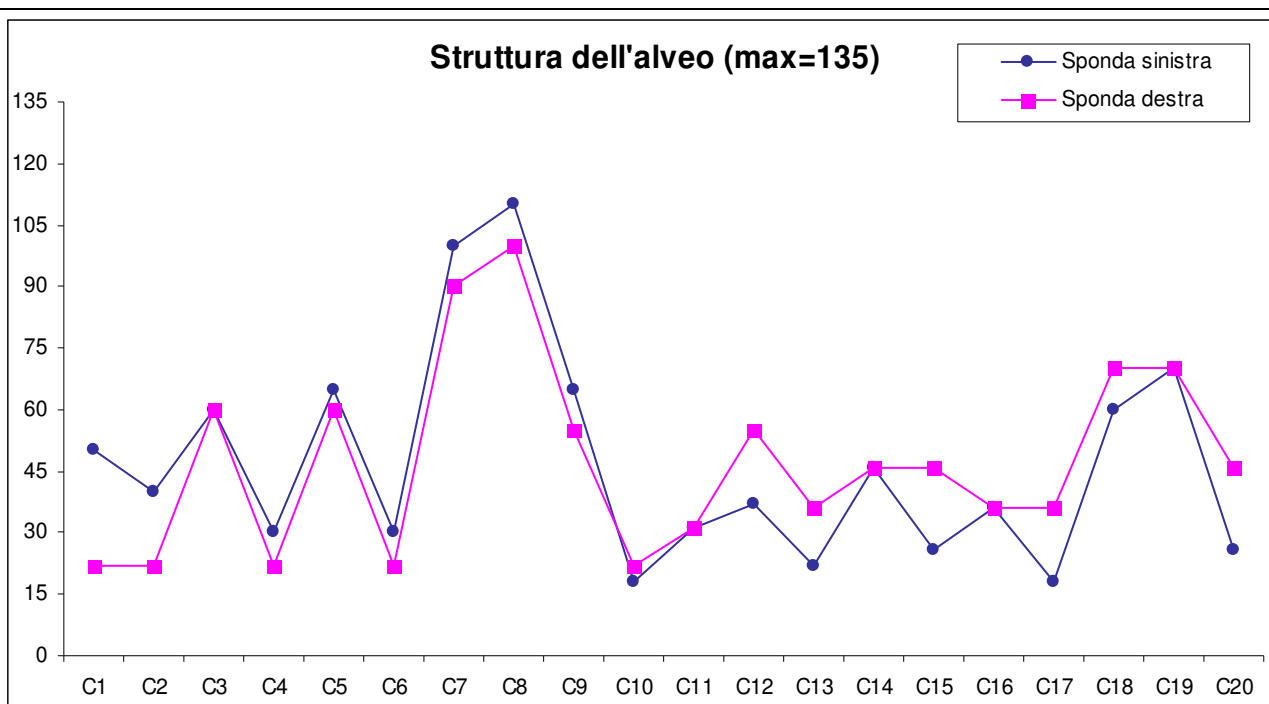


Figura 23 - Andamento dei valori del subindice “Struttura dell’alveo” (domande 6-11) nelle singole schede (in ascissa, numerate da valle –C1- verso monte –C20).

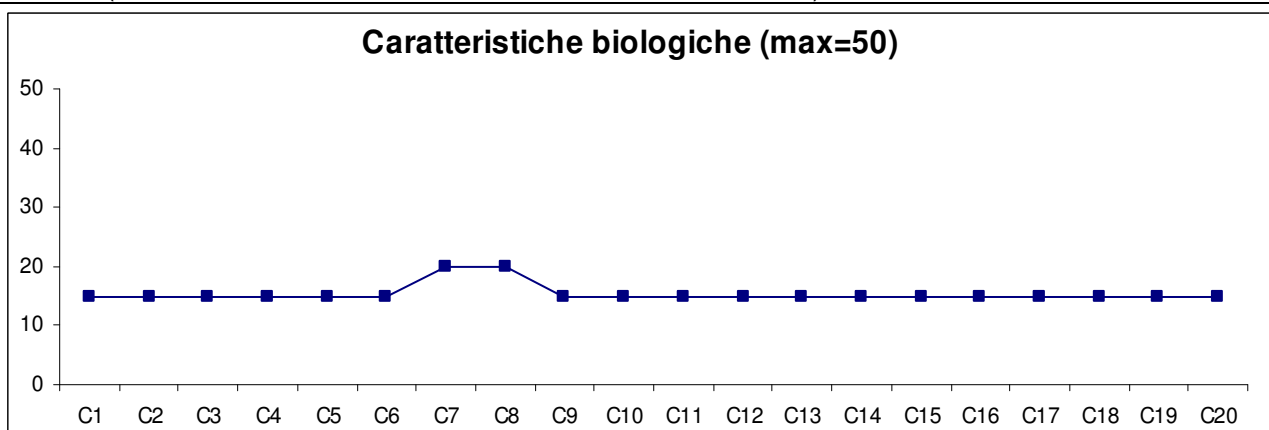


Figura 24 - Andamento dei valori del subindice “Caratteristiche biologiche” (domande 12-14) nelle singole schede (in ascissa, numerate da valle –C1- verso monte –C20). La domanda assume valore univoco per entrambe le sponde.

4.4 MACROTRATTO D: SCHEDE DESCRITTIVE

Il macrotratto D è ubicato in Casentino tra la confluenza del torrente Rassina e quella del torrente Solano. Il corso d'acqua in questo macrosegmento scorre prevalentemente in aree rurali e attraversa i centri abitati di Poppi e Bibbiena. Il fiume inoltre è affiancato in sinistra idrografica dalla Strada Statale n°70, ed è incrociato dalla linea ferroviaria (a bassa frequenza) del Casentino. Tra gli affluenti vi sono corsi d'acqua di elevato pregio naturalistico specialmente nei loro tratti medio-alti come i torrenti Teggina, Archiano, Corsalone.

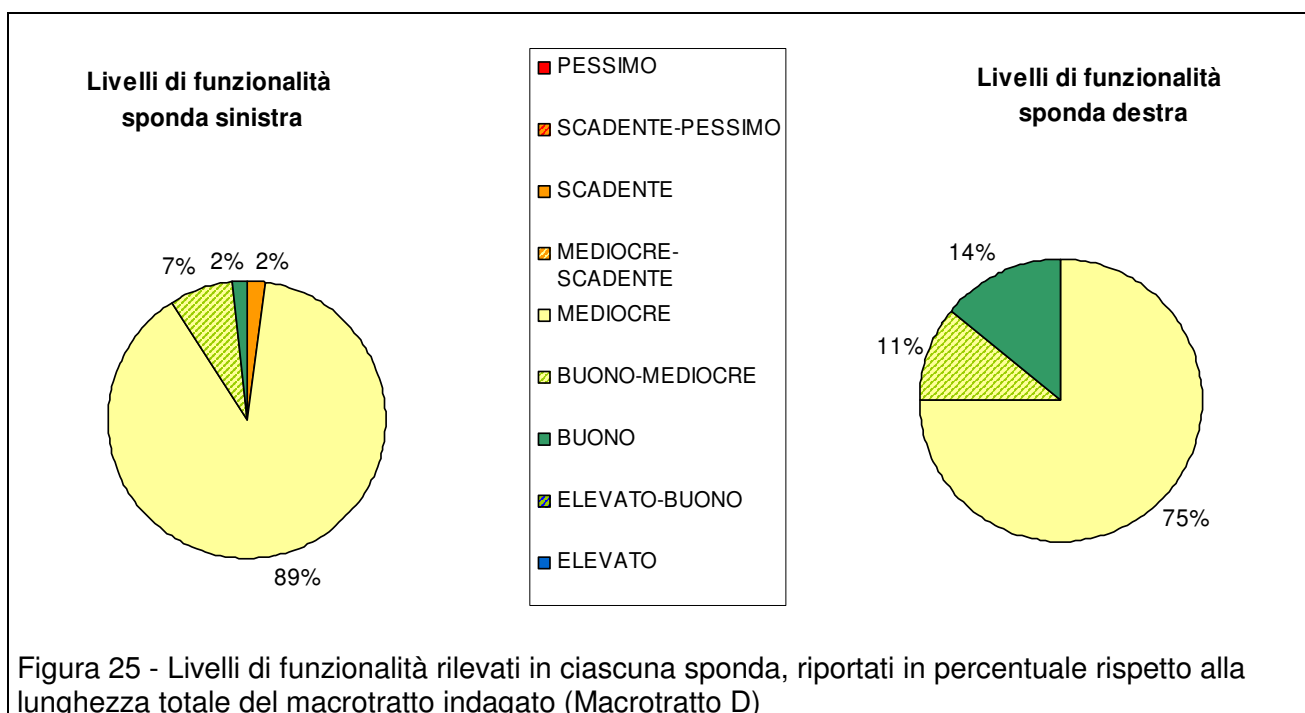
In questo macrotratto si riversano direttamente in Arno le acque reflue depurate provenienti dal depuratore di Bibbiena ed altri scarichi di origine civile ed industriale situati sia nella zona di Poppi che in quella di Rassina.

Nel macrotratto, in sinistra idrografica, saranno ubicate le casse di espansione di Poppi e Bibbiena.

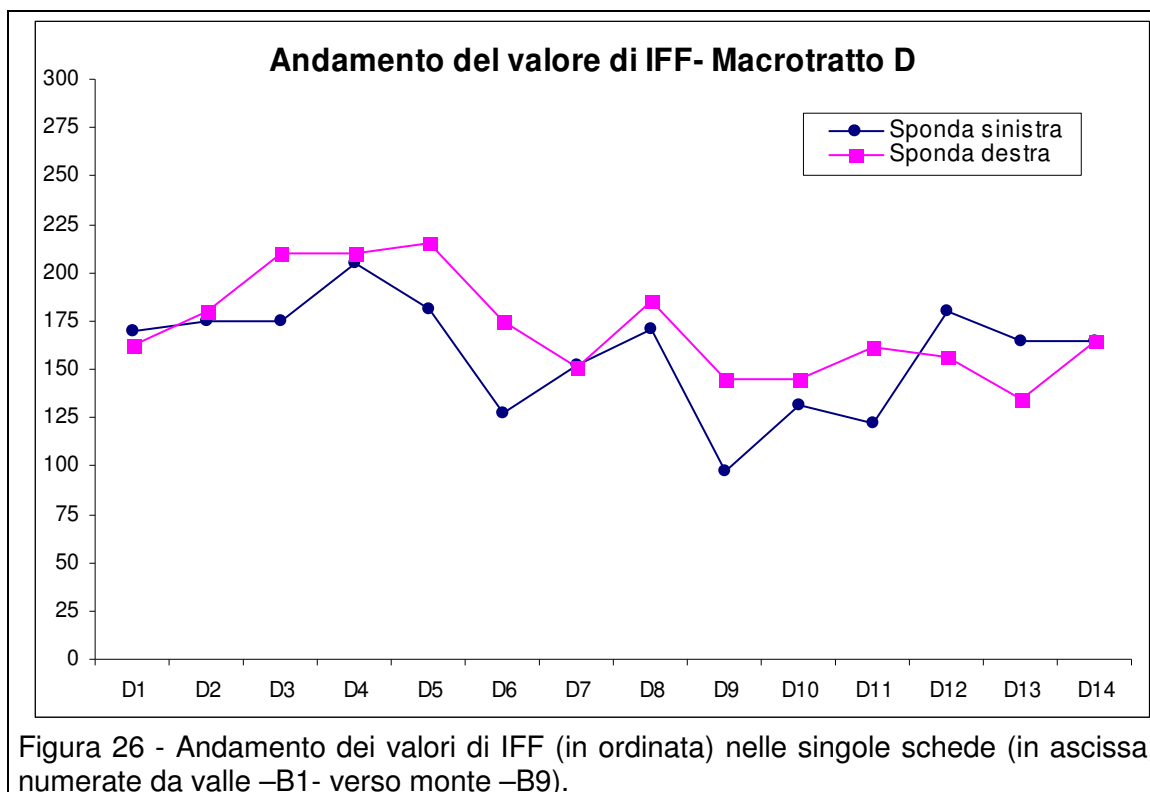
4.4.1 Interpretazione dei dati

L'applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale ha permesso di individuare 14 tratti omogenei nei quasi 15 km di asta fluviale interessati dall'indagine (cfr. Allegato A – Tavola 5 - Carta di funzionalità del Macrotratto D, ove vengono riportati anche i colori relativi ai giudizi di qualità rilevati).

Dall'osservazione dei grafici di Figura 25, nei quali le torte (100%) corrispondono alla lunghezza complessiva del macrotratto in studio, suddiviso in base alla lunghezza dei tratti rilevati con ciascun giudizio di qualità, si nota immediatamente una netta differenza rispetto agli altri macrotratti: il giudizio si fa complessivamente "MEDIOCRE", con nessun tratto, in sponda destra, al di sotto di questa categoria; in sponda sinistra questo giudizio è applicabile per ben l'89% del tratto, con solo il 2% in categoria più bassa (SCADENTE). Nonostante il miglioramento rilevabile, si deve comunque anche far notare la scarsa presenza di tratti sufficienti, con al massimo il 2% di funzionalità BUONA in sinistra idrografica ed il 14% in destra.



Andando ad analizzare in senso longitudinale i valori di IFF attribuiti a ciascuna scheda (cfr.Figura 26) , è possibile confermare l'elevata omogeneità dei risultati, con valori minimi pari a 97 e massimi pari a 215. La media dei valori della sponda destra è pari a 171,07 (deviazione standard =25,96) mentre quella della sponda sinistra è pari a 158,29 (deviazione standard =29,03).



Entrando nel dettaglio dei subindici individuati come da paragrafo 2.1, (Figura 27, Figura 28, Figura 29, Figura 30, Figura 31 e Figura 32) è possibile rilevare che:

- il **Territorio circostante** (cfr.Figura 27) è caratterizzato prevalentemente da un uso agricolo, con prevalenza di colture stagionali o permanenti; l'urbanizzazione è piuttosto rada;



Figura 27 - Immagine d'insieme del Fiume Arno in Casentino a monte di Poppi (sch. D10)

- la **Fascia di vegetazione perifluviale** è per lo più racchiusa all'interno di argini in terra (fascia secondaria), pur non mancando tratti (D4, ad esempio) in cui risulti soddisfatta la dimensione trasversale del corso d'acqua (fascia primaria); la sua ampiezza supera difficilmente i cinque metri, come è il caso di entrambe le sponde in D8, e le discontinuità rilevabili sono attribuibili per lo più alla presenza di interventi artificiali che ne compromettono la maturazione della struttura; la presenza di specie alloctone non riparie infestanti quali *Robinia pseudoacacia* si fa più importante, al punto da sostituire a tratti la vegetazione più prettamente riparia;
- le **Condizioni idriche** risultano costantemente al loro massimo livello, con una larghezza dell'alveo di morbida inferiore al triplo dell'alveo bagnato, garantendo così una certa stabilità della colonizzazione ed efficienza autodepurativa;
- la **Struttura dell'alveo** risulta complessivamente ad un livello intermedio, pur toccando anche punte minime di 22 punti (scheda D9 – sponda sinistra) su 135 disponibili nel subindice: una buona alternanza di pozze e raschi, rive stabilizzate da erbe ed arbusti, un fondo dell'alveo mobile solo a tratti, sono alla base del miglioramento riscontrato; i livelli del subindice subiscono un evidente calo, soprattutto in riva sinistra, a partire dall'abitato di Bibbiena (D6, D7, D9), per poi mantenere un livello poco soddisfacente fino all'abitato di Poppi (D10-D11), aree individuate di localizzazione delle casse di espansione: un maggior numero di interventi di difesa spondale ma soprattutto la canalizzazione dell'alveo al fine di un maggior utilizzo agricolo, hanno indotto

una banalizzazione degli ambienti ed una maggior artificializzazione, con minor ritenzione ed innescamento di quei processi erosivi rilevabili anche a valle;

- le **caratteristiche biologiche** risultano decisamente migliorate, attestandosi indicativamente intorno al valore di 35 punti su 50: la comunità macrobentonica risulta sufficientemente diversificata, seppur con struttura alterata rispetto a quanto atteso (cfr. dati IBE par. 5.2 stazioni Monte confluenza Solano e Valle confluenza Rassina); il detrito presente in alveo è quasi sempre costituito da frammenti vegetali fibrosi, pur non mancando una componente polposa; il feltro perifitico risulta scarsamente sviluppato. Alla base del valore rilevato, la maggior capacità autodepurativa del sistema unitamente ad una effettiva miglior qualità delle acque.

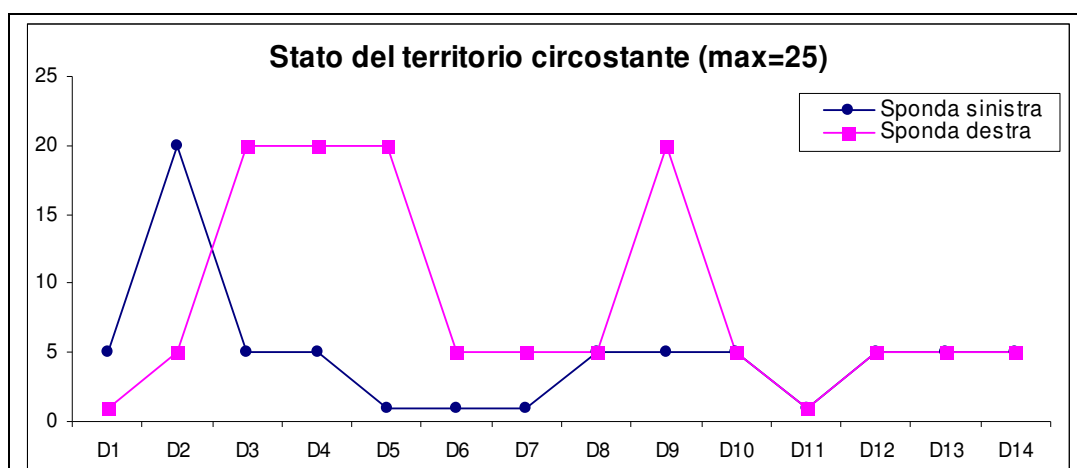


Figura 28 - Andamento dei valori del subindice "Territorio circostante" (Domanda 1) nelle singole schede, numerate in ascissa da valle (D1) verso monte (D14)

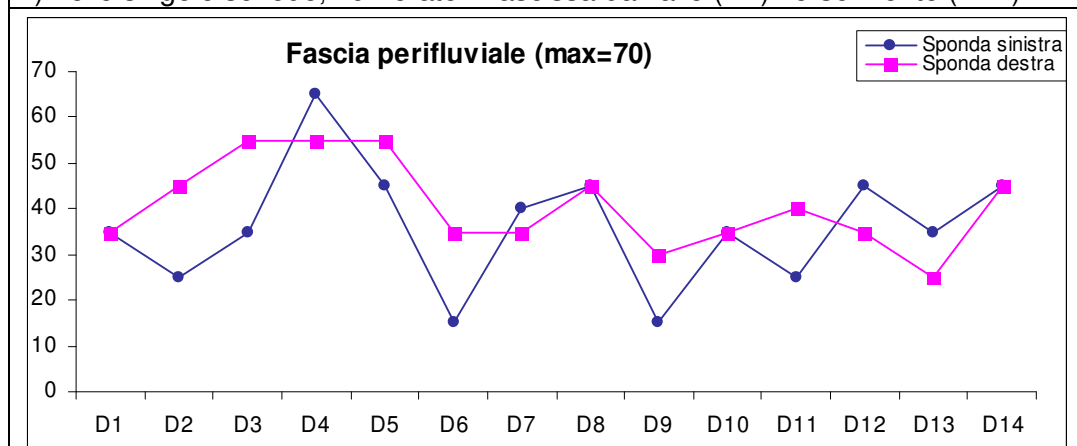


Figura 29 - Andamento dei valori del subindice "Fascia perfluviale" (domande 2-4) nelle singole schede, numerate in ascissa da valle (D1) verso monte (D14)

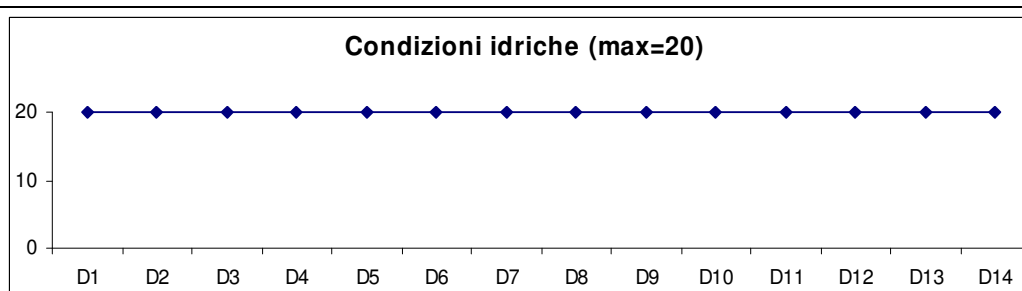


Figura 30 - Andamento dei valori del subindice "Condizioni idriche" (domanda 5) nelle singole schede, numerate in ascissa da valle (D1) verso monte (D14). La domanda assume valore univoco per entrambe le sponde

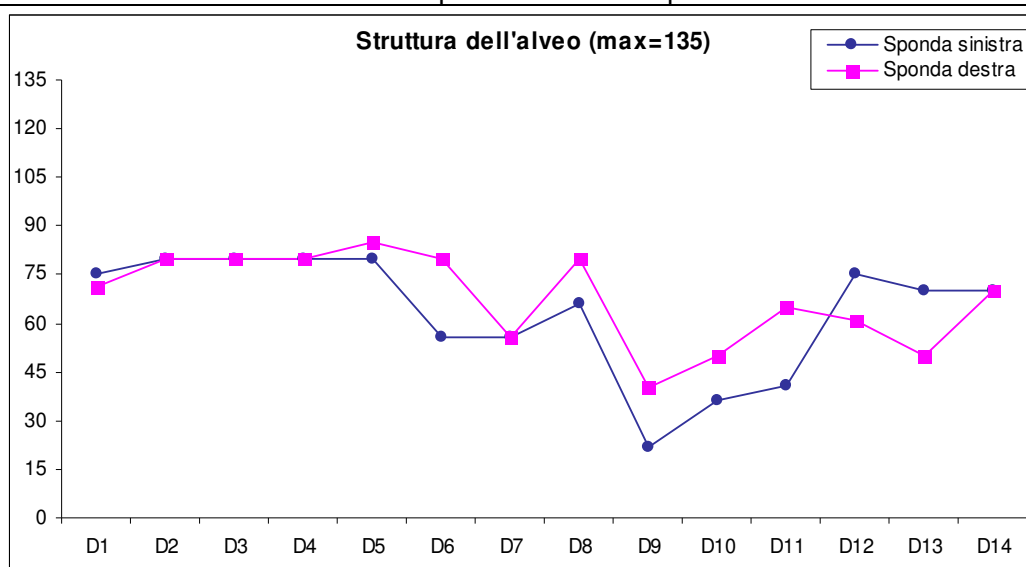


Figura 31 - Andamento dei valori del subindice "Struttura dell'alveo" (domande 6-11) nelle singole schede, numerate in ascissa da valle (D1) verso monte (D14)

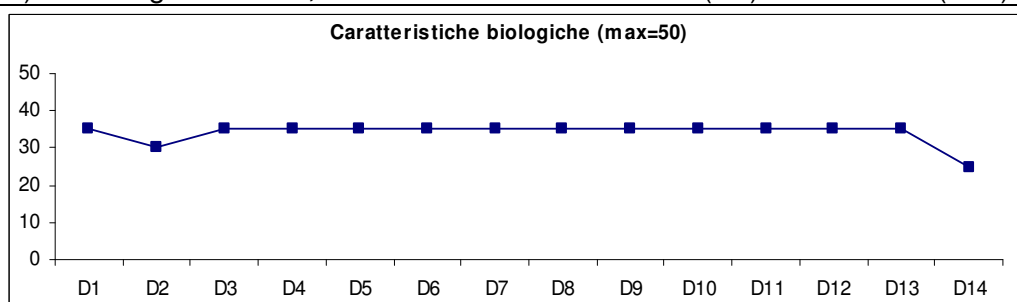


Figura 32 - Andamento dei valori del subindice "Caratteristiche biologiche" (domande 12-14) nelle singole schede, numerate in ascissa da valle (D1) verso monte (D14). La domanda assume valore univoco per entrambe le sponde

4.5 CONCLUSIONI

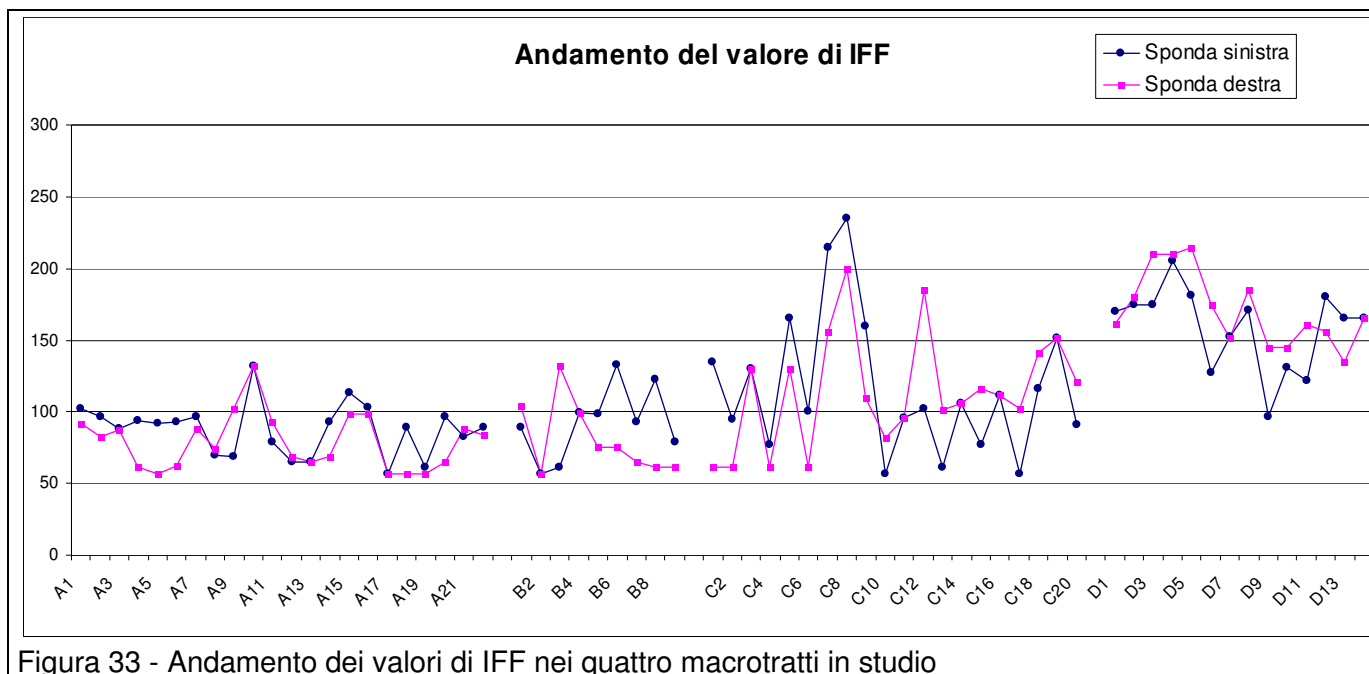


Figura 33 - Andamento dei valori di IFF nei quattro macrotratti in studio

Il livello di funzionalità fluviale sui quattro macrotratti indagati è stato complessivamente riportato nel grafico di Figura 33, ove è possibile evidenziare:

- un complessivo scadente livello di funzionalità nei macrotratti posti a valle di Firenze (A e B);
- una maggior eterogeneità dei risultati nel macrotratto C del Valdarno superiore;
- un omogeneo miglioramento della funzionalità fluviale nel tratto casentino (D).

Tra i motivi di questi diversi risultati sono da annoverare:

- il miglioramento della qualità delle acque da valle verso monte;
- una maggior urbanizzazione del territorio nei macrotratti A, B e C;
- una maggior vocazione agricola del macrotratto D;
- una minor complessità della struttura dell'alveo (minor diversità di macro e microhabitat, minor strutture di ritenzione, minor naturalità) nei macrotratti A e B, indotta dalla sua canalizzazione;
- una maggior continuità trasversale (fascia perfluviale primaria) nel macrotratto D.

5 Risultati dell'analisi IBE

5.1 STAZIONI DI CAMPIONAMENTO

A supporto dell'Indice di Funzionalità Fluviale, in alcune aree specifiche, è stato valutato anche l'Indice Biotico Esteso. Le stazioni (Figura 34) sono state posizionate nei tratti di studio tenendo conto anche della localizzazione delle stazioni ARPAT del monitoraggio qualitativo periodico. I dati IBE del monitoraggio ARPAT degli anni 2003-2004 (Tabella 4) insieme ai dati rilevati da Legambiente per il presente progetto, sono stati considerati ai fini della valutazione complessiva della comunità macrobentonica e della qualità biologica dei tratti considerati.

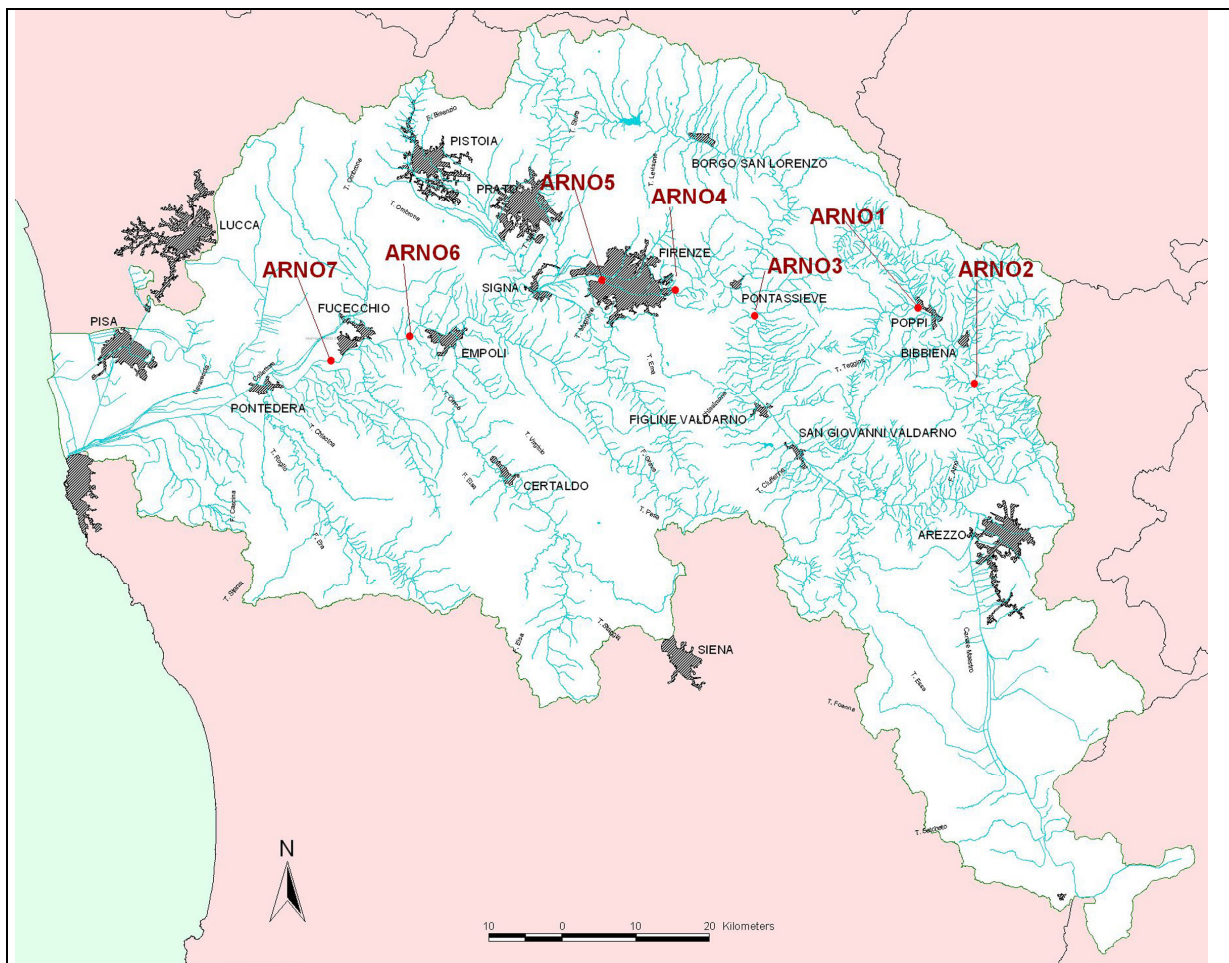


Figura 34 - Localizzazione Stazioni IBE

5.1.1 Stazione Arno 1 “monte della confluenza del torrente Solano”

La stazione di monitoraggio si trova in Casentino in prossimità di Poppi (AR). Si raggiunge percorrendo la strada statale n° 70, della Consuma, in direzione Bibbiena. In prossimità del ponte Foderino, prima dell'abitato di Poppi, si devia in una strada sterrata e si raggiunge il fiume dalla destra idrografica.



Figura 35 - Stazione Arno 1 “monte della confluenza del torrente Solano”

5.1.2 Stazione Arno 2 “valle della confluenza del torrente Rassina”

La stazione di monitoraggio è situata in Casentino in prossimità di Rassina (AR). Giunti a Rassina percorrendo la strada statale n° 70, si oltrepassa il ponte sull'Arno e s'imbocca la strada provinciale in direzione Talla. Dopo qualche centinaio di metri, a monte della confluenza del torrente Soliggine, si raggiunge il fiume dalla destra idrografica.



Figura 36 Stazione Arno 2 “valle della confluenza del torrente Rassina”

5.1.3 Stazione Arno 3 “S. Ellero”

La stazione di monitoraggio si trova in Valdarno Superiore in prossimità del centro abitato di San Clemente nel comune di Reggello (FI). Arrivati al centro abitato di S. Ellero, percorrendo la strada statale n° 69 in direzione d'Incisa in Valdarno, si prosegue poche centinaia di metri e prima della frazione di Riscaggio si raggiunge il fiume dalla sua destra idrografica.



Figura 37 - Stazione Arno 3 “S.Ellero”

5.1.4 Stazione Arno 4 “Il Girone”

La stazione di monitoraggio è situata a monte della città di Firenze, presso la località il Girone nel comune di Fiesole. La stazione si raggiunge dalla destra idrografica percorrendo la strada statale n°69 in direzione di Incisa in Valdarno (FI).



Figura 38 - Stazione Arno 4 “Il Girone”

5.1.5 Stazione Arno 5 “Cascine”

La stazione di monitoraggio è situata a valle della città di Firenze presso il parco delle Cascine. La stazione ubicata a monte della confluenza del torrente Mugnone e del collettore “Le Torri”, scarico ancora attivo, si raggiunge dalla sinistra idrografica.



Figura 39 - Stazione Arno 5 “Le Cascine”

5.1.6 Stazione Arno 6 “Marcignana”

La stazione di monitoraggio è situata a valle della città di Empoli (FI) nei pressi della località Marcignana. La stazione si trova a valle del ponte che attraversa l'Arno e si raggiunge dalla sinistra idrografica.



Figura 40 - Stazione Arno 6 “Marcignana”

5.1.7 Stazione Arno 7 “Castelfranco di Sotto”

La stazione di monitoraggio si trova nei pressi dell'area urbana di Castelfranco di Sotto (PI). La stazione è ubicata a monte del ponte che attraversa l'Arno e si raggiunge dalla destra idrografica.



Figura 41 - Stazione Arno 6 “Castelfranco di Sotto”

5.2 DISCUSSIONE DEI RISULTATI

I risultati del monitoraggio biologico effettuato tra il 20 dicembre 2005 e il 12 gennaio 2006 svolto in regime idrologico di morbida elevata, sono riportati in tabelle nelle quali sono riassunti i principali dati ambientali delle stazioni di campionamento utili alla caratterizzazione dell'ecosistema fluviale, tabelle con la composizione della comunità macrobentonica campionata che colonizza il substrato e i relativi valori di Indice Biotico Esteso (I.B.E.) e Classe di Qualità (C.Q.).

Inoltre, è stato inserito un grafico per una migliore visualizzazione del confronto della qualità biologica delle stazioni monitorate.

5.2.1 Qualità biologica a “monte della confluenza del torrente Solano”

La stazione è posizionata nel tratto a monte della confluenza del torrente Solano. Il territorio circostante l'alveo fluviale è costituito da campi coltivati sia in destra che in sinistra idrografica.

La vegetazione perifluviale è costituita prevalentemente da essenze di tipo arboreo ripario. L'alveo bagnato largo circa 10 m., presenta un substrato costituito da ciottoli ed in subordine da ghiaia e sabbia.

Fiume Arno	
Stazione/Codice	"a monte confluenza torrente Solano"/Arno1
Data	07 gennaio 2006
Ora	10,15
Larghezza alveo di piena (m.)	30
Larghezza alveo bagnato (m.)	10
Substrato (granulometria)	ciottoli, ghiaia, sabbia
Profondità media (cm)	40
Velocità corrente	elevata
Turbolenza	elevata
Ritenzione detrito organico	scarsa
Decomposizione della materia organica	frammenti fibrosi
Organismi incrostanti	assenti
Anaerobiosi sul fondo	assente

Tabella 6 – Stazione “Arno 1”: caratteristiche ambientali

La profondità media dell'acqua si attesta intorno ai 40 cm con velocità di corrente e turbolenza elevata (Tabella 6).

Ambiente/Stazione		Fiume Arno/ "monte confluenza torrente Solano"
PLECOTTERI (genere)		<i>Leuctra</i> (I); <i>Brachyptera</i> (L)
EFEMEROTTERI (genere)		<i>Baetis</i> (L); <i>Rhithrogena</i> (I)
TRICOTTERI (famiglia)		Hydropsychidae (L); Rhyacophilidae (I); Limnephilidae (I);
COLEOTTERI (famiglia)		Gyrinidae (I)
DITTERI (famiglia)		Chironomidae (I); Simuliidae (I)
OLIGOCHETI (famiglia)		Lumbricidae (I)
U.S.	11	Ambiente con moderati sintomi di inquinamento o di alterazione
I.B.E.	9/8	
C.Q.	II	

Tabella 7 – Stazione "Arno 1": composizione della comunità macrobentonica

Il valore di Indice Biotico Esteso che è stato rilevato, pari a 9/8 (Tabella 7), corrisponde ad una seconda classe di qualità (Tabella 3). Tale valore è tipico dei corsi d'acqua in cui le alterazioni dell'ambiente fluviale, pur presenti, sono di entità moderata. Il valore viene determinato da un'entrata orizzontale in tabella a livello massimo per la presenza dei Plecotteri dei generi *Leuctra* e *Brachyptera*, con una comunità di macroinvertebrati costituita da 11 unità sistematiche che colonizzano stabilmente il substrato (Tabella 7). Pur essendo presenti segnali di alterazione, testimoniati ad esempio da una comunità macrobentonica non molto articolata, la presenza di unità sistematiche abbastanza sensibili ai fenomeni di inquinamento (EPT-taxa), indica che la qualità biologica delle acque nel tratto è buona ed il corso d'acqua ha capacità di autodepurazione.

5.2.2 Qualità biologica a "valle della confluenza del torrente Rassina"

La stazione è posizionata nel tratto a valle della confluenza del torrente Rassina. Il territorio circostante l'alveo fluviale è costituito da campi coltivati in destra idrografica,

mentre in sinistra sono presenti aree urbanizzate e l'alveo fluviale è separato dal territorio circostante da un muro in cemento.

La vegetazione perifluviale è costituita prevalentemente da essenze di tipo arboreo in destra idrografica mentre in sinistra è costituita da una stretta fascia arbustiva. L'alveo bagnato largo circa 20 m., presenta un substrato costituito da grossi ciottoli, ghiaia e sabbia.

Fiume Arno	
Stazione/Codice	"a valle confluenza torrente Rassina"/Arno 2
Data	07 gennaio 2006
Ora	13,15
Larghezza alveo di piena (m.)	30
Larghezza alveo bagnato (m.)	20
Substrato (granulometria)	ciottoli, ghiaia, sabbia
Profondità media (cm)	40
Velocità corrente	elevata
Turbolenza	elevata
Ritenzione detrito organico	scarsa
Decomposizione della materia organica	frammenti fibrosi
Organismi incrostanti	feltro sottile
Anaerobiosi sul fondo	assente

Tabella 8 – Stazione "Arno 2": caratteristiche ambientali

Ambiente/Stazione		Fiume Arno/ "a valle confluenza torrente Rassina"
PLECOTTERI (genere)		<i>Leuctra</i> (I); <i>Brachyptera</i> (I)
EFEMEROTTERI (genere)		<i>Baetis</i> (L); <i>Epeorus</i> (I); <i>Rhithrogena</i> (I)
TRICOTTERI (famiglia)		Hydropsychidae (L); Rhyacophilidae (I); Limnephilidae (I); Psychomyidae (I)
COLEOTTERI (famiglia)		Gyrinidae (I)
ODONATI (genere)		<i>Onychogomphus</i> (I)
DITTERI (famiglia)		Chironomidae (I); Simuliidae (I); Limoniidae (I)
GASTEROPODI (famiglia)		Ancylidae (I)
OLIGOCHETI (famiglia)		Lumbriculidae (I)
U.S.	16	Ambiente non alterato in modo sensibile
I.B.E.	10/9	
C.Q.	I II	

Tabella 9 – Stazione "Arno 2": composizione della comunità macrobentonica

La profondità media dell'acqua è di circa 40 cm con velocità di corrente e turbolenza elevata (Tabella 8).

Il valore dell'Indice Biotico Esteso che è stato rilevato, pari a 10/9 (Tabella 9), corrisponde ad una classe di qualità intermedia tra prima e seconda. Il valore viene determinato da un'entrata orizzontale in tabella a livello massimo per la presenza dei Plecotteri dei generi *Leuctra* e *Brachyptera*, con una comunità di macroinvertebrati costituita da 16 unità sistematiche che colonizzano stabilmente il substrato (Tabella 9). Rispetto alla stazione a monte la comunità macrobentonica risulta maggiormente diversificata e la presenza di unità sistematiche abbastanza sensibili ai fenomeni di inquinamento è più numerosa.

Vista la presenza di numerosi scarichi nel tratto Poppi-Bibbiena-Rassina il corpo idrico dimostra di avere un'ottima capacità di autodepurazione almeno nelle condizioni idrologiche di morbida elevata.

5.2.3 Qualità biologica a "S.Ellero"

La stazione è posizionata nel tratto a valle del centro abitato di San Clemente in Valdarno Superiore. Il territorio circostante al corso d'acqua in destra idrografica è costituito dalla strada statale e da aree lievemente urbanizzate, mentre in sinistra sono presenti bosco e campi coltivati.

Fiume Arno	
Stazione/Codice	"S. Ellero"/Arno 3
Data	20 dicembre 2005
Ora	09,20
Larghezza alveo di piena (m.)	50
Larghezza alveo bagnato (m.)	15
Substrato (granulometria)	ciottoli, massi, ghiaia
Profondità media (cm)	40
Velocità corrente	media
Turbolenza	Limitata, leggera torbidità
Ritenzione detrito organico	scarsa
Decomposizione della materia organica	nessun elemento rilevabile
Organismi incrostanti	assenti
Anaerobiosi sul fondo	assente

Tabella 10 – Stazione "Arno 3": caratteristiche ambientali

La vegetazione perifluviale è formata prevalentemente da essenze di tipo arboreo ripario maggiormente strutturate in sinistra idrografica. L'alveo bagnato largo circa 15 m., presenta un substrato costituito da ciottoli, massi e ghiaia.

Ambiente/Stazione		Fiume Arno / "S. Ellero"
EFEMEROTTERI (genere)		<i>Baetis</i> (I)
DITTERI (famiglia)		Chironomidae (I); Simuliidae (L); Limoniidae (I)
OLIGOCHETI (famiglia)		Lumbriculidae (I)
U.S.	5	Ambiente molto inquinato o alterato
I.B.E.	4/5	
C.Q.	IV	

Tabella 11 – Stazione "Arno 3": composizione della comunità macrobentonica

La profondità media dell'acqua si attesta intorno ai 40 cm con velocità di corrente media e turbolenza limitata (Tabella 10).

Il valore di Indice Biotico Esteso che è stato rilevato, pari a 4/5 (Tabella 11), corrisponde ad una quarta classe di qualità. Il valore è determinato da un'entrata orizzontale in tabella a livello di Tricotteri per la presenza di *Baetis*, inclusa in questo livello. La comunità di macroinvertebrati è costituita da 5 unità sistematiche che colonizzano stabilmente il substrato (Tabella 11).

La comunità del macrobenthos è molto semplificata e non sono coperti tutti i ruoli trofici. Sono assenti le unità sistematiche più sensibili ai livelli di inquinamento. Il giudizio che ne scaturisce è quello di un ambiente fluviale molto inquinato. Se osserviamo i dati del monitoraggio IBE effettuati da ARPAT (Tabella 4) alle stazioni più vicine a quella in esame (Figline a monte, Rosano a valle), si rileva una sostanziale omogeneità con il dato registrato. Nonostante ciò e preso atto della presenza di numerosi scarichi nella zona di Rignano e San Clemente, il corso d'acqua per le sue caratteristiche ambientali potrebbe avere una qualità biologica leggermente superiore a quella riscontrata.

5.2.4 Qualità biologica al “Girone”

La stazione è posizionata nei pressi del centro abitato del Girone. Il territorio circostante al corso d'acqua è costituito da un'area urbanizzata decisamente più estesa in destra idrografica.

Fiume Arno	
Stazione/Codice	"Girone"/Arno 4
Data	20 dicembre 2005
Ora	12,00
Larghezza alveo di piena (m.)	90
Larghezza alveo bagnato (m.)	70
Substrato (granulometria)	ciottoli, limo, sabbia
Profondità media (cm)	30
Velocità corrente	media
Turbolenza	laminare
Ritenzione detrito organico	scarsa
Decomposizione della materia organica	frammenti polposi
Organismi incrostanti	feltro rilevabile solo al tatto
Anaerobiosi sul fondo	assente

Tabella 12 – Stazione “Arno 4”: caratteristiche ambientali

La vegetazione perifluviale è formata prevalentemente da essenze di tipo arboreo ripario in sinistra idrografica, mentre in destra la vegetazione è assente con sponda fortemente soggetta ad erosione. L'alveo bagnato largo circa 70 m., presenta un substrato costituito da ciottoli, limo e sabbia.

Ambiente/Stazione		Fiume Arno/ “Girone”
EFEMEROTTERI (genere)		<i>Baetis</i> (I)
TRICOTTERI (famiglia)		Hydropsychidae (I)
ODONATI (genere)		<i>Calopteryx</i> (I)
DITTERI (famiglia)		Chironomidae (I)
CROSTACEI (famiglia)		Gammaridae (I)
OLIGOCHETI (famiglia)		Lumbriculidae (I)
U.S.	6	Ambiente inquinato o comunque alterato
I.B.E.	6/5	
C.Q.	III IV	

Tabella 13 – Stazione “Arno 4”: composizione della comunità macrobentonica

La profondità media dell'acqua nel transetto è circa 30 cm con velocità di corrente media e flusso laminare (Tabella 12).

Il valore di Indice Biotico Esteso che è stato rilevato, pari a 6/5 (Tabella 13), corrisponde ad una classe di qualità intermedia tra terza e quarta. Il valore viene determinato da un'entrata orizzontale in tabella a livello di Tricotteri con più di una unità per la presenza di Hydropsychidae e di Baetis inclusa in questo livello. La comunità di macroinvertebrati è costituita da 6 unità sistematiche che colonizzano stabilmente il substrato (Tabella 13).

Nonostante il leggero miglioramento si registra una situazione analoga a quella della stazione precedente: comunità macrobentonica semplificata e assenza delle unità sistematiche più sensibili con conseguente giudizio qualitativo di ambiente inquinato. In questo caso, visto il carico organico che proviene dalla zona a monte, viste le caratteristiche ambientali e la struttura morfologica della stazione, la qualità biologica rilevata corrisponde a quella attesa.

5.2.5 Qualità biologica alle “Cascine”

La stazione è posizionata a Firenze a monte della confluenza del torrente Mugnone. Il territorio circostante al corso d'acqua è costituito da un'area urbanizzata in sinistra idrografica e dal parco urbano delle Cascine in destra.

Fiume Arno	
Stazione/Codice	"Cascine"/Arno 5
Data	20 dicembre 2005
Ora	13,45
Larghezza alveo di piena (m.)	60
Larghezza alveo bagnato (m.)	20
Substrato (granulometria)	ghiaia, sabbia, ciottoli
Profondità media (cm)	30
Velocità corrente	media
Turbolenza	laminare
Ritenzione detrito organico	scarsa
Decomposizione della materia organica	frammenti polposi
Organismi incrostanti	feltro sottile, alghe crostose
Anaerobiosi sul fondo	tracce

Tabella 14 – Stazione “Arno 5”: caratteristiche ambientali

La vegetazione perifluviale è costituita prevalentemente da essenze di tipo arboreo ripario non ben strutturate in sinistra idrografica, mentre in destra la vegetazione è assente.

L'alveo bagnato è largo circa 20 m. e presenta un substrato costituito da ghiaia, sabbia e ciottoli.

Ambiente/Stazione		Fiume Arno/ "Cascine"
EFEMEROTTERI (genere)		<i>Baetis</i> (I)
TRICOTTERI (famiglia)		Hydropsychidae (I)
DITTERI (famiglia)		Simuliidae (I)
CROSTACEI (famiglia)		Atyidae (I)
GASTEROPODI (famiglia)		Ancylidae (I); Physidae (I); Bithyniidae
BIVALVI (famiglia)		Unionidae (I)
IRUDINEI (genere)		<i>Dina</i> (I)
U.S.	9	Ambiente inquinato o comunque alterato
I.B.E.	6	
C.Q.	III	

Tabella 15 – Stazione "Arno 5": composizione della comunità macrobentonica

La profondità media dell'acqua nel transetto si attesta intorno ai 30 cm con velocità di corrente media e flusso laminare (Tabella 14).

Il valore di Indice Biotico Esteso che è stato rilevato, pari a 6 (Tabella 15), corrisponde ad una terza classe di qualità. Il valore viene determinato da un'entrata orizzontale in tabella a livello di Tricotteri con più di una unità per la presenza di Hydropsychidae e di Baetis inclusa in questo livello; la comunità di macroinvertebrati è costituita da 9 unità sistematiche che colonizzano stabilmente il substrato (Tabella 15).

Si rileva una qualità biologica leggermente migliore rispetto alla stazione precedente dovuta ad una comunità macrobentonica più strutturata, ma comunque tipica di ambienti inquinati ad elevato carico organico.

5.2.6 Qualità biologica a "Marcignana"

La stazione è posizionata a valle del centro abitato di Empoli. Il territorio circostante al corso d'acqua è costituito da aree urbanizzate.

Fiume Arno	
Stazione/Codice	"Marcignana"/Arno 6
Data	12 gennaio 2006
Ora	12,15
Larghezza alveo di piena (m.)	60
Larghezza alveo bagnato (m.)	40
Substrato (granulometria)	massi, ciottoli, sabbia
Profondità media (cm)	50
Velocità corrente	media
Turbolenza	limitata
Ritenzione detrito organico	scarsa
Decomposizione della materia organica	frammenti fibrosi
Organismi incrostanti	feltro sottile
Anaerobiosi sul fondo	assente

Tabella 16 – Stazione "Arno 6": caratteristiche ambientali

La vegetazione perifluviale è a carattere prevalentemente erbaceo-arbustivo. L'alveo bagnato largo circa 40 m., presenta un substrato costituito da ghiaia, sabbia e massi. La profondità media dell'acqua nel transetto si attesta intorno ai 50 cm con velocità di corrente media e turbolenza limitata (Tabella 16).

Ambiente/Stazione		Fiume Arno/ "Marcignana"
EFEMEROTTERI (genere)		<i>Baetis</i> (I)
DITTERI (famiglia)		Chironomidae (I); Simuliidae (I)
OLIGOCHETI (famiglia)		Lumbriculidae (I)
U.S.	4	Ambiente molto inquinato o comunque molto alterato
I.B.E.	4	
C.Q.	IV	

Tabella 17 – Stazione "Arno 6": composizione della comunità macrobentonica

Il valore di Indice Biotico Esteso che è stato rilevato, pari a 4 (Tabella 17), corrisponde ad una quarta classe di qualità. Il valore viene determinato da un'entrata orizzontale in tabella a livello di Tricotteri per la presenza di *Baetis* inclusa in questo livello; la comunità di macroinvertebrati è costituita da 4 unità sistematiche che colonizzano stabilmente il substrato (Tabella 17).

La comunità macrobentonica non è strutturata ed è tipica di ambienti con elevato carico organico. Il giudizio di qualità è quello di un ambiente molto alterato. La causa principale è attribuibile ai notevoli apporti inquinanti veicolati anche da importanti affluenti dell'Arno

(Bisenzio, Ombrone pistoiese, Pesa) che rendono questa zona una delle più critiche, dal punto di vista della qualità biologica, dell'intera asta fluviale.

5.2.7 Qualità biologica a “Castelfranco di Sotto”

La stazione è posizionata in prossimità del ponte di Castelfranco di Sotto. Il territorio circostante la stazione è costituito da aree urbanizzate.

Fiume Arno	
Stazione/Codice	"Castelfranco di Sotto"/Arno 7
Data	12 gennaio 2006
Ora	10,20
Larghezza alveo di piena (m.)	90
Larghezza alveo bagnato (m.)	60
Substrato (granulometria)	ghiaia, sabbia
Profondità media (cm)	40
Velocità corrente	media
Turbolenza	laminare
Ritenzione detrito organico	scarsa
Decomposizione della materia organica	frammenti polposi
Organismi incrostanti	feltro spesso con pseudofilamenti incoerenti
Anaerobiosi sul fondo	sensibile localizzata

Tabella 18 – Stazione “Arno 7”: caratteristiche ambientali

La vegetazione perifluviale è formata prevalentemente da essenze di tipo arbustivo ripario. L'alveo bagnato largo circa 60 m., presenta un substrato costituito da ghiaia e sabbia.

Ambiente/Stazione		Fiume Arno/ “ Castelfranco di Sotto”
EFEMEROTTERI (genere)		<i>Baetis</i> (I)
DITTERI (famiglia)		Chironomidae (I)
OLIGOCHETI (famiglia)		Lumbriculidae (I); Lumbricidae (I)
U.S.	4	Ambiente molto inquinato o comunque molto alterato
I.B.E.	4	
C.Q.	IV	

Tabella 19 – Stazione “Arno 7”: composizione della comunità macrobentonica

La profondità media dell'acqua nel transetto è circa 40 cm con velocità di corrente media e flusso laminare (Tabella 18).

Il valore di Indice Biotico Esteso che è stato rilevato, pari a 4 (Tabella 19), corrisponde ad una quarta classe di qualità. Il valore viene determinato da un'entrata orizzontale in tabella a livello di Tricotteri per la presenza di Baetis inclusa in questo livello; la comunità di macroinvertebrati è costituita da 4 unità sistematiche che colonizzano stabilmente il substrato (Tabella 19).

La comunità macrobentonica mantiene la stessa struttura osservata alla stazione precedente, che rispecchia un'elevata alterazione dell'ambiente fluviale e conferma il perdurare degli impatti inquinanti già rilevati a monte.

Il grafico (Figura 42) riporta il confronto della situazione qualitativa dal punto di vista biologico per le 7 stazioni ubicate sul fiume Arno. Si osserva come il corso d'acqua mantenga una qualità biologica accettabile solo nell'area casentinese.

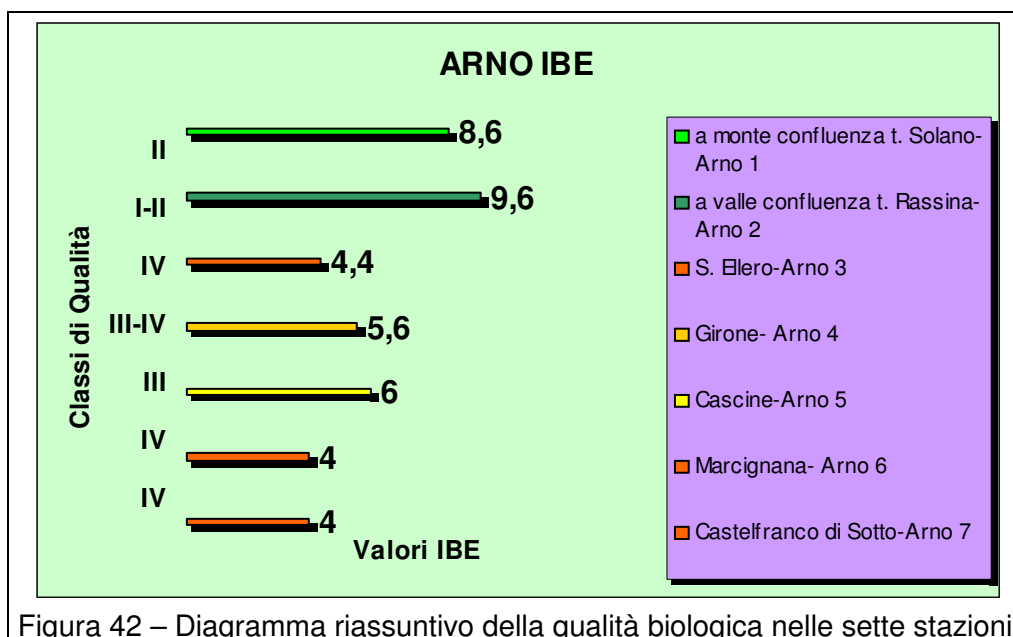


Figura 42 – Diagramma riassuntivo della qualità biologica nelle sette stazioni

5.3 CONCLUSIONI

In seguito ai risultati del monitoraggio biologico (metodo IBE), effettuato nella stagione invernale 2005 sul fiume Arno, si possono fare le seguenti considerazioni riportate in forma schematica:

- ❑ La qualità biologica rilevata dimostra come il fiume Arno mantenga un buon livello di funzionalità e autodepurazione delle acque in Casentino dove si registrano valori IBE mediamente intorno a 9.
- ❑ Sia nel Valdarno Superiore, sia in quello Inferiore la qualità biologica rilevata indica una forte alterazione delle acque. Nella zona a monte di Firenze il corso d'acqua per la sua struttura morfologica sembrerebbe avere maggiore potenzialità e quindi possibilità di "assorbimento" degli impatti inquinanti.
- ❑ All'alterazione della comunità macrobentonica concorrono:
 - l'elevato carico organico nelle acque con apporti puntuali e diffusi sul territorio;
 - gestione complessiva del territorio e degli ecosistemi fluviali (la riduzione dell'ampiezza delle fasce di vegetazione perifluviale, frequentemente sostituite da terreni agricoli, comporta una riduzione della loro azione filtro).
- ❑ I risultati del presente monitoraggio, relativi ad un unico campionamento, nonostante che siano analoghi mediamente ai dati storici dell'ARPAT, hanno la necessità di essere confermati attraverso un monitoraggio prolungato nel tempo in modo da poter valutare le variazioni della qualità biologica nelle diverse condizioni idrologiche.

6 Considerazioni finali

La funzionalità fluviale del fiume Arno nei tratti in studio è complessivamente scadente soprattutto per:

- caratteristiche biologiche;
- struttura dell'alveo (rettificazione e conseguente erosione, rive artificiali, scarsa diversità ambientale a livello di macro e microhabitat);
- antropizzazione del territorio.

Le cause sono da ricercarsi principalmente nell'elevata presenza di inquinanti nelle acque, derivanti da:

- apporti puntuali, spesso inadeguatamente depurati;
- apporti diffusi e contemporanea assenza o riduzione delle fasce di vegetazione perifluviale, con conseguente diminuzione della loro azione filtro nei confronti dei nutrienti.

Inoltre, l'inefficace gestione complessiva del territorio (impermeabilizzazione dei suoli, edificabilità, utilizzo agricolo di aree di pertinenza fluviale) e degli ecosistemi fluviali (arginature, canalizzazioni, cementificazioni delle sponde, riduzione degli ambiti fluviali, manutenzione della vegetazione riparia) inducono una diminuzione della capacità autodepurativa del corso d'acqua attraverso:

- una diminuzione di habitat con conseguente diminuzione della biodiversità dell'ambiente fluviale a favore di specie opportuniste infestanti,
- una alterazione della funzionalità ecotonale degli ambienti fluviali (continuità laterale);
- una alterazione della continuità longitudinale dell'ambiente fluviale, andando ad interagire con la sua funzionalità come corridoio ecologico.

6.1 INDICAZIONI PER UN MANTENIMENTO/MIGLIORAMENTO DELLA FUNZIONALITÀ FLUVIALE

Il livello di funzionalità complessivamente scadente rilevato a carico dei macrotratti indagati dovrebbe indurre ad attivare un processo di miglioramento.

Al di là di quelli che sono elementi antropo-morfologici invariati del bacino dell'Arno, quali i numerosi centri abitati sorti durante i secoli passati in aree di pertinenza fluviale, gli insediamenti produttivi di più recente dislocazione (a testimonianza di una urbanizzazione scriteriata) e le arginature costruite a protezione dalle piene, il livello di funzionalità del fiume può comunque essere incrementato.

Per raggiungere tale obiettivo si ritiene di poter individuare i seguenti livelli di azione:

- implementazione di una politica territoriale che tenga conto delle necessità del corso d'acqua, laddove esse ancora sussistano, al fine di non peggiorarne i livelli di funzionalità;
- implementazione di una politica territoriale, più prettamente rivolta agli ambiti fluviali, tesa al miglioramento delle sue strutture (ad. esempio una gestione ecocompatibile delle fasce di vegetazione perifluviale) e con la finalità di accrescerne le capacità autodepurative;
- sfruttare l'opportunità offerta dalle nuove progettazioni in modo da realizzare opere che abbiano anche l'obiettivo di migliorare qualitativamente l'ecosistema fluviale e le aree ad esso circostanti.

Focalizzando l'attenzione su quest'ultimo punto una prima occasione in tal senso, non certo l'unica (ad es. la progettazione di parchi fluviali), è rappresentata dagli interventi strutturali di tipo puntuale per la mitigazione del rischio idraulico (casce di espansione), previsti nel Piano di Bacino del Fiume Arno. In corrispondenza di queste aree sarà possibile prevedere il mantenimento o la creazione di attività ecocompatibili (zone umide, parchi urbani, agricoltura biologica) ed operare ripristinando le connessioni tra alveo fluviale e zone di cassa anche seppure parzialmente.

Legambiente, a conclusione dello studio, ha così individuato alcune possibili azioni operative (Tabella 20) che portano al miglioramento della funzionalità fluviale, con risultati apprezzabili a medio e lungo termine.

Possibili azioni	Miglioramento valore IFF a medio termine (3 anni)	Miglioramento valore IFF a lungo termine (10 anni)
Costituzione zone umide perfluviali	-	5-20 pt
Conversione da agricoltura intensiva ad agricoltura a basso impatto	-	15 pt
Conversione da vegetazione perfluviale non riparia a riparia	10 pt	15 pt
Costituzione e gestione di fascia perfluviale arborea riparia continua e consolidata di ampiezza pari a 6-10 m	30-47 pt	30-52 pt
Conversione difese spondali in cemento o gabbionate con interventi di ingegneria naturalistica	14 pt	14 pt
Miglioramento qualità delle acque	13 pt	28 pt

Tabella 20 – Azioni di miglioramento della funzionalità fluviale

Se tali azioni venissero applicate nel loro complesso, nel giro di un decennio si potrebbe arrivare ad avere un miglioramento di funzionalità misurabile in termini di un passaggio di classe.

7 Bibliografia

AA.VV., 2003. Metodi analitici per le acque. APAT, IRSA-CNR.

Campaoli S., Ghetti P.F., Minelli A., Ruffo S. 1999. Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane. Provincia Autonoma di Trento, vol. 1-2, 484 pp.

Decreto Legislativo n°130. 1992. Attuazione della Direttiva 78/659/CEE sulla qualità delle acque dolci che richiedono protezione o miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci. Suppl. Ord. G.U. n°41 del 19/02/1992.

Decreto Legislativo n°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. Suppl. Ord. G.U. n°124 del 29/5/1999

Ghetti P.F. 1986. I macroinvertebrati nell'analisi di qualità dei corsi d'acqua. Manuale di applicazione Indice Biotico: E.B.I. modificato. Provincia Autonoma di Trento, 111 pp.

Ghetti P.F. 1995. Indice Biotico Esteso I.B.E. Notiziario dei Metodi Analitici, IRSA -CNR, 1-24.

Ghetti P.F. 1997. Indice Biotico Esteso (I.B.E.). Manuale di applicazione. I macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque correnti. Provincia Autonoma di Trento, 222 pp.

Ghetti P.F., Bonazzi G. 1981. I macroinvertebrati nella sorveglianza ecologica dei corsi d'acqua. Collana del Progetto Finalizzato «Promozione della qualità dell'Ambiente». C.N.R. AQ/1/27. Roma, 169 pp.

Petersen R.C. 1992. The RCE: A riparian, Channel and Environmental Inventory for smallstreams in agricultural landscape. *Freshwater Biology*, 27: 295-306.

Regione Toscana. 2003. Piano di tutela delle acque della Toscana. Il bacino del fiume Arno, volume 1.

Sansoni G. 1988. Atlante per il riconoscimento dei macroinvertebrati dei corsi d'acqua italiani. Centro italiano Studi di Biologia Ambientale, Provincia Autonoma di Trento, 195 pp.

Siligardi M. e Maiolini B. 1990. Prima applicazione di un nuovo indice di qualità dell'ambiente fluviale. In: P. La Spada (Ed.) Atti del Convegno "AMBIENTE '91". 4-5 ottobre 1990, Terme di Comano (TN). Provincia Autonoma di Trento, Servizio Ripristino e Valorizzazione Ambientale.

Trento: 147-177.

Siligardi M. e Maiolini B. 1993. L'inventario delle caratteristiche ambientali dei corsi d'acqua alpini: guida all'uso della scheda RCE-2. *Biologia Ambientale*, VII (30): 18-24.

Siligardi et al. 2003. I.F.F. Indice di Funzionalità Fluviale, Manuale ANPA, Roma.

Tachet H., Bournaud M., Richoux P. 1980. Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces (Systématique élémentaire et aperçu écologique). Association Française de Limnologie. Paris, 152 pp.

Indice delle tabelle e delle figure

TABELLE

Tabella 1 – Collegamento tra valore di IFF e relativi Livelli e Giudizi di Funzionalità e colore di riferimento (da Manuale ANPA/2003).	9
Tabella 2 – Modalità calcolo valore IBE	11
Tabella 3 – Legenda di collegamento tra valore IBE, Classi di Qualità, Giudizi di Qualità.	12
Tabella 4 – Classe di Qualità IBE (fonte ARPAT)	14
Tabella 5 – Tratti di studio della funzionalità fluviale	15
Tabella 6 – Stazione “Arno 1”: caratteristiche ambientali.....	116
Tabella 7 – Stazione “Arno 1”: composizione della comunità macrobentonica	117
Tabella 8 – Stazione “Arno 2”: caratteristiche ambientali.....	118
Tabella 9 – Stazione “Arno 2”: composizione della comunità macrobentonica	118
Tabella 10 – Stazione “Arno 3”: caratteristiche ambientali.....	119
Tabella 11 – Stazione “Arno 3”: composizione della comunità macrobentonica	120
Tabella 12 – Stazione “Arno 4”: caratteristiche ambientali.....	121
Tabella 13 – Stazione “Arno 4”: composizione della comunità macrobentonica	121
Tabella 14 – Stazione “Arno 5”: caratteristiche ambientali.....	122
Tabella 15 – Stazione “Arno 5”: composizione della comunità macrobentonica	123
Tabella 16 – Stazione “Arno 6”: caratteristiche ambientali.....	124
Tabella 17 – Stazione “Arno 6”: composizione della comunità macrobentonica	124
Tabella 18 – Stazione “Arno 7”: caratteristiche ambientali.....	125
Tabella 19 – Stazione “Arno 7”: composizione della comunità macrobentonica	125
Tabella 20 – Azioni di miglioramento della funzionalità fluviale	130

FIGURE

Figura 1 - Livelli di funzionalità rilevati in ciascuna sponda, riportati in percentuale rispetto alla lunghezza totale del macrotratto indagato (Macrotratto A).....	39
Figura 2 - Andamento dei valori di IFF (in ordinata) nelle singole schede (in ascissa, numerate da valle –A1- verso monte –A22).	40
Figura 3 - Andamento dei valori del subindice “Territorio circostante” (Domanda 1) nelle singole schede (in ascissa, numerate da valle –A1- verso monte –A22).....	41
Figura 4 - Andamento dei valori del subindice “Fascia perifluviale” (domande 2-4) nelle singole schede (in ascissa, numerate da valle –A1- verso monte –A22).....	42
Figura 5 - Andamento dei valori del subindice “Condizioni idriche” (domanda 5) nelle singole schede (in ascissa, numerate da valle –A1- verso monte –A22). La domanda assume valore univoco per entrambe le sponde	42
Figura 6 - Andamento dei valori del subindice “Struttura dell'alveo” (domande 6-11) nelle singole schede (in ascissa, numerate da valle –A1- verso monte –A22).....	42
Figura 7 - Andamento dei valori del subindice “Caratteristiche biologiche” (domande 12-14) nelle singole schede (in ascissa, numerate da valle –A1- verso monte –A22). La domanda assume valore univoco per entrambe le sponde.	43
Figura 8 - Livelli di funzionalità rilevati in ciascuna sponda, riportati in percentuale rispetto alla lunghezza totale del macrotratto indagato (Macrotratto B).....	54

Figura 9 - Andamento dei valori di IFF (in ordinata) nelle singole schede (in ascissa, numerate da valle –B1- verso monte –B9).	55
Figura 10 - Immagine relativa a infrastrutture viarie in fase di realizzazione nella zona dei Renai, a monte di Signa.	56
Figura 11 - Immagine esplicativa della differente struttura della vegetazione nei tratti B5-B9	57
Figura 12 - Andamento dei valori del subindice “Territorio circostante” (Domanda 1) nelle singole schede (in ascissa, numerate da valle –B1- verso monte –B9).	58
Figura 13 - Andamento dei valori del subindice “Fascia perifluviale” (domande 2-4) nelle singole schede (in ascissa, numerate da valle –B1- verso monte –B9).	58
Figura 14 - Andamento dei valori del subindice “Condizioni idriche” (domanda 5) nelle singole schede (in ascissa, numerate da valle –B1- verso monte –B9). La domanda assume valore univoco per entrambe le sponde.	58
Figura 15 - Andamento dei valori del subindice “Struttura dell’alveo” (domande 6-11) nelle singole schede (in ascissa, numerate da valle –B1- verso monte –B9).	59
Figura 16 - Andamento dei valori del subindice “Caratteristiche biologiche” (domande 12-14) nelle singole schede (in ascissa, numerate da valle –A1- verso monte –A22). La domanda assume valore univoco per entrambe le sponde.	59
Figura 17 - Livelli di funzionalità rilevati in ciascuna sponda, riportati in percentuale rispetto alla lunghezza totale del macrotratto indagato (Macrotratto C).	81
Figura 18 - Andamento dei valori di IFF (in ordinata) nelle singole schede (in ascissa, numerate da valle –C1- verso monte –C20)	82
Figura 19 - Immagine d’insieme relativa al tratto C8.	83
Figura 20 - Andamento dei valori del subindice “Territorio circostante” (Domanda 1) nelle singole schede (in ascissa, numerate da valle –C1- verso monte –C20).	84
Figura 21 - Andamento dei valori del subindice “Fascia perifluviale” (domande 2-4) nelle singole schede (in ascissa, numerate da valle –C1- verso monte –C20).	84
Figura 22 - Andamento dei valori del subindice “Condizioni idriche” (domanda 5) nelle singole schede (in ascissa, numerate da valle –C1- verso monte –C20). La domanda assume valore univoco per entrambe le sponde.	84
Figura 23 - Andamento dei valori del subindice “Struttura dell’alveo” (domande 6-11) nelle singole schede (in ascissa, numerate da valle –C1- verso monte –C20).	85
Figura 24 - Andamento dei valori del subindice “Caratteristiche biologiche” (domande 12-14) nelle singole schede (in ascissa, numerate da valle –C1- verso monte –C20) La domanda assume valore univoco per entrambe le sponde.	85
Figura 25 - Livelli di funzionalità rilevati in ciascuna sponda, riportati in percentuale rispetto alla lunghezza totale del macrotratto indagato (Macrotratto D)	101
Figura 26 - Andamento dei valori di IFF (in ordinata) nelle singole schede (in ascissa, numerate da valle –B1- verso monte –B9).	102
Figura 27 - Immagine d’insieme del Fiume Arno in Casentino a monte di Poppi (sch. D10)	103
Figura 28 - Andamento dei valori del subindice “Territorio circostante” (Domanda 1) nelle singole schede, numerate in ascissa da valle (D1) verso monte (D14)	104
Figura 29 - Andamento dei valori del subindice “Fascia perifluviale” (domande 2-4) nelle singole schede, numerate in ascissa da valle (D1) verso monte (D14)	104
Figura 30 - Andamento dei valori del subindice “Condizioni idriche” (domanda 5) nelle singole schede, numerate in ascissa da valle (D1) verso monte (D14). La domanda assume valore univoco per entrambe le sponde	105

Figura 31 - Andamento dei valori del subindice “Struttura dell'alveo” (domande 6-11) nelle singole schede, numerate in ascissa da valle (D1) verso monte (D14)	105
Figura 32 - Andamento dei valori del subindice “Caratteristiche biologiche” (domande 12-14) nelle singole schede, numerate in ascissa da valle (D1) verso monte (D14). La domanda assume valore univoco per entrambe le sponde	105
Figura 33 - Andamento dei valori di IFF nei quattro macrotratti in studio	106
Figura 34 - Localizzazione Stazioni IBE.....	108
Figura 35 - Stazione Arno 1 “monte della confluenza del torrente Solano”	109
Figura 36 Stazione Arno 2 “valle della confluenza del torrente Rassina”	110
Figura 37 - Stazione Arno 3 “S.Ellero”	111
Figura 38 - Stazione Arno 4 “Il Girone”	112
Figura 39 - Stazione Arno 5 “Le Cascine”	113
Figura 40 - Stazione Arno 6 “Marcignana”	114
Figura 41 - Stazione Arno 6 “Castelfranco di Sotto”	115
Figura 42 – Diagramma riassuntivo della qualità biologica nelle sette stazioni.....	126