

Valutazione della funzionalità fluviale potenziale e calcolo della funzionalità relativa: un approccio per i tratti a funzionalità naturalmente limitata

Valentina Dallafior^{1,2*}, Marta Bertolaso², Pier Francesco Ghetti², Maria Rita Minciardi³,
Catia Monauni¹, Paolo Negri¹, Gian Luigi Rossi³, Maurizio Siligardi¹

1 Settore Informazione e Monitoraggi - Agenzia Prov. per la Protezione dell'Ambiente, Prov. Aut. Trento, p.zza Vittoria 5 – 38100 Trento

2 Università Ca' Foscari, Facoltà Scienze MM.FF.NN, Dip. Scienze Ambientali, Calle Larga S. Marta, Dorsoduro 2137 – 30123 Venezia

3 ENEA Unità Tecnica Tecnologie Saluggia – Centro Ricerche Saluggia, Strada per Crescentino, 13040 - Saluggia (VC)

* Referente per la corrispondenza: valentina.dallafior@provincia.tn.it

Pervenuto il 8/9/2010; accettato il 11/11/2011

Riassunto

Nel valutare la funzionalità fluviale di tratti naturali (assenza di pressioni antropiche) di corsi d'acqua può capitare che non si riscontrino condizioni di massima funzionalità, stimata applicando l'IFF (Indice di Funzionalità Fluviale). Può quindi non esistere corrispondenza tra integrità ecologica e funzionalità fluviale ad esempio nei tratti in forra, montani o al di sopra del limite altitudinale degli alberi.

Ai fini di una corretta valutazione dello stato ecologico di questi tratti nasce dunque l'esigenza di introdurre il concetto di funzionalità relativa, definita come rapporto tra la funzionalità reale di un tratto fluviale e quella potenziale, ossia il valore di funzionalità massima che esso esprimerebbe in condizioni di integrità ecologica.

Il concetto di funzionalità relativa è citato per la prima volta nel manuale IFF 2007 e si ispira alla logica della Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE: fornisce una misura dello scostamento da condizioni di riferimento tipo-specifiche, in quanto indica la distanza, in termini di funzionalità, dalle condizioni di massima integrità ecologica del tratto di corso d'acqua in esame, riferimento al quale tendere negli interventi di miglioramento ambientale.

In questo lavoro viene proposta una procedura per definire la funzionalità potenziale con approccio tratto-specifico.

PAROLE CHIAVE: Funzionalità fluviale relativa / integrità ecologica / IFF

Potential fluvial functionality assessment and relative fluvial functionality calculation: an approach for reaches with naturally limited functionality

The conditions of maximum functionality have not always been recorded in natural reaches (areas without any anthropogenic pressures) when applying the Index of Fluvial Functionality (IFF). There may not be a correspondence between ecological integrity and fluvial functionality in specific river areas, such as in gorges, rivers in narrow valleys or in streams located above the altitudinal limit of trees.

For a correct assessment of the ecological status of such reaches it is therefore necessary to apply the relative fluvial functionality. It is defined as the ratio between the real and the potential fluvial functionality of a reach, where for "potential fluvial functionality" it is meant the maximum value that the reach would achieve in conditions of ecological integrity.

The relative fluvial functionality concept was first introduced in the manual IFF 2007. It is inspired by the logic of the Water Framework Directive (2000/60/CE) since it provides a measure of the deviation from type-specific reference conditions. Relative fluvial functionality describes how far the surveyed reach is from a state of ecological integrity which represents the reference for environmental recovery projects.

This paper describes the procedure used to define potential fluvial functionality with a reach-specific approach.

KEY WORDS: Relative fluvial functionality / ecological integrity / IFF (Index of Fluvial Functionality)

INTRODUZIONE

L'IFF (Indice di Funzionalità Fluviale – SILIGARDI *et al.*, 2007) è un metodo che stima la funzionalità fluviale, cioè l'insieme di processi, funzioni, dinamiche e

correlazioni che interessano gli elementi strutturali del fiume e le comunità biotiche che in esso vivono.

Il metodo di valutazione prevede di rispondere a 14

domande riguardanti l'ecosistema fluviale in cui il massimo punteggio corrisponde alla situazione di massima funzionalità assoluta. In alcune situazioni questo tipo di approccio insito nel metodo può comportare che, anche in tratti privi di impatto antropico, l'IFF non raggiunga il livello di funzionalità elevato. Perciò non in tutti i casi esiste una corrispondenza tra livello di integrità ecologica e punteggio di funzionalità fluviale. Ad esempio, nelle fiumare calabresi la continua interruzione delle serie dinamiche ed evolutive delle componenti biotiche (in particolare delle formazioni vegetali) determina bassa funzionalità ecologica, anche in tratti limitatamente alterati da impatti antropici (BOMBINO *et al.*, 2011). Nei tratti sorgentizi oltre il limite altitudinale della vegetazione arborea, l'assetto morfologico (ad elevata pendenza e con scarsa possibilità di esondazione) e la stessa vegetazione perifluviale (spesso erbacea) risultano poco funzionali rispetto ad un modello unico di riferimento di massima funzionalità. Anche in tratti montani al di sotto del limite altitudinale della vegetazione arborea, pur in condizioni di assenza di impatto antropico, possono essere rilevati punteggi di funzionalità fluviale che non raggiungono il massimo a causa di limitazioni sia morfologiche (assetto a *step and pool*) sia vegetazionali (mancata compresenza di più formazioni funzionali).

A dimostrazione di tali considerazioni, in tabella I sono riportati alcuni risultati dell'applicazione dell'indice IFF a tratti montani naturali, cioè non interessati da interventi antropici, che non raggiungono un livello elevato di funzionalità fluviale. Un'immagine di ciascuno dei tratti considerati è riportata in figura 1.

Da queste considerazioni è nata l'esigenza di introdurre, ai fini di una corretta valutazione dello stato ecologico dell'ecosistema fluviale in questi tratti, il concetto di funzionalità relativa, definita come rapporto tra la funzionalità reale (quella ottenuta applicando l'IFF) e quella potenziale (il valore di funzionalità massima che il tratto fluviale esprimerebbe in condizioni di integrità ecologica).

Il concetto di funzionalità relativa è citato per la prima volta nel manuale IFF 2007 (SILIGARDI *et al.*, 2007). Ispirandosi alla logica della Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE, esso fornisce una misura dello scostamento dalle condizioni di riferimento tipologiche in quanto indica la distanza, in termini di funzionalità fluviale, dalle condizioni di massima integrità ecologica del tratto di corso d'acqua in esame.

Per integrità ecologica s'intende la condizione in cui tutti i processi ecologici interni ed esterni al tratto fluviale siano tali da mantenere una comunità biotica corrispondente allo stato naturale di quell'habitat acquatico tipo-specifico, in base ai concetti di auto-

Tab. I. Risultati di funzionalità reale di alcuni tratti montani privi di impatti antropici. Sono indicati in grassetto i punteggi che, di norma, non corrispondono al valore massimo assoluto raggiungibile per quella domanda.

Corso d'acqua		fiume Piave	torrente Maso	torrente Larganza
Limite inf. tratto		fienili Kor	fine briglie	fine vegetazione
Limite sup. tratto		fienili di Sésis	alveo infossato	fine rilevamento
codice tratto		PSP084d	MAS037d	LAR022d
1	TER	25	25	25
2	VEG 1	25	25	1
3	AMP	15	15	1
4	CON	15	15	5
5	IDR	20	20	20
6	ESO	1	1	1
7	RIT	25	25	15
8	ERO	20	20	15
9	SEZ	20	20	20
10	ITT	25	25	20
11	RAS	15	15	15
12	VEGA	15	15	15
13	DET	15	15	15
14	MBT	20	20	20
SCORE		256	256	188
LIVELLO		I-II	I-II	II-III
GIUDIZIO		elevato-buono	elevato-buono	buono-mediocre



Fig. 1. Immagini relative ai tre esempi di tratti fluviali montani privi di impatti antropici, ma che non raggiungono la massima funzionalità assoluta, per limitazioni morfologiche e/o vegetazionali (cfr. Tab. I). Da sinistra: 1) Fiume Piave - BL (PSP084); 2) Torrente Maso - TN (MAS037); 3) Torrente Larganza - TN (LAR022). La funzionalità fluviale in questi tre tratti è limitata per la conformazione idromorfologica tipica degli ambienti montani oltre che dalla presenza di una valle a “V” piuttosto stretta, che riduce l’efficienza di esondazione e lo sviluppo di formazioni riparie. Nel tratto 3 (Torrente Larganza) la vegetazione è limitata anche dalla quota, altro fattore naturale: il tratto si trova infatti oltre il limite altitudinale degli alberi.

regolazione e resilienza (ANGERMEIER e KARR, 1994).

Nel presente lavoro si propone dunque una procedura per la valutazione della funzionalità potenziale e per il conseguente calcolo della funzionalità relativa. In particolare vengono presentate le linee guida per la definizione della funzionalità potenziale e la scheda di campo utilizzabile per la registrazione delle sue caratteristiche. La procedura è stata sviluppata da un gruppo di ricerca coordinato da APPA-TN: in seguito è stata condivisa con gli istruttori del corso IFF svoltosi a Trento nel giugno 2009. È stata inoltre testata nell’ambito di due ricerche di dottorato dell’Università Ca’ Foscari di Venezia (BERTOLASO, 2010; DALLAFIOR, 2010) sia su corsi d’acqua trentini (bacino idrografico del fiume Brenta – TN) sia veneti (fiume Piave – BL) ed è ora applicata nell’ambito di un progetto di rilevamento IFF sui corsi d’acqua della Provincia di Trento.

CALCOLO DELLA FUNZIONALITÀ RELATIVA

La funzionalità relativa stima la distanza, in termini di funzionalità fluviale, dalla condizione potenziale. Viene dunque espressa come valore da 0 a 1 ed è ottenuta dal rapporto tra il punteggio di funzionalità reale e quello di funzionalità potenziale, espresso con tre cifre decimali:

$$\text{funz. relativa} = \text{funz. reale} / \text{funz. potenziale}$$

Il valore di funzionalità relativa si colloca all’interno di un livello di funzionalità (Tab. II) al quale viene associato un colore convenzionale.

I valori che costituiscono il limite tra le varie classi corrispondono al rapporto tra i valori soglia di ciascuna classe come riportati nel metodo IFF (es. 261 per la prima classe, 251 per la prima-seconda, etc.) ed il massimo valore assoluto (300).

Tab. II. Tabella dei punteggi, dei livelli e dei giudizi di funzionalità relativa associati.

Funz. relativa	livello	giudizio	colore
0,870-1,000	I	elevato	blu
0,836-0,869	II	elevato-buono	blu scuro
0,670-0,835	II	buono	verde
0,603-0,669	II-III	buono-mediocre	verde chiaro
0,403-0,602	III	mediocre	giallo
0,346-0,402	III-IV	mediocre-scadente	giallo scuro
0,203-0,335	IV	scadente	arancione
0,170-0,202	IV-V	pessimo-scadente	arancione scuro
0,046-0,169	V	pessimo	rosso

La funzionalità relativa sarà tanto più elevata (prossima ad 1) quanto più il valore di funzionalità reale si avvicinerà al massimo espresso dalla funzionalità potenziale.

APPROCCIO METODOLOGICO PER LA VALUTAZIONE DELLA FUNZIONALITÀ POTENZIALE

Per la valutazione della funzionalità potenziale si propone di applicare una procedura sviluppata allo scopo di limitare al massimo il margine di soggettività. Tale procedura si basa sulle seguenti considerazioni:

- le schede di funzionalità potenziale vanno compilate in base al giudizio esperto al fine di stimare, a partire dalle caratteristiche attuali del tratto fluviale, la funzionalità che esso potrebbe esprimere in condizioni di integrità ecologica. In particolare, è necessario individuare i parametri che, anche in condizioni d'integrità ecologica, non raggiungerebbero il massimo punteggio di funzionalità in termini assoluti;
- la scheda di funzionalità potenziale va quindi compilata ponendosi nella condizione di scegliere, per ciascuna domanda del metodo IFF, la risposta assegnabile al tratto come se questo si trovasse in assenza di disturbo antropico;
- nella compilazione della scheda di funzionalità potenziale dovranno essere integrate le informazioni derivanti da analisi cartografiche (per individuare ad esempio le caratteristiche morfologiche del territorio) con quelle derivanti dai rilevamenti in campo, che permettono di segnalare eventuali caratteristiche specifiche del tratto (come la presenza di pareti o fondo rocciosi, etc.).

Per agevolare la compilazione della scheda di funzionalità potenziale, si è ritenuto opportuno distinguere all'interno dell'asta fluviale alcune "categorie tipologiche", individuate sulla base di parametri ecosistemici, altimetrici e morfologici.

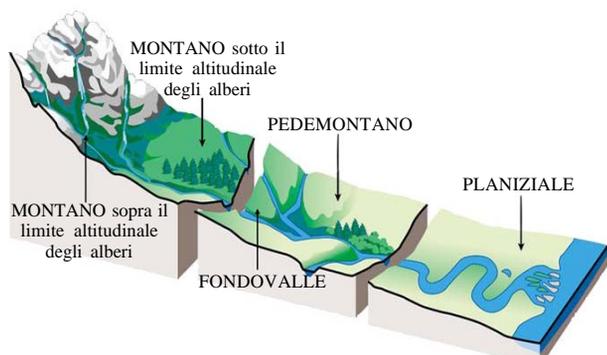


Fig. 2. Categorie fluviali individuate (modificato da MILLER e TYLER, 1990).

La suddivisione in categorie fluviali qui proposta fa riferimento a tipologie che non corrispondono a quelle individuate nel processo di tipizzazione ai sensi della Direttiva 2000/60/CE, indicato nel Decreto 16 giugno 2008 n. 131. Quest'ultima infatti si basa, allo stato attuale di applicazione, su parametri morfologici che non sempre coincidono con quelli considerati dal metodo in analisi; inoltre, tali parametri sono valutati ad una scala non compatibile con le considerazioni a livello stazionale necessarie per la compilazione della scheda IFF.

La schematica classificazione in 5 categorie fluviali (si veda Fig. 2) si basa su alcuni modelli consolidati presenti in letteratura (ILLIES e BOTOSANEANU, 1963; VANNOTE, 1980; MONTGOMERY-BUFFINGTON, 1993; ROSSGEN, 1994). Per i corsi d'acqua trentini si è fatto inoltre riferimento alle tipologie ambientali definite nella Carta Ittica (SERVIZIO FAUNISTICO PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO, 2001).

Per ogni categoria fluviale esistono delle caratteristiche di funzionalità potenziale comuni (qui di seguito riportate) che possono essere definite a priori.

Corsi d'acqua planiziali: tratti prossimi alla foce che scorrono in territori pianeggianti, tendono naturalmente a formare anse e meandri e sono caratterizzati da fenomeni di deposizione di materiale fine.

In questa categoria tutti i parametri considerati nella valutazione della funzionalità fluviale raggiungono il massimo punteggio in condizioni di integrità ecologica, ad eccezione del parametro relativo alla tipologia di detrito presente in quanto, pur in assenza di impatti antropici rilevanti, può accadere che vi sia compresenza di detrito fibroso (di origine autoctona) e polposo (di provenienza alloctona dai tratti a monte). Esiste comunque la possibilità che particolari condizioni sito-specifiche determinino una riduzione nel valore di funzionalità potenziale in uno specifico tratto.

Corsi d'acqua pedemontani: tratti in cui è presente la fase di deposito dei materiali più grossolani ed il substrato è caratterizzato dalla presenza di ciottoli, ghiaia e sabbia. L'alveo è più ampio rispetto a quello dei tratti a monte ed è solitamente presente un'estesa piana di esondazione.

In questa categoria la funzionalità potenziale spesso coincide con quella massima: in una situazione di integrità ecologica si raggiunge il massimo punteggio in tutte le domande, a meno che non siano presenti condizioni sito-specifiche che determinano variazioni nella scheda di funzionalità potenziale (es. presenza di una forra, scarsa ampiezza della valle, particolarità geologiche e geomorfologiche).

Corsi d'acqua di fondovalle: tratti caratterizzati da substrato abbastanza grossolano e andamento naturalmente limitato dai versanti della valle all'interno della quale scorrono. Si precisa che il termine 'fondovalle' assume qui un'accezione diversa da quella utilizzata nel linguaggio comune. Infatti, per tratto di fondovalle s'intendono qui i tratti il cui inizio coincide con il limite superiore del tratto di deposito, caratteristica dei pedemontani, e si estendono fino ai 1000 metri di quota, inizio dei tratti montani.

In questa categoria l'unico parametro in cui, nella maggior parte dei casi, la funzionalità fluviale risulta naturalmente ridotta è l'ampiezza della piana di esondazione, limitata dalla conformazione morfologica della valle. Le altre domande raggiungono solitamente il massimo punteggio di funzionalità potenziale, a meno di particolari condizioni sito-specifiche (es. presenza di forra, accentuata acclività dei versanti, presenza di cascate naturali, ecc.).

I corsi d'acqua di fondovalle si possono differenziare, a seconda dell'ampiezza della valle, in fondovalle ampio e stretto.

Corsi d'acqua montani al di sotto del limite altitudinale degli alberi: tratti di corsi d'acqua che scorrono in valli con forte acclività dei versanti, ad un'altitudine compresa tra i 1000 m s.l.m. (quota di riferimento indicativa) ed il limite altitudinale degli alberi (stabilito da condizioni naturali);

In questa categoria le componenti ecologiche che

presentano naturalmente valori limitati di funzionalità sono:

- tipologia delle fasce perfluviali: è rara la compresenza di due o più formazioni riparie arboree ed arbustive;
- efficienza di esondazione: frequentemente, ma non sempre, nei tratti montani l'estensione della piana inondabile è limitata in ampiezza a causa dell'acclività dei versanti. Il dinamismo fluviale indotto dalla pulsazione delle portate può dunque risultare significativamente ridotto;
- idromorfologia: nei tratti montani spesso si rileva la tipologia morfologica a *step and pool*, ma non è infrequente ritrovare situazioni caratterizzate da successione regolare degli elementi idromorfologici.

Corsi d'acqua montani al di sopra del limite altitudinale degli alberi: tratti di corsi d'acqua al di sopra del limite altitudinale degli alberi (indotto da condizioni naturali), caratterizzati da substrato a grossi massi ed elevata pendenza.

In questa categoria le componenti ecologiche che non esprimono la massima funzionalità sono:

- vegetazione perfluviale: solitamente si osserva lo sviluppo soltanto di vegetazione erbacea o di una limitata fascia arbustiva di ontano verde;
- efficienza di esondazione: la piana inondabile risulta nella maggior parte dei casi assente o molto limitata in ampiezza a causa dell'acclività dei versanti e della forte pendenza;
- idoneità ittica: data la scarsità di ombreggiatura e di buche che fungano da zone rifugio, la capacità del

Tab. III. Punteggi di funzionalità potenziale per tratti fluviali riconducibili alle seguenti categorie fluviali: pianiziale, pedemontano, fondovalle ampio, fondovalle stretto, montano sotto il limite altitudinale degli alberi, montano sopra il limite altitudinale degli alberi. Sono indicati in grassetto i punteggi che, di norma, non corrispondono al valore massimo raggiungibile per quella domanda.

categorie fluviali	planiziale	pedemontano	fondovalle ampio	fondovalle stretto	montano sotto limite altitudinale alberi	montano sopra limite altitudinale alberi
codice	PL	PD	FA	FS	MT	MTsl
DOMANDE						
1 TER	25	25	25	25	25	25
2 VEG 1	40	40	40	25	25	1
3 AMP	15	15	15	15	15	1
4 CON	15	15	15	15	15	5
5 IDR	20	20	20	20	20	20
6 ESO	25	25	15	5	1	1
7 RIT	25	25	25	25	25	15
8 ERO	20	20	20	20	20	15
9 SEZ	20	20	20	20	20	20
10 ITT	25	25	25	25	25	20
11 RAS	20	20	20	20	15	15
12 VEGA	15	15	15	15	15	15
13 DET	10	15	15	15	15	15
14 MBT	20	20	20	20	20	20
SCORE	295	300	290	265	256	188

- torrente di ospitare una comunità ittica strutturata risulta ridotta;
- idromorfologia: l'elevata pendenza spesso non permette lo sviluppo di una successione regolare di elementi idromorfologici;
 - strutture di ritenzione: possono non essere abbondanti a causa della carenza di tronchi, rami, radici e assenza di canneto. Inoltre, se il corso d'acqua scorre incassato nella roccia, le strutture di ritenzione risultano ridotte rispetto ad un tratto in cui vi è prevalenza di grossi massi (dom. 7) (DALLAFIOR *et al.*, 2010).

I punteggi di funzionalità potenziale di ciascuna delle categorie precedentemente descritte sono riportati in tabella III.

È utile ricordare che in natura le categorie fluviali così schematicamente rappresentate –dalle planiziali alle montane– non sono separate da limiti netti, ma da un successivo e graduale mutamento.

Pur ricordando le caratteristiche generali descritte per ciascuna categoria fluviale, nella valutazione della funzionalità potenziale è comunque preferibile adottare un approccio tratto-specifico, che tenga in considerazione le peculiarità del tratto in esame. Tale approccio consente di evitare la perdita di informazioni che potrebbero rivelarsi utili ad esempio nella successiva applicazione del metodo IFF alla valutazione degli interventi di riqualificazione fluviale e a supporto della pianificazione ambientale. Gli studi fino ad ora condotti (DALLAFIOR *et al.*, 2010) hanno infatti evidenziato la necessità di operare in modo tratto-specifico in quanto è stato osservato che non tutti gli aspetti che concorrono a determinare la funzionalità potenziale dipendono dalla categoria fluviale di appartenenza, ma alcuni di essi sono invece legati alle particolari condizioni morfologiche ed ambientali del sito (es. presenza di una cascata, una parete rocciosa, vegetazione naturalmente rada, etc.). La definizione a priori di valori di funzionalità potenziale per ciascuna categoria fluviale risulterebbe quindi riduttiva e non permetterebbe di ottenere valutazioni caso-specifiche e di dettaglio.

Il rilevatore si troverà quindi a valutare la funzionalità potenziale tratto per tratto, facendo riferimento sia alle indicazioni riguardanti le caratteristiche ecologiche tipiche della specifica categoria fluviale, sia ad eventuali variazioni dovute a condizioni tratto-specifiche (Fig. 3).

A seguito di queste considerazioni, è possibile suddividere le domande dell'IFF in due gruppi: il gruppo A, che corrisponde alle domande per le quali viene mantenuto in ogni condizione il punteggio massimo raggiungibile (associato alla risposta a) del



Fig. 3. Schema procedurale delle fasi necessarie per definire il punteggio di funzionalità potenziale di un tratto fluviale.

manuale IFF) ed il gruppo B, che individua le domande per le quali i valori di funzionalità potenziale possono non corrispondere al punteggio di massima funzionalità.

Le domande che hanno come riferimento per la massima funzionalità la condizione naturale (gruppo A) sono: *dom. 1 territorio circostante* e *dom. 14 comunità macrobentonica*. Le rimanenti ricadono nel gruppo B.

LINEE GUIDA PER L'ATTRIBUZIONE DELLA FUNZIONALITÀ POTENZIALE

Per ridurre il margine di soggettività nell'assegnare le risposte della scheda di funzionalità potenziale alle domande del gruppo B, per cui i valori di funzionalità potenziale possono non corrispondere al punteggio di massima funzionalità, sono state elaborate delle linee guida, basate sull'analisi di situazioni reali. La procedura elaborata necessita ancora di un ulteriore percorso di validazione che consideri un ventaglio di casistiche più ampio.

Per ciascuna domanda del gruppo B, vengono quindi descritte le situazioni naturali corrispondenti alle varie risposte possibili, facendo riferimento in alcuni casi anche alle categorie fluviali precedentemente descritte.

Domanda 2: Vegetazione potenzialmente presente nella fascia perifluviale

- tratti in cui la vegetazione presente nella fascia perifluviale è caratterizzata dalla massima funzionalità garantita dalla compresenza articolata di formazioni riparie;
- semplificazione naturale nell'articolazione delle formazioni riparie, come ad esempio nei tratti montani al di sotto del limite della vegetazione arborea dove solitamente non sono compresenti formazioni arboree e arbustive riparie, ma più spesso si osservano formazioni arbustive riparie (salici o ontani) in con-

- tinuità con formazioni arboree autoctone non riparie;
- c) assenza di formazioni riparie, pur in presenza di formazioni naturali: ad esempio tratti montani al di sopra del limite della vegetazione arborea che presentano bordure di ontani o bordure ad erbacee igrofile in ambiente montano;
- d) assenza di formazioni funzionali, come ad esempio nei tratti montani al di sopra del limite altitudinale della vegetazione arborea che presentano naturalmente solo formazioni erbacee non igrofile.

Domanda 3: Ampiezza delle formazioni funzionali potenzialmente presenti in fascia perifluviale

- a) ampiezza delle formazioni funzionali >30 metri;
- b) ampiezza delle formazioni funzionali che in condizioni di integrità ecologica risulta compresa tra 10 e 30 metri, perché limitata da un ostacolo naturale come ad esempio una parete rocciosa;
- c) ampiezza delle formazioni funzionali che in condizioni di integrità ecologica risulta compresa tra 2 e 10 metri, perché limitata da un ostacolo naturale come una parete rocciosa vicina;
- d) assenza di formazioni funzionali, come ad esempio nei tratti montani al di sopra del limite altitudinale della vegetazione arborea che presentano in condizioni di integrità ecologica solo formazioni erbacee non igrofile, oppure nelle forre con parete rocciosa vicina all'alveo, che non permettono nemmeno in condizioni naturali lo sviluppo di fasce di vegetazione perifluviale.

Domanda 4: Continuità delle formazioni funzionali potenzialmente presenti in fascia perifluviale

- a) fascia perifluviale in cui le formazioni funzionali potenzialmente presenti in condizioni di integrità ecologica non presentano discontinuità significative;
- b) discontinuità tra 10-25% nelle formazioni funzionali, dovute ad esempio a interruzioni date da erbacee non igrofile nei tratti prossimi al limite altitudinale della vegetazione arborea dove la vegetazione naturalmente si dirada;
- c) discontinuità >25% nelle formazioni funzionali, dovute ad esempio a interruzioni date da erbacee non igrofile nei tratti prossimi al limite altitudinale della vegetazione arborea dove la vegetazione naturalmente si dirada; presenza di copertura erbacea continua in condizioni naturali, come nei tratti montani al di sopra del limite altitudinale della vegetazione arborea;
- d) suolo nudo o popolamenti vegetali radi, per la presenza ad esempio di una forra.

Domanda 5: Condizioni idriche

- a) tratti caratterizzati da portate stabili su scala giornaliera e fluttuazioni stagionali non estreme legate a

variazioni climatiche o tratti alimentati da fontanili e risorgive;

- c) tratti naturalmente soggetti a variazioni di portata stagionali estreme (che conducono a condizioni di asciutta non prolungata).

Domanda 6: Efficienza di esondazione

- a) alveo di piena ordinaria che naturalmente è di ampiezza superiore al triplo dell'alveo di morbida;
- b) alveo di piena ordinaria che naturalmente è largo tra 2 e 3 volte l'alveo di morbida, perché limitato da eventuali pareti naturali o in tratti di fondovalle ampi;
- c) alveo di piena ordinaria che naturalmente è largo tra 1 e 2 volte l'alveo di morbida, perché limitato da eventuali pareti naturali o in tratti di fondovalle stretto che non consente uno sviluppo maggiore della piana inondabile;
- d) alveo di piena ordinaria che corrisponde circa all'alveo di morbida, come nei tratti montani all'interno di valli a V con forte acclività dei versanti (alveo confinato).

Domanda 7: Substrato dell'alveo e strutture di ritenzione degli apporti trofici (corsi d'acqua a flusso turbolento)

- a) alveo con grossi massi e/o vecchi tronchi stabilmente incassati o, nei tratti a flusso laminare, presenza continua di fasce di canneto o idrofite;
- b) alveo che in condizioni naturali presenta ciottoli ed alcuni massi incassati, come in tratti montani con minor pendenza o in tratti pedemontani;
- c) substrato in condizioni naturali a ciottoli o altre strutture a limitata diversificazione, come ad esempio in una forra con fondo parzialmente roccioso, o in alvei ciottolosi di pianura;
- d) fondo che in condizioni naturali si presenta uniforme (roccioso o corazzato), come ad esempio in una forra con fondo totalmente roccioso.

Domanda 8: Erosione

- a) tratti potenzialmente privi di fenomeni erosivi evidenti o con erosione nelle curve;
- b) limitata naturale incisione verticale del percorso, come in alcuni tratti montani.

Domanda 9: Sezione trasversale

- a) tratti a sezione integra, con elevata diversità ambientale;
- b) tratti naturali che però presentano bassa diversità ambientale, come nel caso di corsi d'acqua che scorrono in valli incassate in pareti rocciose (anche su una sola sponda) e/o presentano fondo dell'alveo piatto e roccioso.

Domanda 10: Idoneità ittica

- a) tratti con elevata idoneità ittica: buona disponibilità di zone rifugio, ombreggiatura, aree di frega e zone di produzione cibo ed assenza di sbarramenti non superabili;
- b) tratti con idoneità ittica buona o discreta in condizioni naturali: per la scarsa disponibilità ad esempio di ombreggiatura ed aree di frega come nei tratti montani al di sopra del limite altitudinale degli alberi; oppure tratti montani in cui sono compresenti alcuni fattori che comportano la riduzione dell'idoneità ittica: come l'elevata pendenza, la presenza di cascate che, seppur naturali, fungono da sbarramenti non superabili (> 1 metro per tutto l'anno), la scarsità di aree di frega e/o limitata presenza di substrati idonei per la riproduzione (ad esempio in una forra a fondo roccioso).

Domanda 11: Idromorfologia

- a) elementi idromorfologici ben distinti con successio-

ne regolare o corsi d'acqua con meandri ben distinti e ricorrenti;

- b) tratti con naturale idromorfologia a *step and pool* spesso presente nei tratti montani;
- c) tratti naturalmente confinati;
- d) tratti privi di elementi idromorfologici diversificati in condizioni naturali.

Domanda 12: Componente vegetale in alveo bagnato

- a) perifiton sottile e scarsa copertura di macrofite tolleranti;
- b) film perfitico tridimensionalmente apprezzabile e scarsa copertura di macrofite tolleranti, come ad esempio può verificarsi in tratti con scarsa corrente.

Domanda 13: Detrito

- a) frammenti vegetali riconoscibili e fibrosi;
- b) frammenti vegetali fibrosi e polposi, come ad esempio nei tratti planiziali nei quali può accadere che vi sia compresenza di detrito fibroso (di origine endogena)

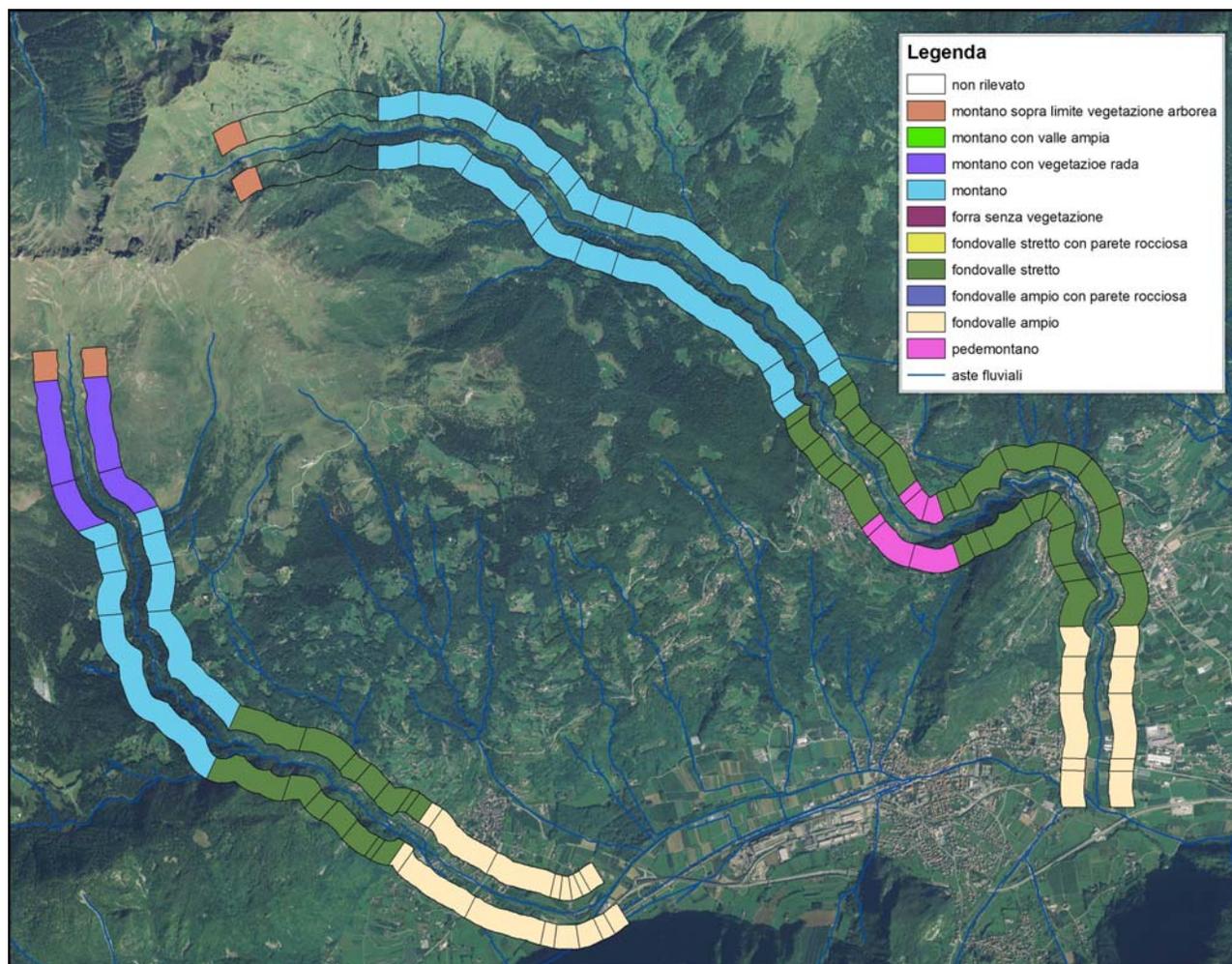


Fig. 4. Suddivisione in categorie fluviali dei torrenti Larganza, a sinistra, e Ceggio, a destra (Bassa Valsugana, Provincia di Trento).

e polposo (di provenienza esogena).

Le caratteristiche di funzionalità potenziale di ciascun tratto, riguardanti sia la categoria fluviale di appartenenza che lo specifico tratto fluviale, possono essere registrate in un'apposita scheda (Tab. IV). Nella seconda parte della scheda si possono annotare, per entrambe le sponde, i punteggi delle singole risposte di funzionalità potenziale ed il punteggio totale.

ESEMPIO APPLICATIVO

Per chiarire meglio i passaggi necessari per il calcolo della funzionalità relativa si presenta di seguito l'applicazione della procedura a due casi esemplificativi, i torrenti Larganza e Ceggio (Valsugana – Provincia di Trento).

Per i due torrenti considerati i tratti verso la confluenza appartengono alla categoria di fondovalle ampio, data la moderata pendenza e la conformazione

della valle. Più a monte, in entrambi i corsi d'acqua, la valle risulta di ampiezza ridotta. Sul torrente Ceggio si rilevano inoltre alcuni tratti tipicamente pedemontani, caratterizzati da pendenza ridotta e prevalenti fenomeni di deposizione. A monte della quota dei 1.000 metri si estendono i tratti montani. Il rilevamento IFF ha riguardato anche due tratti montani al di sopra del limite altitudinale degli alberi. Inoltre sul torrente Larganza sono stati rilevati due tratti montani con vegetazione rada, a cavallo del limite altitudinale degli alberi (Fig. 4).

I risultati di funzionalità reale ottenuti dall'applicazione del metodo IFF 2007 lungo i due corsi d'acqua oggetto di studio sono riportati nella figura 5.

Come si può osservare, su entrambi i torrenti non si ottiene in alcun tratto un livello di funzionalità reale elevato. Per i tratti montani prevale il giudizio buono, mentre i due tratti al di sopra del limite altitudinale della vegetazione arborea risultano avere funzionalità me-

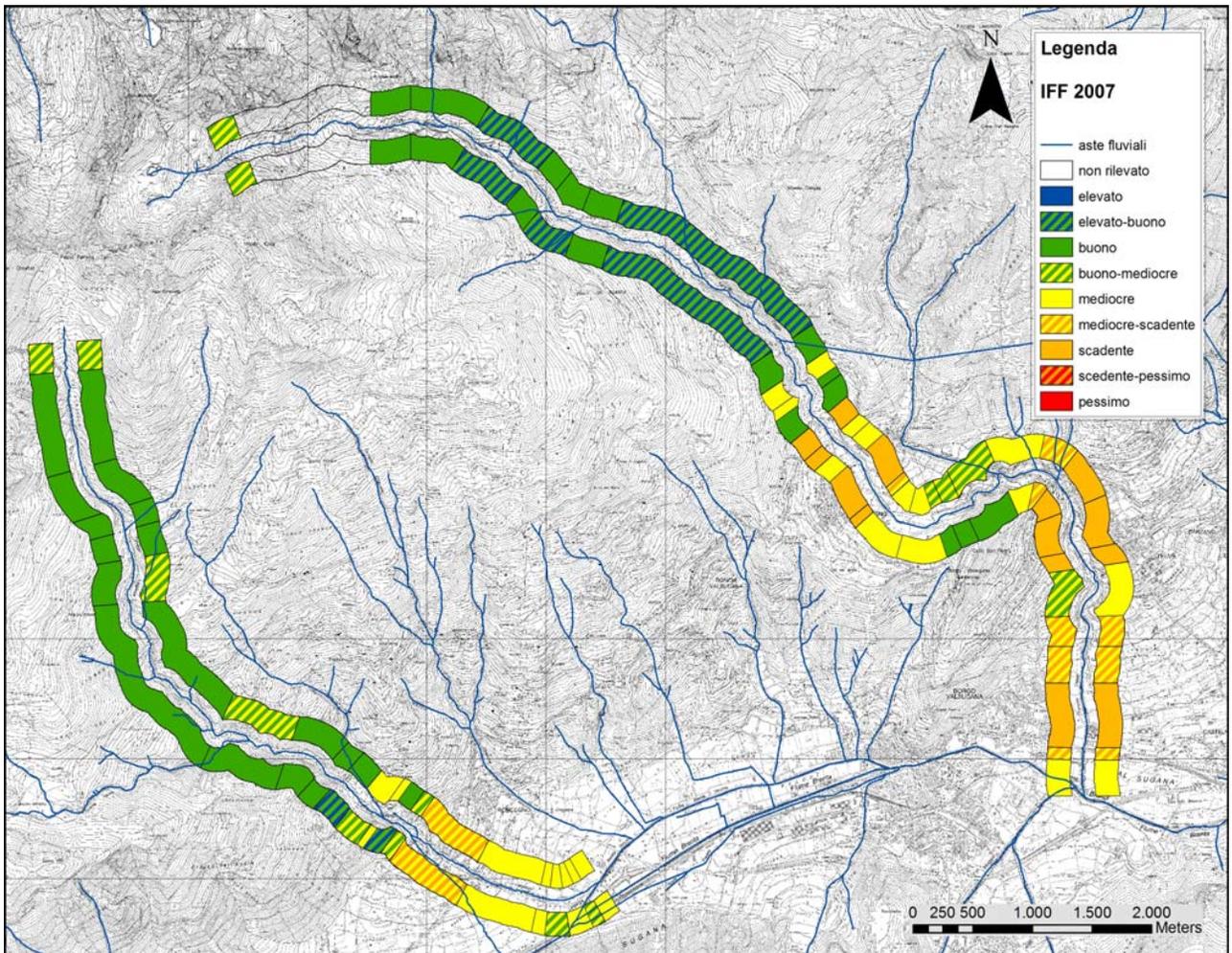


Fig. 5. Mappa di funzionalità reale dei torrenti Larganza e Ceggio (Bassa Valsugana, TN).

Tab. IV. Scheda di funzionalità potenziale.

Corso d'acqua				Codice tratto				
Bacino				Data rilievo in campo				
Quota media del tratto								
Tipo di fondovalle				Presenza di formazioni rocciose				
ampio				parete rocciosa in destra				
stretto				parete rocciosa in sinistra				
altro				fondo roccioso				
Distanza della parete rocciosa dall'alveo				Limite altitudinale vegetazione arborea				
dx				tratto sotto al limite				
sin				tratto sopra al limite				
Presenza di salti naturali								
successione di cascate con $h > 1$ m a distanza tra loro < 3 volte l'alveo di morbida								
successione di cascate con $h > 1$ m a distanza tra loro > 3 volte l'alveo di morbida								
presenza di una cascata con $h > 1$ m								
presenza di una cascata con $h < 1$ m								
assenza di salti naturali								
Sub-categoria fluviale di funzionalità potenziale								
planiziale								
pedemontano								
fondovalle ampio								
fondovalle stretto								
fondovalle stretto con parete rocciosa vicina (2-10 m)								
fondovalle stretto con parete rocciosa a 10 -30 m								
montano al di sotto del limite altitudinale degli alberi								
montano al di sotto del limite alt. degli alberi con parete rocciosa a meno di 2 metri dall'alveo								
montano al di sotto del limite alt. degli alberi con parete rocciosa a distanza di 2-10 metri dall'alveo								
montano al di sotto del limite alt. degli alberi con parete rocciosa a distanza di 10-30 metri dall'alveo								
montano al di sotto del limite altitudinale degli alberi e valle ampia								
montano con vegetazione rada								
montano al di sopra del limite altitudinale degli alberi								
forra senza vegetazione								
forra con fascia perfluviale di ampiezza 1-2m								
forra con fascia perfluviale di ampiezza 2-10m								
forra con fascia perfluviale di ampiezza 10-30m								
altro								
Funzionalità potenziale	DX				SIN			
	A	B	C	D	A	B	C	D
TER	25				25			
VE1	40	25	10	1	40	25	10	1
AMP	15	10	5	1	15	10	5	1
CON	15	10	5	1	15	10	5	1
IDR	20	10	5	1	20	10	5	1
ESO	25	15	5	1	25	15	5	1
RIT	25	15	5	1	25	15	5	1
ERO	20	15	5	1	20	15	5	1
SEZ	20	15	5	1	20	15	5	1
ITT	25	20	5	1	25	20	5	1
IDM	20	15	5	1	20	15	5	1
PER	15	10	5	1	15	10	5	1
DET	15	10	5	1	15	10	5	1
MAC	20				20			
totale								

diocre-buona.

Nella figura 6 sono rappresentati i risultati di funzionalità relativa, calcolata utilizzando i riferimenti di funzionalità potenziale definiti in tabella III.

I tratti montani privi di impatti antropici raggiungono un livello di funzionalità relativa elevato. Si osserva che nei tratti pedemontani e di fondovalle i livelli di funzionalità fluviale relativa differiscono di poco, al massimo mezza classe, rispetto a quelli di funzionalità reale.

CONCLUSIONI

L'introduzione del concetto di funzionalità relativa e della nuova procedura per valutarla risulta fondamentale per l'utilizzo dell'IFF nel campo della riqualificazione fluviale, così come nell'ambito dell'elaborazione di scenari a fini previsionali. La funzionalità relativa consente infatti di valutare, secondo l'approccio proposto dalla Direttiva 2000/60/CE, lo scostamento dello

stato ecologico attuale o di un eventuale stato di progetto dalle condizioni di integrità ecologica, riferimento al quale tendere negli interventi di miglioramento ambientale.

L'importanza di valutare la funzionalità potenziale viene ribadita anche da recenti pubblicazioni connesse alla riqualificazione fluviale: nella definizione degli obiettivi dei progetti di riqualificazione fluviale, infatti, risulta fondamentale basarsi sulla valutazione dello stato potenziale per chiarire 'cosa ci si aspetta in termini di integrità ecologica' (DUFOR e PIEGAY, 2009).

Una riqualificazione fluviale efficiente deve quindi porsi come obiettivo una 'combinazione dello stato desiderato (cosa vogliamo) e della funzionalità potenziale (cosa possiamo ottenere)' (DUFOR e PIEGAY, 2009). Emerge quindi chiaramente la necessità di utilizzare strumenti validi per la valutazione della funzionalità potenziale dei corpi idrici e di metodologie che

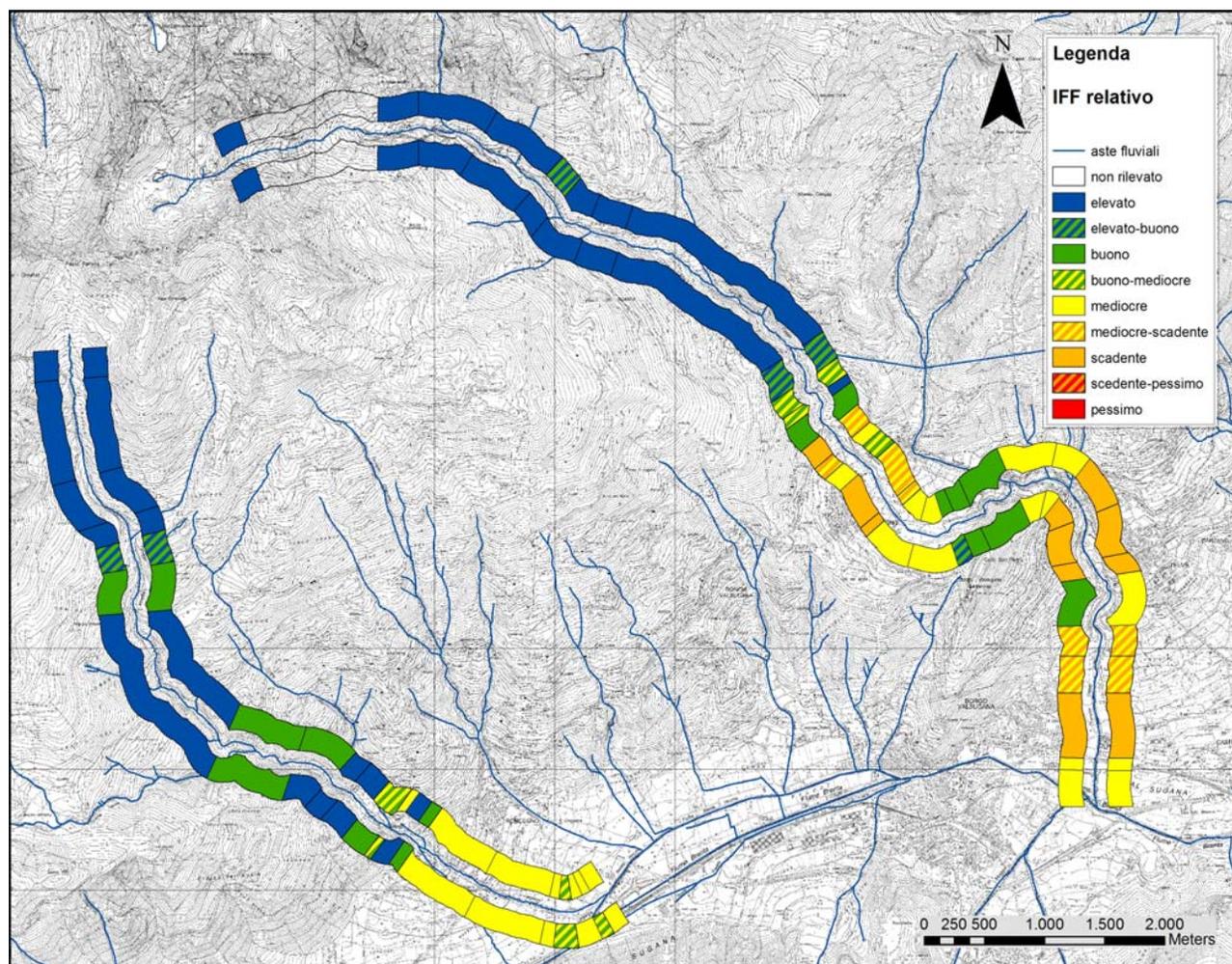


Fig. 6. Mappa di funzionalità relativa dei torrenti Larganza e Ceggio (Bassa Valsugana, TN).

possano indirizzare gli operatori nell'assegnazione dei giudizi.

È comunque importante precisare che la funzionalità relativa non esprime una misura esaustiva della naturalità di un corso d'acqua, in quanto non vengono presi in considerazione aspetti quali la biodiversità, l'autoctonia genetica, etc. che richiedono approfonditi studi naturalistici. L'applicazione della funzionalità re-

lativa consente comunque un'immediata stima della distanza dalle condizioni di integrità ecologica.

Ringraziamenti

Si ringraziano per i preziosi consigli Gilberto Baldaccini, Raffaela Canepel, Veronica Casotti, Domenico Paolo Di Lonardo, Mauro Lucchelli, Francesca Paoli, Giuseppe Sansoni, Simone Rossi, Daniela Spada, Marco Zanetti.

BIBLIOGRAFIA

- ANGERMEIER P.L., KARR J.R., 1994. Biological integrity vs. biological diversity as policy directives: Protecting biotic resources, *Bioscience*, **44**: 690-697.
- BERTOLASO M., 2010. *Riqualificazione e rinaturazione del bacino montano del fiume Piave*. Tesi di dottorato in Scienze Ambientali, XXII ciclo, Università Ca' Foscari di Venezia.
- BOMBINO G., DENISI P., FORTUGNO D., LA FAUCI A., ZIMBONE S.M., 2011. Contributo alla valutazione dell'IFF in fiumare calabre. *Biologia Ambientale*, **25** (1): 39-47.
- DUFOUR S., PIÉGAY H., 2009. From the myth of a lost paradise to targeted river restoration: forget natural references and focus on human benefits. *River Research and Applications* **25** (5): 568-581.
- DALLAFIOR V., BERTOLASO M., GHETTI P.F., MINCIARDI M.R., NEGRI P., ROSSI G.L., SILIGARDI M., 2010. Valutazione della funzionalità potenziale e relativa dei corsi d'acqua dell'area padana. *Atti XVIII Congresso della S.It.E.*, Parma, 1-3 settembre 2008, *Biologia Ambientale*, **24** (1): 225-231.
- DALLAFIOR V., 2010. *IFF come strumento di pianificazione territoriale e riqualificazione fluviale*. Tesi di dottorato in Scienze Ambientali, XXII ciclo, Università Ca' Foscari di Venezia.
- DIRETTIVA 2000/60/EC, Establishing a framework for community action in the field of water policy. Official Journal of the European Community.
- ILLIES J., BOTOSANEANU L., 1963. Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes, considérées surtout du point de vue faunistique. *Mitteilungen Internationale Vereinigung fuer Theoretische und Angewandte Limnologie*, **12**: 1-57.
- MILLER G., TYLER JR., 1990. *Living in the Environment*, 6th ed. Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company.
- MONTGOMERY D.R., BUFFINGTON J.M., 1993. *Channel classification, prediction of channel response, and assessment of channel condition*. Report TFW-SI-110-93-002, Washington State Timber/Fish/Wildlife Agreement, University of Washington, Seattle.
- ROSGEN D., 1994. A classification of natural river. *Catena*, **22**: 169-199.
- SERVIZIO FAUNISTICO DELLA PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO, 2001. *Carta ittica del Trentino*.
- SILIGARDI M., AVOLIO F., BALDACCINI G., BERNABEI S., BUCCI M.S., CAPPELLETTI C., CHIERICI E., CIUTTI F., FLORIS B., FRANCESCHINI A., MANCINI L., MINCIARDI M.R., MONAUNI C., NEGRI P., PINESCHI G., POZZI S., ROSSI G.L., SANSONI G., SPAGGIARI R., TAMBURRO C., ZANETTI M., 2007. *I.F.F. 2007 Indice di Funzionalità Fluviale*. Manuale APAT, Trento, 325 pp. (scaricabile da <http://www.appa.provincia.tn.it/appa/pubblicazioni/-Acqua/pagina22.html>).
- VANNOTE R.L., MINSHALL G.W., CUMMINS K.W., SEDELL J.R., CUSHING C.E. 1980. The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **37**: 130-137.