

Contributo alla valutazione dell'IFF in fiumare calabre

Giuseppe Bombino, Pietro Denisi*, Diego Fortugno, Assunta La Fauci, Santo Marcello Zimbone

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-forestali e Ambientali (DiSTaFA), Facoltà di Agraria, Università Mediterranea di Reggio Calabria - Località Feo di Vito - 89122 Reggio Calabria (RC)

*Referente per la corrispondenza: pietro.denisi@unirc.it

Pervenuto il 9.6.10, accettato il 15.1.11

Riassunto

Lo stato di “non equilibrio” degli ambienti di fiumara, connesso con la marcata variabilità spaziale e temporale delle caratteristiche idrogeomorfologiche, climatiche ed edafiche, determina una continua interruzione delle serie dinamiche ed evolutive della componente biotica e, più in particolare, delle formazioni vegetali che costituiscono questi particolari idrosistemi. A causa di ciò, la funzionalità ecologica di tali ambienti, valutata mediante l'IFF, può risultare molto bassa, anche in situazioni tendenzialmente naturali, poco o affatto alterate da interventi antropici.

Attraverso l'analisi di un caso studio in ambiente calabrese, rappresentativo per condizioni di naturalità e di scarsa antropizzazione, il lavoro indaga le peculiarità idrogeomorfologiche e microclimatiche del tratto vallivo della fiumara Amendolea (Calabria meridionale) e le relative implicazioni ecologiche sulla vegetazione riparia. Viene quindi valutata la funzionalità fluviale del corso d'acqua mediante l'IFF, sulla base del massimo livello evolutivo che le formazioni vegetali e le altre caratteristiche ecologiche considerate dall'IFF possono raggiungere in un così mutevole contesto.

I risultati ottenuti, seppur preliminari, contribuiscono ad accrescere le conoscenze sulla struttura, organizzazione e distribuzione delle formazioni vegetali in funzione delle dinamiche idrogeomorfologiche che caratterizzano i tratti vallivi delle fiumare e pervenire, quindi, ad una più appropriata valutazione della funzionalità fluviale potenziale, rispetto a cui valutare quella relativa. Ciò potrebbe inoltre contribuire a orientare la progettazione degli interventi di sistemazione idraulica per migliorare il loro inserimento nel contesto dell'ecosistema ripario.

PAROLE CHIAVE: Indice di Funzionalità Fluviale IFF / fiumara / tratto vallivo

Contribution to the assessment of FFI in Calabrian fiumaras

The “non-equilibrium” status of fiumaras environment, associated with a marked spatial and temporal variability of the hydromorphological, ecological and climatic characteristics, affects the dynamics of the biotic component and, in particular, of the vegetation which establish these special hydrosystem. Therefore the ecological functionality of these environments, as assessed by Fluvial Functionality Index (FFI), can result low even within environment unaffected by human interventions. Through a case study applied in a calabrian environment, characterized by high naturalness conditions and low human impact, this paper investigates the microclimatic and hydromorphological peculiarities of the valley reaches of the fiumara Amendolea (southern Calabria) and its ecological effects on riparian vegetation. The potential Fluvial Functionality of water course has been assessed by the FFI, on the basis of the maximum evolution level attainable by vegetation and other ecological characteristics in these changeable contexts. This preliminary results help to: i) increase the knowledge about vegetation structure, organization and distribution in according to the hydromorphological dynamics which characterizes valley reaches; ii) achieve a more appropriate assessment of the potential FFI, in order to assess the relating FFI; iii) inform the development of design criteria for the introduction of engineering control works into river ecosystem.

KEY WORDS: Fluvial Functional Index / fiumara / valley reach

INTRODUZIONE

Negli ultimi anni, accanto ai consolidati indici di valutazione della qualità dei corsi d'acqua, l'attenzione di studiosi e ricercatori si è focalizzata sull'individuazione di un più ampio ventaglio di elementi ecosistemici coinvolti nelle dinamiche fisiche e biologiche

dei contesti fluviali. Tra gli indici di nuova concezione, messi a punto per la valutazione dello stato complessivo dell'ambiente fluviale e della sua funzionalità, ampia diffusione ha avuto l'Indice di Funzionalità Fluviale – IFF (SILIGARDI *et al.*, 2007), la cui efficacia

è stata riconosciuta anche a livello normativo (D. Lgs 11 maggio 1999 n. 152 integrato dal Decreto Ministero dell'Ambiente 28 luglio 2004).

L'IFF considera tutti gli elementi di tipo idromorfologico, strutturale e biotico dell'ecosistema fluviale (come previsto dalla Direttiva Quadro sulle acque 2000/60/CE), compresi quelli inerenti alle caratteristiche della zona riparia, per la quale gli aspetti vegetazionali divengono fortemente caratterizzanti. Le informazioni raccolte vengono utilizzate, come è noto, per esprimere un giudizio sulla qualità del corso d'acqua rispetto alle condizioni teoriche di massima funzionalità, tipiche di un corso d'acqua ideale. Poiché le condizioni di massima naturalità corrispondono, in molti casi, a quelle di massima funzionalità, il valore dell'IFF può fornire spesso una stima soddisfacente anche della naturalità del corpo idrico (SILIGARDI *et al.*, 2007).

L'IFF, nella sua fase iniziale di sperimentazione, è stato tuttavia applicato prevalentemente in ambienti alpini e prealpini e solo in un secondo momento è stato modificato per essere adattato ad altre tipologie fluviali (SILIGARDI *et al.*, 2000). Un fabbisogno di integrazione della metodologia che supporta la valutazione dell'IFF si registra, inoltre, nei casi (non pochi) di non corrispondenza tra naturalità e funzionalità, come ad esempio nei tratti fluviali al di sopra del limite della vegetazione arborea (per l'assenza del bosco ripario), nei tratti montani privi di piana alluvionale (quindi privi di possibilità di esondazione) e nei tratti privi di vegetazione riparia in cui si registrano bassi valori di funzionalità, anche in condizioni assolutamente naturali.

Alle situazioni sopra descritte si aggiungono anche gli ecosistemi di fiumara. Le fiumare, corsi d'acqua pressoché esclusivi della Calabria e della Sicilia, costituiscono, infatti, un ambiente singolare in cui l'interazione tra le componenti geologiche, morfologiche, climatiche ed idrologiche crea un ecosistema molto specializzato che sintetizza la naturale successione di eventi di piena (anche consistenti) e di periodi di magra o completamente asciutti (anche molto prolungati). I tronchi vallivi delle fiumare, più in particolare, rappresentano idrosistemi estremamente complessi e dinamici in cui si alternano e coesistono condizioni edafiche, idrogeomorfologiche ed ecologiche marcatamente variabili nello spazio (in senso sia longitudinale, sia trasversale) e nel tempo (non solo inter e intrastagionale), anche in dipendenza della posizione del deflusso all'interno dell'ampio alveo (con larghezza talvolta superiore a 1 km) e dell'intensità e frequenza con cui esso si manifesta.

È pertanto frequente, in sede di valutazione dell'IFF, l'attribuzione di un giudizio di funzionalità "scadente" anche a situazioni tendenzialmente naturali, poco o affatto alterate da interventi antropici.

Le fiumare, dunque, rappresentano un caso tipico in

cui il valore di funzionalità relativa (rapporto tra la funzionalità reale e quella potenziale) consente di esprimere un giudizio più appropriato sulle condizioni ecologiche del corso d'acqua in esame.

In relazione a quanto sin qui detto, il presente lavoro persegue l'obiettivo di accrescere lo stato delle conoscenze sulle principali interazioni tra fattori fisici e biologici che hanno luogo nel tratto vallivo di una fiumara calabrese e di contribuire alla valutazione della funzionalità potenziale espressa dall'insieme delle diverse componenti biotiche che la rappresentano.

MATERIALI E METODI

Area di studio

Le indagini sono state condotte lungo il tratto vallivo della fiumara Amendolea (versante ionico della Calabria meridionale) le cui caratteristiche idrogeomorfologiche e di naturalità (SIC "fiumara Amendolea - IT9350145", istituito dal Ministero dell'Ambiente nel 1995; Rete Natura 2000) sono rappresentative dei tratti non antropizzati delle fiumare calabre.

Il bacino della fiumara in studio (Fig. 1) ricopre una superficie di 150,40 km² all'interno del rilievo montuoso dell'Aspromonte. L'asta principale ha una lunghezza di 52 km ed ha origine ad una quota di circa 1800 m s.l.m., scorre attraverso valli incise e profonde (nel tratto montano) e pianure alluvionali (nel tratto vallivo), per poi sfociare nel Mar Ionio, tra Condofuri Marina e Bova Marina. Il bacino è coperto da foreste e cespuglieti per il 65%, coltivi e pascoli per il 30% e solo il 5% è occupato da aree urbanizzate. Le principali caratteristiche climatiche e morfologiche del bacino sono riportate nella tabella I: il clima è tipicamente mediterraneo con accentuate differenze pluviometriche e termiche tra le zone costiere e quelle interne. Il regime pluviometrico è di tipo marcatamente impulsivo, con lunghi periodi siccitosi seguiti da brevi ma intense piogge (CRITELLI e GABRIELE, 1991).

Per una migliore caratterizzazione del tratto vallivo in esame si riporta, nel seguito, una descrizione idrogeomorfologica e vegetazionale.

Caratteristiche idro-geomorfologiche

Le fiumare, secondo la definizione di VIPARELLI e MAIONE (1959), sono corsi d'acqua pressoché esclusivi della Calabria e della Sicilia "... a carattere spiccatamente torrentizio (...) che dopo un corso brevissimo (...) in forte pendenza si approssimano alla foce (...), dove la larghezza d'alveo è assolutamente sproporzionata alla esigua quantità d'acqua che in esso scorre, salvo che durante i brevi periodi di piena". Nel tratto montano le fiumare hanno aspetti idrogeomorfologici assimilabili a quelli dei torrenti tipici dell'Italia peninsu-

lare, caratterizzati da deflusso perenne, valli strette ed incassate (Fig. 2), alvei ad elevata pendenza con diffusi fenomeni di erosione e, nei tratti più stabili, dalla presenza di boschi ripari evoluti e ben strutturati. Nei tratti vallivi, invece, le fiumare presentano pendenze poco accentuate e sezioni trasversali estremamente

ampie (anche diverse centinaia di metri) dove il deflusso per la gran parte dell'anno (quando non scorre sotto l'ammasso permeabile di detriti), occupa solo una piccola zona dell'alveo. Tuttavia, a prolungati periodi di magra o di morbida, possono seguire, in coincidenza di piogge particolarmente intense, eventi di piena

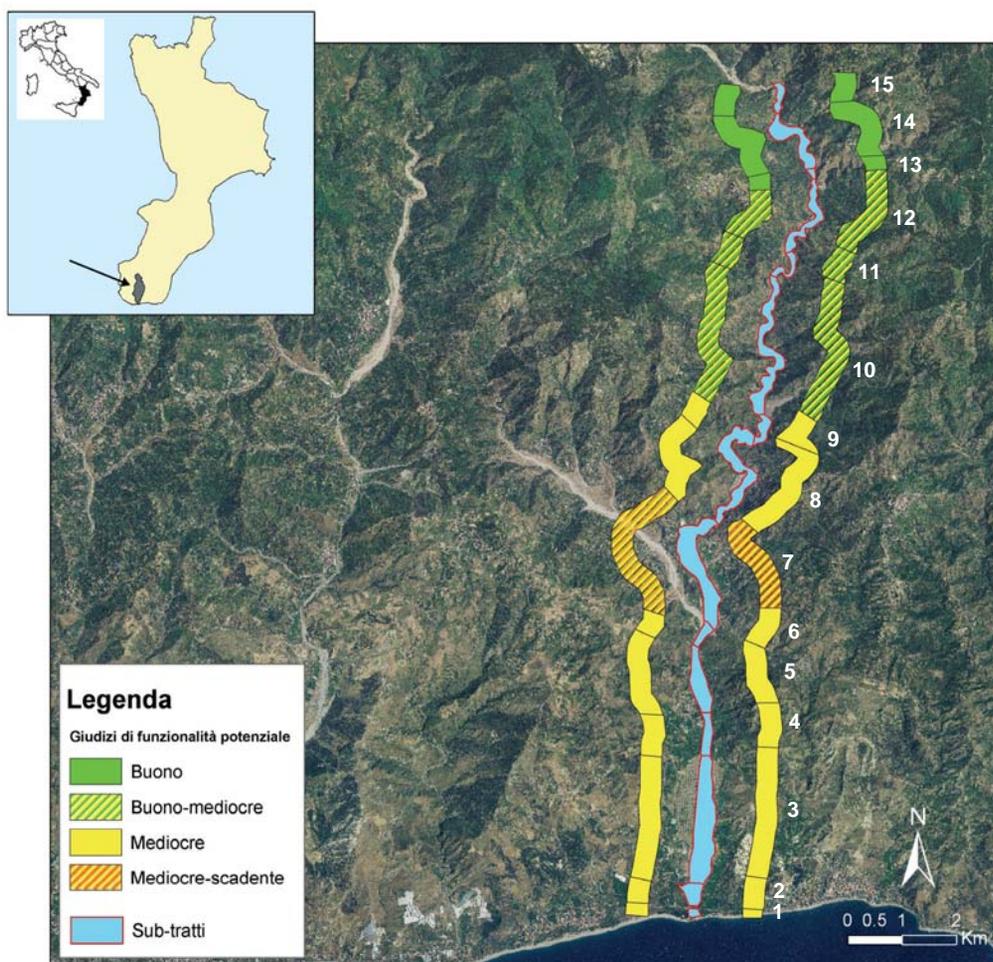


Fig. 1. Localizzazione del bacino della fiumara Amendolea (freccia) e mappa di funzionalità potenziale del tratto vallivo oggetto di studio, suddiviso nei 15 sub-tratti individuati.

Tab. I. Principali parametri morfometrici e climatici del bacino idrografico della fiumara Amendolea.

| Parametro | Fiumara Amendolea |
|---|-------------------|
| Superficie del bacino (km ²) | 150,40 |
| Pendenza media dell'asta principale (%) | 4,79 |
| Altitudine media del bacino (m s.l.m.) | 812,4 |
| Altitudine massima del bacino (m s.l.m.) | 1.800 |
| Lunghezza dell'asta principale (km) | 52,00 |
| Densità di drenaggio (km ⁻¹) | 3,0 |
| Precipitazione media annua (mm) ⁽¹⁾ | 525,81 |
| Temperatura media annua dell'aria (°C) ⁽¹⁾ | 18,9 |

(1) Riferita alla stazione termo pluviometrica di San Carlo (20 m s.l.m.)

(2) Riferita alla stazione termo pluviometrica di Roccaforte del Greco (983 m s.l.m.)

con valori di portata di uno o due ordini di grandezza superiori a quelli ordinari che possono interessare anche l'intera sezione dell'alveo.

Il tratto vallivo della fiumara Amendolea (lungo circa 20 km), su cui è stata condotta la presente indagine, scorre su detriti alluvionali molto permeabili dove la portata defluente svolge un intenso e rapido modellamento del fondo. All'interno della sezione trasversale, la cui larghezza può raggiungere anche 1 km, si osservano, durante i periodi di morbida bassa e di magra, due o più alvei "serpeggiare" da una parte all'altra della sezione formando zone di accumulo e di erosione (Fig. 3); tali alvei, secondo VIPARELLI e MAIONE (1959), si formano durante le portate di piena e poi permangono per tutta l'estate.

La variabilità spaziale e temporale dei caratteri idrogeomorfologici ed edafici (accentuata oscillazione inter e intrastagionale della portata, diversa posizione del deflusso all'interno dell'alveo anche nell'ambito di uno stesso evento di piena, profondità e natura dell'ammasso alluvionale, morfologia locale dell'alveo) favorisce la creazione di una serie di microambienti che si susseguono sia in senso longitudinale (verso la foce), sia in senso trasversale (man mano che dal thalweg si

procede verso le sponde). All'interno dell'ampio alveo si assiste, spesso, alla formazione di piccole isole che, essendo inondate solo dalle piene con tempo di ritorno elevato, assumono progressivamente caratteri fisici sempre più simili a quelli degli ambienti terrestri; questo determina un incremento della diversità ambientale longitudinale e trasversale del corso d'acqua dovuta alla presenza di tipologie vegetali i cui caratteri si discostano da quelli tipici della vegetazione riparia. Le porzioni d'alveo più frequentemente interessate dai deflussi sono, invece, morfologicamente instabili, in quanto più soggette a rimaneggiamenti e mobilizzazioni dei sedimenti ad opera della corrente idrica.

Gli ammassi alluvionali, che spesso raggiungono profondità di diverse decine di metri (MONTUORI, 1959; VIPARELLI e MAIONE, 1959), obbligano la portata, soprattutto nei periodi di magra, a defluire in profondità dando origine ad un deflusso ipodermico (sub-alveo).

Caratteristiche vegetazionali

Le particolari condizioni edafo-climatiche presenti lungo il tratto vallivo della fiumara Amendolea condizionano, come detto, la struttura, la distribuzione e l'organizzazione delle comunità vegetali riparie. Nelle aree più stabili, inondate con tempi di ritorno elevati, si insedia un tipo di vegetazione costituita da boscaglie della classe *Nerio-Tamaricetea*, con oleandro (*Nerium oleander* L.), tamerici (*Tamarix africana* Poiret e *Tamarix gallica* L.) e agnocasto (*Vitex agnus-castus* L.);



Fig. 2. Tratto montano dell'alveo della fiumara Amendolea, delimitato da ripidi versanti.



Fig. 3. Porzioni di tratto vallivo della fiumara Amendolea in cui sono visibili due o più alvei di morbida divagare all'interno dell'ampia sezione trasversale. Si noti la quasi totale assenza di vegetazione riparia e la mancanza di zone di transizione tra l'ambiente fluviale e quello terrestre dei versanti.

nelle aree maggiormente interessate dai deflussi e più frequentemente rimaneggiate dalle piene si insedia, invece, una vegetazione pioniera di tipo glareicolo a perpetuo italiano (*Helichrysum italicum* (Roth) Don) e assenzio meridionale (*Artemisia variabilis* Ten.), appartenenti alla classe *Scrophulario-Helichrysetea* (BRULLO *et al.*, 2001). Rispetto a queste ultime cenosi, prevalentemente erbacee, i cespuglieti o le boscaglie riparie edificati da tamerici e oleandro rappresentano formazioni più stabili e mature legate a suoli più evoluti che risentono solo occasionalmente dell'azione erosiva della corrente idrica (Fig. 4). Solo raramente si rinven-gono arbusteti della classe *Salicetea purpureae* nelle aree vallive più fresche e umide. La fiumara rappresenta, pertanto, un ambiente nel quale i processi edafici sono ritardati o bloccati dalle continue mobilizzazioni delle alluvioni operate dalle piene che interessano parzialmente (portate ordinarie) o interamente (piene eccezionali) l'alveo o dai lunghi periodi asciutti. Ciò determina la presenza di aspetti vegetazionali molto specializzati che si distribuiscono in funzione della presenza e della intensità dei deflussi, i cui caratteri, seppur spiccatamente pionieristici, esprimono, spes-

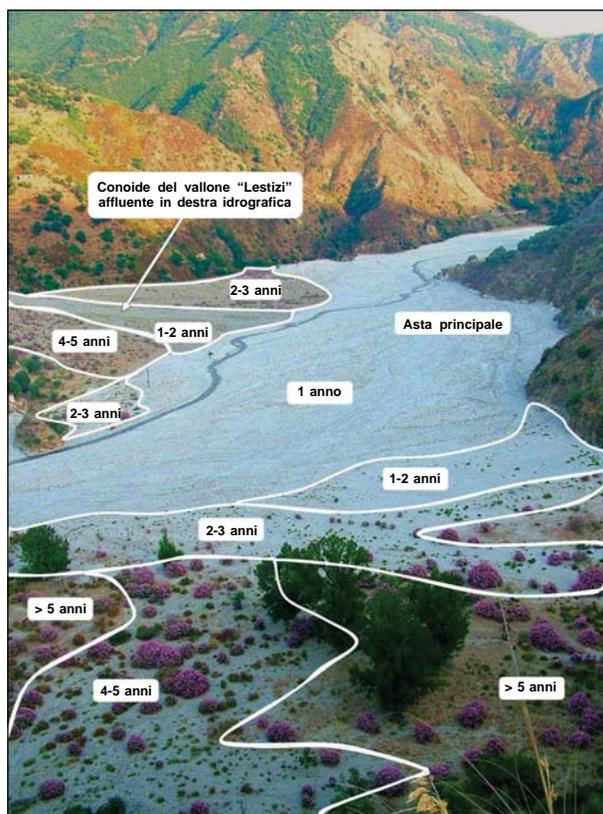


Fig. 4. Nuclei di vegetazione glareicola nel greto ciottoloso del tratto vallivo della fiumara Amendolea la cui evoluzione è influenzata dalla frequenza con cui si verificano gli eventi di piena.

so, il massimo stadio evolutivo raggiungibile dalla vegetazione in questo contesto estremamente mutevole.

Metodologia di rilevazione della funzionalità fluviale della fiumara

Ai fini dell'individuazione del tratto vallivo oggetto di studio nell'ambito della presente indagine, è stata adottata una apposita metodologia (BOMBINO *et al.*, 2006) che, mediante rilievi di campo ed analisi ecologiche e ambientali, ha condotto alla suddivisione dell'intero corso d'acqua in tratti aventi caratteristiche geomorfologiche, climatiche e vegetazionali tendenzialmente omogenee, quali, ad esempio, larghezza e morfologia della sezione trasversale, natura delle alluvioni, pendenza dell'alveo, fisionomia delle principali formazioni vegetali, parametri climatici, ecc. Tale metodologia di identificazione dei tratti idrografici è coerente con l'approccio della "Landscape Ecology" (ALLEN e HOEKSTRA, 1992) e con il "River Continuum Concept" (VANNOTE *et al.*, 1980) che propone una zonazione longitudinale dell'ambiente ripario, dalla sorgente alla foce, tenendo conto delle variazioni dei fattori geomorfologici e delle comunità animali o vegetali.

All'interno del tratto vallivo selezionato sono stati quindi individuati 15 sub-tratti di corso d'acqua (Fig. 1); per ciascuno di essi è stata successivamente valutata la funzionalità potenziale (F_p , determinata sulla base del massimo livello evolutivo della vegetazione atteso nel contesto esaminato) e quella reale (F_r , determinata sulla base di quanto osservato al momento del rilievo) secondo la metodologia proposta da SILIGARDI *et al.* (2007). È stata infine determinata la funzionalità relativa (F_{rel}) come rapporto tra F_r e F_p .

RISULTATI E DISCUSSIONE

Funzionalità potenziale

Il presente paragrafo riporta, con riferimento ad alcune domande che concorrono alla determinazione del giudizio di funzionalità fluviale tramite l'IFF, le principali criticità riscontrate in campo, unitamente alla motivazione del punteggio di F_p attribuito a ciascuna di esse, nei 15 sub-tratti in cui è stato suddiviso il tratto vallivo della fiumara Amendolea, oggetto di studio.

Domanda 2 "Vegetazione presente nella fascia perfluviale primaria"

Le peculiarità degli ambienti di fiumara, come detto, fanno sì che anche in condizioni di elevata naturalità non sia possibile raggiungere la compresenza di formazioni riparie complementari funzionali. La miglior condizione raggiungibile è la presenza di diverse serie vegetazionali semplificate, con funzionalità scarsa. Per

tale motivo, rispetto al valore massimo di F_p previsto dall'IFF, pari a 40, sono stati attribuiti punteggi variabili tra 10 (sub-tratti prossimi alla foce) e 25 (nei sub-tratti più distanti da essa).

Domande 3 “*Ampiezza delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale*”
e 4 “*Continuità delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale*”

Le pendenze poco accentuate, le sezioni trasversali estremamente ampie, un deflusso che per gran parte dell'anno (quando non scorre sotto l'ammasso permeabile di detriti) occupa solo una piccola parte dell'alveo e l'alternanza di prolungati periodi di magra seguiti da brevi eventi di piena, impediscono alle comunità vegetali riparie di colonizzare tutto lo spazio disponibile all'interno dell'ampio alveo (Fig. 3).

Tali comunità, infatti, strettamente dipendenti dalla presenza di acqua, sono costrette a “migrare” da una parte all'altra della pianura alluvionale, seguendo le continue divagazioni della corrente idrica, alla ricerca di quelle più favorevoli condizioni edafiche che si vengono a creare nell'intorno dell'alveo bagnato. L'affioramento discontinuo del deflusso ipodermico crea, inoltre, una maggiore disponibilità idrica in zone dell'alveo anche distanti da quello bagnato (spesso, come in estate, anche quando il corso d'acqua è completamente asciutto) favorendo lo sviluppo localizzato di nuclei di vegetazione igrofila di tipo arbustiva o erbacea; queste unità ecologiche hanno carattere effimero e possono scomparire allorquando l'affioramento cambia posizione, contribuendo, così, alla discontinuità ecologica delle formazioni riparie (BRULLO *et al.*, 2001). Tali condizioni determinano una scadente funzionalità fluviale e portano, perciò, ad attribuire punteggi di F_p compresi tra 1 e 5 (nei sub-tratti più vicini alla foce) e tra 10 e 15 (in quelli più distanti) rispetto ad un punteggio massimo di 20.

Domanda 5 “*Condizione idriche*”

Al fenomeno del deflusso in sub-alveo entro l'enorme ammasso alluvionale (con spessore di diverse decine di metri) delle portate di magra e ordinarie e degli affioramenti in zone dell'alveo anche molto distanti da quello bagnato, si aggiungono le rilevanti variazioni di portata dipendenti dalle condizioni climatiche tipiche dell'ambiente semi-arido mediterraneo.

Tutto ciò determina la creazione di due situazioni ecologiche tra loro opposte: da una parte, l'assenza prolungata (anche fino a 8 mesi) di un deflusso minimo vitale, non consente l'instaurarsi di uno spazio vitale per le comunità ripariali (a cui consegue una drastica diminuzione della componente biotica in termini di biomassa e numero di individui), dall'altra, gli

eventi di piena che si verificano durante il breve periodo delle piogge, esercita una forte azione meccanica sulle sporadiche comunità riparie assoggettandole a sommersione da parte dei detriti, sradicamento o scalzamento. Per tale motivo, rispetto ad un valore massimo di F_p pari a 20, sono stati attribuiti punteggi pari a 5 (nei sub-tratti prossimi alla foce) e 20 (nei sub-tratti più distanti da essa).

Domanda 6 “*Efficienza di esondazione*”

Si è già fatto più volte cenno alla rilevante larghezza delle fiumare e alla natura dei sedimenti che caratterizzano l'ammasso alluvionale del loro tratto vallivo.

Entrambi gli aspetti rappresentano, in sintesi, la connessione esistente tra fiumara e dissesto idrogeologico. L'ingente trasporto di materiale proveniente dal disfacimento delle pendici montane è depositato a valle dove, nel tempo, ha contribuito a innalzare la quota dell'alveo e, conseguentemente, ad allargare a dismisura la sua sezione. Le dimensioni della sezione trasversale indurrebbero a pensare ad una estesa piana inondabile, con buona efficienza di esondazione, in cui la piena possa esercitare i suoi periodici effetti benefici. Nelle fiumare ciò è vero soltanto in termini spaziali. Sono difatti assenti gli “indizi” tipici delle inondazioni non distruttive quali, ad esempio, la presenza di uno strato di suolo sopra le ghiaie e i ciottoli, lo sviluppo di formazioni vegetali arbustive o arboree tipiche di suoli con buona capacità di ritenzione idrica, ecc.

Ciò è confermato dal fatto che tra l'ambito di competenza del corso d'acqua e quello dei versanti non ci sono soluzioni di continuità, come si può osservare dalla figura 3. Tali condizioni determinano una scadente funzionalità fluviale e portano, perciò, ad attribuire punteggi di F_p pari a 15 (nella maggior parte dei sub-tratti) rispetto ad un punteggio massimo di 25.

Domanda 7 “*Substrato dell'alveo e strutture di ritenzione degli apporti trofici*”

Gli intensi processi di rimaneggiamento del substrato indotti dalle piene e la divagazione del thalweg all'interno dell'ampio alveo a cui consegue la formazione di canali intrecciati (drenaggio multicursale) impediscono al fondo alveo di mantenere una configurazione relativamente stabile. La naturale tendenza di questi corsi d'acqua è dunque quella di dare origine a strutture di ritenzione ben diversificate (in grado di accogliere comunità fluviali ricche dal punto di vista della biodiversità) ma instabili poiché variabili nello spazio e nel tempo. Per tale motivo, rispetto ad un punteggio massimo di F_p pari a 25, sono stati attribuiti punteggi pari a 5 (nei sub-tratti prossimi alla foce) e a 20 (nei sub-tratti più distanti da essa).

Domanda 8 “Erosione”

Il fenomeno di imponente trasporto solido delle fiumare è riconducibile a un meccanismo di tipo “colata di detrito”, talvolta alimentato da grandi frane (GUERRICCHIO *et al.*, 1996). Le aste terminali delle fiumare, dove si depositano i ciottoli, le ghiaie e le sabbie trasportate da monte, possono quindi assimilarsi a conoidi di deiezioni in cui le acque difficilmente riescono a creare un alveo inciso. Nei tratti vallivi, quindi, i fenomeni di erosione del letto e delle sponde sono generalmente trascurabili; sono più rilevanti, invece, quelli localizzati, connessi con il passaggio delle piene con elevati tempi di ritorno. Tuttavia le continue modifiche locali della struttura dell'alveo dovute ai processi di deposizione del materiale solido eroso a monte possono interrompere le serie dinamiche che contraddistinguono i diversi stadi evolutivi della vegetazione (ad esempio da vegetazione erbacea ad arbustiva), o annullare, nei casi più severi, l'instaurarsi di processi di adattamento delle specie visto che in occasione degli eventi di piena vaste zone dell'alveo sono riportate alla condizione di partenza (o “tempo zero”). Per tale motivo, rispetto ad un valore massimo di F_p pari a 20, sono stati attribuiti punteggi pari a 15 (nei sub-tratti prossimi alla foce) e 20 (nei sub-tratti più distanti da essa).

Domanda 10 “Idoneità ittica”

I lunghi periodi di siccità, la mancanza di raschi e pozze, la scarsa presenza di una copertura vegetale matura e la rapida degradazione dei residui organici (provenienti dalle aree montane) a causa della prolungata insolazione dell'ampia valle, compromettono lo sviluppo di fauna ittica in alveo. In alcuni tratti della fiumara in studio, tali comunità sono poco o affatto sviluppate; ciò dipende principalmente dai caratteri morfologici dell'alveo e dei versanti e dagli aspetti

idrodinamici del deflusso. Tali condizioni determinano una scadente funzionalità fluviale e portano, perciò, ad attribuire punteggi di F_p pari a 1 (nei sub-tratti prossimi alla foce) e a 5 (nei sub-tratti più distanti da essa) rispetto ad un punteggio massimo di 25.

Domanda 13 “Detrito”

Lungo i tratti esaminati, il detrito organico è presente in quantità ridotte e localizzato prevalentemente nei sub-tratti più lontani dalla foce dove maggiore è la presenza di vegetazione arborea e di lettiera lungo i versanti. Il materiale, prevalentemente fibroso, è costituito da foglie e frammenti vegetali la cui origine è ancora riconoscibile. In questi contesti il basso livello di degradazione è la massima condizione raggiungibile a seguito sia della particolare natura dei sedimenti che della scarsa presenza di acqua in alveo. In questo caso il punteggio di F_p è pari a 15 e corrisponde al punteggio massimo previsto dalla domanda.

Domanda 14 “Comunità macrobentonica”

A causa della ridotta presenza di detrito organico e di acqua in alveo, soprattutto nel periodo primaverile-estivo, le comunità macrobentoniche risultano pressoché assenti. È stato perciò attribuito un punteggio di F_p pari a 1 in tutti i sub-tratti (rispetto ad un punteggio massimo di 20) che costituiscono il tratto vallivo in studio.

Funzionalità reale e relativa

Nel tratto vallivo esaminato la F_r presenta valori compresi tra 99 e 216. I valori più bassi si registrano nei sub-tratti prossimi alla foce (da 1 a 9); valori più elevati si riscontrano nei sub-tratti da 10 a 15 (Fig. 5).

Gli aspetti che hanno maggiormente penalizzato il giudizio finale di F_r riguardano (Tab. II): i) ampiezza e continuità della vegetazione funzionale (dom. 3 e 4); ii) condizioni idriche (dom. 5), iii) presenza di comunità

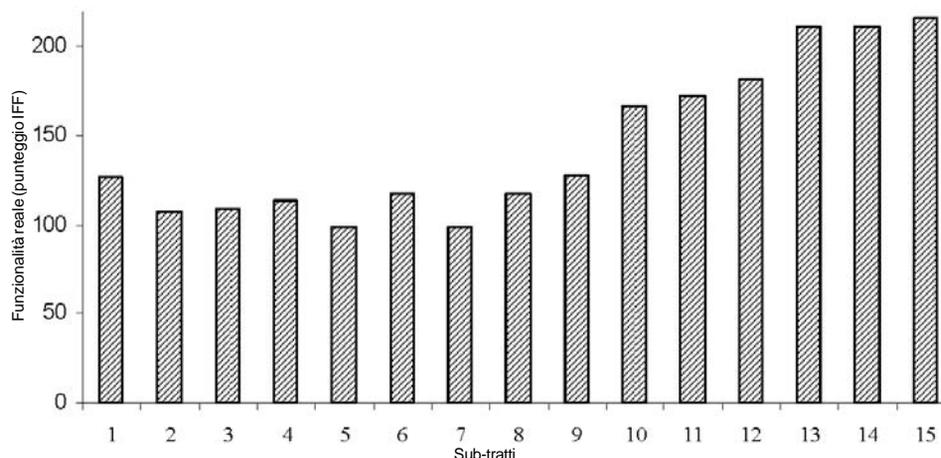


Fig. 5. Valori di funzionalità reale nei sub-tratti esaminati.

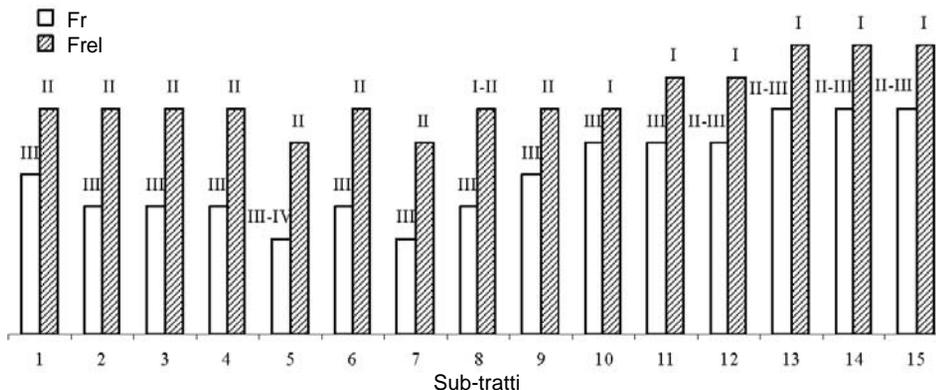


Fig. 6. Livelli di funzionalità reale (*Fr*) e relativa (*Frel*) nei 15 sub-tratti analizzati all'interno del tratto vallivo della fiumara Amendolea.

Tab. II. Punteggi di funzionalità reale (*Fr*) e potenziale (*Fp*) per ciascuna domanda della scheda IFF e valore della funzionalità relativa (*Frel*) nei 15 sub-tratti analizzati nel tratto vallivo della Fiumara Amendolea.

| Sub-tratto → | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | | 9 | | 10 | | 11 | | 12 | | 13 | | 14 | | 15 | | |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----|
| ↓ Domande | <i>Fr</i> | <i>Fp</i> | |
| 1 <i>Terr.</i> | 20 | 25 | 5 | 25 | 5 | 25 | 5 | 25 | 5 | 25 | 5 | 25 | 5 | 25 | 5 | 25 | 5 | 25 | 5 | 25 | 5 | 25 | 5 | 25 | 20 | 25 | 20 | 25 | 20 | 25 | |
| 2 <i>Veg.</i> | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | |
| 3 <i>Amp.</i> | 5 | 5 | 5 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 10 | 1 | 10 | 1 | 5 | 5 | 5 | 1 | 10 | 10 | 15 | 10 | 15 | 10 | 15 | 10 | 15 | 10 | 15 | 10 | 15 | |
| 4 <i>Cont.</i> | 5 | 5 | 5 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 5 | 10 | 5 | 10 | 5 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | |
| 5 <i>Idr.</i> | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 6 <i>Esond.</i> | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | |
| 7 <i>Rit.</i> | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 15 | 15 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| 8 <i>Eros.</i> | 20 | 20 | 15 | 15 | 15 | 15 | 20 | 20 | 15 | 15 | 20 | 20 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | |
| 9 <i>Trasv.</i> | 5 | 20 | 5 | 20 | 5 | 20 | 5 | 20 | 5 | 20 | 5 | 20 | 5 | 20 | 15 | 20 | 15 | 20 | 15 | 20 | 15 | 20 | 15 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | |
| 10 <i>Itt.</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 5 | 5 |
| 11 <i>Idro</i> | 5 | 15 | 5 | 15 | 5 | 15 | 5 | 15 | 5 | 15 | 5 | 15 | 5 | 15 | 5 | 15 | 5 | 15 | 5 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | |
| 12 <i>Periph</i> | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | |
| 13 <i>Detr.</i> | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | |
| 14 <i>Mbt</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Tot | 127 | 157 | 107 | 152 | 109 | 162 | 114 | 167 | 99 | 157 | 114 | 172 | 99 | 152 | 117 | 157 | 128 | 177 | 152 | 187 | 157 | 187 | 167 | 197 | 212 | 222 | 212 | 226 | 216 | 226 | |
| <i>Frel</i> | 81% | 70% | 67% | 68% | 63% | 66% | 65% | 75% | 72% | 81% | 84% | 85% | 95% | 94% | 96% | | | | | | | | | | | | | | | | |

ittiche e macrobentoniche (dom. 10 e 14).
 Se invece si fa ricorso alla *Frel* si osserva come i livelli di funzionalità risultano buoni dal 1° al 9° sub-tratto (63%-72%) ed elevati dal 10° al 15° (81%-96%) (Fig. 6 e Tab. II).

CONCLUSIONI

La condizione di “non-equilibrio” degli ambienti di fiumara determina la presenza di ecosistemi ripari in continuo dinamismo, caratterizzati da formazioni vegetali, prevalentemente erbacee o arbustive, la cui organizzazione e struttura sono fortemente condizio-

nate dai lunghi periodi di assenza del deflusso o, al contrario, dall'intensità degli eventi di piena che possono interromperne o azzerare la loro serie dinamica ed evolutiva. L'insieme di tutti questi aspetti accentua lo scostamento tra “naturalità” e “funzionalità”. Risulta pertanto necessario indagare non solo le peculiarità idrogeomorfologiche e microclimatiche di questi particolari contesti, ma anche le implicazioni ecologiche che le loro interazioni determinano sulla vegetazione riparia, al fine di determinare il massimo livello evolutivo a cui le formazioni vegetali possono tendere e, quindi, valutare, rispetto ad esso, la funzio-

nalità potenziale della fiumara. Tali informazioni potrebbero inoltre contribuire a orientare la progettazione degli interventi di sistemazione idraulica allo scopo di migliorare il loro inserimento nel contesto dell'ecosistema ripario.

Il confronto tra i giudizi di *Frel* e *Fr* ha permesso di evidenziare come la bassa funzionalità reale riscontrata in molti tratti non sia attribuibile ad impatti antropici, ma principalmente alle condizioni stressanti (del tutto naturali) che caratterizzano le fiumare. I

risultati dell'indagine evidenziano come nel caso delle fiumare –analogamente a tutti i casi in cui le condizioni naturali sono limitanti– la *Frel* consenta di valutare meglio se la bassa funzionalità registrata è attribuibile ad impatti antropici (e sono perciò proponibili misure di recupero ecologico) o a fattori del tutto naturali che, pertanto, non richiedono alcun intervento, essendo già stata raggiunta la funzionalità massima conseguibile nelle condizioni climatiche e idromorfologiche esistenti.

BIBLIOGRAFIA

- ALLEN T.F.H., HOEKSTRA T.W., 1992. *Toward a unified ecology*. New York, Columbia University press.
- BOMBINO G., TAMBURINO V., ZIMBONE S.M. 2006. Assessment of the affects of check-dams on riparian vegetation in the mediterranean environmental: a methodological approach and applications. *Ecological Engineering*, **27**: 134-144.
- BRULLO S., SCELSI F., SPAMPINATO G. 2001. *La vegetazione dell'Aspromonte, Studio fitosociologico*. Laruffa Editore.
- CRITELLI S., GABRIELE S., 1991. Lineamenti fisici e climatici della Calabria. In: *Indagine a scala regionale sul dissesto idrogeologico in Calabria provocato dalle piogge dell'inverno 1990*, Antronico L., Critelli S., Gabriele S., Versace P. (a cura di), Ed. Bios, Cosenza, pp. 9-49
- DECRETO LEGISLATIVO 11 maggio 1999 n. 152. 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. *G.U. n. 124 del 29 maggio 1999 (n. 101/L)*.
- DECRETO 28 LUGLIO 2004. MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO. "Linee guida per la predisposizione del bilancio idrico di bacino, comprensive dei criteri per il censimento delle utilizzazioni in atto e per la definizione del minimo deflusso vitale, di cui all'articolo 22, comma 4, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152" (*GU n. 268 del 15-11-2004*).
- DIRETTIVA 2000/60/EC, Establishing a frame work for community action in the field of water policy. *Official Journal of the European Community*.
- GUERRICCHIO A., MELIDORO G., 1996. Rischi da grandi frane nella fascia costiera adriatica. In: *Int. Conf. "Prevention of Hydrogeological Hazard: the Role of Scientific Research"*, CNR, 5th-7th November 1996, Alba (Italy) **vol. 1** (1996), pp. 317-330.
- MONTUORI C., 1959. Sulla convenienza degli sbarramenti subalvei in alcuni torrenti calabresi. *IV Convegno Italiano di Idraulica e Costruzioni Idrauliche*. Padova, 25-27 Maggio 1959.
- SILIGARDI M., BERNABEI S., CAPPELLETTI C., CHIERICI E., CIUTTI F., EGADDI F., FRANCESCHINI A., MAIOLINI B., MANCINI L., MINCIARDI M.R., MONAUNI C., ROSSI G.L., SANSONI G., SPAGGIARI R., ZANETTI M., 2000. *I.F.F. Indice di funzionalità fluviale*. Manuale ANPA. 221 pp.
- 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.
- 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 science*, **37**: 130-137.
- VIPARELLI M., MAIONE U., 1959. Sulla sistemazione delle aste terminali di alcuni torrenti calabresi. In *Atti del VI Convegno di idraulica e Costruzioni Idrauliche*, Padova, 1959.