

METODI BIOLOGICI PER LA VALUTAZIONE DELLA QUALITA' DELLE ACQUE LOTICHE E LENTICHE

Criteria principali:

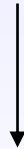
- 1) Saggi di qualità – comprendono i test di allarme o avviso precoce, i test di tossicità, di bioaccumulo, di biodegradazione e di eutrofizzazione

- 2) Indici biologici – si avvalgono dello studio in campo di popolazioni e comunità

EVOLUZIONE DEI METODI BASATI SUGLI INDICATORI BIOLOGICI

I primi metodi biologici di classificazione della qualità delle acque correnti risalgono all'inizio del 1900.

SAPROBIEN SYSTEM (1902): questo metodo si basava sulla presenza di specie indicatrici microscopiche appartenenti al plancton e al perifiton dei fiumi lenti dell'Europa Centrale



Successivamente il sistema è stato esteso ai macroinvertebrati bentonici, alle macrofite acquatiche e ai pesci

Dal 1964 si svilupparono numerosi indici basati essenzialmente sullo studio della comunità di macroinvertebrati

I primi furono quasi solo descrittivi in seguito, furono messe a punto scale di valori di indice

In Europa sono stati elaborati almeno un centinaio di indici che possono essere suddivisi in 3 grandi gruppi:

1) Indici basati su specie indicatrici di differenti categorie di qualità delle acque – **INDICI SAPROBICI**

2) Indici basati sulla diversità delle specie – **INDICI DI DIVERSITA'**

3) Indici che combinano il valore di indicatore di alcune specie con la ricchezza in specie della comunità – **INDICI BIOTICI**

Quasi il 60% degli indici appartiene alla categoria degli Indici BIOTICI, il 30% agli Indici di DIVERSITA' ed il 10% agli Indici SAPROBICI.

Gli Indici di diversità sono applicati con maggior frequenza nel Nord America, mentre gli indici saprobici e biotici in Europa.

Oltre 2/3 degli indici utilizza le comunità macrobentoniche, seguono le alghe bentoniche e perifitiche (periphyton= è una complessa comunità di microrganismi che vivono aderenti a substrati immersi di diversa natura. Vi appartengono **Microalghe**, Funghi, Batteri e Protozoi), i pesci e la vegetazione acquatica.

PERCHE' I MACROINVERTEBRATI?

- Sono ubiquitari, abbondanti e abbastanza facili da campionare
- Sono abbastanza semplici da identificare almeno a livello di famiglia e di genere
- Hanno una durata di vita abbastanza lunga (mesi, anni) e sono pertanto in grado di registrare la qualità ambientale
- Sono relativamente sedentari e quindi rappresentativi delle condizioni locali
- Sono composti di rappresentanti di differenti phyla e livelli trofici, con diversa sensibilità all'inquinamento
- Rispondono adeguatamente a differenti tipi di impatti

Gli indici che prevedono l'analisi dei macroinvertebrati tengono conto che le modificazioni sia fisiche che chimiche agiscono su:

- 1) Composizione in specie;
- 2) Numero totale di specie;
- 3) Numero di individui per ogni specie
- 4) Proporzioni relative delle specie entro la comunità

VANTAGGI DEI BIOMONITORAGGI

Permettono di formulare un giudizio complementare al controllo chimico e fisico

Individuano la presenza e l'impatto di di scarichi saltuari o pulsanti non rilevabili con altri metodi

Valutare le capacità autodepurative dei corsi d'acqua soggetti a carichi continui o pulsanti

INDICI di DIVERSITA'

Questi indici si basano su criteri quantitativi.

Essi si basano sullo studio della struttura e dinamica delle popolazioni e delle comunità nelle varie tipologie ambientali. Con questo approccio, molto laborioso si può determinare la ricchezza in specie e la ripartizione degli individui fra le specie.

Questi due caratteri definiscono la DIVERSITA' GLOBALE.

Questi Indici si basano sul principio che, in linea generale, ambienti relativamente indisturbati sostengono comunità ben diversificate con nessuna specie dominante sulle altre.

Vi sono tuttavia ambienti che naturalmente presentano una diversità globale piuttosto bassa (fiumi oligotrofi, sorgenti).

Considerando la diversità di una comunità sarebbe però necessario prendere in esame tutte le componenti biotiche composte da autotrofi, eterotrofi, decompositori in quanto la diversità potrebbe variare solo a carico di una di esse

Inoltre le comparazioni tra i risultati ottenuti in ambienti molti diversi di uno stesso ecosistema, o in ambienti simili di ecosistemi diversi non possono essere fatte.

Il confronto può essere valido sopra o sotto uno scarico, in quanto si tratta di una medesima tipologia ambientale

Per la loro laboriosità non sono molto diffusi

I metodi più utilizzati sono:

Indice	Formula	Intervallo	Note
Simpson correla il contributo di ciascuna specie con il numero totale di individui presenti	$I = \frac{\sum n_i (n_i - 1)}{N (N - 1)}$	0-1	n_i = numero di individui della i esima specie. Più alto il valore, più bassa la diversità.
Indice derivato dalla teoria dell'informazione (Shannon)	$I = - \sum_{r=1}^s A_r \log_2 A_r$	$0 \rightarrow \infty$	S = numero totale di specie nel campione A_r = proporzione di individui della r esima specie ($r = 1,2,3... S$)
Indice derivato dalla teoria dell'informazione (Mc Intosh)	$I = - \sum_{i=1}^s n_i^2$	$1 \rightarrow \infty$	n_i = numero di individui in ciascuna specie

INDICI SAPROBICI

Il primo di questi indici fu ideato nel 1902 da Kolkowitz e Marsson e fu definito “Sistema Saprobico (Saprobien-system).

Esso si basa sulle modificazioni nelle comunità biologiche indotte dal processo di autodepurazione delle acque correnti a valle di uno scarico di acque nere.

Vengono individuate 4 zone:

Zona polisaprobica (elevato inquinamento organico)

Zona α -mesosaprobica (forte inquinamento organico)

Zona β -mesosaprobica (modesto carico organico)

Zona oligosaprobica (quasi totale assenza di carico organico)

Questo primo Sistema saprobico fu in seguito elaborato fino alla definizione delle classi di qualità e di relative mappe colorate.

Furono definiti:

-Limiti di applicazione: Questo indice è applicabile in acque superficiali costantemente o temporaneamente correnti. Non è applicabile in acque salmastre e in quelle stagnanti e artificiali.

- Capacità: riesce a rilevare inquinamenti da sostanze organiche metabolizzabili e non da sostanze inorganiche tossiche, organiche non metabolizzabili o effetti di acidificazione delle acque

Gli organismi utilizzabili sono:

- organismi non obbligatoriamente fotoautotrofi
- Specie diffuse in buona parte dell'Europa Centrale. Incluse specie alloctone molto diffuse
- Solo taxa la cui determinazione sistematica è sicura
- Sia taxa ad ampia che ristretta valenza ecologica
- Solo specie bentoniche

Da questo schema risultano utilizzabili:

90 taxa di microrganismi:

- Batteri (10)
- Funghi (2)
- Flagellati (14)
- Ciliati (49)
- Rizopodi (7)
- Oligocheti (8)

159 taxa di macrorganismi:

- Poriferi (3)
- Celenterati (2)
- Turbellari (9)
- Gasteropodi (13)
- Bivalvi (7)
- Oligocheti (4)
- Irudinei (4)
- Crostacei (7)
- Insetti (103)
- Briozoi (5)
- Pesci (2)

LIVELLO SAPROBICO	INDICE SAPROBICO	CLASSE DI QUALITÀ	GRADO DI INQUINAMENTO ORGANICO	COLORE
oligosaprobico	1,0-<1,5	I	acque prive di carico organico o con carico org. molto basso	blu
oligosaprobico-β-mesosaprobico	1,5-<1,8	I-II	acque con basso carico organico	azzurro
β-mesosaprobico	1,8-<2,3	II	acque con moderato carico organico	verde scuro
β-mesosaprobico-α-mesosaprobico	2,3-<2,7	II-III	acque con carico organico critico	verde chiaro
α-mesosaprobico	2,7-<3,2	III	acque fortemente inquinate	giallo
α-mesosaprobico-polisaprobico	3,2-<3,5	III-IV	acque molto fortemente inquinate	arancione
polisaprobico	3,5-<4,0	IV	acque eccezionalmente inquinate	rosso

Il valore dell'Indice Saprobico è definito da:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot A_i \cdot G_i}{\sum_{i=1}^n A_i \cdot G_i}$$

S= valore saprobico della specie

G= peso indicatore

A= valore abbondanza

S e G sono già definiti per ogni taxon

I valori di A si riferiscono ad una scala relativa di 7 intervalli:

1= singolo individuo

2= pochi

3= da pochi ad un numero medio

4= numero medio

5= da numero medio a molti

6= molti

7= in massa

Nella stima vengono considerati tutti gli stadi di sviluppo.

Micro e macroorganismi vengono a costituire due Indici calcolati separatamente. I microrganismi reagiscono in tempi più brevi alle variazioni ambientali, i macro necessitano di tempi più lunghi

Classe di qualità I: acque prive di carico organico o con carico molto basso.

Tratti con acqua limpida, sempre satura di ossigeno e povera di nutrienti; basso contenuto di batteri; popolati, con densità moderata, prevalentemente da alghe, muschi, turbellari e larve di insetti; acque di fregola per salmonidi.

Classe di qualità I-II: acque con basso carico organico. Tratti con basso apporto di nutrienti inorganici e organici, assenza di un significativo consumo di ossigeno; densamente popolati e con grande ricchezza di specie.

Classe di qualità II: acque con moderato carico organico. Tratti con un moderato carico organico e una buona riossigenazione, grande ricchezza di specie ed alta densità di alghe, gasteropodi, piccoli crostacei e larve di insetti; le piante acquatiche ricoprono ampie superfici, acque ricche di pesci.

Classe di qualità II-III: acque con carico organico critico. Tratti con situazione critica dovuta al carico di sostanze organiche il cui processo di mineralizzazione richiede un forte consumo di ossigeno; possibili morie di pesci dovute a carenza di ossigeno; determinate specie tendono ad uno sviluppo massivo; le alghe coprono spesso superfici molto estese.

Classe di qualità III: acque fortemente inquinate. Tratti con forte inquinamento organico e con basse concentrazioni di ossigeno disciolto; locali accumuli di limo organico anaerobio; ampie colonie di batteri filamentosi e ciliati sessili che superano la presenza di alghe e piante acquatiche; sono presenti, a volte in massa, solo macroinvertebrati che si adattano a vivere anche in presenza di basse concentrazioni di ossigeno disciolto, come: poriferi, irudinei, asellidi; periodiche morie di pesci.

Classe di qualità III-IV: acque molto fortemente inquinate. Tratti con condizioni di vita molto difficili per il forte inquinamento organico, spesso acuite dalla immissione di sostanze tossiche; possibili temporanee condizioni di anossia. Situazioni di intorbidamento delle acque a causa di acque reflue con sostanze in sospensione; estesi accumuli di limo organico anaerobio densamente popolati da larve di chironomidi rossi e tubificidi; diminuzione dei batteri filamentosi; pesci presenti solo temporaneamente e localmente.

Classe di qualità IV: acque eccezionalmente inquinate. Tratti con un carico organico rilevante ed elevatissimo consumo di ossigeno; predominano i processi di decomposizione; l'ossigeno disciolto è presente costantemente a bassissime concentrazioni o completamente assente; presenti solo batteri, flagellati e ciliati non sessili; pesci assenti; in caso di sovrapposizione di inquinamento tossico si osserva un completo spopolamento.

INDICI BIOTICI

Il primo indice biotico per le acque correnti, che prevede l'utilizzo dei macroinvertebrati bentonici è il

TRENT BIOTIC INDEX (T.B.I.) (Woodiwiss, 1964)

Questo metodo fu basato per lo studio della qualità delle acque del fiume Trent in Inghilterra.

Esso ha permesso di classificare i taxa chiave in ordine di sensibilità decrescente:

Plecoptera

Ephemeroptera

Trichoptera

Gammarus

Asellus

Tubificidi

Questo metodo fu in seguito perfezionato dallo stesso Autore (Woodiwiss, 1978) per la sua applicazione a tutti i fiumi inglesi, l'indice la cui scala di valori fu ampliata (da 0-10 a 0-15) fu chiamato:

EXTENDED BIOTIC INDEX (E.B.I.)

Questo metodo fu poi applicato in Italia, con le opportune modifiche, da Ghetti, Bonazzi (1981) e Ghetti (1986) e (1995), e fu chiamato:

INDICE BIOTICO ESTESO

FINALITA':

Lo scopo dell'indice è quello di formulare diagnosi della qualità di ambienti di acque correnti sulla base delle modificazioni nella composizione delle comunità di macroinvertebrati, indotte da fattori di inquinamento delle acque e dei sedimenti o da significative alterazioni fisiche dell'alveo bagnato.

COMUNITA' DA ANALIZZARE:

Comunità a macroinvertebrati bentonici. I taxa considerati ed il livello di determinazione tassonomica richiesto dall'indice è il seguente:

Tab. 17 - Limiti obbligati per la definizione delle Unità Sistematiche (U.S.).

GRUPPI FAUNISTICI	LIVELLI DI DETERMINAZIONE TASSONOMICA PER DEFINIRE LE "UNITÀ SISTEMATICHE"
Plecotteri	genere
Tricotteri	famiglia
Efemerotteri	genere
Coleotteri	famiglia
Odonati	genere
Ditteri	famiglia
Eterotteri	famiglia
Crostacei	famiglia
Gasteropodi	famiglia
Bivalvi	famiglia
Tricladi	genere
Irudinei	genere
Oligocheti	famiglia
<i>Altri taxa da considerare nel calcolo dell'I.B.E.</i>	
Sialidae (Megalotteri)	
Osmylidae (Planipenni)	
<i>Prostoma</i> (Nemertini)	
Gordiidae (Nematomorfi)	

CARATTERISTICHE DELL'INDICE:

E' particolarmente adatto a rilevare nel tempo gli effetti dovuti al complesso di effetti di stress sull'ambiente.

Riesce a rilevare cause di stress di tipo fisico, chimico e biologico, quindi è dotato di una buona capacità di sintesi.

Non consente di quantificare e risalire, secondo una relazione di causa – effetto, ai vari fattori che hanno indotto le modificazioni e pertanto ha una bassa capacità “analitica”.

Deve essere considerato un metodo “complementare” al controllo chimico e fisico.

Ha invece un ruolo chiave in funzione della “protezione della vita acquatica” (D.L. 130/92).

In ordinata sono presenti i gruppi di macroinvertebrati che, dall'alto in basso, mostrano una minor sensibilità nei confronti dell'inquinamento o delle alterazioni ambientali

In ascissa gli intervalli numerici che fanno riferimento al numero totale di unità sistematiche rinvenute nella stazione

Il valore dell'Indice, che varia tra 1 e 14, è definito dal valore che si trova nella casella posta all'incrocio della riga di entrata orizzontale con la colonna di entrata verticale.

Questo valore o questa scala di giudizio è discreta e misura l'allontanamento da una condizione di “naturalità – normalità”

I valori dell'Indice sono raggruppati in 5 classi di Qualità (C. Q.), ciascuna individuata da un numero romano

Tabella di conversione dal valore dell'I.B.E. alle Classi di Qualità e relativo colore per la rappresentazione grafica.

Valore I.B.E.	Classe di Qualità	Colore per le mappe
10-11-12->12	I	Azzurro
8-9	II	Verde
6-7	III	Giallo
4-5	IV	Arancione
1-2-3	V	Rosso

Il giudizio di qualità espresso da ciascuna classe è il seguente:

Classe I: ambiente non inquinato o comunque non alterato in modo sensibile.

Classe II: ambiente con moderati sintomi di inquinamento o di alterazione.

Classe III: ambiente molto inquinato o comunque alterato.

Classe IV: ambiente molto inquinato o comunque molto alterato.

Classe V: ambiente fortemente inquinato e fortemente alterato.

AMBIENTI IN CUI E' POSSIBILE LA SUA APPLICAZIONE:

L'indice può essere applicato su tutti gli ambienti di acque dolci correnti e stabilmente colonizzati in cui il valore dell'indice "atteso" risulti maggiore o uguale a 10.

Possono esistere ambienti (acque di nevaio, sorgenti, ambienti di foce, tratti non completamente colonizzati dopo asciutte o piene rovinose) in cui questo valore è "naturalmente" inferiore a 10

I tratti di pianura dei grandi fiumi e i grandi canali artificiali sono, a volte, difficilmente campionabili in modo corretto, in questi casi la possibilità di applicazione è subordinata alla possibilità di dimostrare che il campionamento è stato eseguito con tecniche e in condizioni ambientali idonee.

Il campionamento non dovrebbe venire eseguito immediatamente a valle di uno scarico ma ad una distanza che garantisca il completo rimescolamento delle acque con quelle del corpo ricevente, lo scopo è infatti quello di valutare la qualità del corpo recettore e non dello scarico.

ANALISI ACCESSORIE:

Accanto all'applicazione dell'indice, per una più corretta analisi delle condizioni del corso d'acqua nella stazione visitata, vengono presi in esame alcuni parametri ambientali:

Tab. 13 - Complesso dei parametri ambientali rilevati a corredo dell'Indice Biotico (VeT) e indicazione del relativo codice in una scheda di esempio.

CODIFICAZIONE DELLE INFORMAZIONI (ESEMPIO)	
Informazione	Codice
Categoria piscicola	1
Larghezza del corso d'acqua	3
Zona ecologica	23
Altitudine	070
Natura geologica regionale (bacino idrografico)	1
Natura geologica del letto	1
Granulometria dominante della facies lotica	2
accessoria della facies lotica	3
dominante della facies lenticia	3
accessoria della facies lenticia	4
Natura del manto vegetale dominante	
facies lotica	2
accessoria facies lotica	2
Natura del manto vegetale dominante	
facies lenticia	3
accessoria facie lenticia	3
Importanza del manto vegetale in % della superficie del fondo	
dominante	50
accessoria	10
Velocità media della corrente in cm/sec.	
facies lotica	100
facies lenticia	010
Profondità in cm	
facies lotica	050
facies lenticia	080
Insolazione media	3
Torbidità (scala Jackson)	150
Colore	02
Gruppo faunistico più elevato nella facie lotica	11
Numero totale di unità sistematiche	11
Ic	09
Gruppo faunistico più elevato nella facies lenticia	11
Numero totale di unità sistematiche	12
IL	09
I = Il - Ic	00

EUROPA

WATER FRAMEWORK DIRECTIVE 2000/60/CE - DIRETTIVA QUADRO SULLE ACQUE 2000/60/CE

Istituisce un quadro d'azione comunitaria in materia d'acqua per la protezione di acque superficiali interne, di acque sotterranee, acque di transizione e acque costiere.

OBIETTIVO AMBIENTALE:

“RAGGIUNGERE UN BUONO STATO DELLE ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE ENTRO IL 2015”

ITALIA

Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 - Norme in materia ambientale

Decreto Ministeriale 260/10 del MATTM

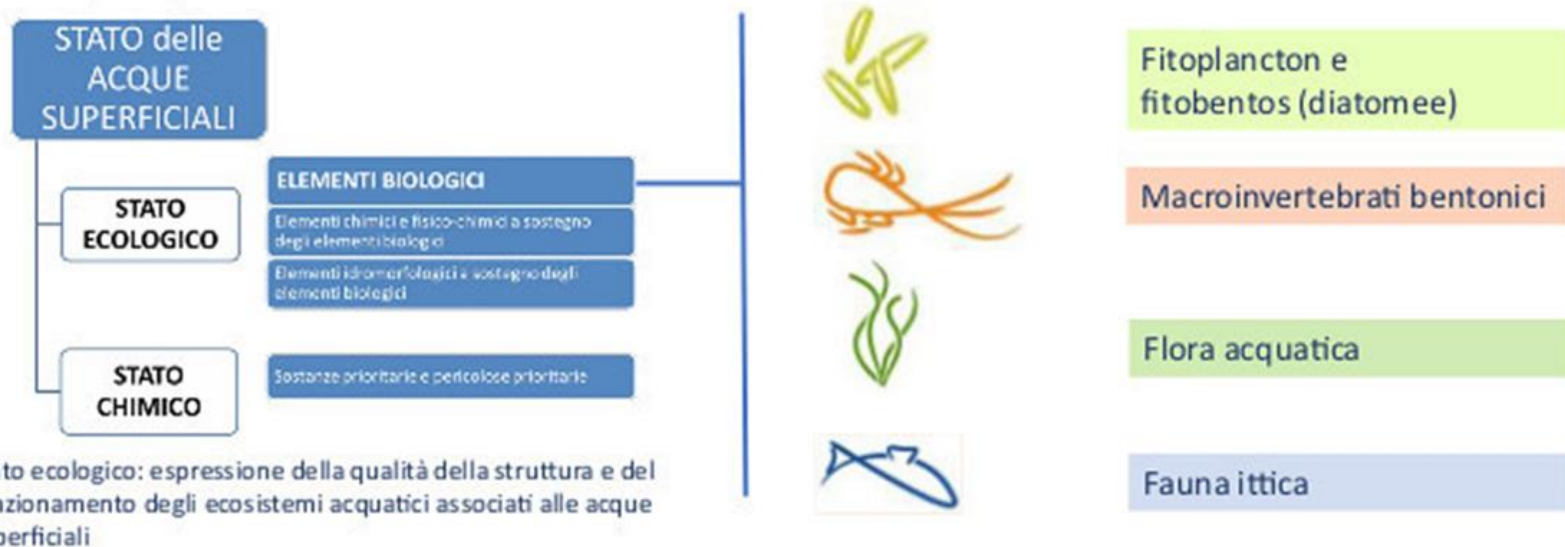
Criteria tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale

Decreto legislativo 13 ottobre 2015, n. 172 - Attuazione della direttiva 2013/39/UE, che modifica le direttive 2000/60/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque.

Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE

Art. 4 Obiettivi ambientali acque superficiali






comma 1, a ii) raggiungere un buono stato delle acque superficiali...



CLASSIFICAZIONE DEI CORPI IDRICI: Stato Ecologico

$$\text{EQR} = \frac{\text{Valore EQ osservato}}{\text{Valore EQ di riferimento}}$$

PER OGNI BIOINDICATORE VIENE CALCOLATO IL RAPPORTO DI QUALITÀ ECOLOGICA **RQE**

DISTURBO	EQR=1	CLASSE DI QUALITÀ
Nessun disturbo		Elevata
Disturbo lieve		Buona
Disturbo moderato		Sufficiente
Disturbo forte		Scarsa
Disturbo molto forte		Cattiva
	EQR=0	

RQE È UN CONFRONTO
la valutazione ottenuta
tramite l'osservazione dei campioni raccolti e il valore
che il corpo idrico dovrebbe avere in
condizioni non disturbate

LO STATO ECOLOGICO CORRISPONDERÀ
ALLO STATO DEL PEGGIORE INDICATORE
BIOLOGICO OSSERVATO

	Fiumi	Laghi
Elementi di qualità biologica (indice/i applicato/i)	Macrofite (IBMR)	Macrofite (MTISpecies / MacroIMMI)
	Diatomee (ICMi)	Fitoplancton (ICF) (IPAM/ NITMET*) Fitobenthos (EPI-L*)
	Macroinvertebrati bentonici (STAR_ICMi, MTS) (ISA*)	Macroinvertebrati bentonici (BQUIES*)
	Fauna ittica (ISECI) (NISECI*)	Fauna ittica (LFI)
Elementi fisico-chimici a sostegno (indice/i e criteri)	Nutrienti, O ₂ disciolto (LIMeco)	Fosforo totale, trasparenza, O ₂ ipolimnico (LTLeco)
	Temperatura, pH, alcalinità, conducibilità (altri parametri a scopo interpretativo)	Temperatura, pH, alcalinità, conducibilità, ammonio (altri parametri a scopo interpretativo)
Elementi idromorfologici a sostegno (indice/i e criteri)	Stato idrologico (IARI)	Livello (Sa)
	Stato morfologico (IQM)	Parametri morfologici (LHMS)
	Stato habitat (IQH)	(selezione del peggiore)

Indicatore/indice	Elemento qualità	di	Categoria di acque	Riferimenti normativi e bibliografici
IBMR (Indice Biologique Macrophytisque en Rivière)	Macrofite		Fiumi	<ul style="list-style-type: none"> D.Lgs 152/2006, Parte III, All.1, punto A.4.1.1 AFNOR, 2003. Qualité de l'eau : Détermination de l'indice biologique macrophytique en rivière (IBMR) - NF T 90-395
MTISpecies (Macrophytes Trophic Index species)	Macrofite		Laghi	<ul style="list-style-type: none"> D.Lgs 152/2006, Parte III, All.1, punto A.4.2.1 Marchetto A., Luglià A., Padedda B. M., Mariani M. A., Sechi N., Salmaso N., Morabito G., Buzzi F., Simona M., Garibaldi L., Oggioni A., Bolpagni R., Rossaro B., Boggero A., Lencioni V., Marziali L., Volta P., Ciampittello M. Indici per la valutazione della qualità ecologica dei laghi. REPORT CNR-ISE, 03-11: 154 pp. Technical report, 2011
MacroIMMI (Macrophytes Italian MultiMetrics Index)				
ICMi (Indice Nultimetrico di Intercalibrazione)	Diatomee		Fiumi	<ul style="list-style-type: none"> D.Lgs 152/2006, Parte III, All.1, punto A.4.1.1 Rapporto ISTISAN 09/19 - Metodo per la valutazione dello stato ecologico delle acque correnti: comunità diatomiche. A cura di Laura Mancini e Caterina Sollazzo, 2009
EPI-L (Indice per la valutazione della qualità delle acque lacustri italiane a partire dalle diatomee epifittiche ed epilittiche (EPI-L))	Diatomee		Laghi	<ul style="list-style-type: none"> REPORT CNR-ISE, 02.13 - INDICI PER LA VALUTAZIONE DELLA QUALITA' ECOLOGICA DEI LAGHI Versione conforme alla Decisione 2018/229 della Commissione Europea 2018

	Fiumi	Laghi
Elementi di qualità biologica (indice/i applicato/i)	Macrofite (IBMR)	Macrofite (MTIspecies / MacroIMMI)
	Diatomee (ICMi)	Fitoplancton (ICF) (IPAM/ NITMET*) Fitobenthos (EPI-L*)
	Macroinvertebrati bentonici (STAR_ICMi, MTS) (ISA*)	Macroinvertebrati bentonici (BQUIES*)
	Fauna ittica (ISECI) (NISECI*)	Fauna ittica (LFI)
Elementi fisico-chimici a sostegno (indice/i e criteri)	Nutrienti, O ₂ disciolto (LIMeco)	Fosforo totale, trasparenza, O ₂ ipolimnico (LTLeCo)
	Temperatura, pH, alcalinità, conducibilità (altri parametri a scopo interpretativo)	Temperatura, pH, alcalinità, conducibilità, ammonio (altri parametri a scopo interpretativo)
Elementi idromorfologici a sostegno (indice/i e criteri)	Stato idrologico (IARI)	Livello (Sa)
	Stato morfologico (IQM)	Parametri morfologici (LHMS)
	Stato habitat (IQH)	(selezione del peggiore)

STAR_ICMi (Indice multi metrico STAR di Intercalibrazione)	Macroinvertebrati bentonici	Fiumi	<ul style="list-style-type: none"> D.Lgs 152/2006, Parte III, All.1, punto A.4.1.1 Buffagni A. & Erba S., 2007. Macroinvertebrati acquatici e Direttiva 2000/60/EC (WFD) , IRSA-CNR. Notiziario dei Metodi Analitici, marzo 2007 (1): 94-100. Buffagni A., Erba S., 2008. Definizione dello stato ecologico dei fiumi sulla base dei macroinvertebrati bentonici per la 2000/60/CE(WFD): il sistema di classificazione MacOper, IRSA-CNR. Notiziario dei Metodi Analitici, numero speciale 2008 24-46.
MTS (MayFly Total Score)			
ISA (Indice per la classificazione sulla base dei substrati artificiali)			
BQUIES	Macroinvertebrati bentonici	Laghi	<ul style="list-style-type: none"> REPORT CNR-ISE, 02.13 - INDICI PER LA VALUTAZIONE DELLA QUALITA' ECOLOGICA DEI LAGHI Versione conforme alla Decisione 2018/229 della Commissione Europea 2018

	Fiumi	Laghi
Elementi di qualità biologica (indice/i applicato/i)	Macrofite (IBMR)	Macrofite (MTIspecies / MacroIMMI)
	Diatomee (ICMi)	Fitoplancton (ICF) (IPAM/ NITMET*) Fitobenthos (EPI-L*)
	Macroinvertebrati bentonici (STAR_ICMi, MTS) (ISA*)	Macroinvertebrati bentonici (BQUIES*)
	Fauna ittica (ISECI) (NISECI*)	Fauna ittica (LFI)
Elementi fisico-chimici a sostegno (indice/i e criteri)	Nutrienti, O ₂ disciolto (LIMeco)	Fosforo totale, trasparenza, O ₂ ipolimnico (LTLeco)
	Temperatura, pH, alcalinità, conducibilità (altri parametri a scopo interpretativo)	Temperatura, pH, alcalinità, conducibilità, ammonio (altri parametri a scopo interpretativo)
Elementi idromorfologici a sostegno (indice/i e criteri)	Stato idrologico (IARI)	Livello (Sa)
	Stato morfologico (IQM)	Parametri morfologici (LHMS)
	Stato habitat (IQH)	(selezione del peggiore)

NISECI (Nuovo Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche)	Fauna ittica	Fiumi	<ul style="list-style-type: none"> D.Lgs 152/2006, Parte III, All.1, punto A.4.1.1 Zerunian S., Goltara A., Schipani I., Boz B., 2009. Adeguamento dell'Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche alla Direttiva Quadro 2000/60/CE. <i>Biologia Ambientale</i>, 23 (2): 15-30 ISPRA Manuali e linee guida 159/2017 - Nuovo Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche (NISECI).
LFI (Lake Fish Index)	Fauna ittica	Laghi	<ul style="list-style-type: none"> D.Lgs 152/2006, Parte III, All.1, punto A.4.2.1 Marchetto A., Luglià A., Padedda B. M., Mariani M. A., Sechi N., Salmaso N., Morabito G., Buzzi F., Simona M., Garibaldi L., Oggioni A., Bolpagni R., Rossaro B., Boggero A., Lencioni V., Marziali L., Volta P., Ciampittello M. Indici per la valutazione della qualità ecologica dei laghi. REPORT CNR-ISE, 03-11: 154 pp. Technical report, 2011



MACROINVERTEBRATI BENTONICI
E BIOMONITORAGGIO DELLE ACQUE DOLCI IN ITALIA





Monitoraggio dello stato ecologico negli ambienti lotici: Il sistema MacrOper

(Buffagni e Erba, 2007; Buffagni et al., 2008; Buffagni et al., 2014; Buffagni e Erba, 2014)

Ministero Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

ENEA

Metodi Biologici per le acque superficiali interne

Delibera del Consiglio Federale delle Agenzie Ambientali. Seduta del 27 novembre 2013
Doc. n. 38/13CF

111 / 2014

MANUALI E LINEE GUIDA

ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

IRSA
CNR

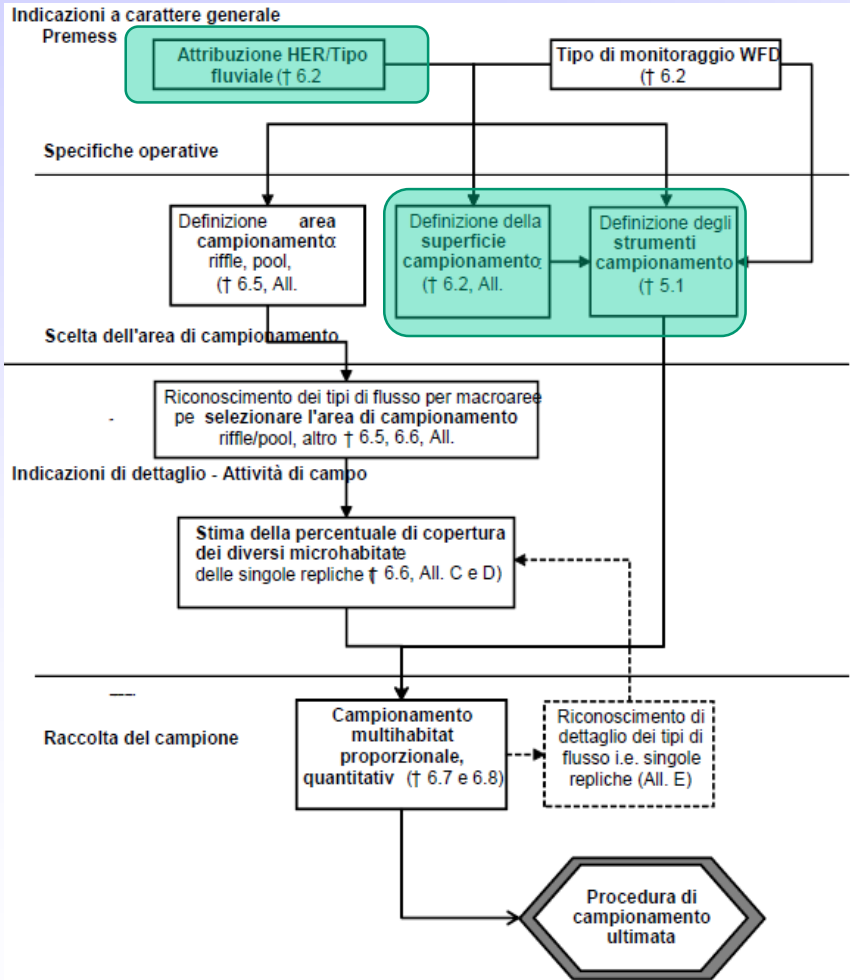
Linee guida per la valutazione della componente macrobiontica fluviale ai sensi del DM 260/2010

107 / 2014

MANUALI E LINEE GUIDA



MacrOper: campionamento multihabitat proporzionale

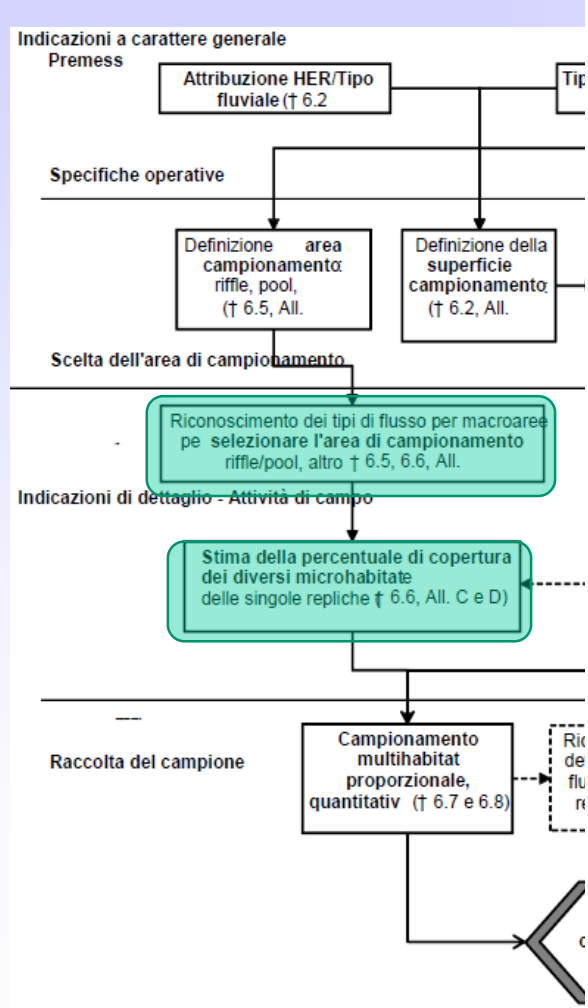


Cod_HER	Idroecoregione	Superficie totale da campionare (m2)
1	Alpi Occidentali	1
2	Prealpi Dolomiti	1
3	Alpi Centro Orientali	1
4	Alpi Meridionali	1
5	Monferrato	0,5
6	Pianura Padana	0,5
7	Carso	1
8	Appennino Piemontese	1
9	Alpi Mediterranee	1
10	Appennino Settentrionale	1
11	Toscana	0,5
12	Costa Adriatica	0,5





MacrOper: campionamento multihabitat proporzionale



Microhabitat	Codice
MICROHABITAT MINERALI	
Limo/Argilla < 6 μ	ARG
Sabbia 6 μ - 2 mm	SAB
Ghiaia 0.2-2 cm	GHI
Microlithal* 2-6 cm	MIC
Mesolithal* 6-20 cm	MES
Macrolithal* 20-40 cm	MAC
Megalithal* > 40 cm	MGL
Artificiale (e.g. cemento)	ART
Igropetrico	IGR
MICROHABITAT BIOTICI	
Alghe	AL
Macrofite sommerse	SO
Macrofite emergenti	EM
Parti vive di piante terrestri (TP)	TP
Xylal (legno)	XY
CPOM	CP
FPOM	FP
Film batterici	BA

Substrati abiotici

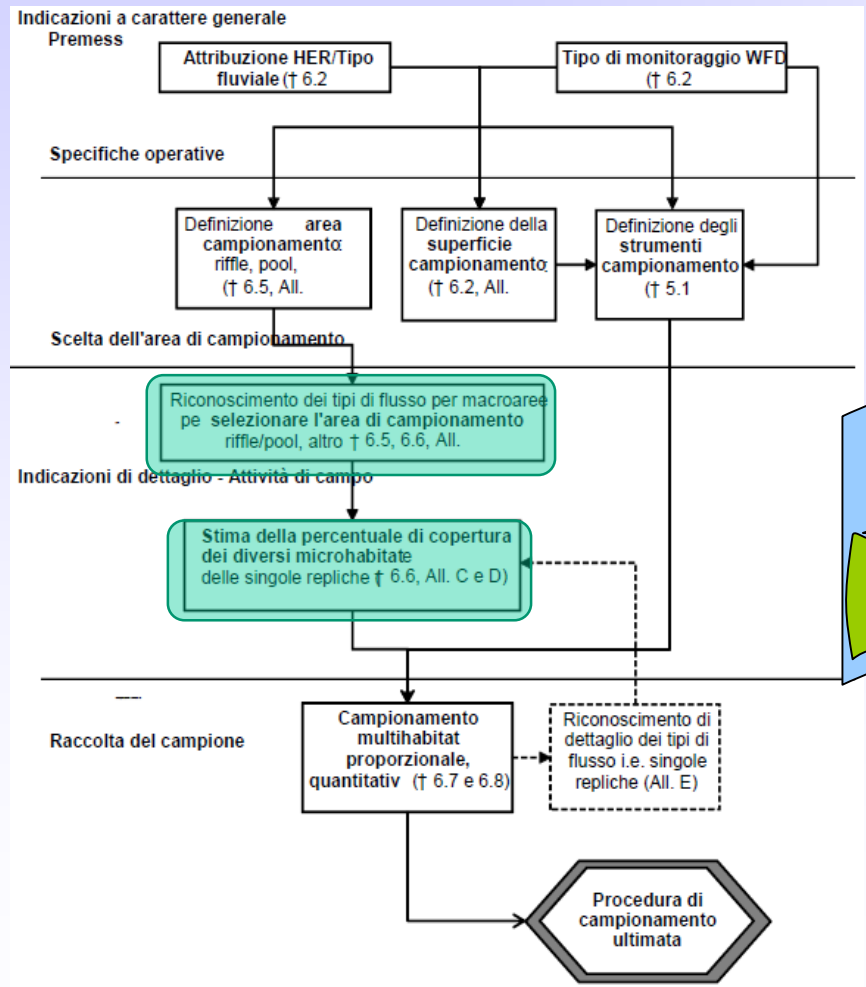


Substrati biotici

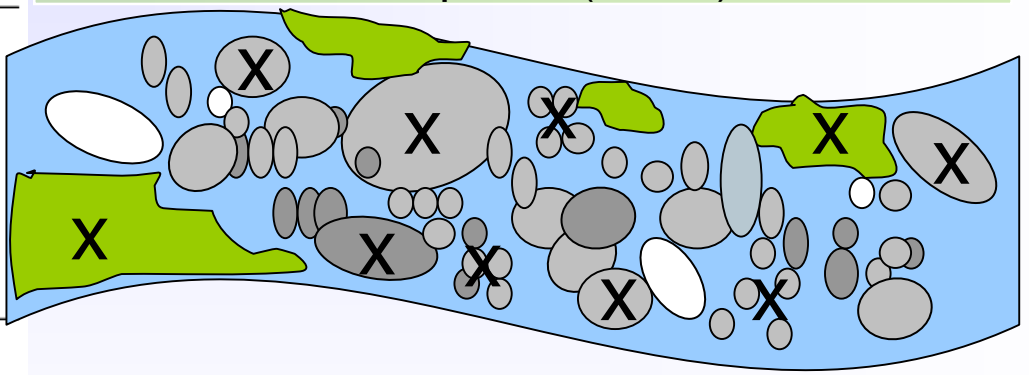




MacrOper: campionamento multihabitat proporzionale



- Campionamento effettuato solo per i microhabitat che occupano almeno il 10% del tratto considerato (50-100 m di lunghezza)
- Il 10% di copertura di un microhabitat corrisponde a 1 replica
- Raccolta di 10 repliche (100%)



MICROHABITAT: 20% BIOTICI - 80% MINERALI

- 10% Megalithal
- 20% Macrolithal
- 20% Mesolithal
- 30% Microlithal

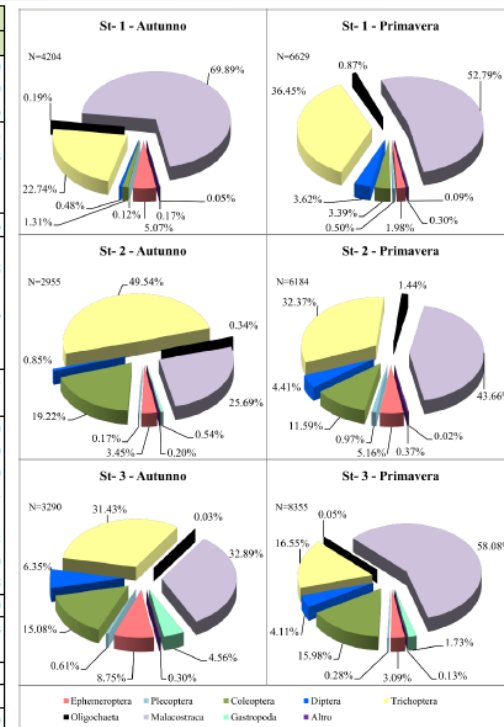


MacrOper: campionamento multihabitat proporzionale

- Smistamento e determinazione sul campo a vivo (per uniformità con il metodo usato per ottenere i valori di riferimento); parte dei campioni può essere analizzata in laboratorio
- Produzione di liste tassonomiche (livello di famiglia)



Taxon	Famiglia	Autunno			Primavera		
		St. 1	St. 2	St. 3	St. 1	St. 2	St. 3
Ephemeroptera	Baetidae	160	44	203	16	104	140
	Ephemerellidae	1	1		52	145	110
	Heptageniidae	52	57	85	63	70	16
Plecoptera	Perlidae	1	5	8	21	12	6
	Chloroperlidae				11	48	18
	Nemouridae				1		
	Leuctridae	4		12			
Coleoptera	Elmidae	55	568	496	225	717	1376
Diptera	Chironomidae	20	17	182	51	198	191
	Limoniidae		5	13	16	58	145
	Psychodidae						1
	Simuliidae		2	14	170	14	16
	Stratiomyidae						1
	Tabanidae		1		3	3	
Oligochaeta	Lumbricidae			1	2	4	4
	Lumbriculidae	8	10		56	85	
Trichoptera	Glossosomatidae	902	1300	497	2100	1338	950
	Goeridae	20	40	67	47	169	250
	Hydropsychidae	18	73	399	210	393	130
	Limnephilidae				6	2	4
	Odontoceridae		1		8	34	3
	Psychomyiidae			13	5	34	13
	Rhyacophilidae	9	6	37	8	21	40
Sericostomatidae	7	44	21	33	10	35	
Malacostraca	Gammaridae	2938	759	1082	3500	2700	5000
Gastropoda	Ancylidae	2	16	150	6	1	148
	Neritidae						1
Hirudinea	Erpobdellidae	2		3		1	1
Tricladida	Planariidae		2		6	10	
Arachnida	Hydracarina	5	4	7	14	12	10





Calcolo dell'Indice Star_ICMi

Tipo di informazione	Tipo di metrica	Metrica	Descrizione e taxa considerati	Peso
Tolleranza	Indice	ASPT	Intera comunità (livello di Famiglia)	0.333
Abbondanza/ Habitat	Abbondanza	Log ₁₀ (Sel_EPTD + 1)	Log ₁₀ (somma delle abbondanze di Heptageniidae, Ephemeridae, Leptophlebiidae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratyomidae, Dixidae, Empididae, Athericidae e Nemouridae + 1)	0.266
	Abbondanza	1-GOLD	1 - (abbondanza relativa di Gastropoda, Oligochaeta e Diptera)	0.067
Ricchezza /Diversità	Numero taxa	Numero totale di Famiglie	Somma di tutte le famiglie presenti nel sito	0.167
	Numero taxa	Numero di Famiglie di EPT	Somma delle famiglie di Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera	0.083
	Indice Diversità	Indice di diversità di Shannon-Wiener	$D_{S-W} = -\sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{A} \right) \cdot \ln \left(\frac{n_i}{A} \right)$ (sull'intera comunità)	0.083



Calcolo dell'Indice Star_ICMi

- Calcolo delle singole metriche
- Normalizzazione delle singole metriche calcolate (si dividono le metriche per i valori di riferimento corrispondenti)
- Media ponderata dei valori di RQE ottenuti:
(il valore normalizzato di ciascuna metrica verrà moltiplicato per il suo peso secondo la tabella)
- Normalizzazione del valore grezzo dello STAR_ICMi (Si normalizza sulla base del valore di riferimento corrispondente)

ORD	Area regionale	mesohabitat	ASPT	N_Fam	N_EPT_Fam	1-GOLD	Diversità di Shannon	$\log(\text{SeI}EPTD+1)$	STAR_ICMi	Elevato/Buono	Buono/Sufficiente	Sufficiente/Scarso	Scarso/Cattivo	Tipo dati disponibili (D, G, I, ND)
N_26	02FV	Generico	6,750	27,00	14,00	0,851	2,496	2,970	1,004	0,97	0,73	0,49	0,24	D
N_27	02FV	Generico	6,759	26,00	13,00	0,838	2,451	2,950	1,015	0,97	0,73	0,49	0,24	D
N_142	06FV	Generico	5,751	29,75	11,50	0,855	1,804	2,044	0,991	0,96	0,72	0,48	0,24	D
N_143	06FV	Generico	5,962	27,13	10,75	0,784	1,940	1,926	0,996	0,96	0,72	0,48	0,24	D



Calcolo dell'Indice Star_ICMi

ORD	Area reg.	Idrocoregione	Nome Idrocoregione	Classe di Distanza dalla Sorgente / Altro	cod. tipo	Macrotipo	note/sottotipo
N_26	02FV	02	Prealpi_Dolomiti	0-5 km - molto piccolo	02SS1	A1	
N_27	02FV	02	Prealpi_Dolomiti	5-25 km - piccolo	02SS2	A1	
N_142	06FV	06	Pianura Padana	5-25 km - piccolo	06AS2	C	
N_143	06FV	06	Pianura Padana	< 10 km	06SR6	C	

Macrotipo fluviale	Limiti di classe			
	Elevato/Buono	Buono/Sufficiente	Sufficiente/Scarso	Scarso/Cattivo
A1	0,97	0,73	0,49	0,24
A2	0,95	0,71	0,48	0,24
C	0,96	0,72	0,48	0,24
M1	0,97	0,72	0,48	0,24
M2-M3-M4	0,94	0,70	0,47	0,24
M5	0,97	0,73	0,49	0,24



Monitoraggio dello stato ecologico in fiumi non guadabili

Utilizzo di supporti artificiali



I supporti vengono ancorati al fondo e alla riva (funi e zavorre) e recuperati dopo 25-30 giorni

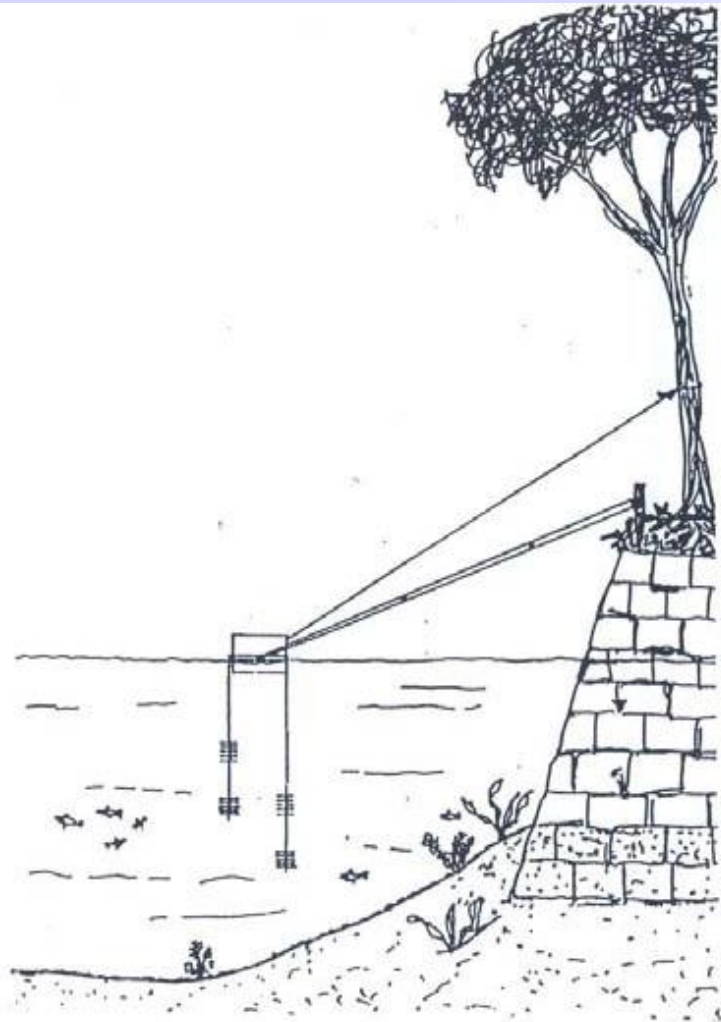
Supporti tipo Hester-Dendy modificati:

cinque supporti legati insieme «a grappolo», ciascuno costituito da dieci lamelle quadrate di faesite grezza, con superficie pari a 100 cm^2 per ciascuna delle due facciate e 2-3 mm di spessore (superficie totale = 0.5 m^2 ; si considera solo una





Monitoraggio dello stato ecologico in fiumi non guadabili



STAR_ICMi e indice MTS



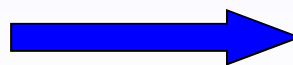
Il Mayfly Total Score (MTS) è un indice basato esclusivamente sugli Efemerotteri che prevede l'attribuzione di un punteggio da 1 a 5 alle Unità Operazionali (OU) di Efemerotteri presenti nel campione

Calcolo della media ponderata dei valori RQE ottenuti per gli indici STAR_ICMi e MTS

Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche (ISECI) (Zerunian et al., 2009)

■ presenza di specie indigene	0,3	↗ ↘	specie con maggior importanza ecologico-funzionale specie presenti/specie attese altre specie indigene
■ condizioni biologiche	0,3	↗ ↘	struttura delle popolazioni consistenza demografica
■ presenza di ibridi	0,1		generi <i>Salmo</i> , <i>Thymallus</i> , <i>Esox</i> , <i>Barbus</i> e <i>Rutilus</i>
■ presenza di specie aliene	0,2		liste di nocività
■ presenza di specie endemiche	0,1		specie presenti/specie attese

1



EQR

Classi	Valore ISECI	Giudizio sintetico sullo stato ecologico delle comunità ittiche	Giudizio esteso sullo stato ecologico delle comunità ittiche	Colore (per la rappresentazione cartografica)
I	$0,8 < F \leq 1$	Elevato	Composizione e abbondanza delle specie che corrispondono totalmente o quasi alle condizioni inalterate. Presenza di tutte le specie indigene comprese quelle “sensibili”. Strutture di età e fenotipi delle popolazioni indigene che resentano solo eventuali segni minimi di alterazioni antropiche ed indicano la capacità di riprodursi e svilupparsi autonomamente	Blu
II	$0,6 < F \leq 0,8$	Buono	Lievi variazioni della composizione e abbondanza delle specie rispetto alla comunità attesa. Presenza della maggior parte delle specie indigene comprese quelle “sensibili”. Struttura di età e fenotipi delle popolazioni indigene che presentano moderati segni di alterazioni attribuibili a impatti antropici e che, solo in alcuni casi, indicano l’incapacità a riprodursi o a svilupparsi autonomamente	Verde
III	$0,4 < F \leq 0,6$	Sufficiente	Composizione e abbondanza delle specie che si discostano moderatamente dalla comunità attesa. Presenza della maggior parte delle specie indigene comprese quelle “sensibili”. Struttura di età e fenotipi delle popolazioni indigene che presentano segni rilevanti di alterazioni che provocano l’assenza, o la presenza sostenuta artificialmente (mediante ripopolamento), di una parte delle popolazioni	Giallo
IV	$0,2 < F \leq 0,4$	Scarso	Evidenti variazioni della composizione e abbondanza delle specie rispetto alla comunità attesa. Struttura di età e fenotipi delle popolazioni indigene che presentano consistenti segni di alterazioni	Arancione
V	$0 < F \leq 0,2$	cattivo	Profonde variazioni della composizione e abbondanza delle specie rispetto alla comunità attesa. Struttura di età e fenotipi delle popolazioni indigene che presentano gravi segni di alterazione	Rosso

Indice ittico: NISECI

$$\text{NISECI} = 0.1 x_1^{0.5} + 0.1 x_2^{0.5} + 0.8 (x_1 \times x_2) - 0.1 (1 - x_3) \\ \times \left(0.1 x_1^{0.5} + 0.1 x_2^{0.5} + 0.8 (x_1 \times x_2) \right)$$

x_1 = metrica “presenza/assenza di specie indigene”

x_2 = metrica “condizione biologica delle popolazioni di specie autoctone”

x_3 = metrica “presenza di specie aliene o ibridi, struttura delle relative popolazioni e rapporto numerico rispetto alle specie indigene”

$$\text{RQE}_{\text{NISECI}} = (\log \text{NISECI} + 1.1283)/1.0603$$

Stato ecologico	Area alpina	Area mediterranea
Elevato	$0.80 \leq \text{RQE}_{\text{NISECI}}$	$0.80 \leq \text{RQE}_{\text{NISECI}}$
Buono	$0.52 \leq \text{RQE}_{\text{NISECI}} < 0.80$	$0.60 \leq \text{RQE}_{\text{NISECI}} < 0.80$
Moderato	$0.40 \leq \text{RQE}_{\text{NISECI}} < 0.52$	$0.40 \leq \text{RQE}_{\text{NISECI}} < 0.60$
Scadente	$0.20 \leq \text{RQE}_{\text{NISECI}} < 0.40$	$0.20 \leq \text{RQE}_{\text{NISECI}} < 0.40$
Cattivo	$\text{RQE}_{\text{NISECI}} < 0.20$	$\text{RQE}_{\text{NISECI}} < 0.20$

Indice ittico: NISECI

$$\text{NISECI} = 0.1 x_1^{0.5} + 0.1 x_2^{0.5} + 0.8 (x_1 \times x_2) - 0.1 (1 - x_3) \\ \times \left(0.1 x_1^{0.5} + 0.1 x_2^{0.5} + 0.8 (x_1 \times x_2) \right)$$

x_1 = metrica “presenza/assenza di specie indigene”

x_2 = metrica “condizione biologica delle popolazioni di specie autoctone”

x_3 = metrica “presenza di specie aliene o ibridi, struttura delle relative popolazioni e rapporto numerico rispetto alle specie indigene”

$$\text{RQE}_{\text{NISECI}} = (\log \text{NISECI} + 1.1283)/1.0603$$

Metriche e submetriche: x_1

$$x_1 = (1.2 n_i + 0.8 n_a)/(1.2 m_i + 0.8 m_a)$$

n_i = numero di specie autoctone di maggiore importanza ecologico-funzionale campionate

n_a = numero di altre specie autoctone campionate

m_i = numero di specie autoctone di maggiore importanza ecologico-funzionale attese

m_a = numero di altre specie autoctone attese

Indice ittico: NISECI

$$\text{NISECI} = 0.1 x_1^{0.5} + 0.1 x_2^{0.5} + 0.8 (x_1 \times x_2) - 0.1 (1 - x_3) \\ \times \left(0.1 x_1^{0.5} + 0.1 x_2^{0.5} + 0.8 (x_1 \times x_2) \right)$$

x_1 = metrica “presenza/assenza di specie indigene”

x_2 = metrica “condizione biologica delle popolazioni di specie autoctone”

x_3 = metrica “presenza di specie aliene o ibridi, struttura delle relative popolazioni e rapporto numerico rispetto alle specie indigene”

$$\text{RQE}_{\text{NISECI}} = (\log \text{NISECI} + 1.1283)/1.0603$$

Metriche e submetriche: x_2

$$x_2 = \frac{\sum_{i=1}^n (0.6 \times x_{2,a,i} + 0.4 \times x_{2,b,i})}{n}$$

n = numero di specie autoctone attese campionate

i = singola specie autoctona campionata

$x_{2,a}$ = submetrica relativa alla struttura di popolazione in classi di età, può assumere per ciascuna specie tre diversi valori corrispondenti ad altrettanti livelli di giudizio.

$x_{2,b}$ = submetrica relativa alla consistenza demografica, può assumere per ciascuna specie tre diversi valori corrispondenti ad altrettanti livelli di giudizio

ben strutturata	1
mediamente strutturata	0.5
destrutturata	0

pari a quella attesa	1
intermedia	0.5
scarsa	0

Indice ittico: NISECI

$$\text{NISECI} = 0.1 x_1^{0.5} + 0.1 x_2^{0.5} + 0.8 (x_1 \times x_2) - 0.1 (1 - x_3) \\ \times \left(0.1 x_1^{0.5} + 0.1 x_2^{0.5} + 0.8 (x_1 \times x_2) \right)$$

x_1 = metrica “presenza/assenza di specie indigene”

x_2 = metrica “condizione biologica delle popolazioni di specie autoctone”

x_3 = metrica “presenza di specie aliene o ibridi, struttura delle relative popolazioni e rapporto numerico rispetto alle specie indigene”

$$\text{RQE}_{\text{NISECI}} = (\log \text{NISECI} + 1.1283)/1.0603$$

Metriche e submetriche: x_3

$x_3 = 1$ \longrightarrow Assenza di specie aliene

$x_3 = 0$ \longrightarrow Numero totale di pesci alieni \geq numero totale di pesci autoctoni
(appartenenti alle specie attese)

$x_3 = 0$ \longrightarrow Presenza di specie appartenenti alla lista 1, con almeno una popolazione ben strutturata

Presenza di specie aliene (f₄)

f₄
Presenza di
specie aliene

Indicatore basato su liste di specie aliene a diverso livello di impatto sulla fauna ittica indigena (Tab.):

LISTA 1 (es. siluro): nocività elevata;

LISTA 2 (es. trota iridea): nocività media;

LISTA 3 (es. carpe erbivore): nocività moderata.

Grado di nocività	Liste delle specie
Elevato	1. <i>Silurus glanis</i> , <i>Aspius aspius</i> .
Medio	2. <i>Rutilus rutilus</i> , <i>Abramis brama</i> , <i>Blicca bjoerkna</i> , <i>Carassius carassius</i> , <i>Carassius auratus</i> , <i>Chondrostoma nasus</i> , <i>Rhodeus sericeus</i> , <i>Pseudorasbora parva</i> , <i>Pachychilon pictum</i> , <i>Barbus barbus</i> , <i>Barbus graellsii</i> , <i>Misgurnus anguillicaudatus</i> , <i>Ameiurus melas</i> , <i>Ameiurus nebulosus</i> , <i>Ictalurus punctatus</i> , <i>Clarias gariepinus</i> , <i>Salmo (trutta) trutta</i> (ceppo atlantico), <i>Salvelinus fontinalis</i> , <i>Oncorhynchus mykiss</i> , <i>Oncorhynchus kisutch</i> , <i>Thymallus thymallus</i> (ceppo danubiano), <i>Gambusia holbrooki</i> , <i>Sander lucioperca</i> , <i>Gymnocephalus cernuus</i> , <i>Micropterus salmoides</i> , <i>Lepomis gibbosus</i> , <i>Rutilus erythrophthalmus</i> (Regione Italice-peninsulare), <i>Alburnus alburnus alborella</i> (Regione Italice-peninsulare), <i>Chondrostoma genei</i> (Regione Italice-peninsulare), <i>Gobio gobio</i> (Regione Italice-peninsulare), <i>Percu fluviatilis</i> (Regione Italice-peninsulare e Regione delle Isole), <i>Padogobius martensii</i> (Regione Italice-peninsulare).
Moderato	3. <i>Acipenser transmontanus</i> , <i>Anguilla rostrata</i> , <i>Ctenopharyngodon idellus</i> , <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> , <i>Hypophthalmichthys nobilis</i> , <i>Coregonus lavaretus</i> , <i>Coregonus oxyrhynchus</i> , <i>Odontheistes bonariensis</i> , <i>Oreochromis niloticus</i> , <i>Rutilus rubilio</i> (Regione Padana e Regione delle Isole), <i>Rutilus pigus</i> (Regione Italice-peninsulare), <i>Chondrostoma soetta</i> (Regione Italice-peninsulare), <i>Barbus meridionalis caninus</i> (Regione Italice-peninsulare), <i>Sabanejewia lavata</i> (Regione Italice-peninsulare), <i>Thymallus thymallus</i> (Regione Italice-peninsulare), <i>Pomatoschistus canestrini</i> (Regione Italice-peninsulare), <i>Knipowitschia panizzae</i> (Regione Italice-peninsulare).

Lista 3 include ibridi generi: *Salmo*, *Thymallus*, *Esox*, *Barbus*, *Rutilus*

Interreg



UNIONE EUROPEA
EVROPSKA UNIJA

ITALIA-SLOVENIJA



GREVISLIN

Progetto strategico co-finanziato dal Fondo europeo di sviluppo regionale
Strateški projekt sofinancira Evropski sklad za regionalni razvoj

ZELENA INFRASTRUKTURA, OHRANJANJE IN IZBOLJŠANJE STANJA
OGROŽENIH VRST IN HABITATNIH TIPOV OB REKAH

INFRASTRUTTURE VERDI PER LA CONSERVAZIONE E IL MIGLIORAMENTO
DELLO STATO DI HABITAT E SPECIE PROTETTI LUNGO I FIUMI



REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA



WP 3.2 - SVILUPPO E IMPLEMENTAZIONE DI UN SISTEMA DI
MONITORAGGIO ECOLOGICO E NATURALE DEI BACINI
TRANSNAZIONALI DELL'ISONZO E DEL VIPACCO

WP 3.2 - RAZVOJ IN IZVAJANJE SISTEMA EKOLOŠKEGA IN
NARAVNEGA SPREMLJANJA TRANSNACIONALNIH POREČIJ SOČE IN
VIPAVE

ATT7 - Analisi delle comunità ittiche

ATT7 - Analiza ribjih združb

Elisabetta Pizzul pizzul@units.it

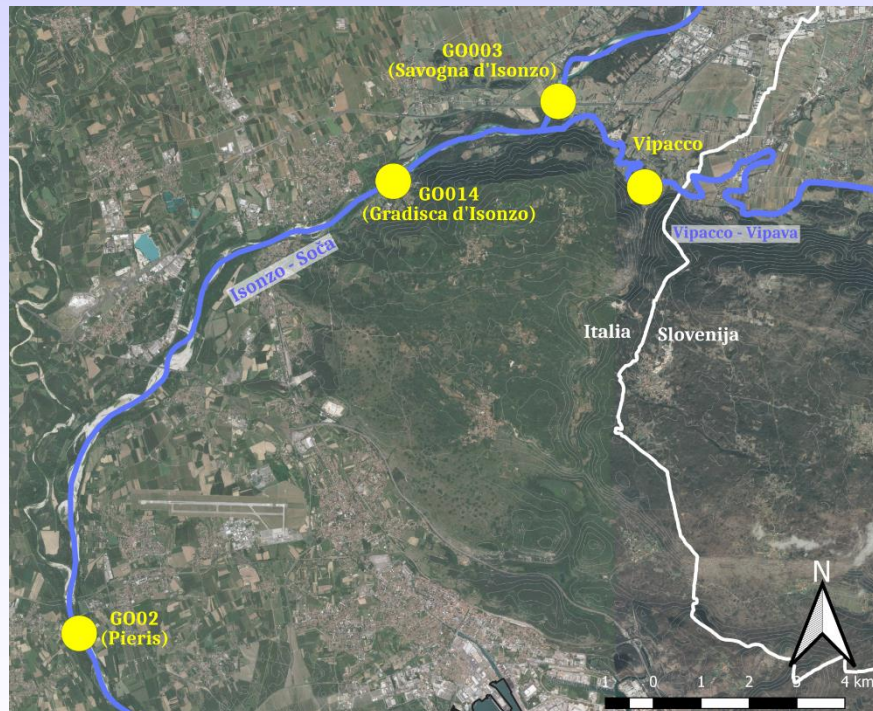
Marco Bertoli marbertoli@units.it

INTERMEDIATE WORKSHOP

03/05/2021

Stazioni di campionamento in area italiana

Vzorčna mesta na italijanskem območju



Fiume Reka	Località Območje	Stazione mesto	Coordinate Gauss-Boaga		Date di campionamento Datum vzorčenja
			x	y	
Isonzo - Soča	Savogna d'Isonzo	G0003	2408358	5084953	09/07/2020
			2408117	5084420	14/09/20220
	Gradisca d'Isonzo	G0014	2405165	5083411	30/06/020
			2403915	5082516	26/08/2020
Vipacco - Vipava	Tratto italiano Italijanski odsek	Miren	2397908	5073620	02/07/2020
			2398931	5071924	28/05/2020
			2410685	5082601	08/09/2020
			2409674	5083070	

Campionamenti ittici svolti in collaborazione con ETPI (Ente tutela Patrimonio Ittico del Friuli Venezia Giulia) Vzorčenje rib izvedeno v sodelovanju z ETPI (Urad za zaščito ribiške dediščine Furlanije Julijske Krajine)



Protocollo per fiumi non guadabili APAT (2007):

- Elettropesca da barca
- Focus sulle aree litorali

Metodologija vzorčenja za neprebrodjljive vodotoke, APAT (2007):

- Elektroizlov iz plovila
- Osredotočen na obrežni pas

Indice NISECI (Nuovo Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche) (Macchio et al., 2017)
Indeks NISECI (Novi Indeks Ekološkega stanja Ribjih Populacij) (Macchio et al., 2017)

$$\text{NISECI} = 0.1 x_1^{0.5} + 0.1 x_2^{0.5} + 0.8 (x_1 \times x_2) - 0.1 (1 - x_3) \\ \times \left(0.1 x_1^{0.5} + 0.1 x_2^{0.5} + 0.8 (x_1 \times x_2) \right)$$

x_1 =presenza/assenza di specie autoctone

x_2 =condizione biologica delle popolazioni delle specie autoctone

x_3 = presenza di specie aliene e/o ibridi, loro struttura di popolazione e relazione con le specie autoctone

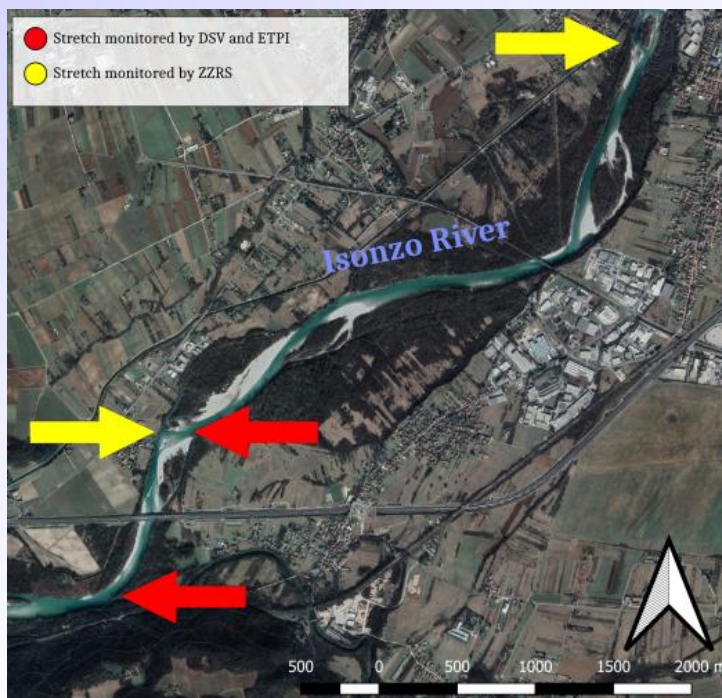
x_1 =prisotnost/odsotnost avtohtonih vrst

x_2 =biološki pogoji populacij avtohtonih vrst

x_3 = prisotnost in struktura populacij tujerodnih vrst, razmerje med avtohtonimi in tujerodnimi vrstami

Isonzo - G0003 - Savogna d'Isonzo Soča - G0003 - Sovodnje ob Soči

Differenti tratti monitorati
(differenti protocolli di campionamento)



Monitoring različnih odsekov vodotokov (različne metodologije vzorčenja)

Isonzo - G0003 - Savogna d'Isonzo

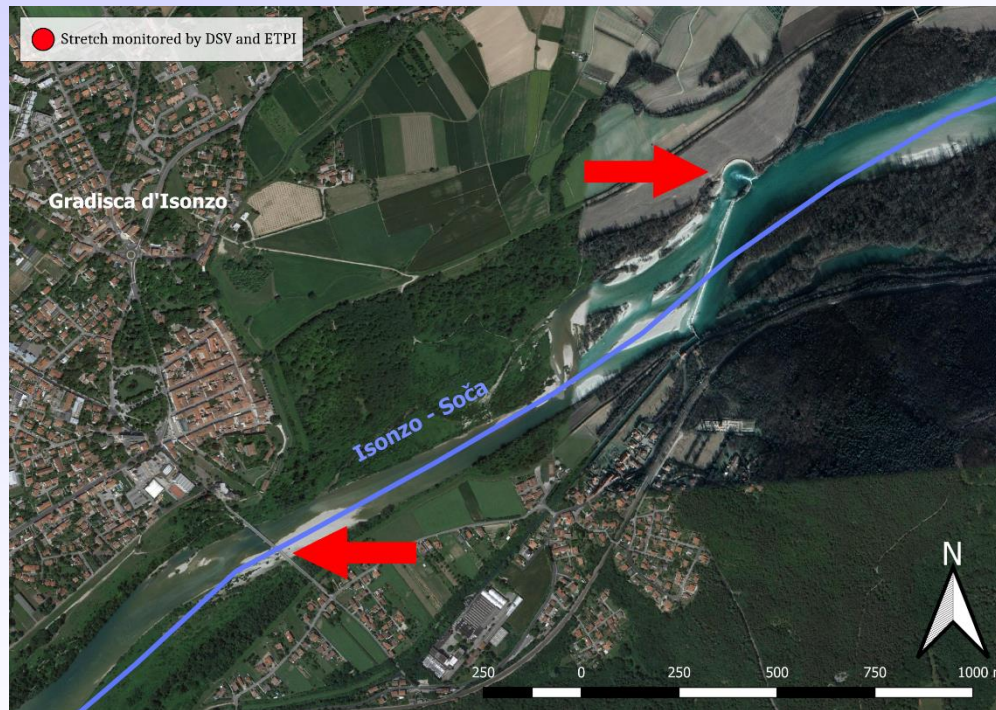
Soča - G0003 - Sovodnje ob Soči

Metriche/Dati	G0003		
	Savogna d'Isonzo		
	09/07/2020	14/09/2020	
ITA		SLO	
Metriche/Dati			
Metriche/Dati			
x1 (presenza/assenza di specie autoctone) (prisotnost/odsotnost avtohtonih vrst)	0.560	0.720	0.600
x2 (condizione biologica delle specie autoctone) (biološki pogoji populacij avtohtonih vrst)	0.043	0.233	0.200
x3 (presenza di specie aliene/ibridi, strutture di popolazione e rapporto numerico con le specie autoctone) (prisotnost in struktura populacij tujerodnih vrst, razmerje med avtohtonimi in tujerodnimi vrstami)	0.875	0.417	0.708
NISECI	0.113	0.252	0.212
RQENISECI	0.172	0.499	0.428
Stato ecologico	Cattivo	Sufficiente	Sufficiente
Ekološko stanje	Zelo slabo	Zmerno	Zmerno

Specie attese Přičakovane vrste	Specie osservate Opažene vrste		
	09/07/2020	14/09/2020	
	ITA	ITA	SLO
<i>Alburnus arborella</i>		•	
<i>Anguilla anguilla</i>		•	
<i>Barbatula barbatula</i>			•
<i>Barbus plebejus</i>	•	•	•
<i>Cobitis bilineata</i>	•	•	
<i>Cottus gobio</i>	•		•
<i>Leucos aula</i>		•	
<i>Padogobius bonelli</i>	•	•	•
<i>Phoxinus phoxinus</i>	•	•	•
<i>Salmo marmoratus</i>			•
<i>Squalius squalus</i>	•	•	•
<i>Telestes souffia</i>	•	•	•
Specie aliene osservate Opažene tujerodne vrste			
<i>Chondrostoma nasus</i>			•
<i>Oncorhynchus mykiss</i>			•
<i>Rhodeus amarus</i>	•	•	
<i>S. marmoratus</i> × <i>S. trutta</i>	•		
<i>Silurus glanis</i>		•	

Isonzo - G0014 - Gradisca d'Isonzo

Soča - G0014 - Gradišče



INTERMEDIATE
WORKSHOP 2021

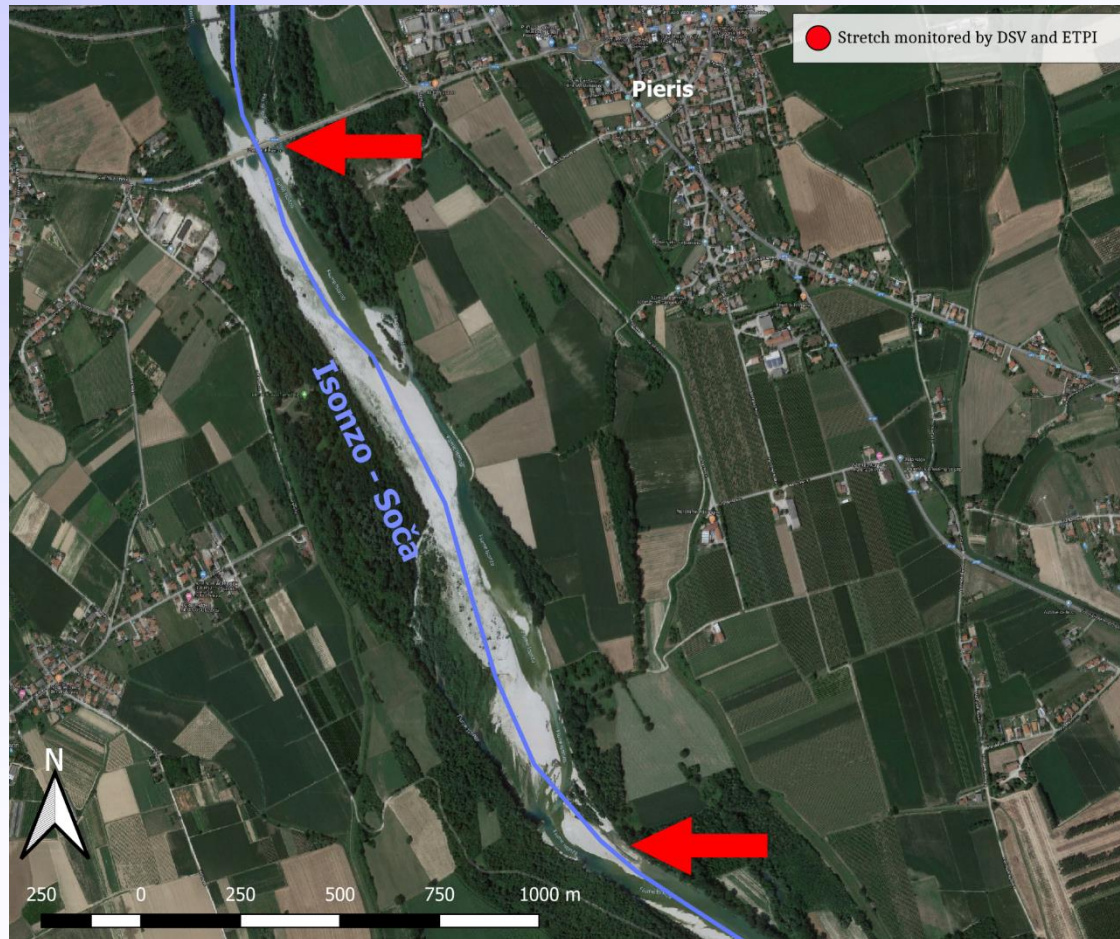
Isonzo - G0014 - Gradisca d'Isonzo

Soča - G0014 - Gradišče

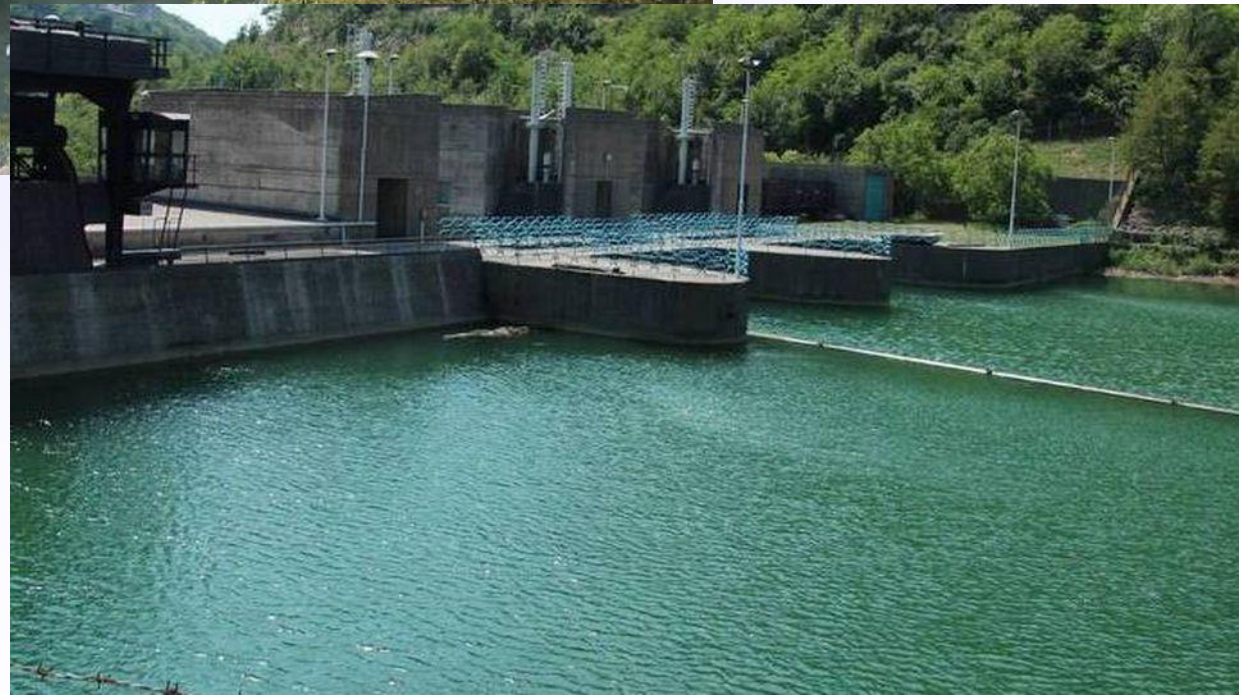
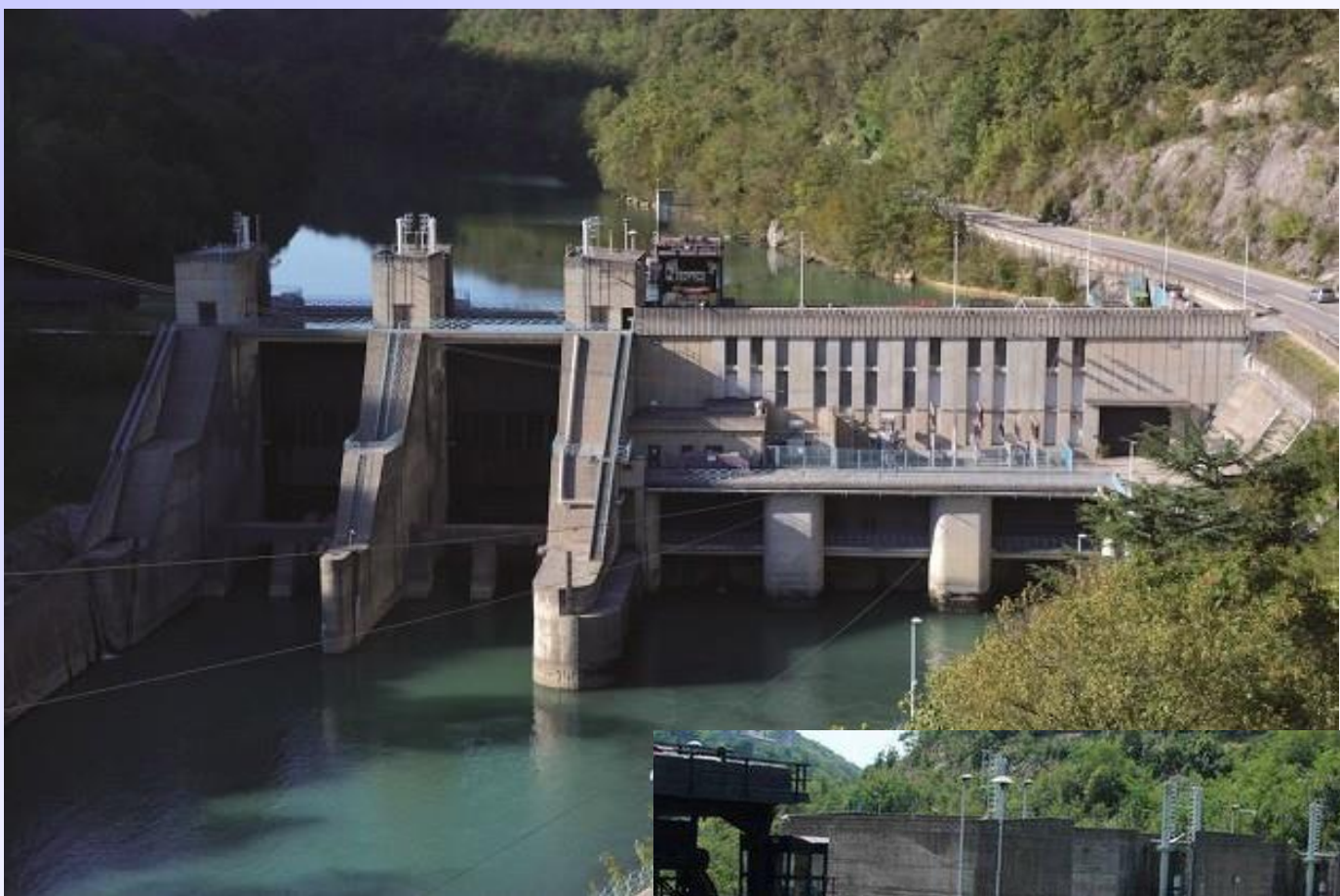
	G0014	
	Gradisca d'Isonzo	
	30/06/2020	26/08/2020
Metriche/Dati		
Metrike/Podatki		
x1 (presenza/assenza di specie autoctone) (prisotnost/odsotnost avtohtonih vrst)	0.560	0.920
x2 (condizione biologica delle specie autoctone) (biološki pogoji populacij avtohtonih vrst)	0.086	0.240
x3 (presenza di specie aliene/ibridi, strutture di popolazione e rapporto numerico con le specie autoctone) (prisotnost in struktura populacij tujerodnih vrst, razmerje med avtohtonimi in tujerodnimi vrstami)	0.583	0.000
NISECI	0.137	0.289
RQENISECI	0.249	0.556
Stato ecologico	Scarso	Buono
Ekološko stanje	Slabo	Dobro

Specie attese Pričakovane vrste	Specie osservate Opažene vrste	
	30/06/2020	28/08/2020
<i>Alburnus arborella</i>	•	•
<i>Anguilla anguilla</i>	•	•
<i>Barbatula barbatula</i>		•
<i>Barbus plebejus</i>	•	•
<i>Cobitis bilineata</i>	•	•
<i>Cottus gobio</i>	•	
<i>Leucos aula</i>		•
<i>Padogobius bonelli</i>	•	•
<i>Phoxinus lumaireul</i>	•	•
<i>Salmo marmoratus</i>		•
<i>Squalius squalus</i>	•	•
<i>Telestes souffia</i>		•
	Specie aliene osservate Opažene tujerodne vrste	
<i>Chondrostoma nasus</i>	•	•
<i>S. marmoratus</i> × <i>S. trutta</i>	•	
<i>Silurus glanis</i>	•	•

Isonzo - G002 - Pieris Soča - G002 - Pieris



INTERMEDIATE
WORKSHOP 2021

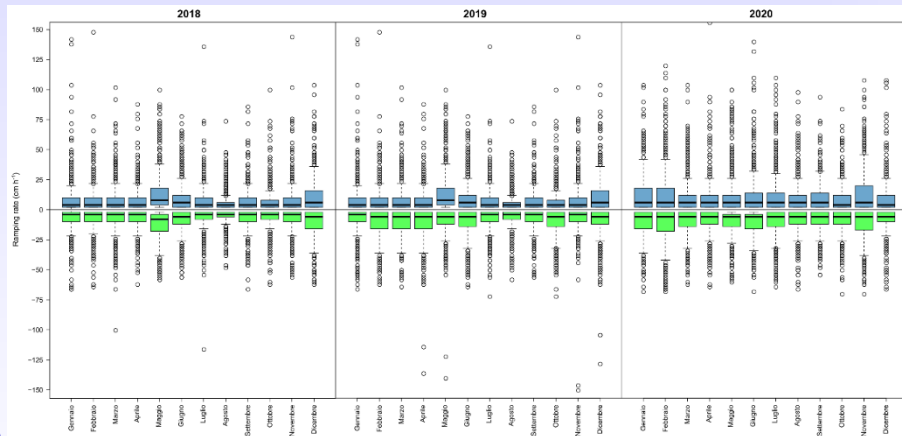


Isonzo - Pressioni: Hydropeaking

Soča - Pritiski: Hydropeaking

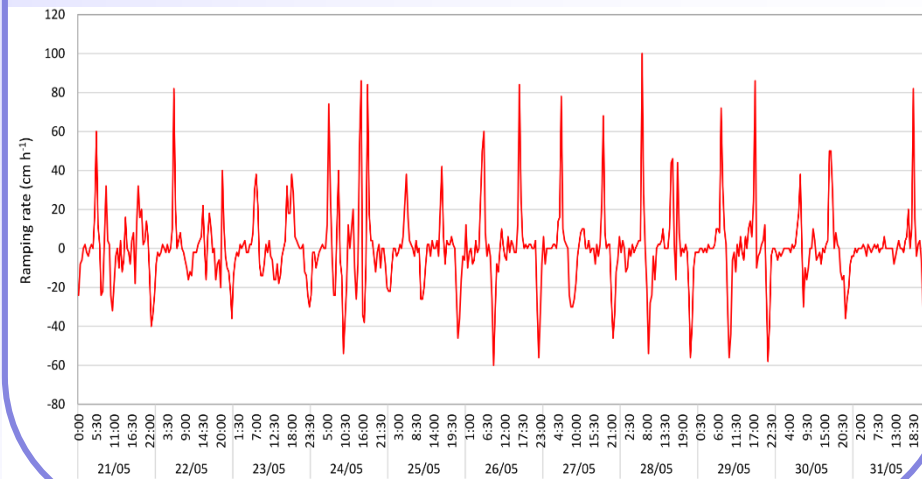
Distribuzioni dei valori di Ramping Rate (cm h^{-1})
Idrometro di Gorizia (2018 - 2020)

Porazdelitev „Ramping Rate“ vrednosti (cm h^{-1})
Gorica hidrometer (2018 - 2020)



Valori di Ramping Rate (cm h^{-1})
Idrometro di Gorizia (21-31 maggio 2020)

Vrednosti „Ramping Rate“ (cm h^{-1})
Gorica hidrometer (Maj, 21-31, 2020)



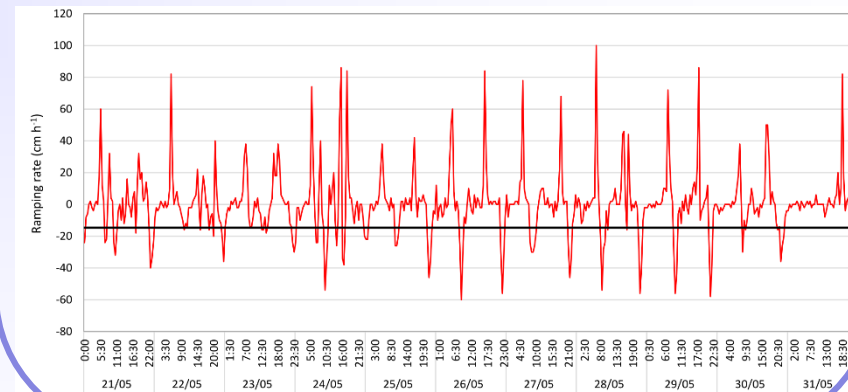
Isonzo - Pressioni: Hydropeaking

Soča - Pritiski: Hydropeaking

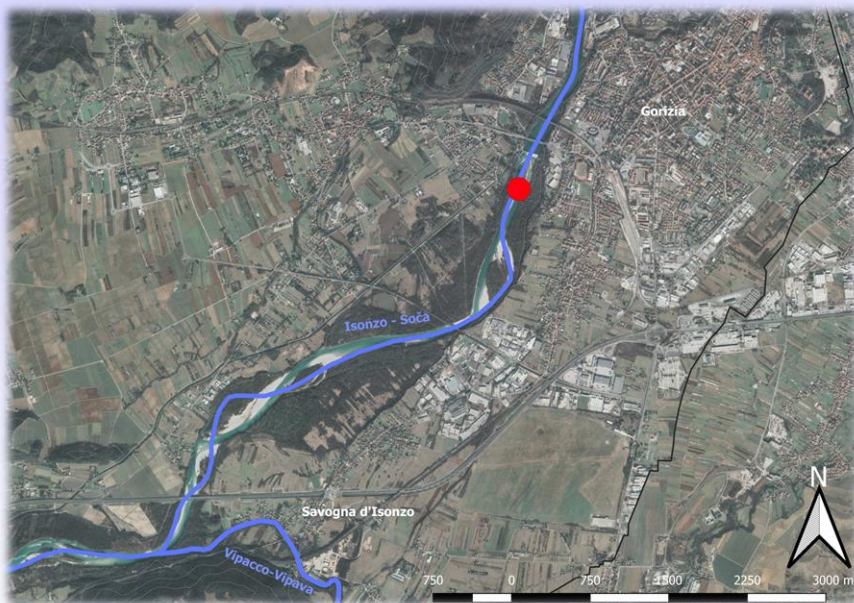
- Prosciugamento siti riproduttivi (McMichael et al., 2005)
- Spiaggiamento (Saltveit et al., 2001; Halleraker et al., 2003), specialmente in zone riparie a bassa pendenza (Schmutz et al., 2015)
- Vantaggi per alcune specie (es: *Phoxinus phoxinus*) a sfavore di altre (es: *Barbus barbus*, *Squalius cephalus*) (Judes et al., 2020)
- Aumento della predazione da parte di *Phalacrocorax carbo* (primo roost in Friuli Venezia Giulia segnalato da Cosolo et al. (2009) nel tratto incluso nel progetto GREVISLIN)
- **Pressione ambientale per valori di down ramping rate maggiori di 15 cm h⁻¹ (Schmutz et al., 2015)**
- Izsušitev območij razmnoževanja (McMichael et al., 2005)
- Nasedanje (Saltveit et al., 2001; Halleraker et al., 2003), še posebno na obrežjih z nizkim naklonom (Schmutz et al., 2015)
- Hydropeaking - prednosti za nekatere vrste (i. e., *Phoxinus phoxinus*) na račun drugih (*Barbus barbus*, *Squalius cephalus*) (Judes et al., 2020)
- Nasedanje olajša kormoranom (*Phalacrocorax carbo*) plenjenje rib : prvo zaznано počivališče v Furlaniji Julijski Krajini se nahaja blizu Gorice, znotraj odseka spremljanja v okviru projekta GREVISLIN (Cosolo et al., 2009)
- **Okoljski pritisk z vrednostmi down ramping rate višjimi od 15 cm h⁻¹ (Schmutz et al., 2015)**

Valori di Ramping Rate (cm h⁻¹)
Idrometro di Gorizia (21-31 maggio 2020)

Vrednosti „Ramping Rate“ (cm h⁻¹)
Gorica hidrometer (Maj, 21-31, 2020)



Isonzo - Pressioni: Hydropeaking Soča - Pritiski: Hydropeaking



16/04/2021 - 16:50

INTERMEDIATE
WORKSHOP 2021

Isonzo - Pressioni: Sbarramenti Soča - Pritiski: jezovi



Presenza di sbarramenti senza scale di risalita lungo il tratto analizzato

Prisotnost jezov brez ribjih stez na analiziranem odseku vodotoka

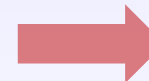


Isonzo - Pressioni: Specie aliene Soča - Pritiski: Tujerodne vrste



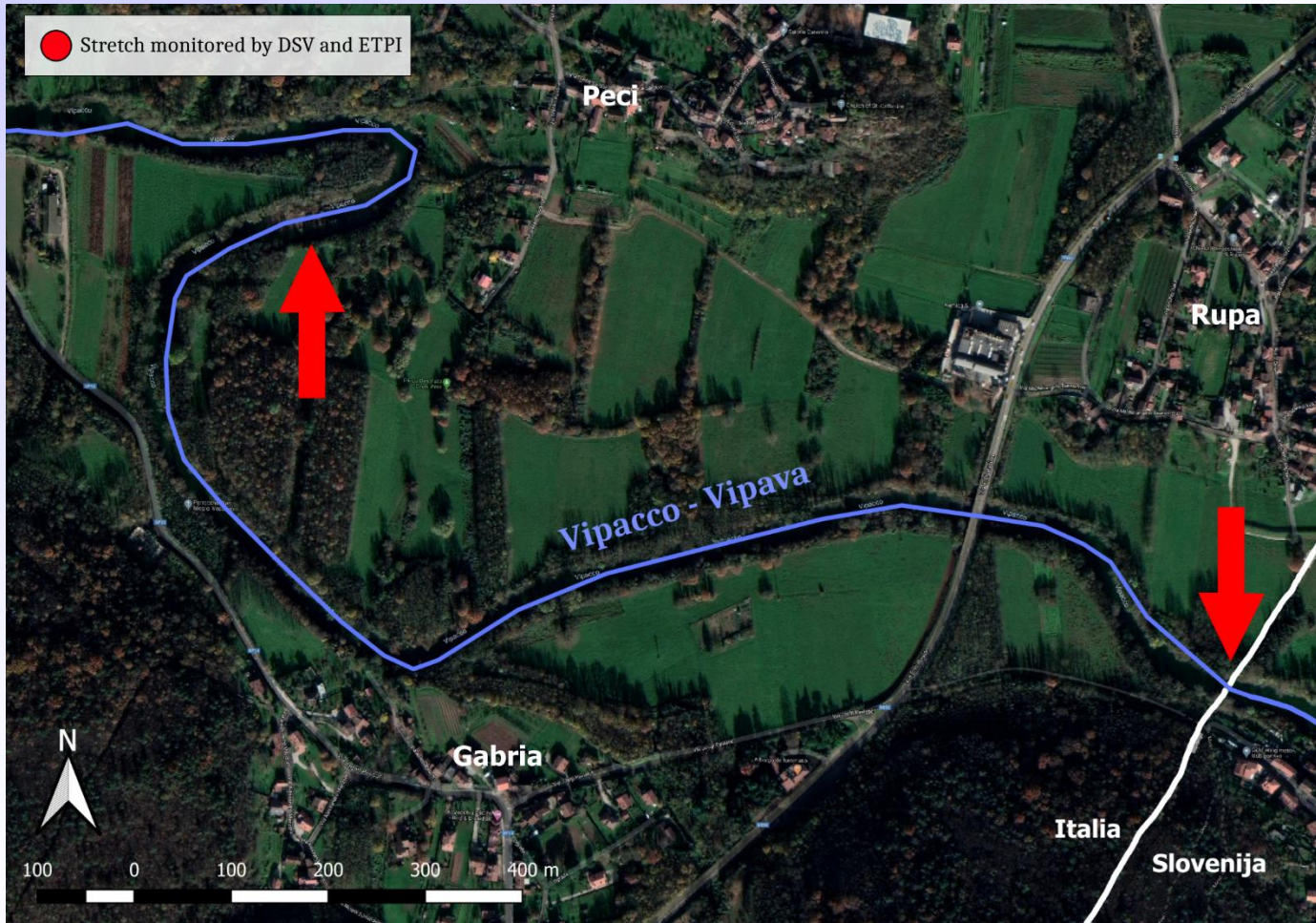
Sottostima della popolazione di
Silurus glanis

Podcenjena populacija
Silurus glanis



Necessari monitoraggi specifici
Potrebne posebne monitoring
aktivnosti

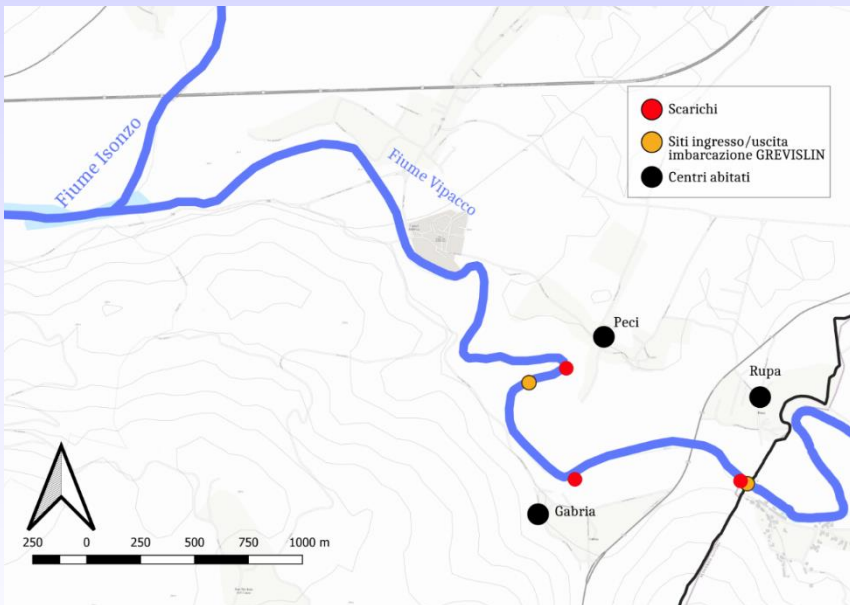
Vipacco Vipava



Metriche/Dati Metriche/Podatki	Vipacco (tratto italiano) Vipava (italijanski odsek)			Specie attese Pričakovane vrste	Specie autoctone osservate Opažene vrste			Specie aliene osservate - Opažene tujerodne vrste	
	ITA		SLO		ITA	ITA	SLO		
	28/05/2020	14/09/2020	2018		28/05/2020	08/09/2020	2018		
x1 (presenza/assenza di specie autoctone) (prisotnost/odsotnost avtohtonih vrst)	0.326	0.279	0.372	<i>Alburnus arborella</i>	•	•	•	<i>Alburnus alburnus</i> (1)	•
x2 (condizione biologica delle specie autoctone) (biološki pogoji populacij avtohtonih vrst)	0.257	0.200	0.250	<i>Anguilla anguilla</i>	•			<i>Chondrostoma nasus</i>	•
x3 (presenza di specie aliene/ibridi, strutture di popolazione e rapporto numerico con le specie autoctone) (prisotnost in struktura populacij tujerodnih vrst, razmerje med avtohtonimi in tujerodnimi vrstami)	0.500	0	0.464	<i>Barbatula barbatula</i>				<i>Ctenopharyngodon idella</i> (1)	•
NISECI	0.166	0.128	0.175	<i>Barbus balcanicus</i>				<i>Esox lucius</i>	•
RQE_{NISECI}	0.329	0.222	0.351	<i>Barbus plebejus</i>	•	•	•	<i>Rhodeus amarus</i>	•
Stato ecologico	Scarso	Scarso	Scarso	<i>Cobitis bilineata</i>	•	•	•	<i>Rutilus rutilus</i> (1)	•
Ekološko stanje	Slabo	Slabo	Slabo	<i>Cottus gobio</i>				<i>Silurus glanis</i>	•
				<i>Cyprinus carpio</i>				<i>Squalius cephalus</i> (4)	•
				<i>Esox cisalpinus</i>					
				<i>Leucos aula</i>	•	•	•		
				<i>Padogobius bonelli</i>	•	•	•		
				<i>Phoxinus lumaireul</i>					
				<i>Protochondrostoma genei</i>					
				<i>Salmo marmoratus</i>					
				<i>Scardinius hesperidicus</i>					
				<i>Squalius squalus</i>	•	•	•		
				<i>Telestes souffia</i>					
				<i>Thymallus aeliani</i>					
				<i>Tinca tinca</i>					

Vipacco - Pressioni: scarichi

Vipava - Pritiski: iztoki odpadne vode



Presenza di scarichi lungo il tratto analizzato

- Prisetnost iztokov odpadne vode na analiziranem odseku vodotoka

INTERMEDIATE
WORKSHOP 2021

Vipacco - Pressioni: Specie aliene

Vipava - Pritiski: Tujerodne vrste

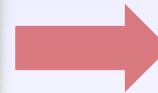


Sottostima della popolazione di
Silurus glanis

Podcenjena populacija
Silurus glanis

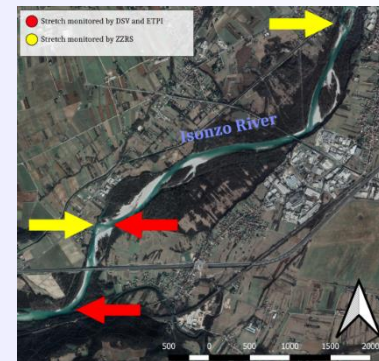
Necessari monitoraggi specifici
Potrebne posebne monitoring

aktivnosti



Conclusioni: Isonzo

Zaključki: Soča



- Il confronto tra i metodi di campionamento ha portato a risultati solo parzialmente sovrapponibili
- Non è possibile confrontare i risultati degli indici NISECI e SIFAIR nel fiume Isonzo
- L'indice SIFAIR è tarato per altre tipologie fluviali
- È necessario effettuare un maggior numero di campionamenti congiunti Italia-Slovenia nelle medesime aree per approfondire il confronto

- Primerjava metod vzorčenja je pokazala le delno prekrivanje rezultatov
- Rezultati indeksov NISECI in SIFAIR niso primerljivi na reki Soči
- Indeks SIFAIR je ustvarjen za druge tipe rek
- Za poglobitev primerjave je potrebnih več skupnih Italijansko-Slovenskih vzorčenj na istem območju

Conclusioni: Vipacco

Zaključki: Vipava



Vipacco (tratto italiano) - Vipava (italijanski odsek)					
	ITA - data	SLO - data		SLO - data (Peci)	SLO - data (Gabria)
	14/09/2020	2018		2018	
NISECI	0.128	0.175	SIFAIR	0.677	0.793
RQ _{NISECI}	0.222	0.351	SIFAIR_TRANS	0.571	0.681
Stato ecologico	Scarso	Scarso	Stato ecologico	Sufficiente	Buono
Ekološko stanje	Slabo	Slabo	Ekološko stanje	Zmerno	Dobro

- Il confronto tra i metodi di campionamento ha portato a **risultati sovrapponibili**
- Il confronto tra gli indici è possibile con i dati raccolti da ZZRS nel 2018
- L'indice SIFAIR porta a risultati migliori del NISECI (diversa impostazione e struttura degli indici)
- Il NISECI mantiene un taglio conservazionistico, nonostante esso sia ridimensionato rispetto alla versione precedente dell'indice (ISECI)

- Primerjava metod vzorčenja je podala **skladne rezultate**
- Primerjava indeksov je možna na podlagi podatkov pridobljenih iz strani ZZRS v 2018
- Indeks SIFAIR poda boljše rezultate napram NISECI (različna postavitev in struktura indeksov)
- Indeks NISECI je še vedno usmerjen v perspektivo ohranjanja, čeprav je ta vidik šibkejši, v primerjavi s predhodno verzijo indeksa (ISECI)

Lake Fish Index (LFI) è INDICE MULTIMETRICO

L' indice si basa su:

- Tipizzazione dei bacini lacustri mediante una ricostruzione storica della composizione in specie
- Definizione, per ogni tipo lacustre, di associazioni faunistiche-caratteristiche (specie chiave e tipo-specifiche) >>> **COMUNITA' DI RIFERIMENTO**
- Metodo di campionamento standardizzato (Conforme ISO/CEN)
- Metriche che considerano la composizione, le abbondanze e la struttura di età

Gruppo 1: grandi laghi profondi del bacino padano-veneto centro-occidentale e i laghi ad essi connessi. Ricchi sia di specie zooplanctofaghe e specie tipiche di acque profonde fredde in relazione all'eterogeneità degli habitat

Gruppo 2: laghi profondi del bacino padano-veneto centro-orientale. Vi sono specie tipiche di ambienti litorali e specie con buona connettività col reticolo idrografico

Gruppo 3: Laghi poco profondi di pianura. Tipici della zona morenica o pianeggiante subalpina. Generalmente non adatti ai Salmonidi e di specie stenoterme di acque fredde

Gruppo 4: Laghi alpini. Presenza di poche specie di cui la trota vincolata alla disponibilità di immissari o emissari ed eventualmente il salmerino alpino

Gruppo 5: Laghi profondi dell'Ecoregione mediterranea povere di nutrienti e profondità e superfici elevate con elevata ricchezza in specie

Gruppo 6: Laghi poco profondi dell'Ecoregione mediterranea, privi di salmonidi e specie di acque fredde

LFI-Lake Fish Index

	METRICA	Riferimento	Elevato/buono	Buono /sufficiente	Sufficiente/scarso	Scarso/cattivo
1	Abbondanza specie chiave (NPUE)	>60	60-7	6-1	Non catturate ma segnalate	Non catturate né segnalate
	RQE ₁	1	0,8	0,6	0,4	0,2
2	Struttura di popolazione per la specie chiave (PSD Index)	35-65	25-34/66-75			<25/>75
	RQE ₂	1	0,6			0,2
3	% di specie chiave e tipo-specifiche di cui si verifica il successo riproduttivo	>80%	80-66%	65-51%	50-25%	<25%
	RQE ₃	1	0,8	0,6	0,4	0,2
4	Diminuzione % n. specie ittiche chiave e tipo-specifiche	<20%	20-40%	41-60%	61-80%	>80%
	RQE ₄	1	0,8	0,6	0,4	0,2
5	Presenza aliene	<20%	20-40%	41-60%	61-80%	>80%
	RQE ₅	1	0,8	0,6	0,4	0,2

$$RQE_{tot} = (RQE_1 + RQE_2 + RQE_3 + RQE_4 + RQE_5) / 5$$

NB. Per quanto riguarda l'EQB "pesci" ogni lago è considerato come un unico corpo idrico. Nei laghi con superficie superiore a 50km² - il cui campionamento presuppone la suddivisione in sottobacini, il valore finale degli RQE è calcolato come media aritmetica degli RQE calcolati per ogni sottobacino.

ECOREGIONE ALPINA

Specie chiave e tipo-specifiche

	Tipo 1 (Profondi Nord Ovest)	Tipo 2 (Profondi Nord Est)	Tipo 3 (Poco Profondi)	Tipo 4 (Alpini)
Specie chiave	Agone Bottatrice Coregone lavarello	Luccio Tinca Scardola	Luccio Tinca Scardola	Sanguinerola
Specie Tipo-specifiche	Alborella Cavedano Carpa Luccio Pesce persico Scardola Tinca Triotto Trota	Cavedano Carpa Savetta Scazzone Trota	Alborella Carpa Pesce persico	Trota*/ Salmerino alpino* Scazzone

MACROFITE - Indice Biologique Macrophytique en Rivière (IBMR)

messo a punto in francia (2003)

- Valuta lo stato trofico dei corsi d'acqua
- Risponde alle richieste della Direttiva 2000/60/CE
- Si basa su una lista di 206 taxa indicatori a cui è attribuito un punteggio specifico di oligotrofia (Cs_i) e un coefficiente di ampiezza ecologica (E_i)

LIVELLO TROFICO	VALORE IBMR	RAPPRESENTAZIONE GRAFICA
Molto basso	$IBMR > 14$	Blu
Basso	$12 < IBMR \leq 14$	Verde
Medio	$10 < IBMR \leq 12$	Giallo
Elevato	$8 < IBMR \leq 10$	Arancio
Molto elevato	$IBMR \leq 8$	Rosso

IBMR – Indice Biologique Macrophytique en Riviere

Composizione e abbondanza delle specie
 Ki coperture percentuali secondo la scala di Koeler

copertura reale	coefficienti di copertura	di significato secondo IBMR
<0,1	1	Solo presenza
0,1 ≤ cop < 1	2	Copertura scarsa
1 ≤ cop < 10	3	Copertura discreta
10 ≤ cop < 50	4	Copertura buona
cop ≥ 50	5	Copertura alta

Valore indicatore

Indice specifico di sensibilità

$$IBMR = \frac{\sum_{i=1}^n E_i \cdot K_i \cdot Cs_i}{\sum_{i=1}^n E_i \cdot K_i}$$

LIVELLO TROFICO	VALORE IBMR	RAPPRESENTAZIONE E GRAFICA
Molto basso	IBMR > 14	Blu
Basso	12 < IBMR ≤ 14	Verde
Medio	10 < IBMR ≤ 12	Giallo
Elevato	8 < IBMR ≤ 10	Arancio
Molto elevato	IBMR ≤ 8	Rosso

Nome	Cs _i	E _i	Nome	Cs _i	E _i
ORGANISMI ETEROTROFI					
Leptomitus sp.	0	3	Sphaerotilus	0	3
ALGHE					
Audouinella sp. <i>Bory de St Vincent</i>	13	2	Bangia atropurpurea <i>Lyngbye</i>	10	2
PTERIDOFITE					
Azolla filiculoides <i>lam.</i>	6	3	Equisetum fluviatile L. (= E. limosum)	12	2
Equisetum palustre L.	10	1			
FANEROGAME					
Acorus calamus L.	7	3	Agrostis stolonifera L. <i>fo Aq.</i>	10	1
Alisma lanceolatum <i>With</i>	9	2	Alisma plantago-aquatica L.	8	2
Apium inundatum L. (= Sium inundatum)	17	3	Apium nodiflorum (L.) <i>Lag.</i> (Helosciadium n., Sium n.)	10	1
Berula erecta (<i>Huds.</i>) <i>Coville</i> (= Sium erectum, Siella erecta)	14	2	Butomus umbellatus L.	9	2

RQE_IBMR

**RQE_IBMR =
valore IBMR
ottenuto / valore
IBMR di
riferimento**

Macrofite

L'indice da applicare per la valutazione dello stato ecologico, utilizzando le comunità macrofittiche, è l'indice denominato "Indice Biologique Macrophytisque en Rivière" IBMR. L' IBMR è un indice finalizzato alla valutazione dello stato trofico inteso in termini di intensità di produzione primaria. Allo stato attuale questo indice non trova applicazione per i corsi d'acqua temporanei mediterranei.

Limiti di classe e classificazione

Nella tabella 4.1.1/e si riportano i valori di RQE_IBMR relativi ai limiti di classe differenziati per Area geografica.

Tab. 4.1.1/e – Valori di RQE_IBMR relativi ai limiti tra le classi Elevata, Buona e Sufficiente

Area geografica	Limiti di Classe			
	Elevato/Buono	Buono/Sufficiente	Sufficiente/Scarso	Scarso/Cattivo
Alpina	0,85	0,70	0,60	0,50
Centrale	0,90	0,80	0,65	0,50
Mediterranea	0,90	0,80	0,65	0,50

In tabella 4.1.1/f sono riportati i valori di riferimento da utilizzare per il calcolo di RQE_IBMR per i macrotipi definiti in tabella 4.1/b.

Tab. 4.1.1/f – Valori di riferimento dell'IBMR per i macrotipi fluviali

Area geografica	Macrotipi	Valore di riferimento
Alpina	Aa	14,5
	Ab	14
Centrale	Ca	12,5
	Cb	11,5
	Cc	10,5
Mediterranea	Ma	12,5
	Mb	10,5
	Mc	10
	Md	10,5
	Me	10
	Mf	11,5
	Mg	11

L'Italia ha proposto come indice:

ICMi

Intercalibration Common Metric **ICMi** is a multiparametric composto da due indici:

Index of Pollution Sensibility (**IPS**: Coste, CEMAGREF, 1982) and the Trophic Index (**TI**: Rott et al., 1999).

RQE_IPS= (IPS observed/IPS reference)

RQE_TI= (4-TI observed)/(4-TI reference)

ICMi= (RQE_IPS + RQE_TI)/2

Geographical area	Macrotypes	HER
Alpine	A1 (little river at medium/high altitude, calcareous) A2 (little river at emdium/high altitude, siliceous)	1, 2, 3, 4
Central	C (all the typologies of the central geographical zone)	1, 2, 3, 4, 5, 7 (Plain), 6 (Nord Po river)

Macrotypes	Reference conditions	
	IPS	TI
A1	18,4	1,7
C	16,7	2,4

Macrotypes	E/G	G/S	S/I	I/B
A1	0,87	0,70	0,60	0,30
C	0,84	0,65	0,55	0,26

DIATOMEAE: l'ICMi

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA
TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE
propone:

Indice ICMi

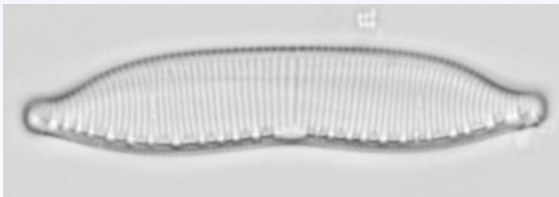
ICMi (Intercalibration Common Metric) è un indice
multiparametrico composto da due indici:

dall'Indice di Sensibilità agli Inquinanti (IPS: Coste,
CEMAGREF, 1982) e l'Indice Trofico (TI: Rott et al.,
1999).

$$RQE_IPS = (IPS_osservato / IPS_riferimento)$$

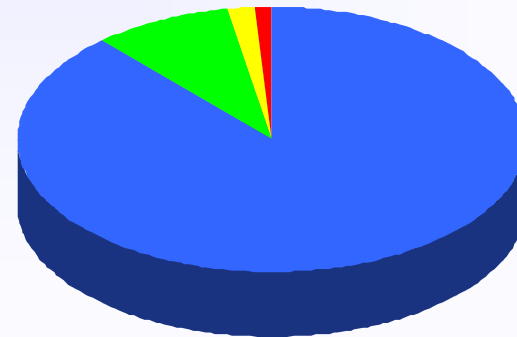
$$RQE_TI = (4 - TI_osservato) / (4 - TI_riferimento)$$

$$ICMi = (RQE_IPS + RQE_TI) / 2$$



In molti casi l'indice ICMi **sovrastima** lo stato di
qualità del corso d'acqua in quanto i riferimenti per
alcune macrotipologie fluviali non sono rappresentativi.
Per considerare correttamente l'informazione data da
tale comunità, nel **giudizio esperto** sono state
considerate le singole informazioni date dai due indici
componenti l'ICMi: l'indice di sensibilità agli
inquinanti (**IPS**) e l'indice trofico (**TI**), i quali mettono
in evidenza in modo puntuale il carico organico e trofico
dei corpi idrici analizzati.

ICMi (300 Corpi Idrici)



■ ELEVATO ■ BUONO ■ SUFFICIENTE ■ SCARSO ■ CATTIVO

FITOPLANCTON

La Direttiva impone la necessità di utilizzare **INDICI QUANTITATIVI**

- ✓ di semplice utilizzo
- ✓ con una valutazione oggettiva
- ✓ limiti di classe identificati in maniera univoca

Ciascun Stato Membro ha sviluppato diversi indici basati sul fitoplancton (in risposta alle peculiarità dei corpi idrici del territorio) riconducibili a due categorie:

INDICI BASATI SULLE ESIGENZE TROFICHE DI CIASCUNA SPECIE:

a ciascuna specie (o taxon) è stato assegnato un **VALORE TROFICO** e un **VALORE INDICATORE**

(Brettum index (Austria), PTSI (Germania), TPI (Svezia))

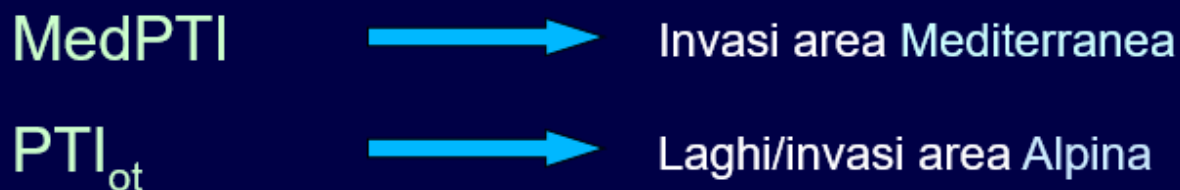
INDICI BASATI SULLA PERCENTUALE DI BIOVOLUME DI UN GRUPPO ALGALE O SUL RAPPORTO TRA I BIOVOLUMI TOTALI DI DUE GRUPPI ALGALI O DUE INSIEMI DI GRUPPI ALGALI (più semplici grazie al minor livello tassonomico richiesto; meno precisi)

...in ITALIA?

L'Italia ha preso parte al processo di intercalibrazione in due distinti **Gruppi Geografici di Intecalibrazione (GIG)**:

ALPI e MEDITERRANEO

L'applicazione degli indici Europei esistenti ha fornito risultati poco soddisfacenti per cui sono stati messi a punto 2 indici specifici:



$$MedPTI = \frac{\sum_{k=1}^n p_k \cdot t_k \cdot i_k}{\sum_{k=1}^n p_k \cdot i_k}$$

p_k : percentuale di biovolume del taxon K sul totale
 t_k : valore trofico
 i_k : valore indicatore

$$PTI_{ot} = \frac{\sum a_i Tl_k v_i}{\sum a_i v_i}$$

a_i : frazione del biovolume medio annuo sul totale
 Tl_k : indice trofico del taxon
 v_i : valore indicatore (tolleranza) (da 1 a 4)

La condizione necessaria per l'applicazione dell'indice è che almeno il 70% del biovolume totale delle specie per quel corpo idrico sia utilizzato per il calcolo dell'indice.

INDICI ECOLOGICI

Nella storia dell'idrobiologia i criteri di valutazione di un corso d'acqua sono stati spesso costruiti individuando singoli aspetti dell'ecosistema acquatico su cui rivolgere l'attenzione.

INDICI CHIMICI

INDICI MICROBIOLOGICI

INDICI BIOLOGICI

Tuttavia, allo scopo di ampliare l'orizzonte di indagine per migliorare la capacità di valutazione, sono stati recentemente messi a punto degli indici ecologici, che indagassero sull'insieme dei processi coinvolti nelle dinamiche fisiche e biologiche fluviali

L'INDICE DI FUNZIONALITA' FLUVIALE (I.F.F.) è uno di questi.

FINALITA':

L'applicazione di questo indice potrà documentare con rigore l'impatto devastante di molti interventi di sistemazione fluviale e l'esigenza di adottare modalità di sistemazione più rispettose. L'obiettivo principale consiste nella valutazione dello stato complessivo dell'ambiente fluviale e della sua funzionalità, intesa come risultato della sinergia e dell'integrazione di fattori abiotici e biotici presenti nell'ecosistema acquatico ed in quello terrestre ad esso collegato

CENNI STORICI:

Questo indice deriva dal RIPARIAN CHANNEL ENVIRONMENTAL INVENTORY (RCE-I) ideato alla fine degli anni '80 da Petersen in Svezia e pubblicato nel 1992. Lo scopo primario era la raccolta di informazioni relative alle principali caratteristiche ecologiche dei fiumi e delle fasce riparie della Svezia.

Nel 1990 questo metodo fu importato in Italia ed applicato in Trentino su 480 tratti fluviali (Siligardi e Maiolini, 1990). Fu , tuttavia evidente, che per una corretta applicazioni in territorio italiano l'Indice dovesse essere rivisto.

Fu quindi creato l'RCE-2.

In seguito ad una sua applicazione su tutto il territorio italiano in un workshop tenutosi a Saluggia nel '97, furono richieste ulteriori modifiche che portarono L'ANPA (Associazione Nazionale per la Protezione dell'Ambiente) all'IFF

AMBITO DI APPLICAZIONE:

Questo indice può essere applicato in qualunque ambiente d'acqua corrente, sia di montagna sia di pianura.

Non può essere applicato in ambienti di transizione e di foce, dove il cuneo salino e la dipendenza della corrente dall'azione delle maree contribuiscono alla creazione di un ambiente sostanzialmente diverso da quello dulciacquicolo.

Il metodo non può essere applicato alle acque lentiche

Deve essere attentamente valutato nelle acque lotiche di alta montagna.

Il periodo di applicazione deve essere compreso tra il regime idrologico di morbida e di magra ed in periodo di attività vegetativa

Tabella Indice Funzionalità Fluviale (I.F.F.)

- Stato del territorio circostante
- Vegetazione presente nella fascia perifluviale primaria
- Vegetazione presente nella fascia perifluviale secondaria
- Continuità della fascia di vegetazione perifluviale
- Condizioni idriche dell'alveo
- Conformazione delle rive
- Strutture di ritenzione degli apporti trofici
- Erosione
- Sezione Trasversale
- Struttura del fondo dell'alveo
- Raschi, pozze o meandri
- Componente vegetale in alveo bagnato
- Detrito
- Comunità macrobentonica

Tabella per il calcolo dei livelli di funzionalità, relativi giudizi e colori di riferimento (ANPA 2000)

VALORE DI I.F.F.	LIVELLO DI FUNZIONALITA'	GIUDIZIO DI FUNZIONALITA'	COLORE
261 – 300	I	Elevato	blu
251 – 260	I – II	elevato – 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

Anche questo indice è stato modificato per adattarlo alle richieste della Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE (Water Framework Directive)

Larghezza alveo di morbida	Tratto Minimo Rilevabile (TMR)
fino a 5 m	30 m
fino a 10 m	40 m
fino a 30 m	60 m
fino a 50 m	75 m
fino a 100 m	100 m
> 100 m	pari alla larghezza

SCHEDA INDICE di FUNZIONALITÀ FLUVIALE

Bacino:..... Corso d'acqua:.....
 Località:.....
 Codice:.....
 tratto (m)..... larghezza alveo di morbida (m)..... quota (m) s.l.m.
 data scheda N°..... foto N°.....

	sponda	dx	sx
--	--------	----	----

1) Stato del territorio circostante

a) assenza di antropizzazione	25	25
b) presenza di aree naturali e usi antropici del territorio	20	20
c) colture stagionali e/o permanenti; urbanizzazione rada	5	5
d) aree urbanizzate	1	1

2) Vegetazione presente nella fascia perifluviale primaria

a) presenza di formazioni riparie complementari funzionali	40	40
b) presenza di una sola o di una serie semplificata di formazioni riparie	25	25
c) assenza di formazioni riparie ma presenza di formazioni comunque funzionali	10	10
d) assenza di formazioni a funzionalità significativa	1	1

2bis) Vegetazione presente nella fascia perifluviale secondaria

a) presenza di formazioni riparie complementari funzionali	20	20
b) presenza di una sola o di una serie semplificata di formazioni riparie	10	10
c) assenza di formazioni riparie ma presenza di formazioni comunque funzionali	5	5
d) assenza di formazioni a funzionalità significativa	1	1

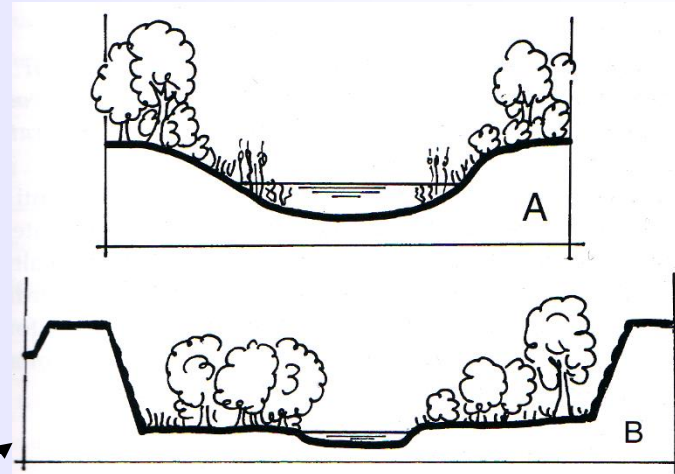
3) Ampiezza delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale

a) ampiezza cumulativa delle formazioni funzionali maggiore di 30 m	15	15
b) ampiezza cumulativa delle formazioni funzionali compresa tra 30 e 10 m	10	10
c) ampiezza cumulativa delle formazioni funzionali compresa tra 10 e 2 m	5	5
d) assenza di formazioni funzionali	1	1

4) Continuità delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale

a) sviluppo delle formazioni funzionali senza interruzioni	15	15
b) sviluppo delle formazioni funzionali con interruzioni	10	10
c) sviluppo delle formazioni funzionali con interruzioni frequenti o solo erbacea continua e consolidata o solo arbusteti a dominanza di esotiche e infestanti	5	5
d) suolo nudo, popolamenti vegetali radi	1	1

Fascia perifluviale primaria:consolidata con con modelli naturali in condizioni di totale permeabilità ai flussi superficiali



Fascia perifluviale secondaria:posta in un alveo artificializzato con evidente interruzione del continuum trasversale

Formazioni?

Comunità di organismi vegetali appartenenti a specie diverse associati secondo modalità proprie costituenti un'entità omogenea sia dal punto strutturale che fisionomico

Funzionalità della fascia di vegetazione perifluviale??

Per formazione si intende una comunità di organismi vegetali appartenenti a diverse specie associati secondo modalità proprie costituente un'entità riconoscibile omogenea dal punto di vista strutturale e fisionomico

Le formazioni vegetali spontanee tipiche di fasce perifluviali sono indicate in manuale ed anche in relazione alla tipologia la loro funzionalità (buona, sufficiente, ridotta)

Formazioni spontanee potenzialmente presenti in fascia perifluviale
--

Gruppo 1 – Funzionalità buona (formazioni legnose riparie ed erbacee igrofile)

1 – Formazione arborea riparia inondata (con strato erbaceo costituito da specie igrofile)
--

2 - Formazione arborea riparia

3 – Formazione arbustiva riparia (a Salix sp. o altre specie arbustive riparie)

4 - Formazione erbacea igrofila a elofite e anfitite
--

5 - Formazione erbacea igrofila su suoli idromorfi in ambiente montano
--

6 – Formazione ad idrofite in acque lentiche (o lentamente fluenti)

Gruppo 2 - Funzionalità sufficiente (formazioni arboree non riparie e formazioni arbustive autoctone)
--

7 - Formazione arborea autoctona non riparia
--

8 - Formazione arborea di specie esotiche

9 - Formazione arbustiva autoctona non riparia
--

Gruppo 3 – Funzionalità ridotta (formazioni lineari o bordure, arbusteti ripari a forte presenza di specie esotiche)

10 - Bordura di arbusti ripari

11 - Formazione arbustiva riparia a forte presenza di esotiche e/o infestanti (copertura specie riparie tra 1/2 e 2/3)

12 – Bordura erbacea ad elofite ed anfitite

13 – Bordura ad erbacee igrofile in ambiente montano
--

14 – Bordura igrofila e riparia a struttura mista (arborea, arbustiva, a erbacee igrofile)
--

Gruppo 4 – Funzionalità nulla

15 - Formazione arbustiva di specie esotiche e/o infestanti

16 - Bordura di arbusti autoctoni non ripari
--

17 - Bordura di arbusti esotici e/o infestanti
--

18 - Formazione erbacea non igrofila

19 - Bordura di erbacee non igrofile

20 - Altra bordura comunque non igrofila/riparia (compreso bordura arborata)
--

21 - Filare arboreo isolato (continuità lineare > 75 %)

FORMAZIONI ARBOREE	Copertura arborea >2/3 (delle chiome rispetto al suolo)	TIPOLOGIA DI FORMAZIONE	Rif. Tab 6.1
Amp. soglia			
> 10 m	Copertura specie arboree riparie >2/3 rispetto alla copertura arborea totale copertura erbacee igrofile >1/2 rispetto al suolo	Formazione arborea riparia inondata	1
> 10 m	Copertura specie arboree riparie >2/3 rispetto alla copertura arborea totale	Formazione arborea riparia	2
> 10 m	Copertura specie arboree autoctone*>2/3 rispetto alla copertura arborea totale	Formazione arborea autoctona non riparia	7
> 10 m	Copertura specie esotiche >1/3 rispetto alla copertura arborea totale	Formazione arborea di specie esotiche	8

FORMAZIONI ARBUSTIVE	Copertura arborea + arbustiva >2/3 (delle chiome rispetto al suolo)	TIPOLOGIA DI FORMAZIONE	Rif. Tab 6.1
Amp. soglia			
> 5 m	Copertura specie arboree ed arbustive riparie >>2/3 rispetto alla copertura arbustiva + arborea totale	Formazioni arbustiva riparia	3
> 5 m	Copertura specie arboree ed arbustive autoctone* >2/3 rispetto alla copertura arbustiva e arborea totale	Formazione arbustiva autoctona non riparia	9
> 5 m	Copertura specie arboree ed arbustive esotiche >1/3 Copertura specie arboree ed arbustive riparie >1/2 rispetto alla copertura arbustiva + arborea totale	Formazione arbustiva riparia a forte presenza di esotiche e/o infestanti	11
> 5 m	Copertura specie arboree ed arbustive esotiche >1/3 rispetto alla copertura arbustiva + arborea totale	Formazione arbustiva di specie esotiche e/o infestanti	15

FORMAZIONI ERBACEE soglia		TIPOLOGIA DI FORMAZIONE	Rif. Tab 6.1
Amp. soglia			
> 5 m	Copertura elofite ed anfitite >2/3 rispetto al suolo	Formazione erbacea igrofila a elofite e anfitite	4
> 5 m	Copertura specie igrofile >2/3 rispetto al suolo	Formazione erbacea igrofila su suoli idromorfi in ambiente montano	5
> 5 m	Copertura idrofite >1/2 rispetto allo specchio d'acqua	Formazione ad idrofite in acque lentiche (o lentamente fluenti)	6
> 5 m	Copertura specie igrofile < 2/3 rispetto al suolo	Formazione erbacea non igrofila	18

- Le **bordure** sono formazioni a prevalente sviluppo lineare, di ampiezza limitata, ciò ne riduce la funzionalità. Possono essere caratterizzate da una specifica struttura (arbustiva, erbacea), da una specifica fisionomia (riparie, non riparie) ma possono anche essere a struttura e fisionomia mista. Si definiscono bordure funzionali solo quelle costituite in forte prevalenza (copertura $> 2/3$) da specie riparie o igrofile.
- Tra le **bordure igrofile** ricadono le formazioni a dominanza di arbusti ripari, di elofite ed anfifite, di erbacee igrofile che non raggiungono lo spessore necessario (5 m) per essere considerate formazioni arbustive riparie e formazioni erbacee igrofile.

Sono considerate a **funzionalità nulla** tutte le bordure non igrofile (ovvero quelle con copertura specie igrofile e riparie $< 2/3$ rispetto al totale o rispetto al suolo).

I filari arborei isolati sono costituiti da una fila continua (quindi, con copertura delle chiome $> 75\%$) di alberi (10 m possono corrispondere anche a 2 file di alberi) non raccordata alle spalle con alcuna altra formazione.

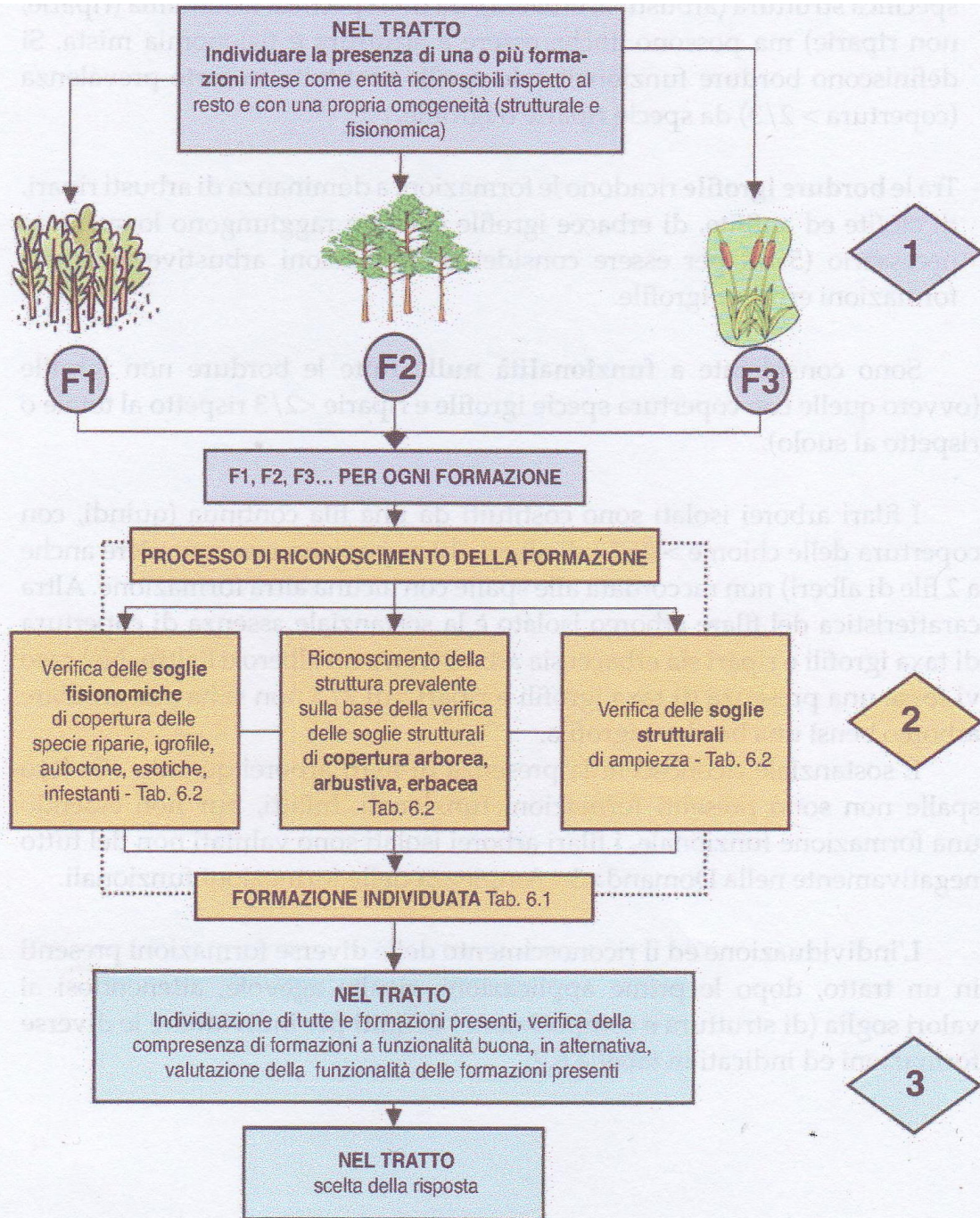
Altra caratteristica del filare arboreo isolato è la sostanziale assenza di copertura di taxa igrofili e ripari sia erbacei sia arbustivi tra un albero e l'altro.

Domanda 3: Ampiezza delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale

	sponda	dx		sx
a) ampiezza cumulativa delle formazioni funzionali maggiore di 30 m	15			15
b) ampiezza cumulativa delle formazioni funzionali compresa tra 30 e 10 m	10			10
c) ampiezza cumulativa delle formazioni funzionali compresa tra 10 e 2 m	5			5
d) assenza di formazioni funzionali	1			1

Domanda 4: Continuità delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale

	sponda	dx		sx
a) sviluppo delle formazioni funzionali senza interruzioni	15			15
b) sviluppo delle formazioni funzionali con interruzioni	10			10
c) sviluppo delle formazioni funzionali con interruzioni frequenti o solo erbacea continua e consolidata o solo arbusteti a dominanza di esotiche e infestanti	5			5
d) suolo nudo, popolamenti vegetali radi	1			1



Domanda 5: Condizioni idriche

	sponda	dx		sx
a) regime perenne con portate indisturbate e larghezza dell'alveo bagnato > 1/3 dell'alveo di morbida			20	
b) fluttuazioni di portata indotte di lungo periodo con ampiezza dell'alveo bagnato < 1/3 dell'alveo di morbida			10	
c) disturbi di portata frequenti o secche naturali stagionali non prolungate o portate costanti indotte o variazione del solo tirante idraulico			5	
d) disturbi di portata intensi, molto frequenti o improvvisi o secche prolungate indotte per azione antropica			1	

Il regime idrologico di un corso d'acqua è determinato da diversi fattori naturali:

Fonte di alimentazione –

I regimi idrologici determinati da apporti nivo-glaciali presentano picchi estivi

I regimi idrologici determinati da un'alimentazione pluviale presentano portate basse nei periodi di siccità estiva o invernale

Struttura granulometrica del subalveo e estensione della falda -

In terreno poroso ed in presenza di una falda estesa si può avere inerzia nel sistema con assorbimento di acqua in periodo di piena e alimentazione in condizioni di magra

Copertura del suolo-

Influisce sulla permeabilità, sul tempo di corrivazione e trasporto solido

Clima

Ma vi sono anche variazioni del regime idrologico provocate da fattori antropici:

USO DEL SUOLO

IMPERMEABILIZZAZIONE DEL TERRITORIO

CAPTAZIONI



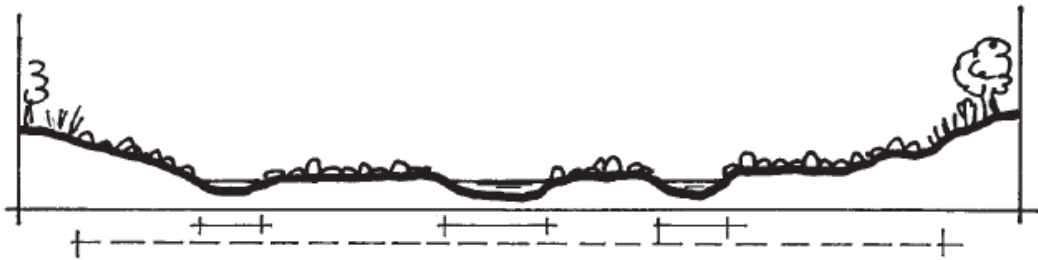
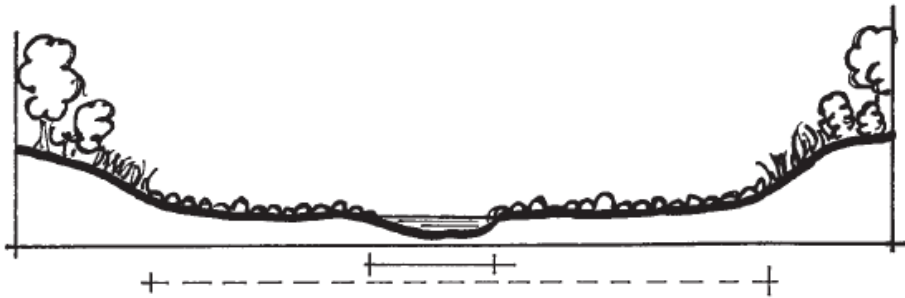
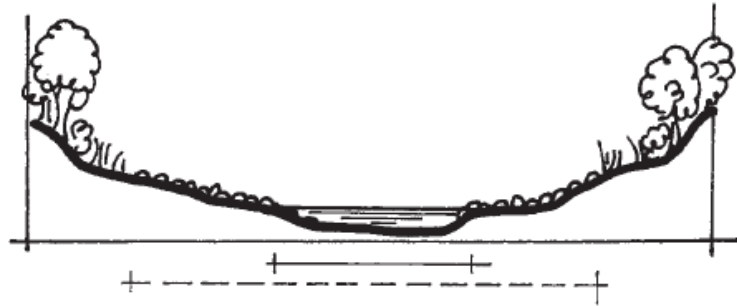
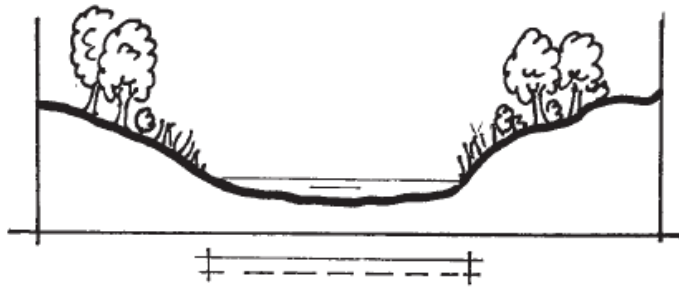
Diminuzione della superficie di alveo bagnato con conseguenza minor spazio per le comunità animali e vegetali

Diminuzione dell'effetto di autodepurazione

Banalizzazione dell'habitat e minor biodiversità a causa di velocità omogenea e altezza dell'acqua uniforme

Alterazione del trasporto solido e dei processi di erosione e sedimentazione

Cambiamento delle caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua



Diverse situazioni con progressivo aumento della fascia sommersa dalle piene abituali, a partire da un alveo monocursale inciso per giungere ad un alveo pluricursale con ampia piana inondabile.

Linea tratteggiata indica alveo di morbida, linea continua indica alveo bagnato.

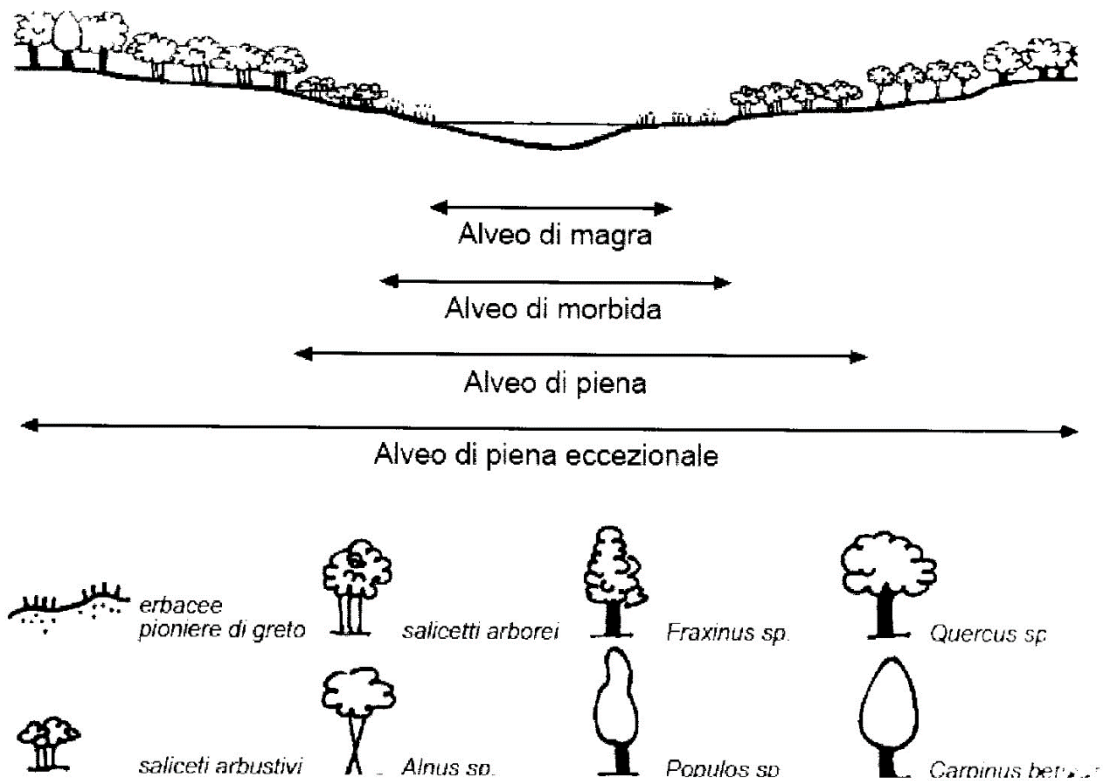


Fig. 2.45 Distribuzione delle tipologie di vegetazione riparia lungo una sezione trasversale.

Domanda 6: Efficienza di esondazione

	sponda	dx	sx
a) tratto non arginato, alveo di piena ordinaria superiore al triplo dell'alveo di morbida		25	
b) alveo di piena ordinaria largo tra 2 e 3 volte l'alveo di morbida (o, se arginato, superiore al triplo)		15	
c) alveo di piena ordinaria largo tra 1 e 2 volte l'alveo di morbida (o, se arginato, largo 2-3 volte)		5	
d) tratti di valli a V con forte acclività dei versanti e tratti arginati con alveo di piena ordinaria < di 2 volte l'alveo di morbida		1	

Le variazioni di portata di un corso d'acqua sono alla base del dinamismo fluviale, infatti sono proprio il susseguirsi di periodi di magra, morbida e piena che determinano la diversità strutturale degli ambienti fluviali.

La possibilità di un fiume di esondare avendo a disposizione una piana inondabile è fondamentale per incrementare l'interscambio di materia organica, energia e nutrienti tra il corso d'acqua e la zona perifluviale e contribuisce alla funzionalità fluviale

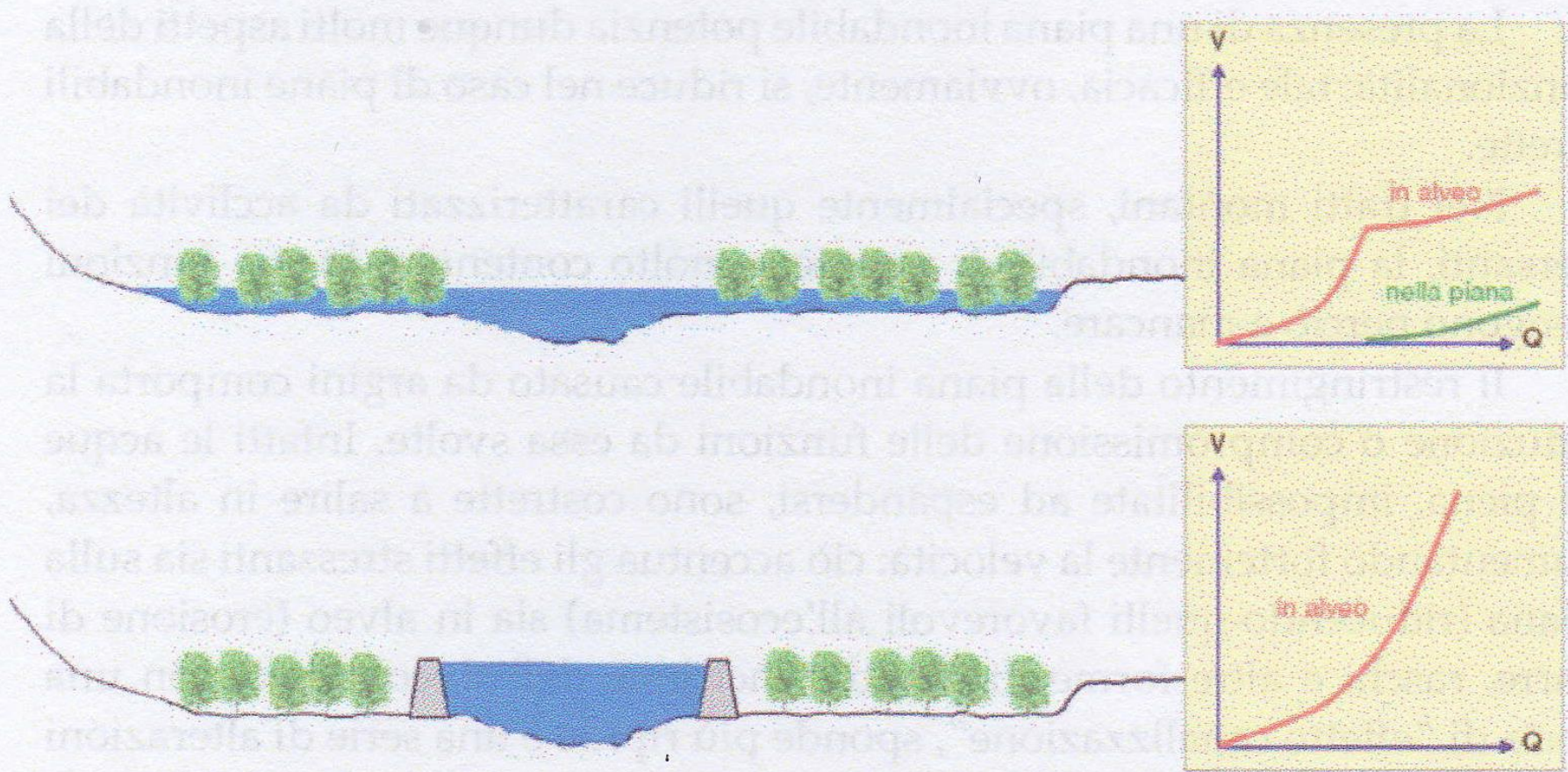


Fig. 6.3. **Sopra:** in presenza di piana inondabile, superato il livello di bankfull l'espansione delle acque di piena induce un forte rallentamento della curva di crescita della velocità. **Sotto:** la sottrazione della piana inondabile, conseguente agli argini, confina in alveo l'intera portata di piena, inducendo una crescita esponenziale della velocità, con effetti distruttivi. (Figura di G. Sansoni)

L'espansione periodica delle acque di piena nella piana inondabile ha effetti morfologici e idrodinamici:

- il contenimento dell'aumento di velocità con riduzione dell'incisione dell'alveo e dell'erosione delle sponde;
- tale contenimento riduce l'entità dello stress a cui sono sottoposti i pesci;
- favorisce il mantenimento dell'equilibrio geomorfologico e degli habitat (barre, buche, raschi) che, altrimenti, verrebbero spazzati via dalla violenza della corrente;
- favorisce l'infiltrazione e il ravvenamento della falda che, in seguito, alimenterà il corso d'acqua (attenuazione delle magre);

- favorisce il rimodellamento morfologico della piana e, perciò, la creazione di un mosaico di habitat perifluviali (vari tipi di zone umide, aree denudate, aree boscate, suoli privi di frazioni fini frammisti ad altri che ne sono ricchi...);
- fornisce ai pesci (nelle zone umide) zone protette di svezzamento e di accrescimento;
- crea le condizioni per lo sviluppo di ampie fasce vegetate riparie, arbustive e arboree;
- permette il reintegro in alveo della materia organica dilavata dalla piena (grazie al ritiro delle acque di piena, ricche di apporti organici).

Domanda 7: Substrato dell'alveo e strutture di ritenzione degli apporti trofici

	sponda	dx		sx
a) alveo con massi e/o vecchi tronchi stabilmente incassati (o presenza di fasce di canneto o idrofite)			25	
b) massi e/o rami presenti con deposito di materia organica (o canneto o idrofite rade e poco estese)			15	
c) strutture di ritenzione libere e mobili con le piene (o assenza di canneto e idrofite)			5	
d) alveo di sedimenti sabbiosi o sagomature artificiali lisce a corrente uniforme			1	

Domanda 8: Erosione

	sponda dx		sx
a) poco evidente e non rilevante o solamente nelle curve	20		20
b) presente sui rettilinei e/o modesta incisione verticale	15		15
c) frequente con scavo delle rive e delle radici e/o evidente incisione verticale	5		5
d) molto evidente con rive scavate e franate o presenza di interventi artificiali	1		1

L'erosione accelerata crea un sistema, in rapida trasformazione, in cui si ha la riduzione dei siti di ritenzione, la distruzione di zone rifugio e di aree di ovodeposizione, soprattutto per la fauna ittica, contribuendo a limitare i fattori di trasformazione della materia organica.

L'erosione fisiologica, invece, garantisce nel medio periodo la stabilità del sistema fluviale e dei suoi processi metabolici.

Domanda 9: Sezione trasversale

	sponda	dx		sx
a) alveo integro con alta diversità morfologica			20	
b) presenza di lievi interventi artificiali ma con discreta diversità morfologica			15	
c) presenza di interventi artificiali o con scarsa diversità morfologica			5	
d) artificiale o diversità morfologica quasi nulla			1	

IDONEITA' ITTICA

A -ELEVATA	—————→	25
B -BUONA O DISCRETA	—————→	20
C -POCO SUFFICIENTE	—————→	5
D -ASSENTE o SCARSA	—————→	1

	Zone rifugio ZR	Aree di frega AF	Ombreg- giatura OM	Zone di produzione cibo PC
Assenti	1	1	1	1
Scarse	2	2	2	2
Discrete	3	3	3	3
Abbondanti	4	4	4	4
Molto abbondanti	5	5	5	5

**Sbarramenti non superabili durante l'anno
SB**

Almeno due sbarramenti con distanza tra loro < 3 volte l'alveo di morbida	5
Almeno due sbarramenti con distanza tra loro > 3 volte l'alveo di morbida	3
Presenza di una briglia	1
Assenza di sbarramenti	0

Dighe a valle del tratto in esame

D

Presenza di dighe	5
Assenza di dighe	0

Il punteggio finale **PF** si ricava da:

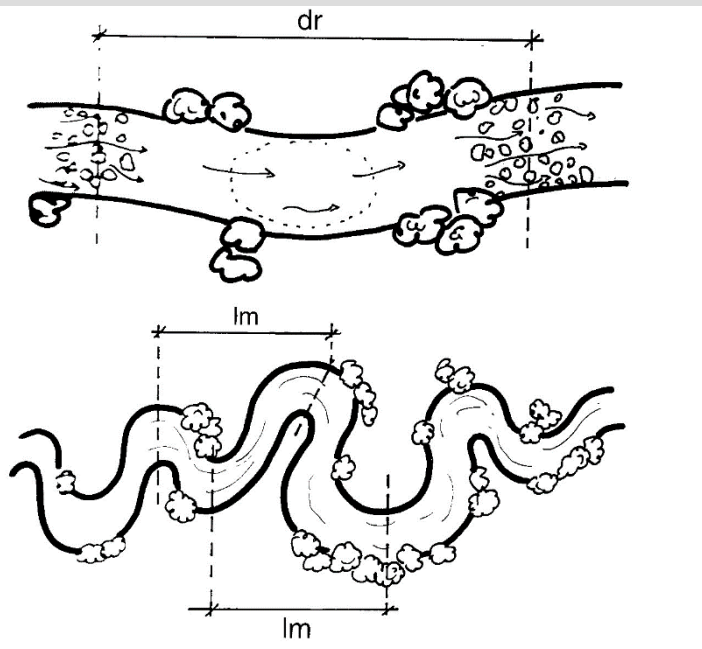
$$\mathbf{PF = ZR + AF + OM + PC - SB - D.}$$

In base al punteggio finale, che può assumere un valore fino ad un massimo di 20, si assegnerà una delle 4 risposte a questa domanda, come riportato nella tabella successiva.

Punteggio finale PF	Risposta da assegnare
14-20	A
9-13	B
4-8	C
< 4	D

Domanda 11: Idromorfologia

	sponda	dx	sx
a) elementi idromorfologici ben distinti con successione regolare		20	
b) elementi idromorfologici ben distinti con successione irregolare		15	
c) elementi idromorfologici indistinti o preponderanza di un solo tipo		5	
d) elementi idromorfologici non distinguibili		1	



meandriiformi



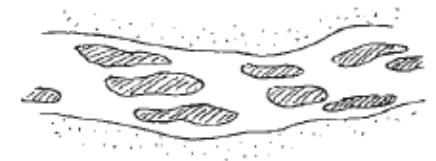
anastomizzato



sinuoso



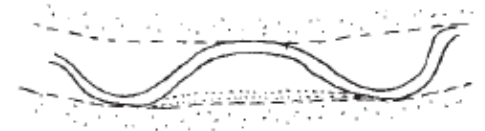
canali intrecciati



confinato (naturale)



transizionale



Domanda 12: Componente vegetale in alveo bagnato

	sponda	dx		sx
a) perifiton sottile e scarsa copertura di macrofite tolleranti			15	
b) film perifitico tridimensionale apprezzabile e scarsa copertura di macrofite tolleranti			10	
c) perifiton discreto o (se con significativa copertura di macrofite tolleranti) da assente a discreto			5	
d) perifiton spesso e/o elevata copertura di macrofite tolleranti			1	

LISTA MACROFITE TOLLERANTI

<i>Alisma plantago aquatica</i> L.	<i>Potamogeton crispus</i> L.
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	<i>Potamogeton pectinatus</i> L.
<i>Ceratophyllum submersum</i> L.	<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.
<i>Lemna gibba</i> L.	<i>Rumex hydrolapathum</i> Hudson
<i>Lemna minor</i> L.	<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	<i>Sparganium emersum</i> Rehm
<i>Myriophyllum verticillatum</i> L.	<i>Sparganium erectum</i> L.
<i>Nuphar luteum</i> (L.) S. e S.	<i>Typha latifolia</i> L.
<i>Polygonum amphibium</i> L.	<i>Zannichellia palustris</i> L.
<i>Polygonum hydropiper</i> L.	

		percentuale di copertura delle macrofite tolleranti rispetto all'area dell'alveo bagnato del tratto considerato		
		<15%	15-35%	> 35
spessore perifiton	assente o formante sottili pellicole aderenti al substrato	a)	b)	c)
	formante patine apprezzabili tridimensionalmentee	b)	c)	d)
	discreto	c)	c)	d)
	spesso	d)	d)	d)

Domanda 13: Detrito

	sponda	dx		sx
a) frammenti vegetali riconoscibili e fibrosi			15	
b) frammenti vegetali fibrosi e polposi			10	
c) frammenti polposi			5	
d) detrito anaerobico			1	

Viene valutata l'efficienza del processo di demolizione del detrito organico da parte della comunità macrobentonica.

Domanda 14: Comunità macrobentonica

	sponda	dx		sx
a) ben strutturata e diversificata, adeguata alla tipologia fluviale		20		
b) sufficientemente diversificata ma con struttura alterata rispetto all'atteso		10		
c) poco equilibrata e diversificata con prevalenza di taxa tolleranti l'inquinamento		5		
d) assenza di una comunità strutturata, presenza di pochi taxa, tutti piuttosto tolleranti l'inquinamento		1		





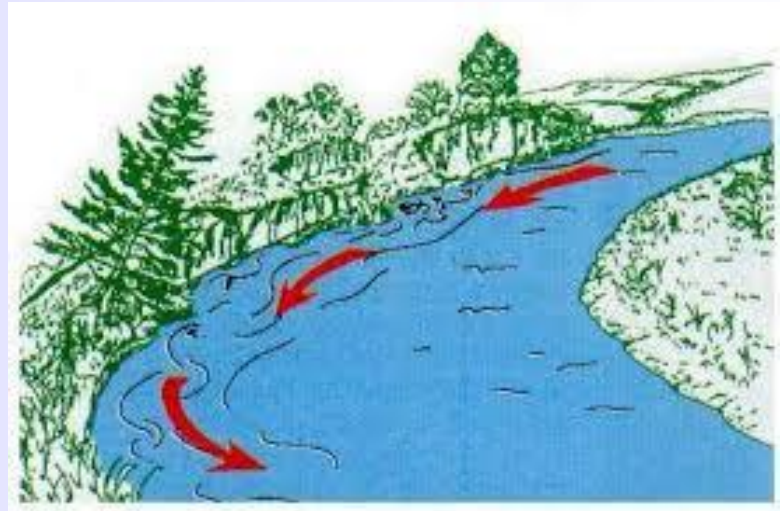














GENIO CIVILE DI PORDENONE: CONSOLIDAMENTO SPONDALE SUL NONCELLO



La rinaturalizzazione del sito dopo 5 anni





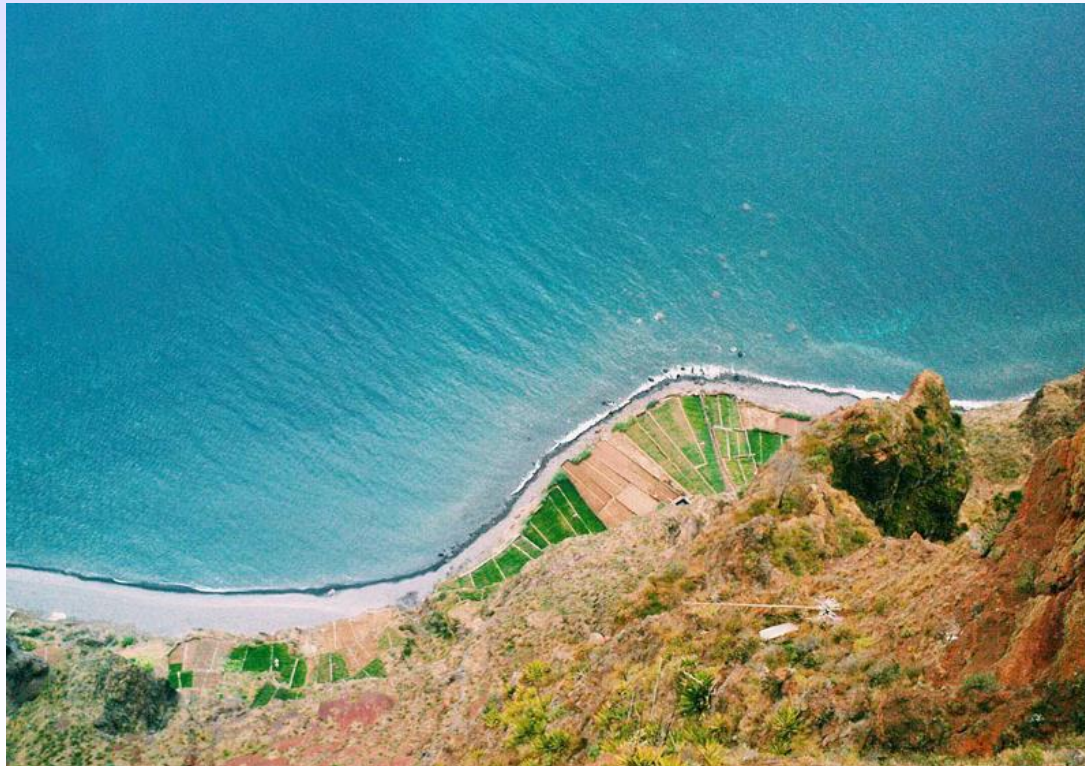


INDICE DI FUNZIONALITA' PERILACUALE (IFP)

Le fasce riparie, sia di tipo arbustivo/arboreo, possiedono una efficace capacità di intercettazione dei nutrienti provenienti dalle aree agricole adiacenti, abbattendo anche oltre il 90% del contenuto di azoto e fosforo nell'acqua di scorrimento superficiale e sub-superficiale, che afferisce al corpo d'acqua, mentre le coperture erbacee, data la loro scarsa penetrazione radicale nel suolo, svolgono una azione molto meno efficiente.

TERMINOLOGIA

Linea di costa (shoreline) - si riferisce a quella porzione di costa lacustre di contatto tra acqua e terra, che può essere nuda, erbacea o costituita da elementi vegetali più o meno complessi, come ceppi, tronchi, rami, apparati radicali, canneti o altro;



Fascia litoranea (littoral zone):
indica quella porzione di lago
adiacente alla linea di costa, che
corrisponde alla zona eufotica
(ben illuminata) ed in genere
coincide con il limite di
sviluppo delle macrofite
sommerse; ospita comunità di
fitobenthos e zoobenthos
caratteristiche e fornisce rifugio
a molti animali acquatici e non;
è zona di deposito e sviluppo
delle uova di talune specie
ittiche



fascia riparia (riparian zone):
rappresenta quella parte di territorio immediatamente adiacente al lago, in grado di influenzare significativamente il valore di qualità determinato dagli altri elementi idromorfologici, biologici o fisici e a sua volta può essere influenzata dagli allagamenti e dal moto ondoso.

Viene per lo più indicata come quella porzione che svolge funzioni ecotonali.



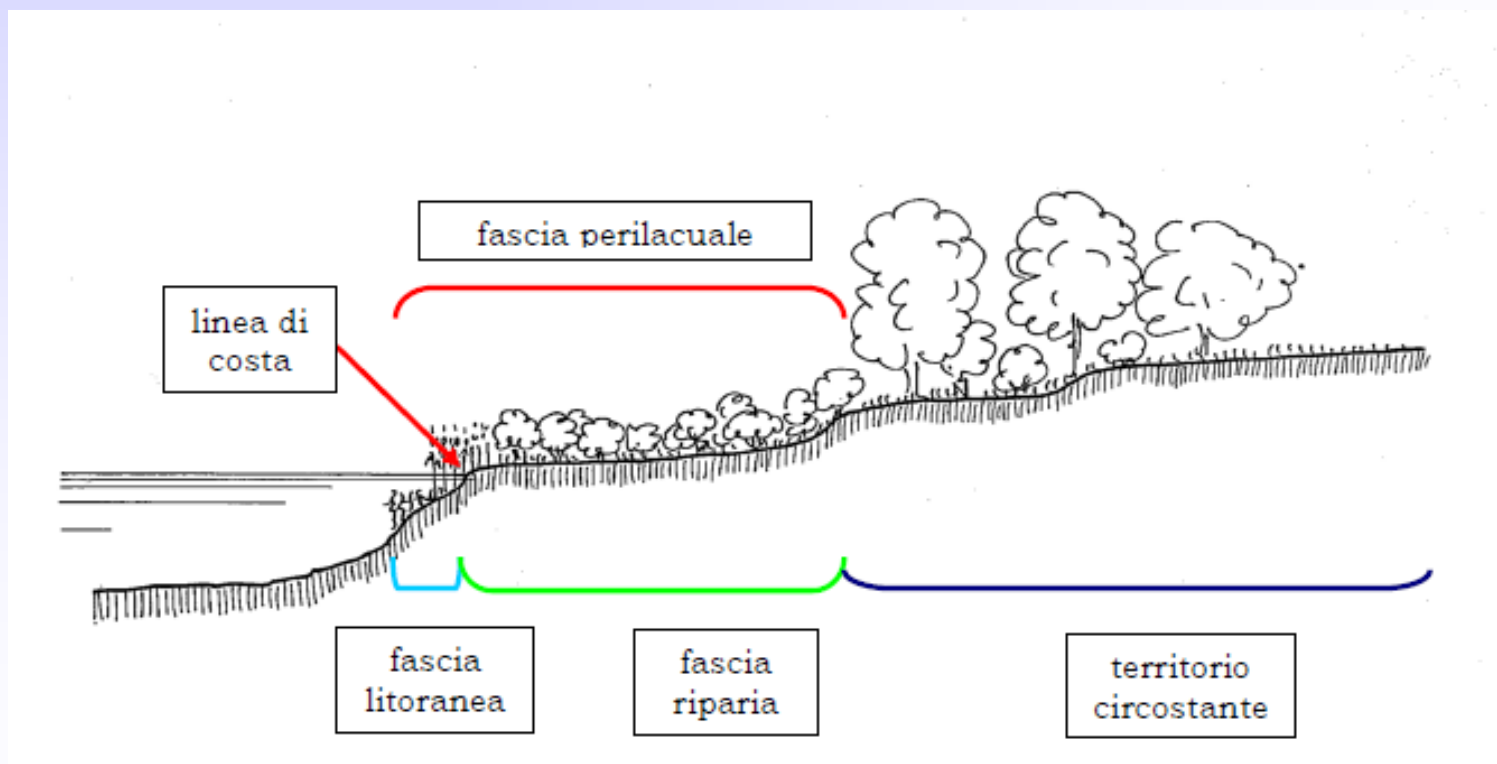
territorio circostante (lakeside zone): interessa quella porzione di territorio che interagisce con l'ambiente lago; non ha struttura e funzione ecotonale, ma più prettamente terrestre.



L'espressione **lakeshore**, che solo ultimamente è utilizzata in letteratura per identificare la porzione di lago che svolge sia morfologicamente sia funzionalmente il ruolo di elemento ecotonale, corrisponde alla fascia che **comprende sia la littoral zone sia la riparian zone** sopra descritte

Il termine lakeshore quindi, viene impiegato per indicare **l'area di transizione (ecotono)**, che mette in comunicazione l'ambiente terrestre con quello pelagico

Ai fini della applicazione del metodo IFP per FASCIA PERILACUALE si intende una fascia topograficamente sita attorno al lago, che **comprende parte della zona litorale** (littoral zone fino a profondità massima di un metro) e **si estende fino a 50 metri dalla linea di costa** (shoreline).



FUNZIONE FASCIA PERILACUALE

1) Filtro - Le piogge e il ruscellamento superficiale dell'acqua sono rallentati dalla vegetazione, che favorisce l'infiltrazione e i processi di cattura dei sedimenti e degli inquinanti

2) Protezione dall'erosione - Le radici arboree trattengono il terreno delle rive impedendo o rallentando il processo di erosione operato dal moto ondoso naturale o indotto dai natanti

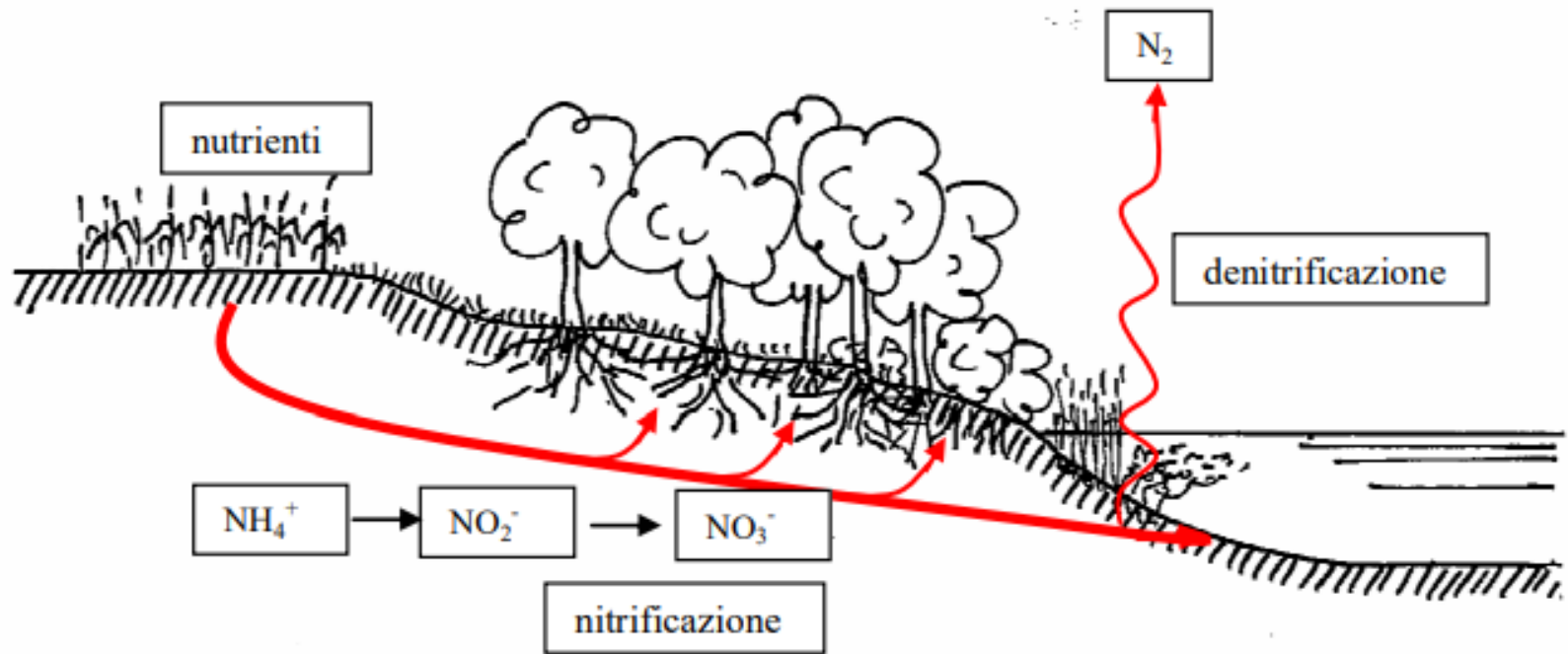
3) Rimozione dei nutrienti - I nutrienti come azoto o fosforo sono intercettati dagli apparati radicali della vegetazione.

Il fosforo è il principale nutriente limitante dei laghi e produce un'accelerazione del processo eutrofico delle acque lacustri. La sua rimozione può avvenire mediante tre diverse soluzioni:

a) deposito nei sedimenti lacustri;

b) adsorbimento del fosforo disciolto, come ortofosfato, e sua immobilizzazione nelle particelle del sedimento di fondo

c) uptake o prelievo di azoto e fosforo ortofosfato solubile con la suzione operata dagli apparati radicali della vegetazione perilacuale





4) Controllo della temperatura - Attraverso l'ombreggiamento prodotto dalla chioma degli alberi si può avere un'attenuazione dell'irraggiamento solare ed un controllo della temperatura nella striscia d'acqua a contatto con la costa, dove più spesso si insedia la fauna e dove avvengono le deposizioni di uova

5) Habitat - La fascia perilacuale vegetata forma un habitat ideale per molte specie di animali (anfibi, rettili, uccelli, mammiferi, insetti ecc.), fornendo loro rifugio e cibo necessario per la sopravvivenza e riproduzione. A tale aspetto si associa anche una valenza della fascia costiera come habitat per la fauna ittica e quindi come elemento da tutelare o riqualificare anche per il mantenimento della risorsa alieutica

6) Valore antropico - Una fascia perilacuale vegetata e alberata assume particolare valore per caratterizzare il lago sia dal punto di vista naturalistico, sia estetico. Altre volte assume valore culturale storicoarcheologico per la presenza di manufatti di pregio storico.

Come è stato costruito l'Indice di Funzionalità Perilacuale

Classification tree – è di immediata comprensione ad un'utenza di ecologi e naturalisti, poiché genera un albero binario che ha la stessa struttura di una chiave dicotomica per l'identificazione di specie.

Questa soluzione non è l'unica possibile e non è necessariamente la più efficace in assoluto, l'obiettivo primario è stato quello di ottenere un metodo facilmente applicabile sulla base di un insieme di osservazioni di campo piuttosto limitato

L'applicazione della scheda IFP va preceduta da un'analisi "a tavolino" dell'ambiente lacustre in esame.

carte tematiche contenenti informazioni georeferenziate (uso del suolo, carta della vegetazione, curve di livello, eventuale batimetria, foto aeree, carta tecnica, etc.). Indipendentemente dalla scala prescelta per la restituzione dei risultati, per il lavoro sul campo è necessaria una carta alla scala 1:10.000 per poter individuare con un certo dettaglio gli elementi necessari all'analisi ambientale.

La scheda risulta articolata in tre gruppi di descrittori:

1) Parametri generali

- (a) Topografici
- (b) Morfologici
- (c) Climatici
- (d) Geologici
- (e) Diversi

2) Parametri ecologici

- (a) Tipologia vegetazione
- (b) Ampiezza
- (c) Continuità
- (d) Interruzione

3) Parametri socio-economici

- (a) Generali
- (b) Uso del territorio
- (c) Infrastrutture
- (d) Turismo
- (e) Infrastrutture turistiche
- (f) Attività produttive

	INDICATORE	espressione parametro	tipologia
TOPOGRAFICI	origine ¹	-	categoria
	tipo ²	-	categoria
	locazione ³	-	categoria
	latitudine	gradi, primi e secondi	numerico
	longitudine	gradi, primi e secondi	numerico
	quota lago	metri slm	numerico
	quota media bacino imbrifero	metri slm	numerico
MORFOLOGICI	area bacino imbrifero (SB)	km ²	numerico
	pendenza rive	gradi o percentuale	numerico
	sviluppo linea di costa	-	numerico
	area lago (SL)	km ²	numerico
	volume	km ³	numerico
	profondità massima	metri	numerico
	profondità media	metri	numerico
	tempo medio di residenza	anni	numerico
	portata immissari/emissari	m ³ /secondo	numerico
	rapporto SB/SL	-	numerico
sbalzi di livello	-	presenza/assenza	
CLIMATICI	piovosità	mm/anno	numerico
	temperatura max media di gennaio	gradi centigradi	numerico
	temperatura max media di luglio	gradi centigradi	numerico
	tipologia substrato geologico prevalente	-	categoria
DIVERSI	ciclo termico	-	categoria
	trasparenza estiva (disco Secchi)	metri	numerico
	classificazione trofica usando i principali indicatori	-	categoria

¹ = tettonico, vulcanico, glaciale, lanca, di frana, endorreico, costiero, stagionale, altro

² = artificiale, naturale aperto, naturale largo, naturale chiuso, naturale regolato, altro

³ = alpino (montano), prealpino (mezza montagna), planiziale

⁴ = calcareo, magmatico, metamorfico, sedimentario, altro

⁵ = olomittico, monomittico, dimittico, polimittico, meromittico, amittico, altro

⁶ = ultraoligotrofico, oligotrofico, mesotrofico, eutrofico, ipertrofico

TMR = Nel caso di grandi laghi (perimetro superiore ai 50 km), in linea di massima, il tratto minimo è da considerarsi non inferiore ai 200 metri, salvo la presenza di tratti con particolari caratteristiche o impatti antropici che possono richiedere la compilazione di una scheda a parte.

La seconda parte della scheda si riferisce alle condizioni di ogni singolo tratto omogeneo di fascia perilacuale, scelto secondo le modalità descritte in seguito

PARAMETRO	TIPOLOGIA	VALORI	NOTE
1. Ampiezza della fascia perilacuale	categoria	0, 1, 2, 3, 4, 5	
2. Caratterizzazione della vegetazione perilacuale			
2.1 Copertura/composizione %	numerico	% - da 0 a 1	$\sum = 1$, tranne casi particolari
2.2 Vegetazione igrofila e non igrofila	numerico	% - da 0 a 1	$\sum = 1$
2.3 Presenza specie esotiche	numerico	% - da 0 a 1	
2.4 Eterogeneità vegetazione arborea-arbustiva	numerico	da 0 a 1	
3. Continuità della vegetazione perilacuale	categoria	0, 0,5, 1	
4. Presenza di interruzioni entro la fascia perilacuale	numerico	da 0 a 1	
5. Tipologia di uso antropico nella fascia perilacuale	categoria	0, 0,5, 1	
6. Uso prevalente del territorio circostante	categoria	0, 1, 2, 3	
7. Infrastrutture	numerico	da 0 a 1	
8. Fascia perilacuale emersa			
8.1 Pendenza media	categoria	0, 1, 2, 3, 4, 5	
8.2 Confronto pendenza area emersa/sommersa	categoria	0, 1	
9. Profilo della riva			
9.1 Concavità e convessità	numerico	da 0 a 1	
9.2 Complessità	numerico	da 0 a 1	
10. Artificialità della riva	numerico	da 0 a 1	
11. Canalizzazione apparente del run-off	categoria	0, 0,5, 1	
12. Giudizio personale	categoria	0, 1, 2, 3, 4, 5	

Nella spiegazione del metodo, non tutti i parametri entreranno a far parte del set di risoluzione ed identificazione del livello di funzionalità, tuttavia è opportuno compilare tutta la scheda per avere un inventario completo delle caratteristiche della fascia perilacuale, in modo da permettere eventuali altre elaborazioni e discussioni progettuali per fini pianificatori

Data:

Lago:

Numero scheda:

Delimitazione tratto:

Numero foto:

Rilevatori:

Coordinate GPS:

FASCIA PERILACUALE

confine della fascia determinato da

1. Ampiezza della fascia perilacuale

0	0
1-5 m	1
5- 10 m	2
10- 30 m	3
30-50 m	4
> 50 m	5

2. Caratterizzazione della Vegetazione perilacuale

2.1 Copertura/composizione % (espressa da 0 a 1)

alberi %	
arbusti %	
canneto %	
erbe %	
suolo nudo %	

2.2 Vegetazione igrofila e non igrofila (espressa da 0 a 1)

igrofile	
non igrofile%	

2.3 Presenza specie esotiche

esotiche %	
------------	--

a ampiezza maggiore)

giusta fino ad un massimo di 50 m (quando FP h:

2.4 Eterogeneità vegetazione arborea-arbustiva

<i>specie arboree-arbustive autoctone igrofile >2/3</i>	
diversificata	1
intermedia	0,9 -0,7
monospecifica	0,6
<i>specie arboree-arbustive autoctone igrofile <2/3 e specie arboree-arbustive autoctone >2/3</i>	
diversificata	0,5
intermedia	0,4-0,3
monospecifica	0,2
<i>specie arboree-arbustive autoctone igrofile <2/3 e specie arboree-arbustive autoctone <2/3</i>	
prevalenza autoctone	0,1
prevalenza esotiche	0
vegetazione arborea-arbustiva assente	
	0

nella fascia perilacuale indic

3. Continuità della vegetazione perilacuale

fascia arborea e arbustiva

assente	0
discontinua	0,5
continua	1

fascia canneto bagnato

assente	0
discontinua	0,5
continua	1

fascia canneto asciutto

assente	0
discontinua	0,5
continua	1

4. Presenza di interruzioni entro la fascia perilacuale

assente	0
intermedio	
presente su tutto il tratto	1

5. Tipologia di uso antropico nella fascia perilacuale

prati incolti, sentiero o strada sterrata, etc.	0
urbanizzazione rada, prato coltivato, etc.	0,5
area urbanizzata, etc.	1

RIVA E TERRITORIO CIRCOSTANTE

0-200 m	6. Uso prevalente del territorio circostante	
	foreste e boschi	0
	prati, pascoli, boschi, arativi, incolti	1
	colture stagionali e/o permanenti e urbanizzazione rada	2
	area urbanizzata	3
	7. Infrastrutture	
	<i>strade provinciali/statali</i>	
	assente	0
	intermedio	
	presente su tutto il tratto	1
	<i>ferrovie</i>	
	assente	0
	intermedio	
	presente su tutto il tratto	1
	<i>parcheggi</i>	
	assente	0
intermedio		
presente su tutto il tratto	1	
<i>infrastrutture turistiche</i>		
assente	0	
intermedio		
presente su tutto il tratto	1	

8. Fascia perilacuale emersa

8.1 Pendenza media

pianeggiante	0
pendenza appena apprezzabile	1
evidente, ma superabile senza problemi	2
significativa, ma superabile da sentieri o rampe	3
forte; strade o sentieri con tornanti	4
estrema, non superabile da veicoli	5

8.2 Confronto pendenza area emersa/sommersa

non concorde	0
concorde	1

9. Profilo della riva

9.1 Concavità e convessità

concavità

assente	0
intermedio	
presente su tutto il tratto	1

convessità

assente	0
intermedio	
presente su tutto il tratto	1

9.2 Complessità

assente	0
intermedio	
presente su tutto il tratto	1

10. Artificialità della riva

assente	0
intermedio	
argini in cemento, o comunque non permeabili	1

11. Canalizzazione apparente del run-off

nessuna direzione di flusso prevalente	0
intermedio	
tutto lo scolo convergente in un unico punto	1

12. Giudizio personale

eccellente	1
buono	2
medio	3
scadente	4
pessimo	5

I 9 parametri che dall'elaborazione del database di schede sono risultati essere determinanti per classificare il tratto sono i seguenti:

- artificialità della riva
- copertura vegetazione erbacea
- interruzioni della fascia perilacuale
- concavità del profilo di riva
- copertura del canneto
- copertura specie arboree
- infrastrutture stradali
- eterogeneità della vegetazione arborea
- copertura specie non igrofile

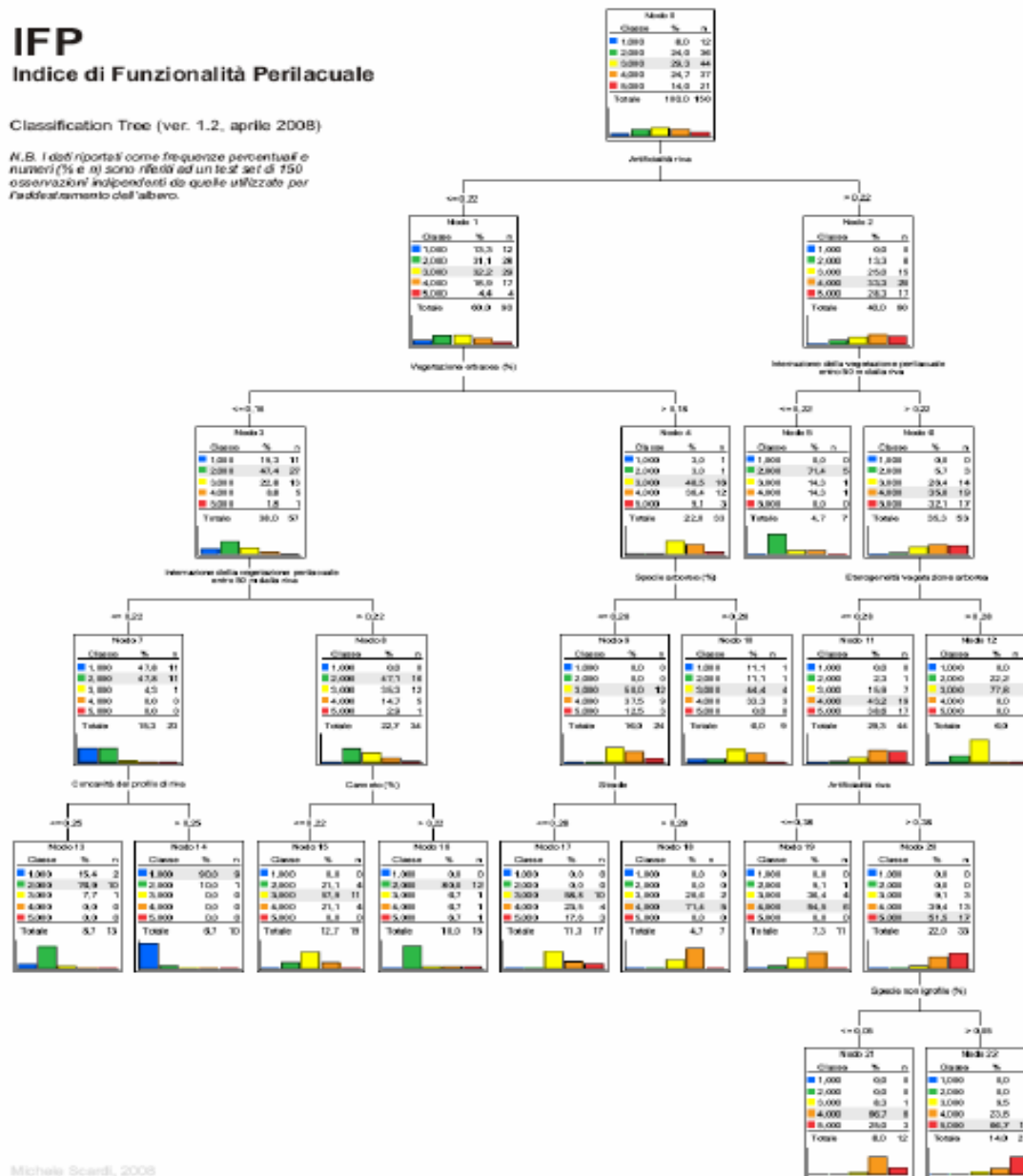
E' da specificare che le informazioni relative ai descrittori che al momento non concorrono a definire il valore dell'indice (non comprese nell'attuale *classification tree*) risultano comunque utili in quanto costituiscono un database delle caratteristiche morfologiche ed ecologiche delle zone perilacuali, alcune delle quali corrispondono agli elementi qualitativi richiesti per la classificazione dello stato ecologico dei laghi (Direttiva 2000/60/CE).

IFP


Indice di Funzionalità Perilacuale

Classification Tree (ver. 1.2, aprile 2008)

N.B. I dati riportati come frequenze percentuali e numeri (% e n) sono riferiti ad un test set di 150 osservazioni indipendenti da quelle utilizzate per l'addestramento dell'albero.




Nodo 0		
Classe	%	n
1,000	8,0	12
2,000	24,0	36
3,000	29,3	44
4,000	24,7	37
5,000	14,0	21
Totale	100,0	150



Artificialità riva

$\leq 0,22$

Nodo 1		
Classe	%	n
1,000	13,3	12
2,000	31,1	28
3,000	32,2	29
4,000	18,9	17
5,000	4,4	4
Totale	60,0	90



Vegetazione erbacea (%)

$> 0,22$

Nodo 2		
Classe	%	n
1,000	0,0	0
2,000	13,3	8
3,000	25,0	15
4,000	33,3	20
5,000	28,3	17
Totale	40,0	60



Interruzione della vegetazione periacquale
entro 50 m dalla riva

$> 0,18$

$\leq 0,22$

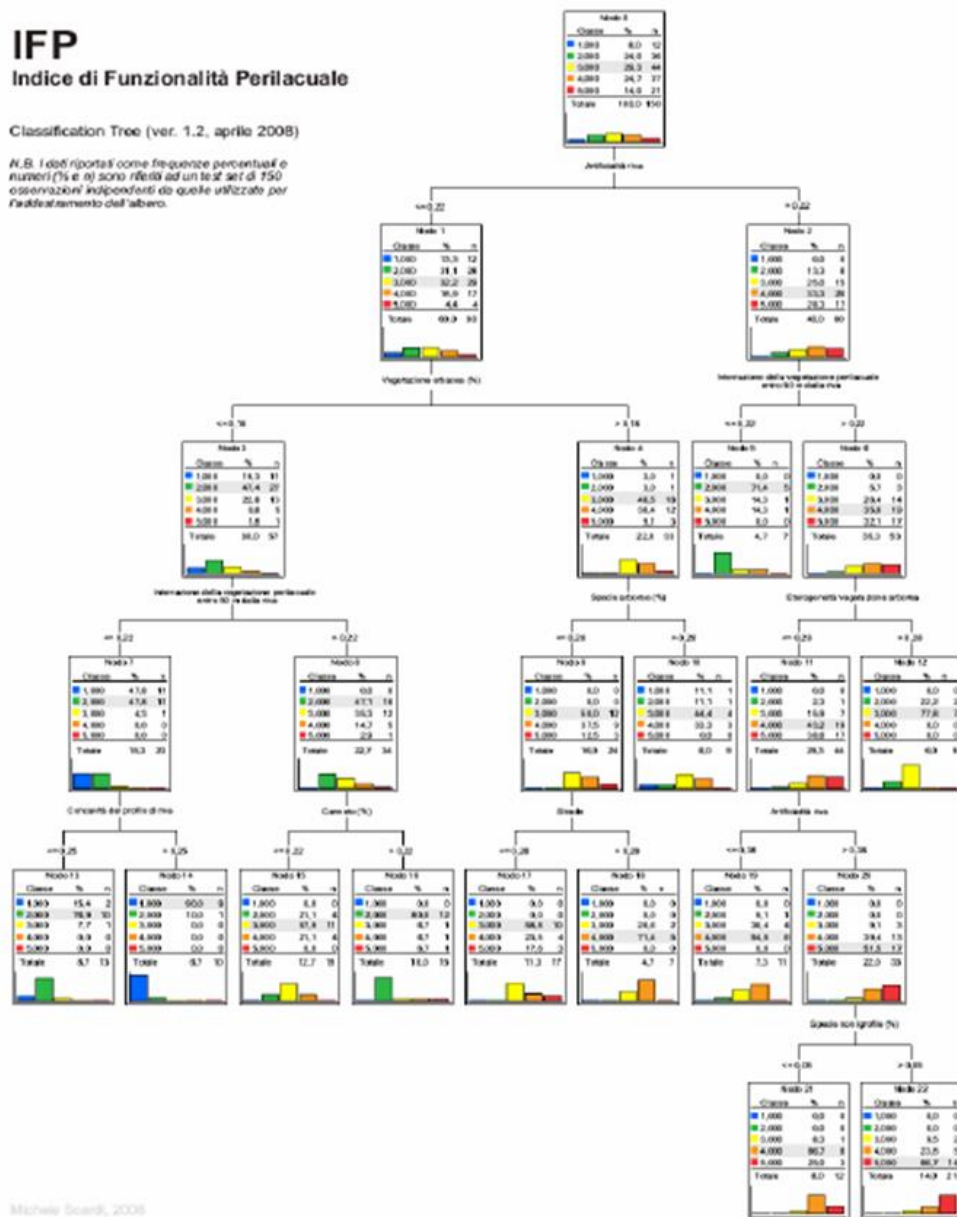
$> 0,22$

Per procedere alla classificazione di un tratto del lago si deve entrare nell'albero alla radice (in alto) e verificare la prima condizione (artificialità <0.22 o >0.22), quindi interruzione o vegetazione erbacea e così via fino al termine dell'albero che indicherà le probabilità di livello di funzionalità

IFP Indice di Funzionalità Perilacuale

Classification Tree (ver. 1.2, aprile 2008)

N.B. I dati riportati come frequenze percentuali e numeri (% e n) sono riferiti ad un test set di 750 osservazioni indipendenti da quelle utilizzate per l'addestramento dell'albero.



LIVELLO DI FUNZIONALITÀ	GIUDIZIO DI FUNZIONALITÀ	COLORE
I	eccellente	blu
II	buono	verde
III	mediocre	giallo
IV	scadente	arancio
V	pessimo	rosso











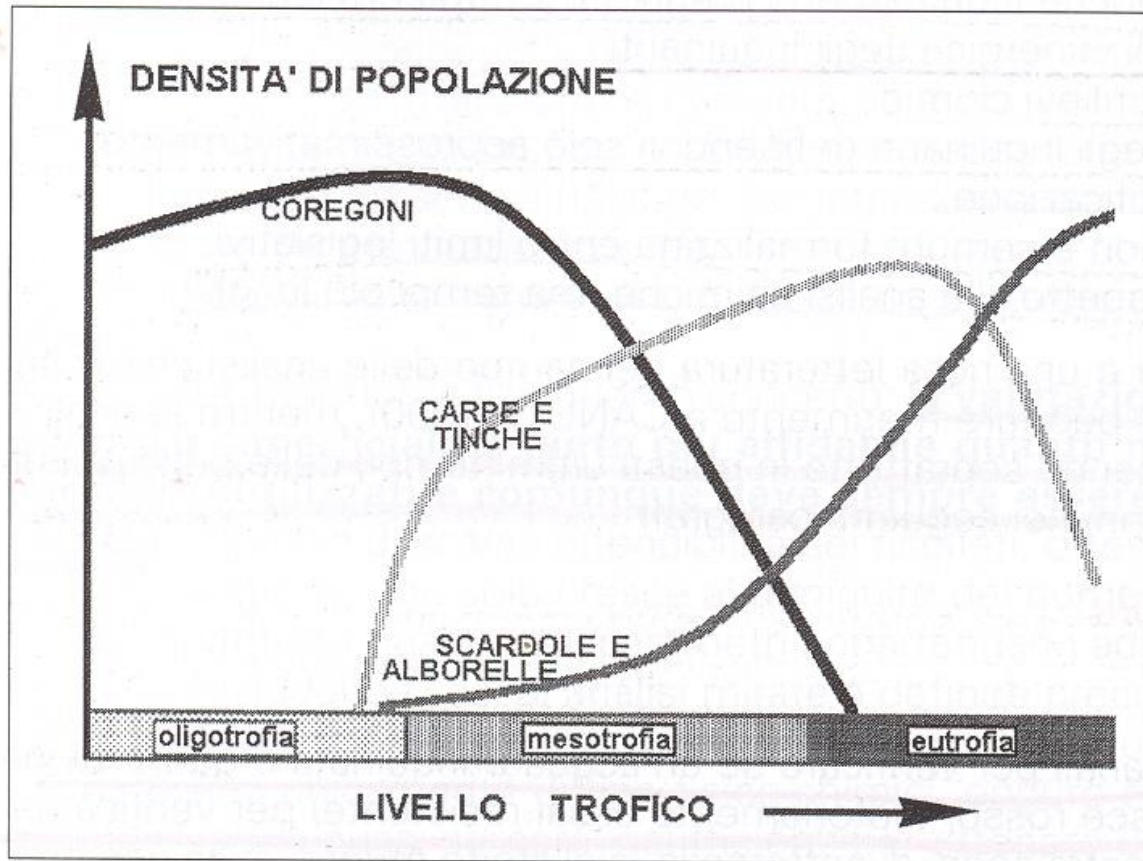
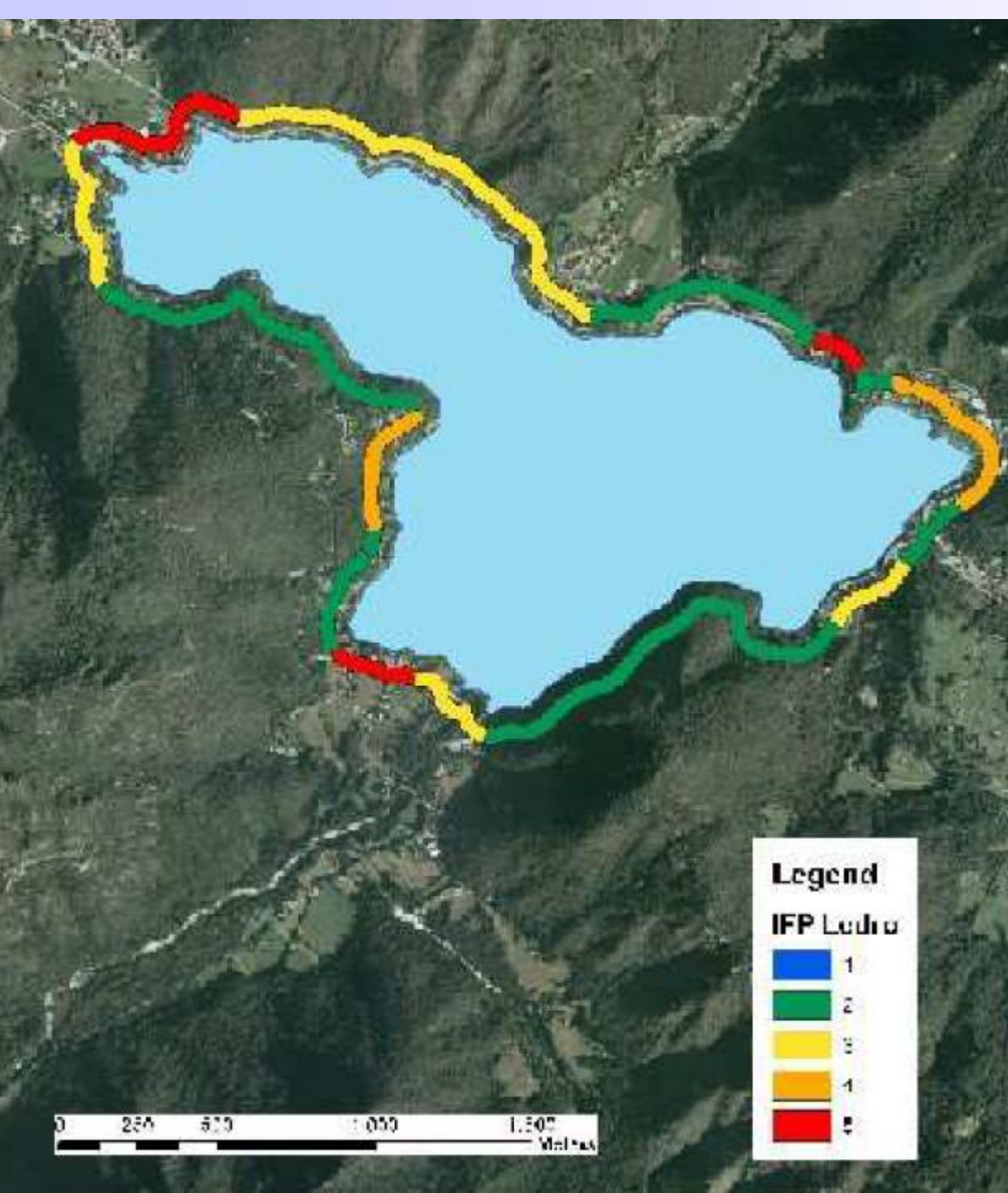


Fig. 14.1 - Evoluzione delle popolazioni ittiche in un lago in funzione del livello trofico.



La compilazione della Parte 2 della scheda va effettuata esclusivamente in campo e si riferisce ad ogni singolo tratto omogeneo; ogni volta che si osserva una variazione significativa di uno o più parametri da rilevare, deve essere compilata una nuova scheda.

6.1 Ampiezza della fascia perilacuale funzionale

1. Ampiezza della fascia perilacuale funzionale	
0	0
1-5m	1
5-10m	2
10-30m	3
30-50m	4
>50m	5

Obiettivi della domanda

Valutare l'ampiezza cumulativa (in senso ortogonale rispetto alla costa del lago) del complesso delle formazioni funzionali (per esempio elofite, idrofite, cespugli ripari e autoctoni, alberi) capaci di espletare un'azione buffer nei confronti dei nutrienti.

Principi

L'efficienza della vegetazione presente nella fascia perilacuale è legata non solo alla complessità e diversità delle formazioni presenti, ma anche alla loro ampiezza. Una fascia perilacuale con una ampiezza inferiore a 30 metri, anche se costituita da cespugli e alberi, non può svolgere efficacemente la funzione tampone. Anche la tipologia della copertura vegetativa inoltre influenza la funzionalità, quindi all'atto della stima dell'ampiezza della fascia perilacuale è importante escludere quelle componenti che non hanno alcuna funzione buffer.