



## **Gestione Sostenibile delle risorse idriche in Val di Cornia come laboratorio di soluzioni innovative**

### ***GESTIONE DEI CORSI D'ACQUA E RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE NEL PROGETTO LIFE REWAT***

23 GIUGNO 2020

Susanna Cavalieri, ARPAT - Roberto Calzolari, Regione Toscana

## **Relazioni tra indicatori EQB e idromorfologica fluviale**



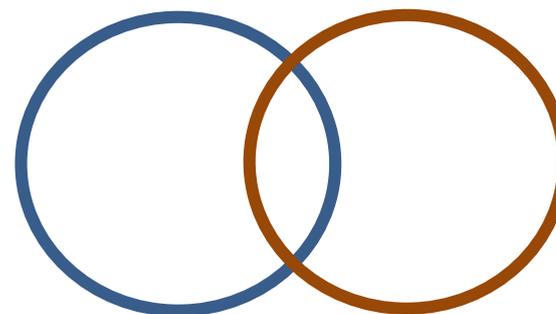
**art. 9 direttiva -  
2007/60/CE prevede  
espressamente il  
coordinamento con la  
direttiva 2000/60/CE**

**WFD**

**FD**

**TUTELA  
DELL'ACQUA**

**TUTELA  
DALL'ACQUA**



Technical Report - 2014 - 078

Links between the Floods Directive  
(FD 2007/60/EC) and  
Water Framework Directive  
(WFD 2000/60/EC)

**Capitolo 4.3.2 – Misure e obiettivi della WFD**

## Il corpo idrico :

una coerente sub-unità del bacino idrografico al quale devono essere applicati gli obiettivi di qualità previsti dalla direttiva FWD ( con superficie di bacino > 10 Km<sup>2</sup>) che permette un' accurata descrizione dello stato ambientale (ecologico e chimico) da confrontare con gli obiettivi ambientali

### Corpo idrico naturale (CIN)

Nei C.I. sono presenti (in modo non occasionale almeno una delle seguenti opere/condizioni):

- ✓ opere trasversali (incluse soglie e rampe)
- ✓ difese di sponda e/o argini a contatto
- ✓ rivestimenti del fondo
- ✓ dighe, briglie di trattenuta non filtrante o traverse assimilabili a dighe poste all'estremità di monte del corpo idrico
- ✓ opere trasversali (briglie o traverse) che determinano forti modificazioni delle condizioni idrodinamiche
- ✓ tratti a regime idrologico fortemente alterato (hydropeaking)

### Corpo idrico Artificiale (CIA)

corpo idrico artificiale: un corpo idrico superficiale creato da un'attività umana in una locazione dove non esistevano precedentemente corpi idrici e che non è stato creato con la alterazione diretta di un esistente **CIN** . Questo non significa che prima dovesse essere presente solo " dry land " ma che potevano essere presenti anche piccoli laghetti e/o stagni affluenti, fossi, canale di scolo che non erano considerati come elementi discreti e significativi di acque superficiali e quindi non erano identificato come corpo idrico

NO

SI

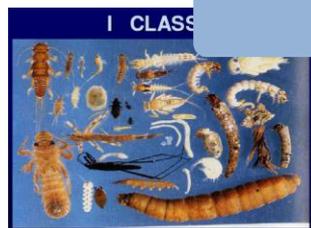
CIN

Corpo idrico fortemente modificato  
(CIFM)

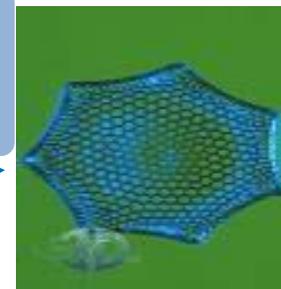
# STATO AMBIENTALE

Sostanze prioritarie  
TAB. 1/2/3A  
**STATO CHIMICO**

**STATO ECOLOGICO**



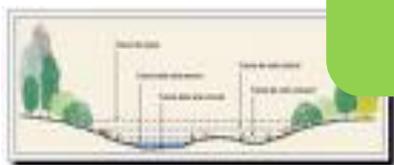
**Elementi di Qualità Biologica**



**Elementi di Qualità Idromorfologica**

**Elementi di Qualità chimico-fisici**

- LIM\_eco (di base :N, P, O2,NO3,..)  
a sostegno (tab. 1/2/3B)



# CASCADE

sassi, ciottoli e  
massi - casuale

Pendenza: > 3-4%;

piccole pool

flusso avvolge  
i grossi massi

# STEP-POOL

gradinata.

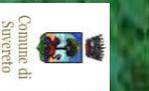
step

step

pool

pool

[www.sas.upenn.edu/earth](http://www.sas.upenn.edu/earth)



# RIFFLE - POOL

• Pendenza: < 2-3%

granulometrie  
più grossolane  
nei riffle

*riffle*

*pool*

*pool*

*riffle*

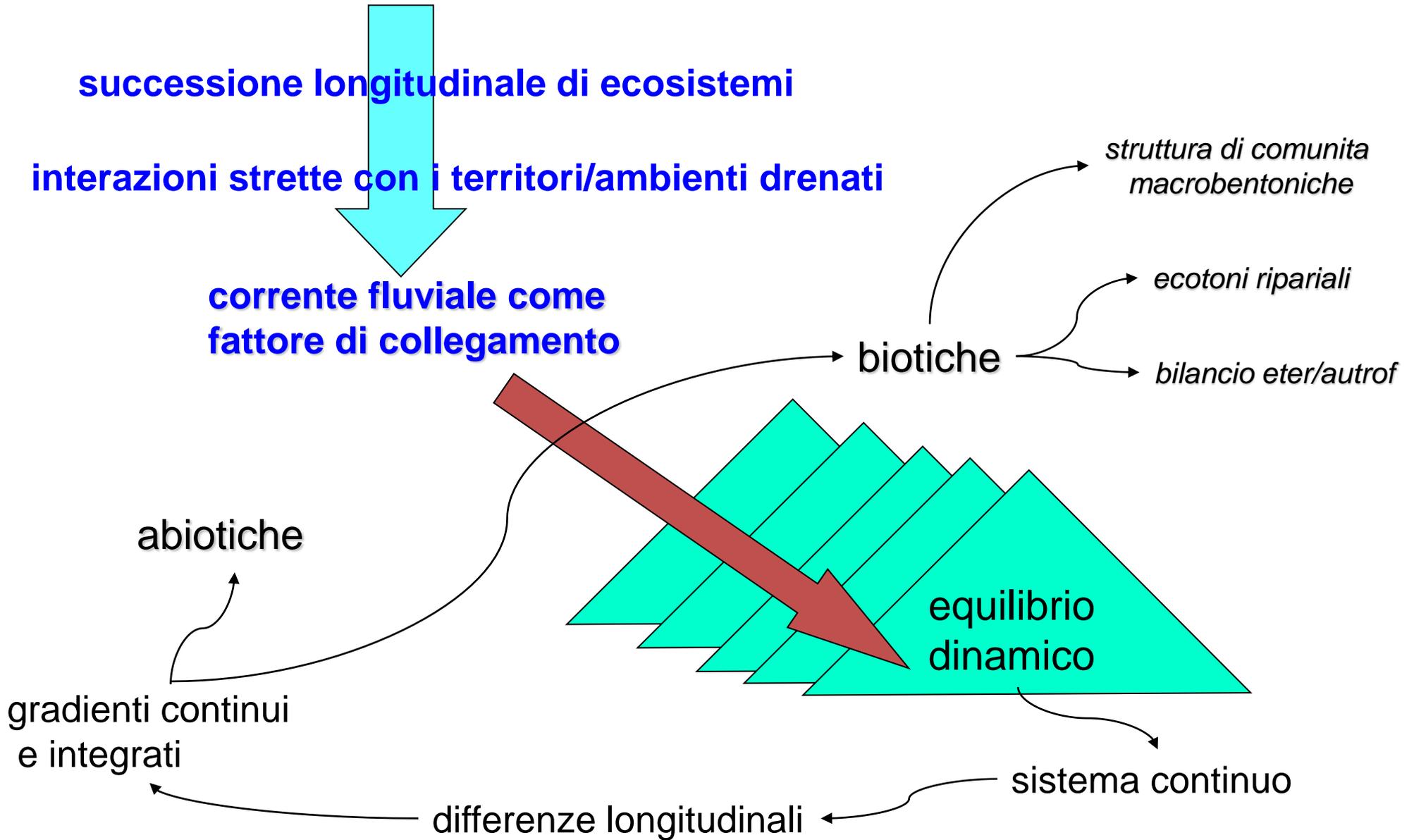
# LETTO PIANO

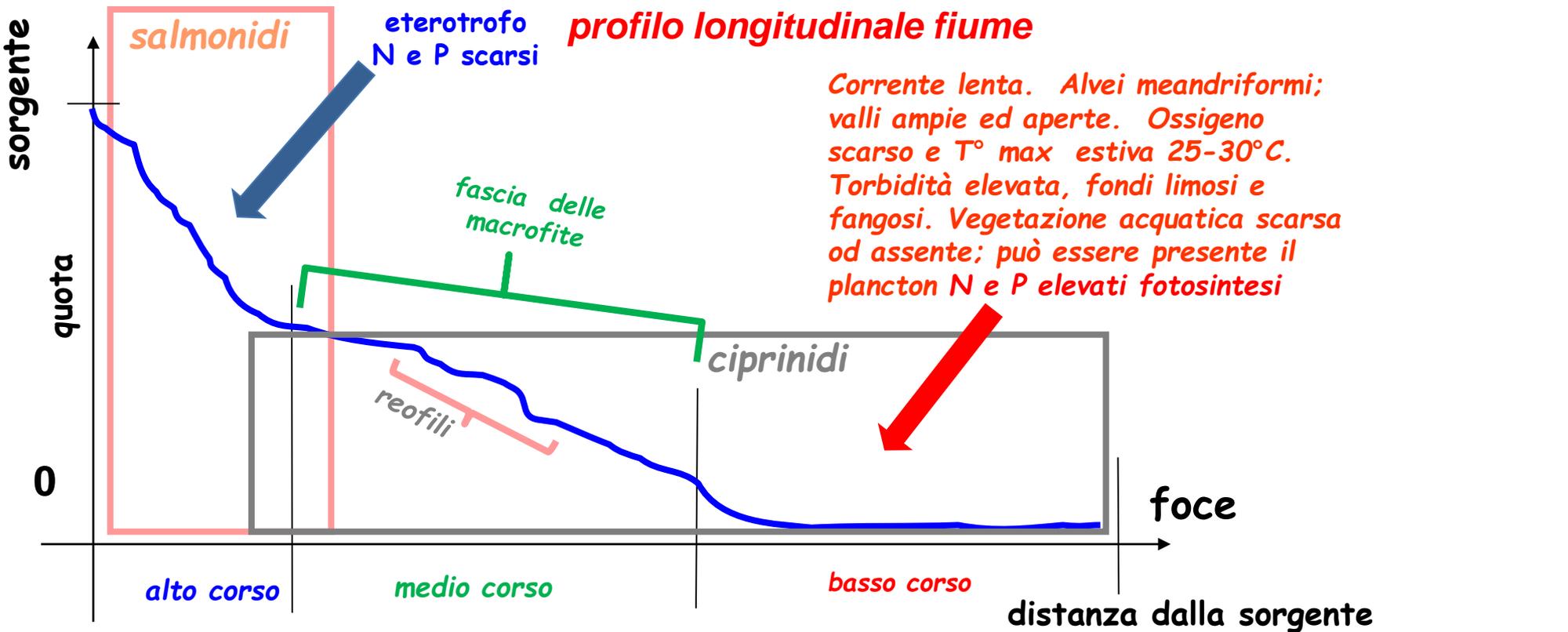
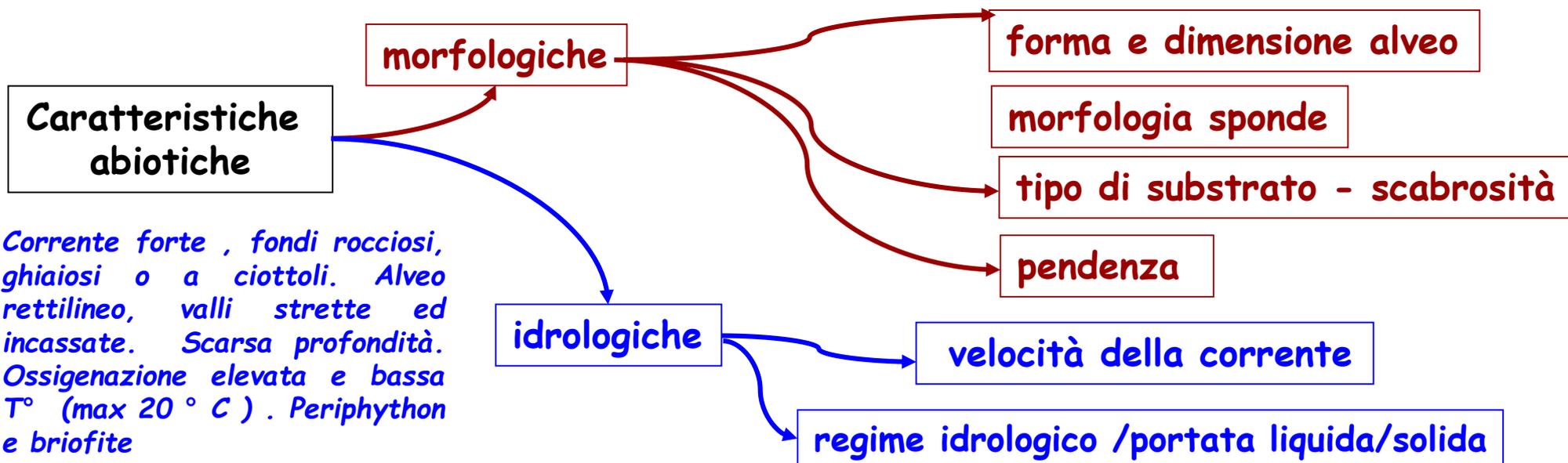
altimetria regolare

pelo libero  
molto regolare.

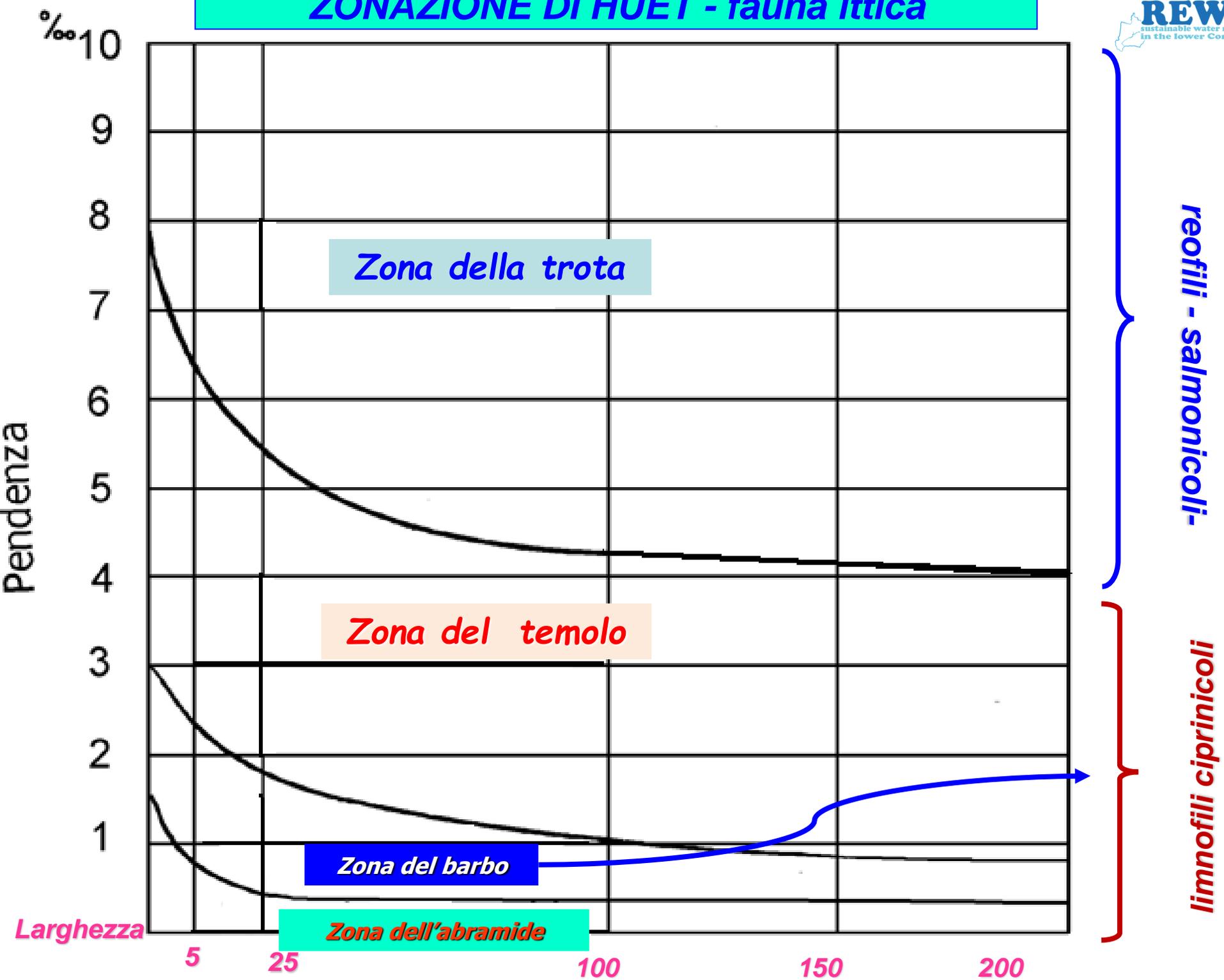
fondo dell'alveo regolare

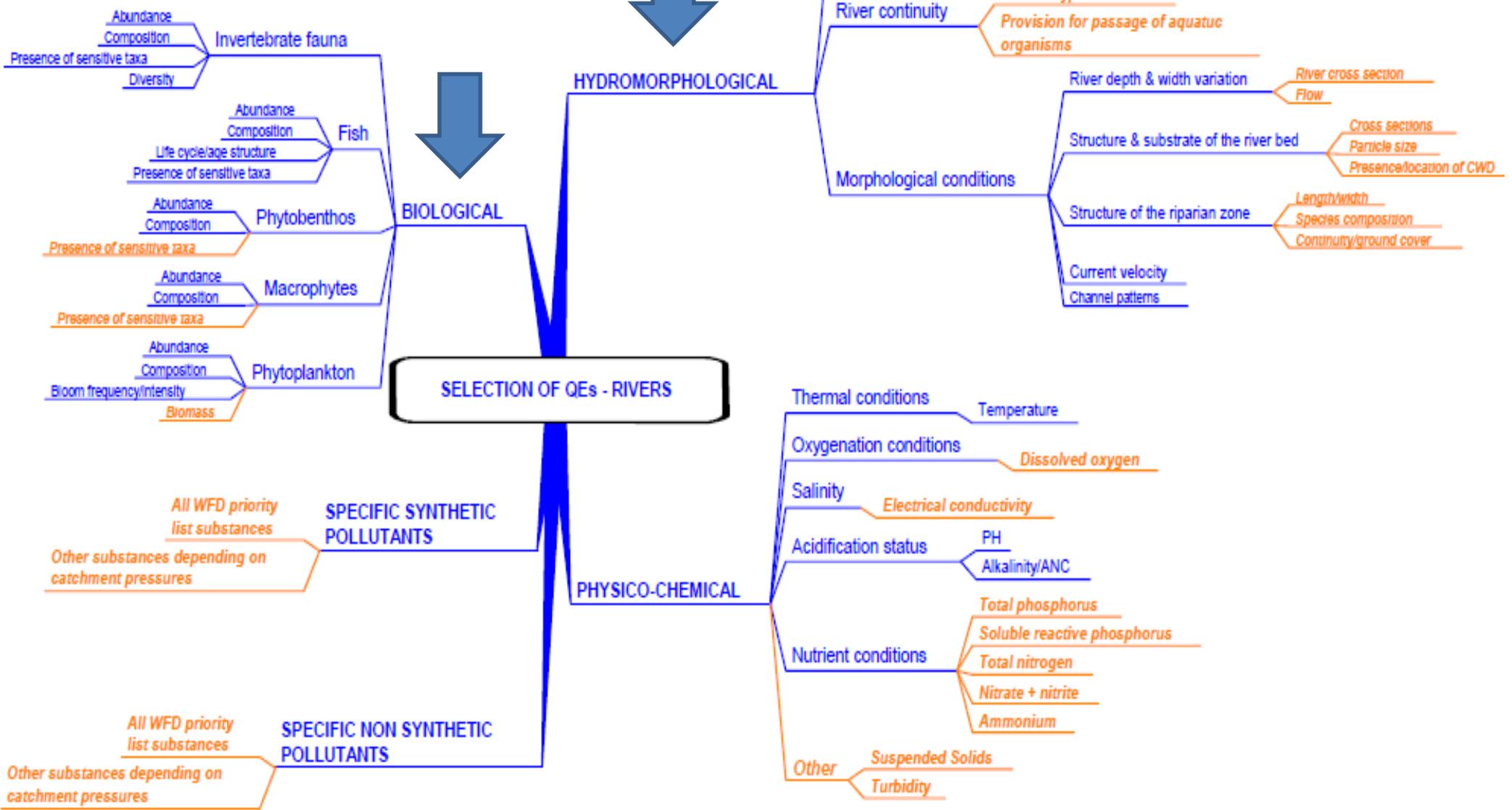
# River Continuum Concept - R.C.C – Vanote 1980





# ZONAZIONE DI HUET - fauna ittica





## Elementi di qualità idromorfologica per i fiumi

Elemento	Stato elevato	Stato buono	Stato sufficiente
<b>Regime idrologico</b>	<b>Massa e dinamica del flusso</b> e la risultante connessione con le acque sotterranee, rispecchiano totalmente o quasi le condizioni inalterate.	<b>Condizioni coerenti con il raggiungimento dei valori sopra precisati per gli elementi di qualità biologica.</b>	Condizioni coerenti con il raggiungimento dei valori sopra precisati per gli elementi di qualità biologica.
<b>Continuità del fiume</b>	<b>La continuità del fiume</b> non è alterata da attività antropiche; è possibile la migrazione indisturbata degli organismi acquatici e il trasporto del sedimento.	<b>Condizioni coerenti con il raggiungimento dei valori sopra precisati per gli elementi di qualità biologica.</b>	Condizioni coerenti con il raggiungimento dei valori sopra precisati per gli elementi di qualità biologica.
<b>Condizioni morfologiche</b>	<b>Caratteristiche del solco fluviale</b> , variazioni della larghezza e della profondità, velocità di flusso, condizioni del substrato <b>nonché struttura e condizioni delle zone ripariali</b> corrispondono totalmente o quasi alle condizioni inalterate.	<b>Condizioni coerenti con il raggiungimento dei valori sopra precisati per gli elementi di qualità biologica.</b>	Condizioni coerenti con il raggiungimento dei valori sopra precisati per gli elementi di qualità biologica.

# Qualità Idromorfologia

## Indice di Funzionalità Fluviale IFF

consiste nella valutazione dello **stato complessivo dell'ambiente**

**fluviale**: integrazione di fattori biotici e abiotici, tra sistema acquatico e terrestre

il semplice rispetto tabellare ha impedito di **vedere il degrado da ruspe, taglio di vegetazione, cementificazioni**, depauperamento idrico

## Indice di qualità idromorfologica IQM

Implementa concetti di geomorfologia

Confronto con situazione pregressa (le carta tecniche (geoscopio) di inizio anni '50

# Concetti basilari dell'IFF

Il metodo consente di rilevare lo stato di "salute" di un corso d'acqua

- ❖ **individua** gli ambienti o tratti **ecologicamente inalterati** o **particolarmente degradati**
- ❖ fornisce suggerimenti ed informazioni per la tutela, il ripristino, la **riqualificazione** del fiume, rendendo più efficaci e mirati gli interventi di rinaturalizzazione e **riqualificazione**.

## SCHEDA I.F.F.

- **Domande 1-4** = territorio circostante e condizioni vegetazionali delle zone perfluviali
- **Domande 5-6** = struttura e morfologia delle zone perfluviali
- **Domande 7-11** = struttura e morfologia dell'alveo
- **Domande 12-14** = caratteristiche biologiche

# Qualità morfologica = IQM

Elementi idromorfologici a sostegno dello stato ecologico considerano:

- **Regime idrologico** – variazione del regime delle portate - indice IARI (Indice Alterazioni Regime Idrologico)
- **Condizioni morfologiche**: sezioni fluviali, struttura dell'alveo, vegetazione nella fascia perifluviale, continuità fluviale, impatto di opere artificiali trasversali e longitudinali – **IQM**
- **Condizioni di habitat**, a scala di tratto fluviali, quindi locale circa 500 mt di lunghezza: substrato, vegetazione in alveo, detrito organico, modificazione delle sponde, uso del suolo adiacente al corso d'acqua – **IQH incide qualità habitat – metodo caravaggio**

Si applica a scala di tratto (generalmente il tratto fluviale che comprende la stazione di monitoraggio)

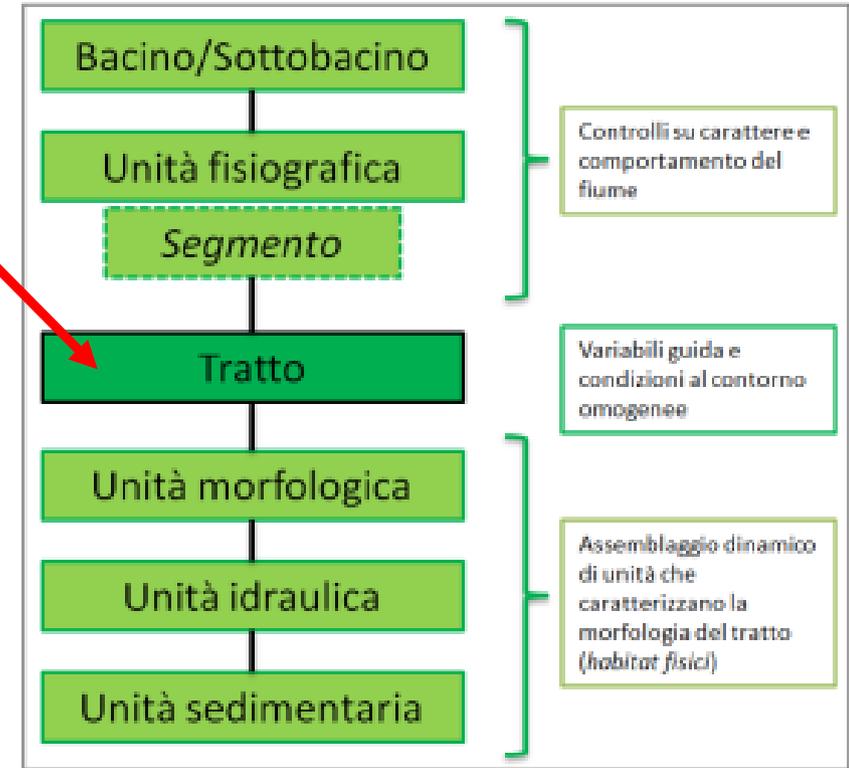
## Suddivisione gerarchica delle scale spaziali

### Inquadramento geomorfologico e idrologico:

- Modello digitale del terreno
- carte geologiche
- studio dei rapporti fiume-falda
- Uso del suolo LandCorinCover

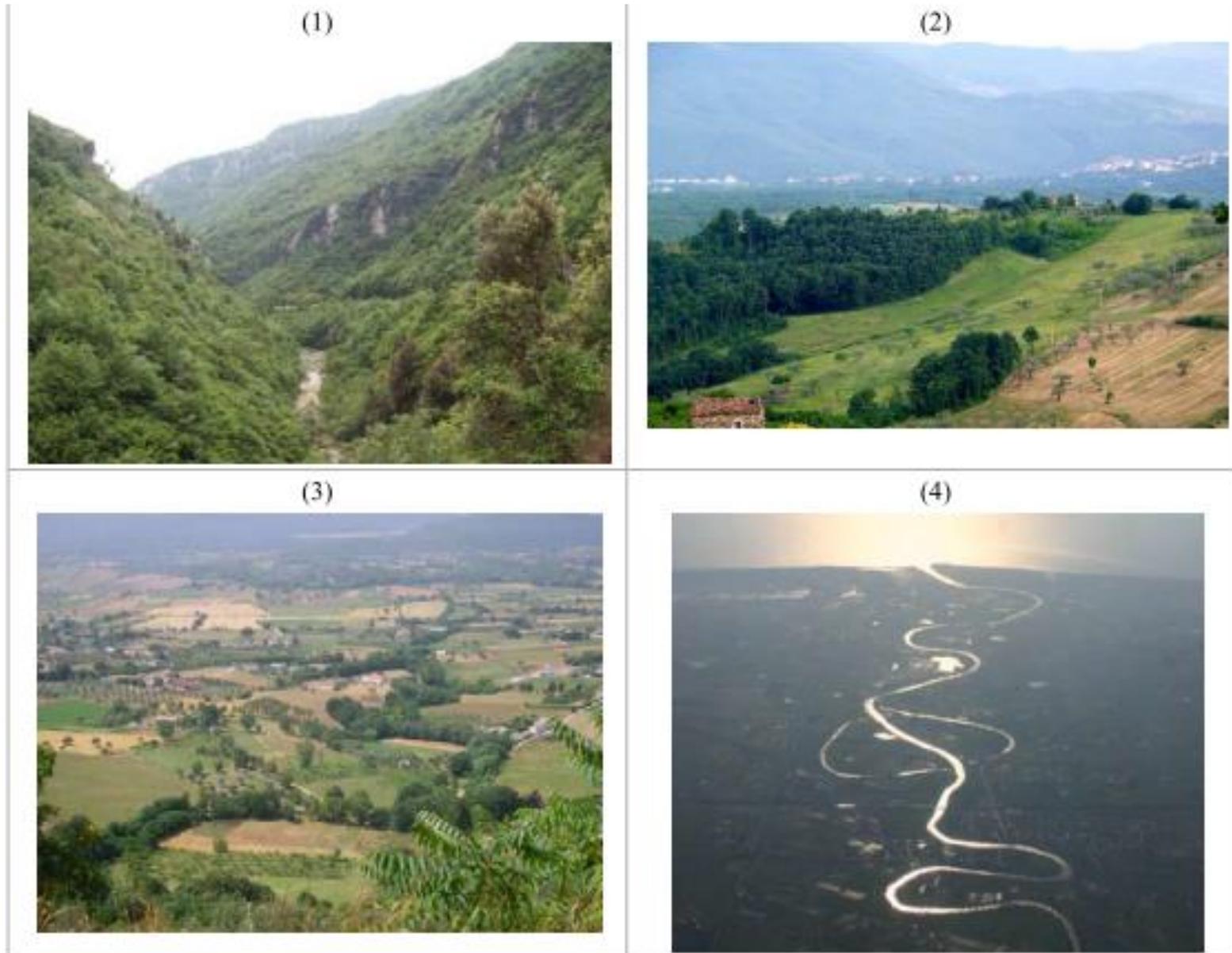
### Indici utilizzati:

- Confinamento
- Sinuosità
- Intrecciamento



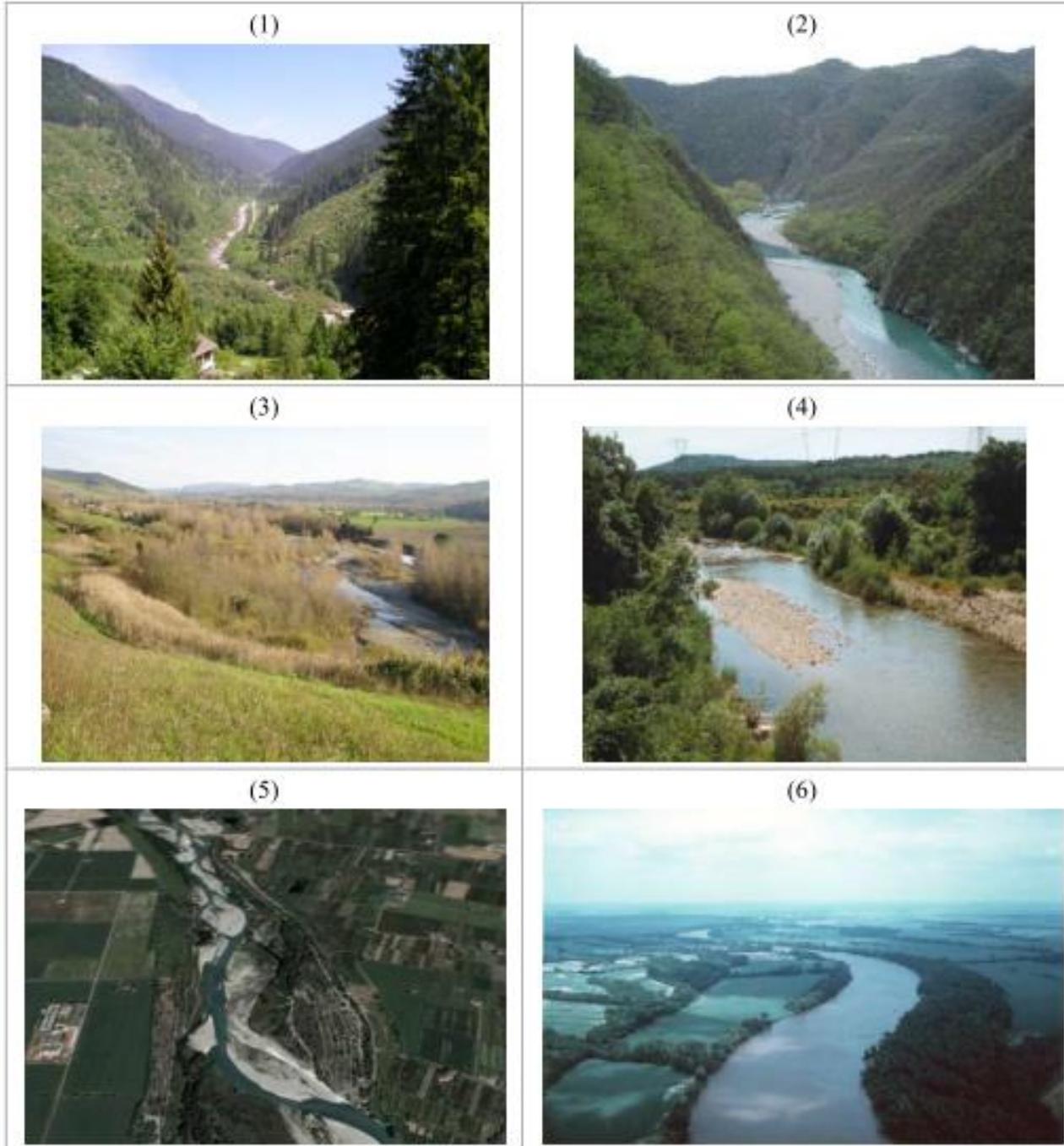
Per ogni tratto si passa alla compilazione delle schede  
Utilizzando ancora strumenti GIS e sopralluoghi in campo

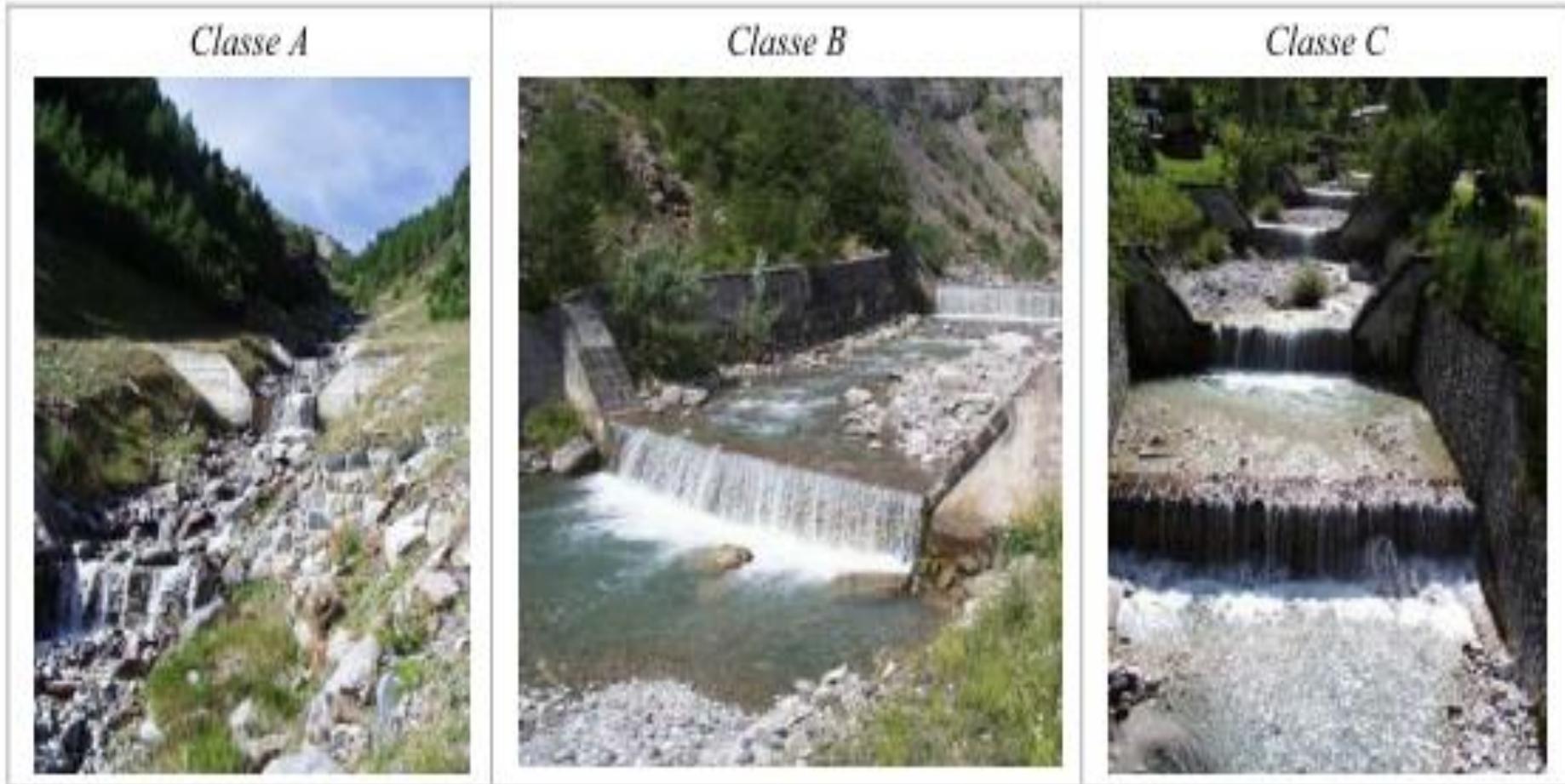
## UNITÀ FISIOGRAFICHE - esempi di corsi d'acqua confinato, semiconfinato o non confinato



**Figura A4.2** – Viste panoramiche delle unità fisiografiche del bacino del Fiume Volturno. (1) Unità montuosa; (2) Unità collinare; (3) Unità di pianura intermontana; (4) Unità di pianura bassa.

# UNITÀ FISIOGRAFICHE - esempi di corsi d'acqua confinato, semiconfinato o non confinato





**Figura A4.35** – Morfologia del fondo e pendenza della valle. *Classe A*: la presenza di briglie di consolidamento non altera la tipologia morfologica di fondo attesa in base alla pendenza del tratto (a gradinata in entrambi i casi). *Classe B*: le briglie di consolidamento determinano una configurazione del fondo diversa (a letto piano) da quella attesa (a gradinata) per 33-66% del tratto. *Classe C*: forte alterazione (>66% del tratto) delle forme di fondo, a causa di un'interdistanza tra le briglie talmente ravvicinata da non permettere l'instaurarsi di forme di fondo (ad eccezione della buca di scavo a valle delle opere).

**Morfologie di fondo e variazioni indotte**

*Classe A*



*Classe B*



*Classe B*



*Classe C*



# La valutazione dello stato morfologico è organizzata attraverso l'analisi di **tre** componenti

- 1. Funzionalità geomorfologica:** osservazione delle forme e dei processi del corso d'acqua nelle condizioni attuali
  - Presenza piana inondabile
  - Processi in atto di arretramento delle sponde
  - Variazioni di sezione
  - Struttura del substrato
  - Ampiezza delle fascia di vegetazione riparia
- 2. Artificialità:** si valutano la presenza, frequenza e continuità delle opere o interventi antropici (arginatura, difese spondali, barre trasversali)
- 3. Variazioni morfologiche:** questa analisi riguarda soprattutto gli alvei non confinati e parzialmente confinati, principalmente le variazioni di configurazione morfologica plano-altimetrica. Le variazioni morfologiche sono raffrontate ad una situazione relativamente recente (scala temporale degli ultimi 50-60 anni)

Ad ogni domanda delle tre sezioni viene attribuito un punteggio e dalla somma complessiva si ottengono 5 classi di qualità da **elevato, buono, sufficiente, scarso pessimo**

IQM	CLASSE DI QUALITÀ
$0.0 \leq \text{IQM} < 0.3$	<i>Pessimo o Cattivo</i>
$0.3 \leq \text{IQM} < 0.5$	<i>Scadente o Scarso</i>
$0.5 \leq \text{IQM} < 0.7$	<i>Moderato o Sufficiente</i>
$0.7 \leq \text{IQM} < 0.85$	<i>Buono</i>
$0.85 \leq \text{IQM} \leq 1.0$	<i>Elevato</i>

SUB-INDICI	IAM	IQM	TOTALE
<i>Verticali</i>			
FUNZIONALITÀ	0.19	0.12	0.31
ARTIFICIALITÀ	0.19	0.33	0.52
VARIAZIONI	0.09	0.08	0.17
<i>Orizzontali</i>			
CONTINUITÀ	0.17	0.23	0.40
<i>Longitudinale</i>	0.13	0.12	
<i>Laterale</i>	0.04	0.11	
MORFOLOGIA	0.26	0.25	0.51
<i>Configurazione morfologica</i>	0.04	0.08	
<i>Configurazione sezione</i>	0.14	0.10	
<i>Substrato</i>	0.08	0.07	
VEGETAZIONE	0.04	0.06	0.09

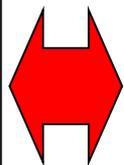
# Criteria per stabilire la qualità ecologica e chimica delle acque superficiali

D.Lgs 152/06 - Allegato 1 alla parte III

**Definizione dello stato di qualità delle comunità biotiche vegetali e animali**  
Verifica dell'obiettivo di raggiungere un "BUONO STATO" delle acque superficiali entro il 2015, prorogato al 2021 (alcune deroghe al 2027)

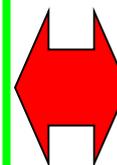
## Lim\_Eco

C.M.A  
ossigeno,  
azoto ammoniacale,  
nitrico  
e fosforo totale.  
Con utilizzo algoritmo  
si ottengono  
5 classi qualità



## EQB: elementi qualità biologici

Campionati in alveo  
**Studio della struttura  
delle comunità di  
macroinvertebrati,  
diatomee bentoniche  
e macrofite.**  
Composizione ed  
abbondanza



C.M.A  
sostanze pericolose  
di cui tab 1B

tra cui i PFAS  
e pesticidi  
(ARPAT ricerca  
135 principi attivi)

**MACROBENTHOS: indice STAR\_ICMi (Standardisation of River Classifications\_Itercalibration Multimetric Index).**

indice multimetrico composto da 6 metriche che forniscono informazioni in merito ai principali aspetti che la WFD chiede di considerare per l'analisi della comunità macrobentonica.

**MACROFITE: indice IBMR (Indice Biologique Macrophytique en Rivière).**

finalizzato alla valutazione dello stato trofico, si basa sull'uso di una lista floristica di taxa indicatori ad ognuno dei quali è associato un valore indicatore di sensibilità ad alti livelli di trofia.

**DIATOMEAE: indice ICMi (Intercalibration Common Metric Index).**

si basa sull'Indice di Sensibilità agli Inquinanti (IPS) e sull'Indice Trofico (TI). Entrambi gli indici prevedono l'attribuzione alle diverse specie di un valore di sensibilità all'inquinamento organico e ai livelli di trofia.

**FAUNA ITTICA: indice NISECI (Indice di Stato Ecologico delle Comunità Ittiche).**

prende in considerazione due aspetti principali: la naturalità della comunità, intesa come la normale ricchezza di specie rappresentata dalla presenza di tutte quelle indigene attese in relazione al quadro zoogeografico ed ecologico e dall'assenza di specie aliene; la buona condizione delle popolazioni indigene, intesa come la capacità di autoriprodursi ed avere normali dinamiche ecologico-evolutive.

# Perché studiare la comunità di macroinvertebrati che colonizzano le diverse tipologie fluviali ?

Si ha la garanzia sullo stato di qualità di un corpo idrico quando si verifica che non può nuocere agli organismi che vi vivono

- le modificazioni nella composizione delle comunità di macroinvertebrati sono lo specchio di fattori di inquinamento delle acque, dei sedimenti o di alterazioni significative dell'alveo bagnato
- l'indice si basa su due concetti: **presenza di taxa esigibili** in termini di qualità e ricchezza totale dei taxa (**diversità**)
- macroinvertebrati comprendono numerosi taxa con diversi livelli di sensibilità, facilmente campionabili e classificabili, relativamente stabili,
- indispensabile conoscere l'ambiente fluviale a cui si applica per definire la composizione "naturale" della comunità,
- informano su eventi passati

**Ecological  
Quality  
Ratio**

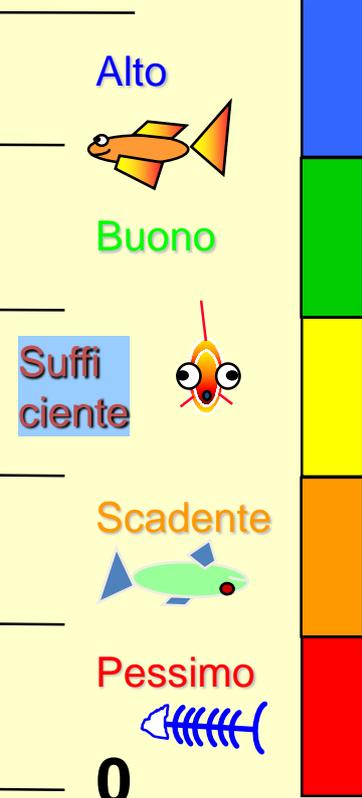
**Valori biologici  
rilevati dal monitoraggio**

**Valori biologici  
osservati nel  
corpi idrico  
di riferimento**

Deviazione  
dalle condizioni  
di riferimento

**Stato di  
qualità**

Minimo  
Leggero  
Moderato  
Considerevole  
Alto



**PER OGNI:**

- ❖ **CATEGORIA E TIPO DI CORPO IDRICO**
- ❖ **EQB**
- ❖ **PER L'INDICE INTEGRATO FINALE**



Pr	CodStaz	Corpo Idrico Nome	Bacino idrografico	IQM	indice sensibile stato ecologico	ecologico triennio 16-18
AR	MAS-100	Fiume Arno casentino monte	Bacino Arno	elevato	MB, MF, D	elevato
AR	MAS-101	Fiume Arno casentino valle	Bacino Arno	buono	MB, MF	sufficiente
AR	MAS-522	Torrente Ciuffenna	Bacino Arno	scarso	MB	scarso
FI	MAS-108	Fiume Arno fiorentino valle	Bacino Arno	sufficiente	MB, MF	scarso
FI	MAS-118	Torrente Stura	Bacino Arno	sufficiente	MF, D	buono
FI	MAS-131	Torrente Pesa monte	Bacino Arno	buono	MB	buono
FI	MAS-517	Torrente Pesa valle	Bacino Arno	sufficiente	MB	scarso
FI	MAS-535	Torrente Marina valle	Bacino Arno	pessimo	MB	sufficiente
PO	MAS-552	Fiume Bisenzio monte	Bacino Arno	sufficiente	MB	buono
PO	MAS-125	Fiume Bisenzio medio	Bacino Arno	pessimo	MB	scarso
PT	MAS-140	Fiume Pesciai di Collodi valle	Bacino Arno	scarso	MB, MF, D	sufficiente
PT	MAS-2011	Fiume Pescia di Pescia	Bacino Arno	pessimo	MB, MF	scarso
PT	MAS-842	Torrente Bura di San Moro	Bacino Arno	sufficiente	MB-D	buono
SI	MAS-134	Fiume Elsa valle superiore	Bacino Arno	sufficiente	MB	scarso

## Risultati ultimo triennio 2016-2018

## Risultati ultimo triennio 2016-2018

Pr	CodStaz	Corpo Idrico Nome	Bacino idrografico	IQM	Funzionalità	Artificialità	Variazioni
AR	MAS-100	Fiume Amo casentinese monte	Bacino Arno	elevato	0,31	0,54	0
AR	MAS-101	Fiume Amo casentinese valle	Bacino Arno	buono	0,18	0,38	0,16
AR	MAS-522	Torrente Ciuffenna	Bacino Arno	scarso	0,07	0,16	0,19
FI	MAS-118	Torrente Stura	Bacino Arno	sufficiente	0,21	0,38	0
PO	MAS-552	Fiume Bisenzio monte	Bacino Arno	sufficiente	0,15	0,37	0
PT	MAS-140	Fiume Pescai di Collodi valle	Bacino Arno	scarso	0,08	0,32	0
SI	MAS-134	Fiume Elsa valle superiore	Bacino Arno	sufficiente	0,09	0,39	0,17

Confronto delle 3 sezioni:

Il valore più alto rappresenta la parte preponderante nel definire la qualità idromorfologica  
 Generalmente il valore più alto, maggiore criticità, derivano dalla sezione artificialità

## Risultati ultimo triennio 2016-2018

Pr	CodStaz	Corpo Idrico Nome	Bacino idrografico	IQM	indice sensibile stato ecologico	ecologico triennio 16-18
MS	MAS-025	Torrente Frigido valle	Bacino Toscana Nord	sufficiente	MB	buono
MS	MAS-026	Torrente Frigido foce	Bacino Toscana Nord	pessimo	MB	sufficiente
MS	MAS-942	Torrente Carrione monte	Bacino Toscana Nord	pessimo	MB	sufficiente
LU	MAS-027	Torrente Serra	Bacino Toscana Nord	sufficiente	MF	sufficiente
PT	MAS-095	Torrente Limentra di Sambuca	Bacini interregionali	elevato	MB	buono

# BUONO AL 2021/2027/ ???

## RAGGIUNGIBILE ?



# Stato Ecologico e Chimico

FIUME E CANALI	PIANI DI GESTIONE ACQUE							TRIENNIO 2016-2018						
	CORPI IDRICI							STAZIONI						
	stato ecologico	2015		2021		2027		totale	STATO ECO		LIM eco		Fitoplancton	
				deroga	proroga	deroga	proroga		n	%	n	%	n	%
BUONO	284	34,7%					284	97	39,1%	170	78,0%	148	87,1%	
< buono	519	63,4%	128	297	0	94	519	141	56,9%	48	22,0%	22	12,9%	
np	16	0,8%					16	10	4,0%					
TOTALI	819						819	248		218		170		
stato chimico	2015		2021		2027		totale	STATO CHIMICO						
			deroga	proroga	deroga	proroga		n	%					
BUONO	540	66,0%					540	157	63,3%					
non buono	212	25,9%		210		2	212	75	30,2%					
np	66	8,1%		66			66	16	6,5%					
TOTALI	818						818	248						

**Aggiornamento STATO al 2018**

284 + già buoni al 2015

297 = buono atteso nel 2021

**71 % PGdA 40 % al 2018**

540+ già buoni al 2015

276 = buono atteso nel 2021

**99 % PGdA 63 % al 2018**

distanza dagli obiettivi del PGdA al 2021

**Ecologico : - 31 %**

**Chimico : - 27 %**

La gran parte dei corsi d'acqua, già nei loro tratti intermedi, mostra i primi segni di inquinamento con livelli ambientali sufficienti o scadenti, la situazione non sta mutando negli anni. Le cause sono riconducibili a:

1. prelievi di acqua: captazioni (VEXA)
2. modificazioni morfologiche di grosso impatto
3. inquinamento da nutrienti e sostanze pericolose

**Grazie dell'attenzione**