



Regione Umbria



Giornata Mondiale dell'Ambiente - 5 Giugno 2025

Palazzo Bernabei ad Assisi

Piano Operativo Ambiente FSC 2014-2020 - Asse 2 - Linea di Azione 2.3.1 - Interventi per il miglioramento della qualità dei corpi idrici (Progetto ACQUACENTRO)

Stato Ecologico e Deflusso Ecologico: focus su alcune sezioni fluviali della Regione Umbria

Carlo Cardellini, Lucio Di Matteo



A.D. 1308
unipg

DIPARTIMENTO
DI FISICA E GEOLOGIA

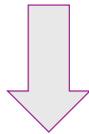
DIPARTIMENTO DI ECCELLENZA
MUR 2023/2027

ALLEGATO A (dd_sta_13_02_2017_30_1)

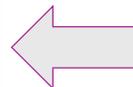
Linee guida per l'aggiornamento dei metodi di determinazione del deflusso minimo vitale al fine di garantire il mantenimento, nei corsi d'acqua, del deflusso ecologico a sostegno del raggiungimento degli obiettivi ambientali definiti ai sensi della Direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000.

4.3.3 Stato dell'applicazione del DMV nei diversi distretti italiani e valutazione delle criticità.

Aspetti comuni	Disomogeneità	Elementi problematici
Uso di metodi di calcolo sostanzialmente idrologici	Implementazione avvenuta a partire da date comprese tra il 1989 ed il 2009 facendo ricorso a riferimenti tecnico – scientifici per il calcolo dei DMV basati su presupposti diversi	Uso di riferimenti tecnico – scientifici per il calcolo dei DMV di carattere essenzialmente idrologico, non completamente adeguati a riconoscere la dipendenza del DMV dal regime idrologico naturale e da <u>valutazioni circa la qualità ecologica e la morfologia dei corpi idrici</u>
Riconoscimento della necessità di determinazione attraverso sperimentazioni	Differente importanza riconosciuta agli usi idrici in atto nei corsi d'acqua nelle formule di calcolo DMV. A titolo di esempio, la fruizione ricreativa è considerata (attraverso un coefficiente moltiplicativo) nel calcolo del DMV in alcune regioni, ma non in altre	Gli indici biotici inclusi negli attuali sistemi di classificazione, pur rispondendo in maniera integrata al complesso di pressioni con particolare <u>riguardo alla qualità fisico-chimica delle acque, non sono tarati specificatamente in risposta alla variabilità idrologica</u>

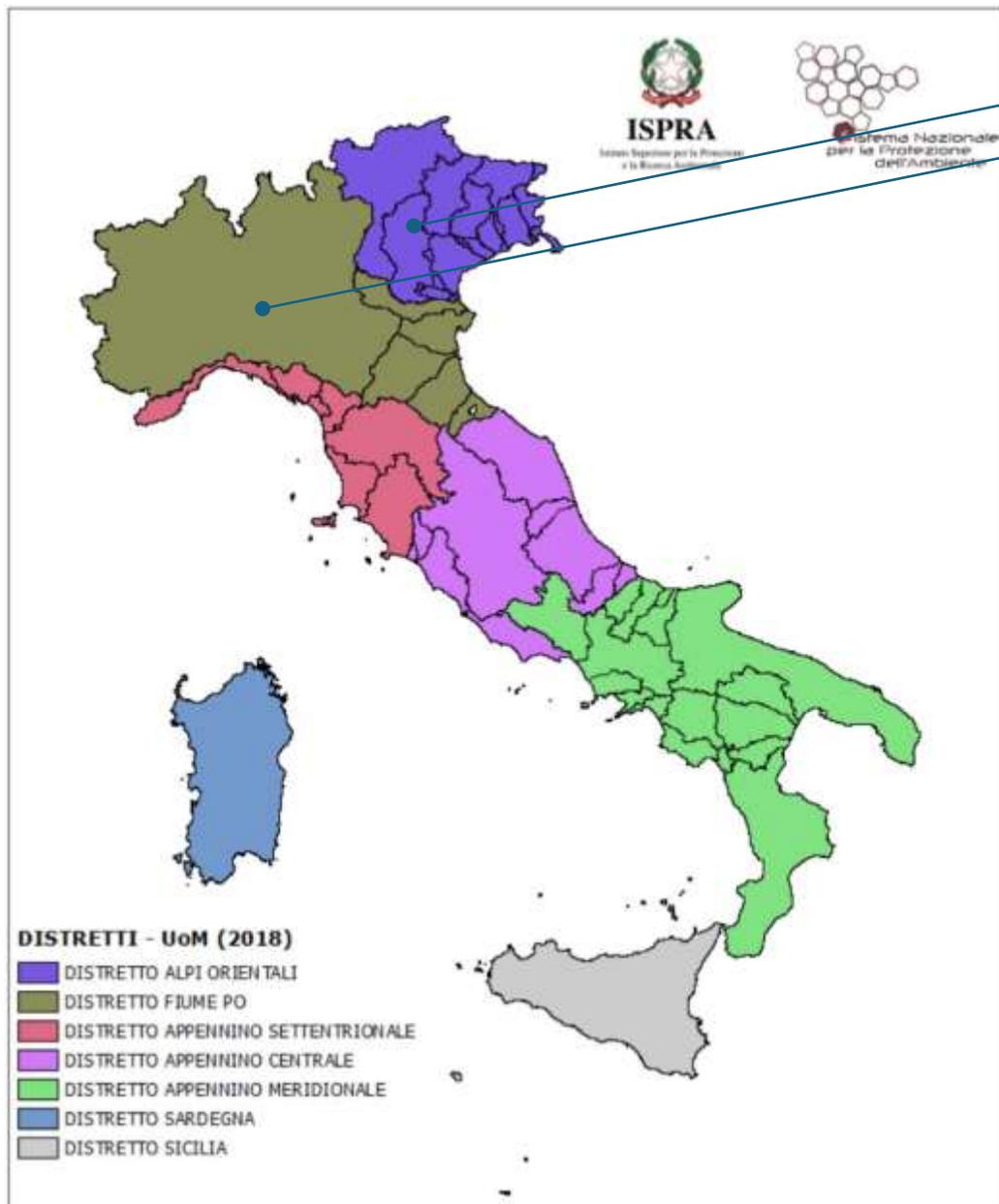


sintesi: integrazione di aspetti idrologici, idrobiologici, idrogeologici, idromorfologici ed idrochimici.



Aspetti comuni	Disomogeneità	Elementi problematici
Riconoscimento del carattere dinamico dei metodi di determinazione del DMV, che evolvono con la conoscenza scientifica	Uso di differenti formule empiriche, per lo più definite su base regionale, ricorrendo a <u>expertise locale. Le formule sono spesso di tipo moltiplicativo e solo alcune tengono conto (ancorché in modo parametrico indiretto) della morfologia del corso d'acqua</u>	<u>Impiego di monitoraggi ex post che non considerano la fauna ittica in forma coerente con la procedura di classificazione</u>
Riconoscimento della necessità di procedere a ripetuti aggiornamenti dei valori unitari di DMV, nonché della tipologia di derivazioni cui tali valori trovano applicazione	Eterogeneità nelle modalità di controllo dei rilasci tesi a sostenere il DMV, secondo quanto stabilito dai disciplinari di concessione	Necessità di integrare il sistema di monitoraggio ambientale e idrologico, ai fini del controllo della effettiva implementazione delle disposizioni esistenti di DMV e della valutazione degli impatti dei rilasci sullo stato dei corpi idrici
Riconoscimento della necessità di svolgere studi sistematici volti a quantificare gli effetti ecologici del rilascio del DMV.	Diversità nell'individuare un set di indicatori in grado di rispondere ad alterazioni di natura puramente idrologica (quali i prelievi) e in funzione delle specificità dei corpi idrici interessati e della presenza concomitante di altre tipologie di pressioni di origine puntuale o diffusa	Assenza di programmi di monitoraggio istituzionali in grado di fornire un confronto quantitativo fra gli stessi indicatori nella configurazione precedente e successiva al rilascio del DMV e di definire le relazioni causa-effetto sullo stato dei corpi idrici
Modulazione temporale su base esclusivamente stagionale (inverno/estate)		<u>Mancato riconoscimento degli effetti cumulati delle modulazioni possibili dei prelievi e della variabilità idrologica annuale</u>

Situazione DMV → EF nei Distretti

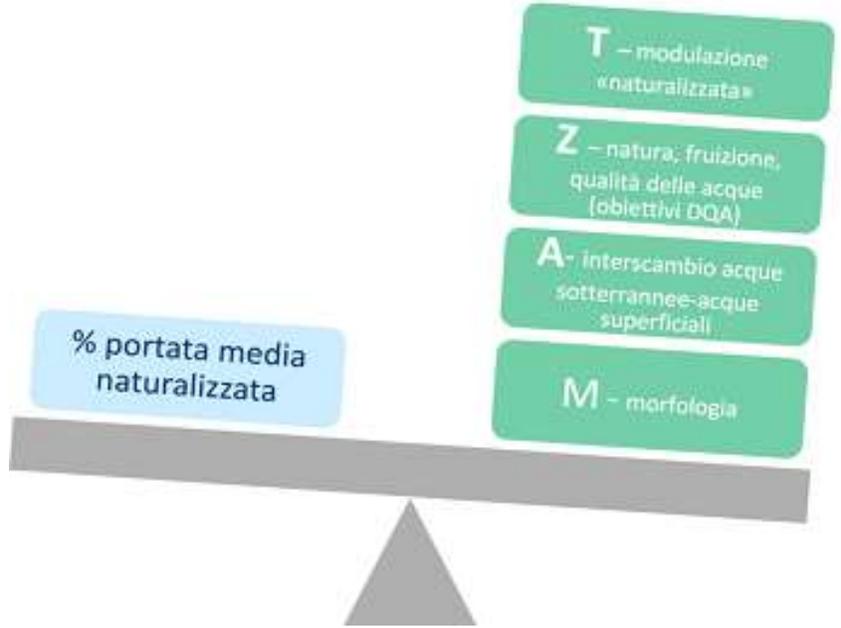


EF =

Componente IDROLOGICA

+

Componente AMBIENTALE



$$EF = [k * q_m * S] * [M * A * Z * T]$$

S = superficie del bacino sotteso dalla sezione in esame.

k = fattore correttivo = 1+G+N+Q_b+A+P

G fattore geomorfologico, rappresentativo della percentuale di pool presenti nel corso d'acqua.

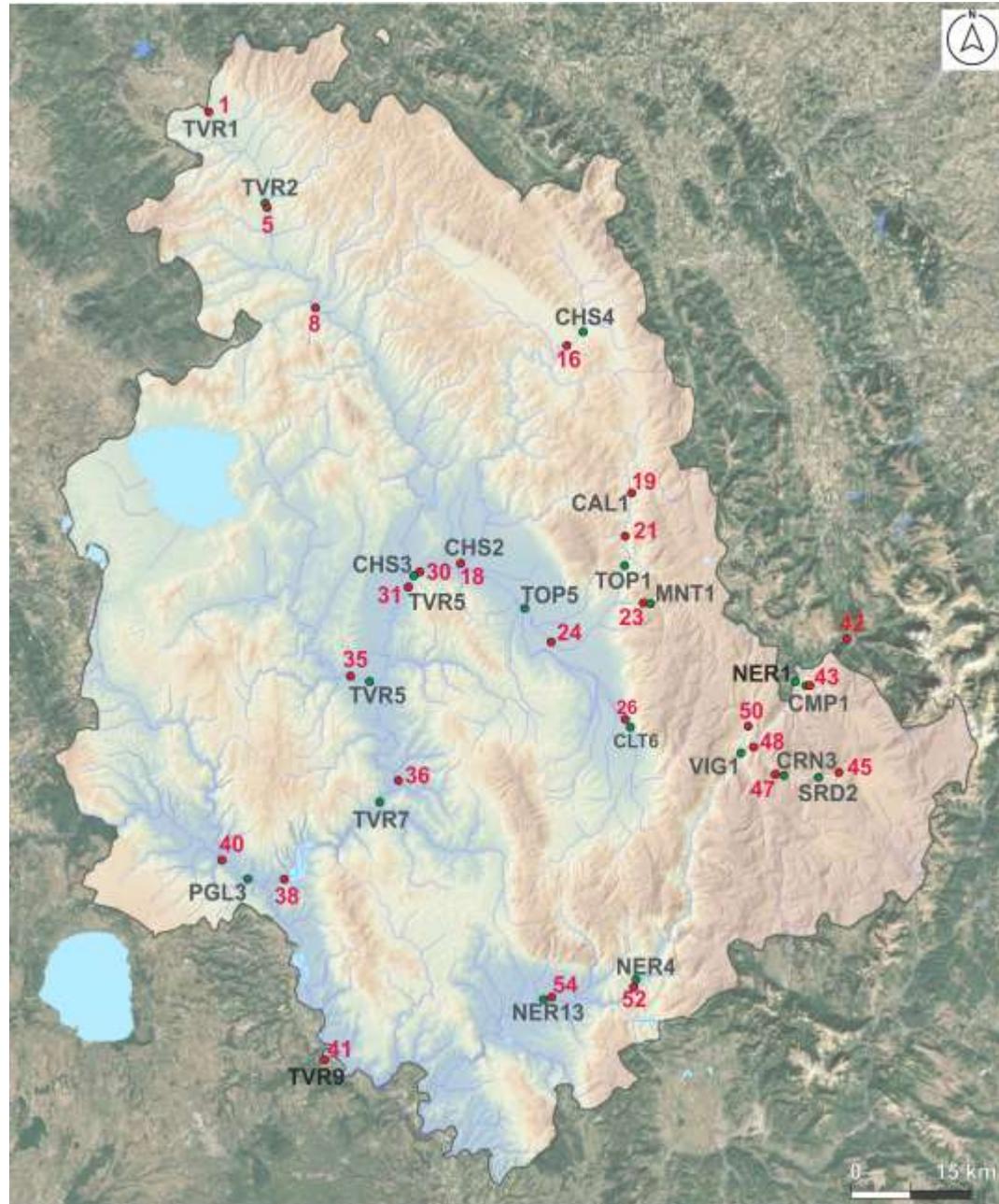
N fattore di naturalità, determinato sulla base dell'IFF e del grado di antropizzazione.

Q_b fattore di qualità, dipendente dalla qualità biologica (STAR_ICMi) – macroinvertebrati (DM 260/2010)

A indice dell'altitudine media del bacino sotteso.

P indice della piovosità media nel bacino sotteso.

Sezioni del reticolo umbro



ID	X	Y	Corso	ID ARPA 2021-2023	Località Regione	Distanza della sez. ARPA da POA (m)*
1	12.1572536	43.5255256	Tevere	TVR1	Tevere confine regionale	-93.0
5	12.2394256	43.4217397	Tevere	TVR2	Santa Lucia idrometro RU	-527.0
8	12.3054890	43.3122001	Tevere	na	Tevere a valle confluenza T. Carpina	na
16	12.6809394	43.2603708	Chiascio	CHS4	Branca idrometro RU	-3452.0
18	12.5084660	43.0325421	Chiascio	CHS2	A monte del F. Topino	=
19	12.7673910	43.0987808	Caldognola	CAL1	T. Coldognola prima della confluenza con F. Topino	=
21	12.7558333	43.0533333	Topino	TOP1	Valtopina idrometro RU	+4564.0
23	12.7797222	42.9811111	Menotre	MNT1	Pale idrometro RU	-700.0
24	12.6388555	42.9441645	Topino	TOP5	Bevagna idrometro RU	-5225.0
26	12.7435479	42.8570633	Clitunno	CLT6	Clitunno a Bovara idrometro RU new	-1088.0
30	12.4461749	43.0247976	Chiascio	CHS3	Ponte Rosciano idrometro RU	+705.0
31	12.4291666	43.0102777	Tevere	TVR5	Ponte Nuovo di Torgiano idrometro RU	=
35	12.3375224	42.9164064	Nestore	NES2	Marsciano idrometro RU	+2985.0
36	12.4019227	42.8026153	Tevere	TVR7	Monte Molino idrometro RU	+4552.0
38	12.2280865	42.7026235	Tevere	na	a valle Diga di Corbara	na
40	12.1360034	42.7246856	Paglia	PGL3	Orvieto Scalo idrometro RU	+4219.0
41	12.2779976	42.5067150	Tevere	TVR9	Attigliano idrometro RU	=
42	13.0783462	42.9323542	Nera	NER1	Visso idrometro OTT RU	+8682.0
43	13.0216588	42.8839945	Campiano	CMP1	Preci zona industriale idrometro OTT RU	+350.0
45	13.0568648	42.7897592	Sordo	SRD2	Ponte Mollo idrometro new RU Restart	+2648.0
47	12.9621989	42.7906260	Corno	CRN3	Prima sbarr. idroel. a Casali Volpetti	-1218.0
48	12.9330234	42.8204790	Nera	na	Dopo confluenza Corno	na
50	12.9257700	42.8432230	Vigi	VIG1	Ponte Buggianino idrometro RU	+3546.0
52	12.7402080	42.5717220	Nera	NER4	Torreorsina idrometro RU	-681.0
54	12.6165941	42.5641243	Nera	NER13	A valle derivazione Recentino	+1060.00

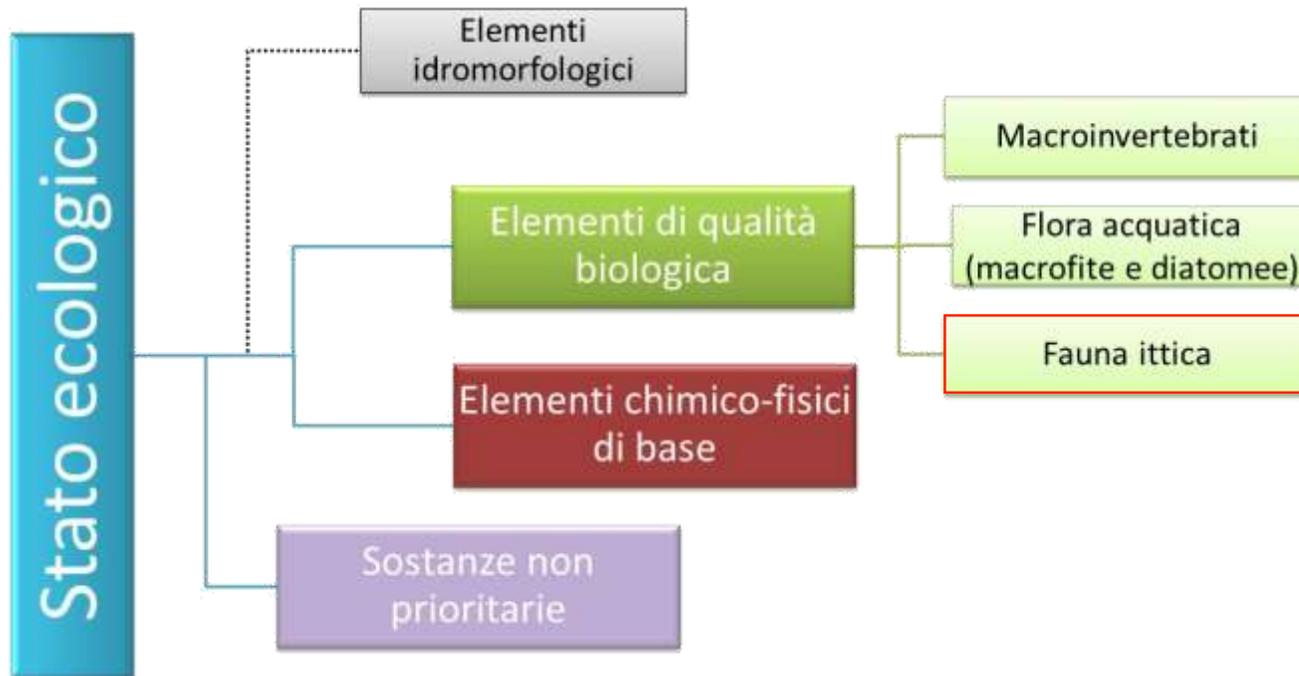
Proposta per la definizione dell'Ecological Flow (EF)

in corso di applicazione e verifica sulle 25 sezioni del reticolo idrografico dell'Umbria

Step 0

Definizione dello **stato ecologico** in accordo con il D.M. n. 260/2010, integrando il giudizio sugli elementi biologici (metodo **NISECI**, fauna ittica) con il giudizio sugli elementi fisico-chimici (di base e a sostegno) e della qualità morfologica (solo nel caso di stato ecologico elevato).

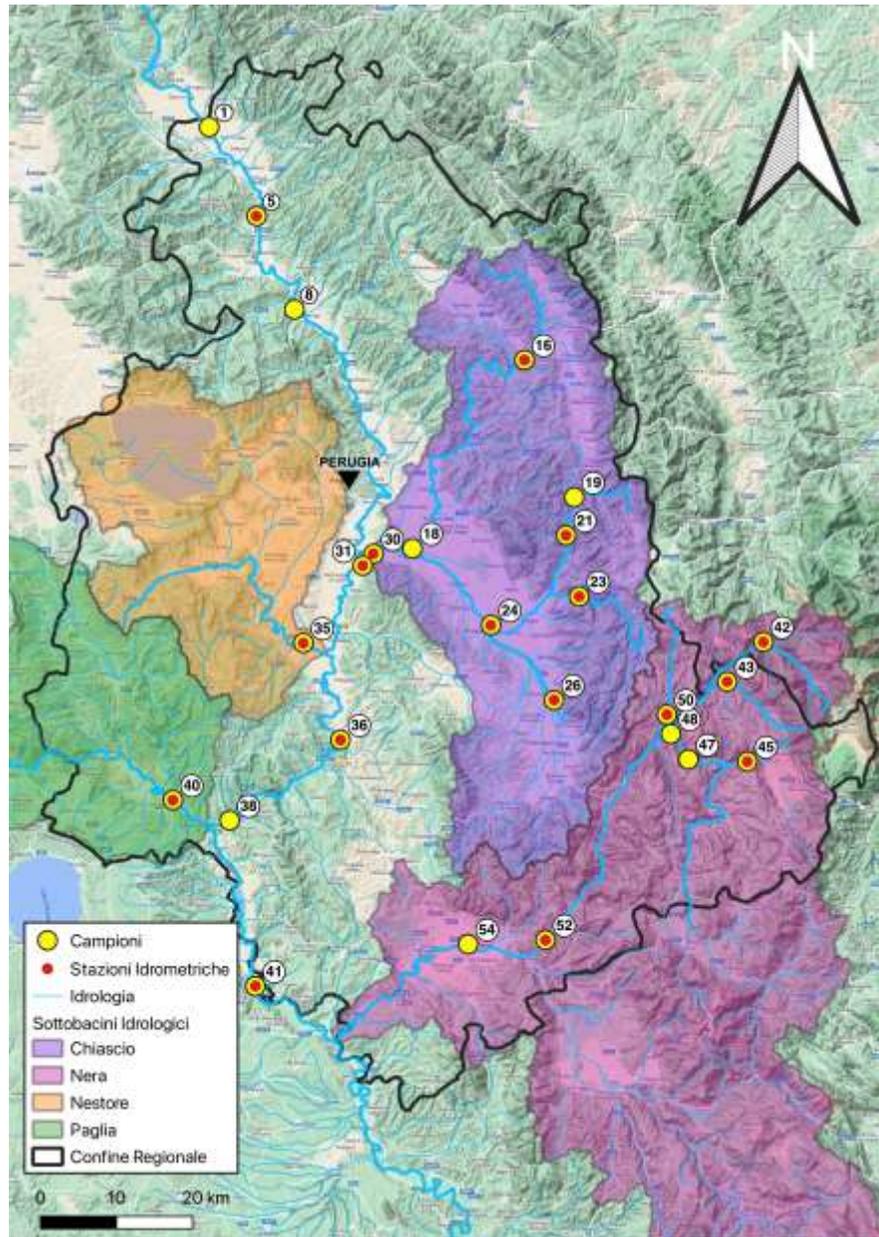
stato	classe di qualità
elevato	1
buono	2
sufficiente	3
scarso	4
cattivo	5



In accordo con la d.d. 30/STA/2017, la **fauna ittica** è considerata, in linea generale, la componente biotica più sensibile alle alterazioni idrologiche e morfologiche. Tale componente è stata scelta in quanto già in passato utilizzata dalla Regione Umbria (PTA 2009-2015 e PTA 2016-2021)

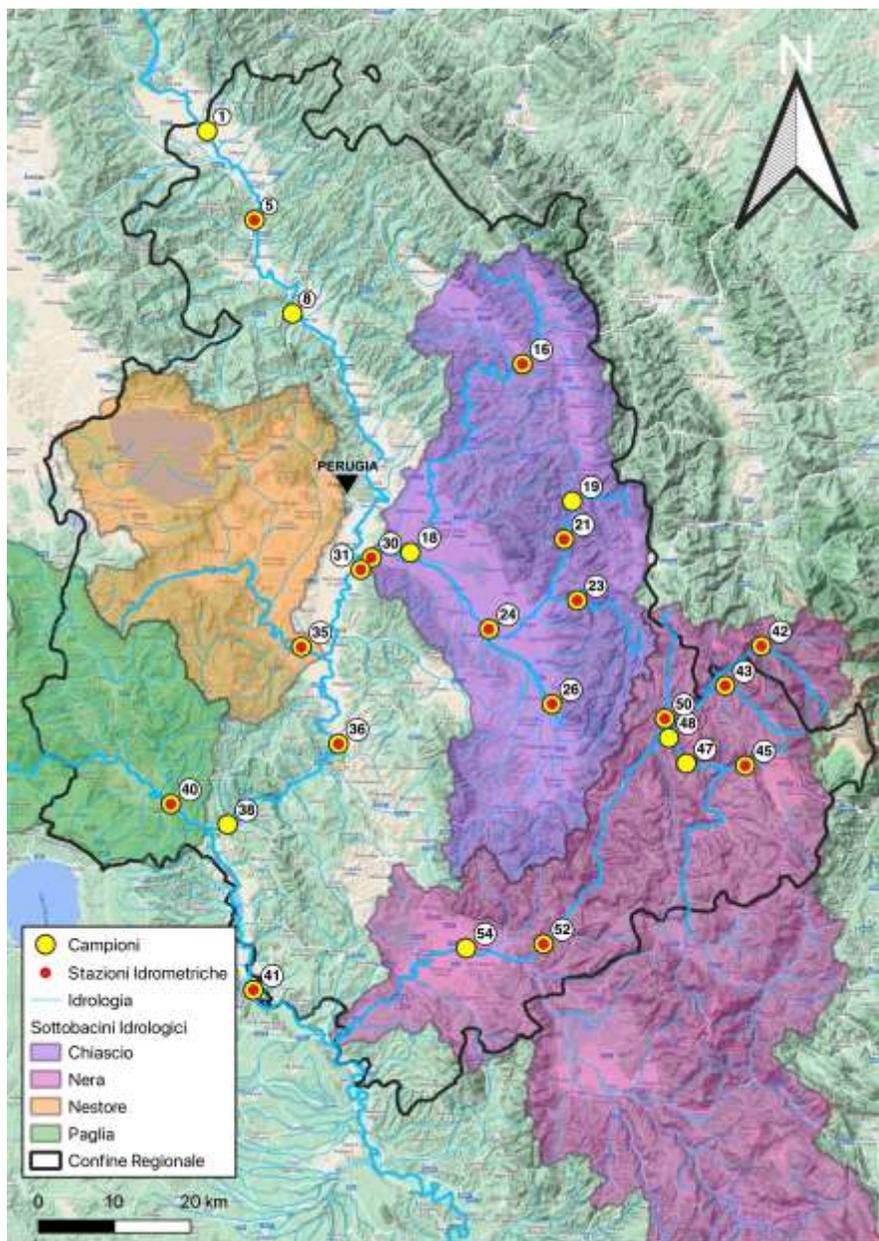
Campionamento ed analisi chimico-isotopica delle acque

Sono state eseguite 4 campagne di indagine per le 25 sezioni individuate nel periodo 2023-2024



Campionamento ed analisi chimico-isotopica delle acque

Sono state eseguite 4 campagne di indagine per le 25 sezioni individuate nel periodo 2023-2024



1) Determinazione in situ di parametri chimico fisici

Parametri Chimici-Fisici	Metodi
Temperatura	termometro digitale
pH	pH-metro digitale portatile
Conducibilità	conduttimetro digitale
Eh	elettrodo Eh
Ossigeno Disciolto	elettrodo specifico (WTW CelloX 325)
Alcalinità	titolazione acidimetrica

2) Prelievio campioni e Analisi di Laboratorio

Parametri	Bottiglia	Quantità (mL)	Metodo	Laboratorio
Anioni maggiori (+NO ₂ , NO ₃)	HDPE	50	tal quale	Unipg-Dipfisgeo
Cationi maggiori	HDPE	50	filtrato - acidificato (HCl)	Unipg-Dipfisgeo
Elementi in tracce	HDPE	50	filtrato - acidificato (HNO ₃)	Unipg-Dipfisgeo
Isotopi H ₂ O (δ D e δ^{18} O)	HDPE	50	tal quale	INGV-Na
BOD	Winkler	250	"tal quale"	ARPA-Umbria
COD, Azoto Ammoniacale, Ortofosfati e Fosforo Totale	HDPE	1000	"tal quale"	ARPA-Umbria

I dati prodotti, relativi alle quattro campagne (2023-202), sono stati elaborati con la finalità di caratterizzare gli **indici chimico-fisici di base** e i **parametri chimici a sostegno** che, **concorrono alla definizione dello stato ecologico** delle acque superficiali, secondo quanto previsto dalla normativa vigente, **in combinazione con gli indicatori di qualità biologica**.

I dati prodotti sono stati integrati con i dati e/o le valutazioni prodotte da ARPA Umbria per le sezioni fluviali coincidenti o comunque riferibili alle sezioni indagate, nell'ambito del rapporto sullo stato ecologico e chimico delle acque superficiali riferito al periodo 2015-2020 e nel recente rapporto intermedio prodotto a novembre 2024 e riferito al periodo 2021-23.

Questi dati permettono valutazioni su evoluzioni temporale delle caratteristiche chimiche alle differenti sezioni

Parametri chimici che concorrono

Parametri chimico-fisico di base

Macrodescrittore LIMeco

Parametri chimici a sostegno

elementi "inquinanti" inorganici riportati nella tabella 1/B del DM 260/2010

- **Arsenico**
- **Cromo**

Per una visione più completa dei dati acquisiti sono state prese in considerazione anche le valutazioni fatte da ARPA sui **composti organici** inquinanti inclusi nella **tabella 1/B** DM 260/2010 (es. Pesticidi, VOC, BTEX , PFAS)

E' stato acquisto un set più ampio di elementi inorganici che permette di valutare la presenza di altri inquinanti che sono utilizzati nella definizione dello **Stato chimico**: Cadmio, Nichel, Piombo, Mercurio (**tabella 1/A** DM 260/2010)

L'indice LIMeco (Livello di Inquinamento dai Macrodescrittori per lo stato ecologico) è un descrittore che integra dati di nutrienti e ossigeno disciolto **utilizzato per derivare la classe di qualità fisico-chimica a sostegno degli elementi di qualità biologica.**

La procedura per il calcolo del LIMeco è descritta dal D.M. n. 260/2010 e prevede che sia calcolato un punteggio sulla base della concentrazione, osservata nel sito in esame:

- **N-NH₄,**
- **N-NO₃**
- **Fosforo totale**
- **Ossigeno disciolto (100 - % di saturazione O₂).**

Il valore medio di LIMeco calcolato per il periodo di campionamento è utilizzato per attribuire la classe di qualità al sito (Elevato, Buono, Sufficiente, Scarso, Cattivo)

Soglie per l'assegnazione dei punteggi ai singoli parametri per ottenere il punteggio LIMeco

		Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
	Punteggio*	1	0,5	0,25	0,125	0
Parametro						
100-O ₂ % sat.	Soglie**	≤ 10	≤ 20	≤ 40	≤ 80	> 80
N-NH ₄ (mg/l)		< 0,03	≤ 0,06	≤ 0,12	≤ 0,24	>0,24
N-NO ₃ (mg/l)		< 0,6	≤ 1,2	≤ 2,4	≤ 4,8	>4,8
Fosforo totale (µg/l)		< 50	≤ 100	≤ 200	≤ 400	>400

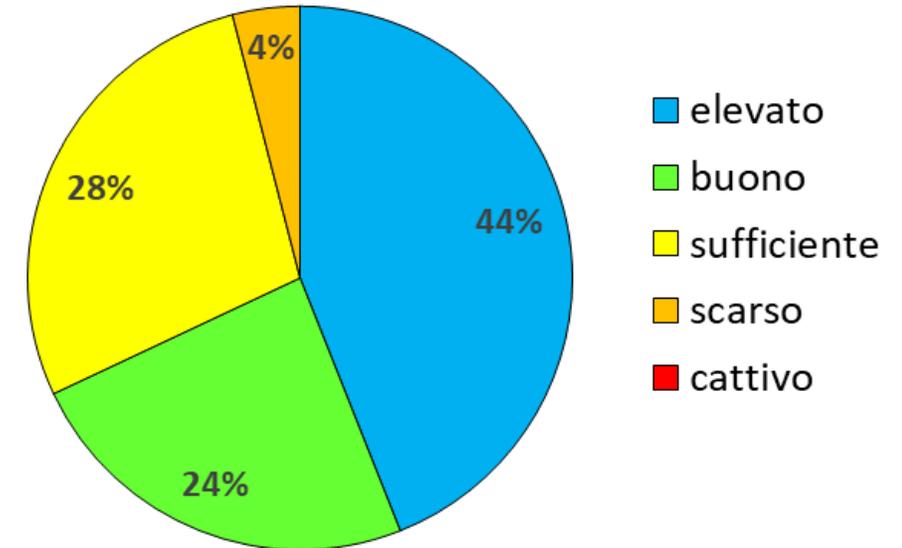
Classificazione di qualità secondo i valori di LIMeco

Stato		LIMeco
Elevato*		≥ 0,66
Buono		≥ 0,50
Sufficiente		≥ 0,33
Scarso		≥ 0,17
Cattivo		< 0,17

L'indice LIMeco (Livello di Inquinamento dai Macrodescrittori per lo stato ecologico) è un descrittore che integra dati di nutrienti e ossigeno disciolto utilizzato per derivare la classe di qualità fisico-chimica a sostegno degli elementi di qualità biologica.

ID	Corso	Bacino	Località Regione	STATO CHIM_FIS POA (solo parametri base, LIMECO)	STATO CHIM_FIS ARPA 2021-2023 (parametri base e a sostegno)		
					Staz. ARPA	STATO	Parametro limite
1	Tevere	Tevere	Tevere confine regionale	ELEVATO	TVR1	BUONO	base e sostegno
5	Tevere	Tevere	Santa Lucia idrometro RU	BUONO	TVR2	SUFF	sostegno
8	Tevere	Tevere	Tevere a valle confluenza T. Carpina	SUFF	-	-	-
16	Chiascio	Chiascio	Branca idrometro RU	BUONO	CHS4	-	-
18	Chiascio	Chiascio	A monte del F. Topino	SUFF	CHS2	SUFF	base e sostegno
19	Caldognola	Chiascio	Prima della confluenza con Topino	ELEVATO	CAL1	ELEVATO	base
21	Topino	Chiascio	Valtopina idrometro RU	ELEVATO	TOP1	ELEVATO	-
23	Menotre	Chiascio	Pale idrometro RU	ELEVATO	MNT1	-	-
24	Topino	Chiascio	Bevagna idrometro RU	ELEVATO	TOP5	-	-
26	Clitunno	Chiascio	Clitunno a Bovara idrometro RU new	SUFF	CLT6	SUFF	base
30	Chiascio	Chiascio	Ponte Rosciano idrometro RU	SUFF	CHS3	SUFF	base e sostegno
31	Tevere	Tevere	Ponte Nuovo di Torgiano idrometro RU	SUFF	TVR5	SUFF	base e sostegno
35	Nestore	Nestore	Marsciano idrometro RU	SUFF	NES2	SUFF	base e sostegno
36	Tevere	Tevere	Monte Molino idrometro RU	SUFF	TVR7	SUFF	base e sostegno
38	Tevere	Tevere	a valle Diga di Corbara	SCARSO	-	-	-
40	Paglia	Paglia	Orvieto Scalo idrometro RU	ELEVATO	PGL3	SUFF	base e sostegno
41	Tevere	Tevere	Attigliano idrometro RU	BUONO	-	SUFF	-
42	Nera	Nera	Visso idrometro OTT RU	BUONO	NER1	-	-
43	Campiano	Campiano	Preci zona industriale idrometro OTT RU	BUONO	CMP1	SUFF	-
45	Sordo	Nera	Ponte Mollo idrometro new RU Restart	ELEVATO	SRD2	-	-
47	Corno	Nera	Prima sbarramento idroelettrico a Casali Volpetti	BUONO	CRN3	BUONO	-
48	Nera	Nera	Dopo confluenza Corno	ELEVATO	-	-	-
50	Vigi	Nera	Ponte Buggianino idrometro RU	ELEVATO	VIG1	-	-
52	Nera	Nera	Torreorsina idrometro RU	ELEVATO	NER4	-	-
54	Nera	Nera	A valle derivazione Recentino	ELEVATO	NER13	BUONO	base e sostegno

Giudizio LIMeco - dati campagne POA 2023-2024



Integrazione dati di qualità biologica e chimico-fisica per la definizione dello stato ecologico

La Fase 1 prevede l'integrazione tra la classificazione degli elementi di qualità biologica espressa in cinque classi e il giudizio degli elementi a sostegno (elementi fisico-chimici)

		Giudizio peggiore da Elementi Biologici				
		Elevato	Buono	Sufficiente	Scarso	Cattivo
Elementi fisico-chimici a sostegno	Elevato	Elevato ⁽¹⁾	Buono	Sufficiente	Scarso	Cattivo
	Buono	Buono	Buono	Sufficiente	Scarso	Cattivo
	Sufficiente Scarso e Cattivo	Sufficiente	Sufficiente	Sufficiente	Scarso	Cattivo

La Fase II prevede l'integrazione con il giudizio di conformità degli inquinanti specifici appartenenti alla tab. 1/B del D.M. n. 260/2010 ed eventualmente delle tabelle 2/B e 3/B, nei casi pertinenti in un corpo idrico che sia classificato "cattivo" per decretarne lo stato ecologico "cattivo"

		Giudizio della fase 1				
		Elevato	Buono	Sufficiente	Scarso	Cattivo
Elementi chimici a sostegno (altri inquinanti specifici)	Elevato	Elevato ⁽¹⁾	Buono	Sufficiente	Scarso	Cattivo
	Buono	Buono	Buono	Sufficiente	Scarso	Cattivo
	Sufficiente	Sufficiente	Sufficiente	Sufficiente	Scarso	Cattivo

Nella definizione del giudizio si ha una dominanza della componente la definizione di uno stato da Sufficiente a Cattivo

Stato Ecologico delle 25 sezioni investigate

	ID	Nome	Corso	Bacino	Località Regione	STATO BIOLOGICO NISECI POA	STATO CHIM-FIS POA LIMECO	STATO ECOLOGICO POA	STATO ECOLOGICO ARPA 2021-2023	
									STATO	Indice limite
BACINO DEL CHIASCIO	43	41	Campiano	Campiano	Preci zona industriale idrometro OTT RU	BUONO	BUONO	BUONO	SUFF	
	16	15	Chiasco	Chiasco	Branca idrometro RU	BUONO	BUONO	BUONO	BUONO	
	18	17	Chiasco	Chiasco	A monte del F. Topino	SUFF	SUFF	SUFF	SCARSO	
	19	18	Caldognola	Chiasco	Prima della confluenza con Topino	BUONO	ELEVATO	BUONO	BUONO	
	21	20	Topino	Chiasco	Valtopina idrometro RU	ELEVATO	ELEVATO	BUONO	BUONO	macrobenthos/Fauna Ittica
	23	22	Menotre	Chiasco	Pale idrometro RU	ELEVATO	ELEVATO	ELEVATO	-	-
	24	23	Topino	Chiasco	Bevagna idrometro RU	SUFF	ELEVATO	SUFF	BUONO	
	26	25	Clitunno	Chiasco	Clitunno a Bovara idrometro RU new	SCARSO	SUFF	SCARSO	SUFF	macrobenthos/macrofite
BACINO DEL NERA	30	28	Chiasco	Chiasco	Ponte Rosciano idrometro RU	SCARSO	SUFF	SCARSO	SUFF	diatomee
	42	40	Nera	Nera	Visso idrometro OTT RU	BUONO	BUONO	BUONO	BUONO	Sessennio precedente
	45	43	Sordo	Nera	Ponte Mollo idrometro new RU Restart	ELEVATO	ELEVATO	ELEVATO	BUONO	
	47	45	Corno	Nera	Prima sbarramento idroelettrico a Casali Volpetti	ELEVATO	BUONO	ELEVATO	SUFF	
	48	46	Nera	Nera	Dopo confluenza Corno	ELEVATO	ELEVATO	ELEVATO		
	50	48	Vigi	Nera	Ponte Buggianino idrometro RU	ELEVATO	ELEVATO	ELEVATO	BUONO	
	52	50	Nera	Nera	Torreorsina idrometro RU	ELEVATO	ELEVATO	ELEVATO	BUONO	Sessennio precedente
	54	52	Nera	Nera	A valle derivazione Recentino	CATTIVO	ELEVATO	CATTIVO	BUONO	-
BACINO DEL TEVERE	35	33	Nestore	Nestore	Marsciano idrometro RU	SCARSO	SUFF	SCARSO	SUFF	macrobenthos
	40	38	Paglia	Paglia	Orvieto Scalo idrometro RU	BUONO	ELEVATO	BUONO	SUFF	macrobenthos/macrofite
	1	1	Tevere	Tevere	Tevere confine regionale	BUONO	ELEVATO	BUONO	SUFF	macrobenthos/macrofite
	5	5	Tevere	Tevere	Santa Lucia idrometro RU	SUFF	BUONO	SUFF	SUFF	macrobenthos
	8	8	Tevere	Tevere	Tevere a valle confluenza T. Carpina	SUFF	SUFF	SUFF	-	-
	31	29	Tevere	Tevere	Ponte Nuovo di Torgiano idrometro RU	SCARSO	SUFF	SCARSO	SUFF	macrobenthos
	36	34	Tevere	Tevere	Monte Molino idrometro RU	SCARSO	SUFF	SCARSO	SUFF	
	38	36	Tevere	Tevere	a valle Diga di Corbara	CATTIVO	SCARSO	CATTIVO	-	-
	41	39	Tevere	Tevere	Attigliano idrometro RU	CATTIVO	BUONO	CATTIVO	SUFF	

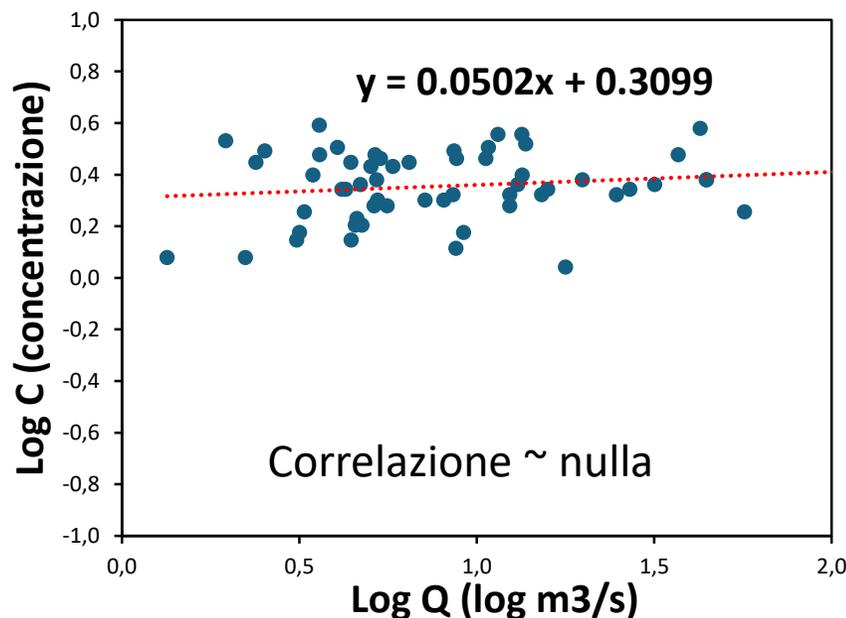
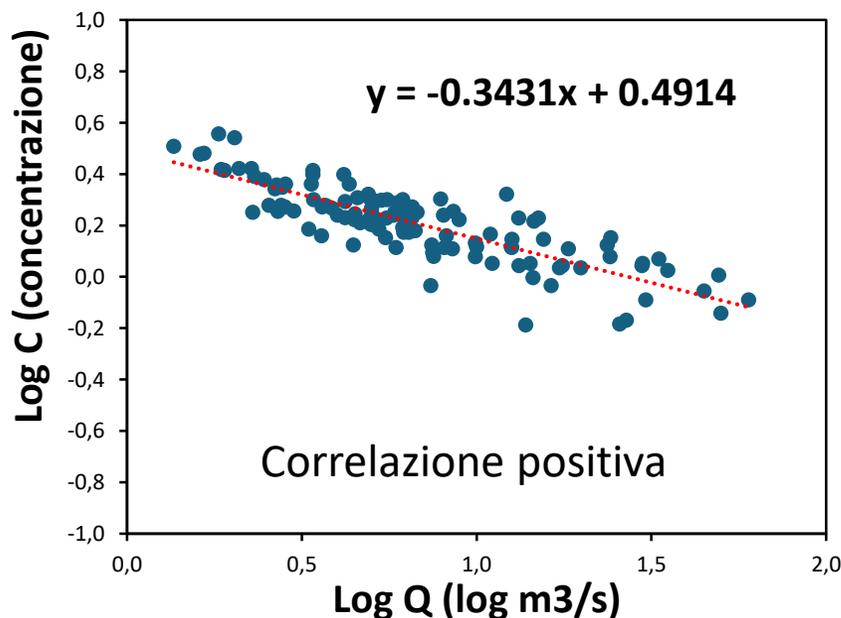
Correlazione tra qualità chimicisica e portate

Base di dati:

- **Parametri chimic-fisici e composizionali:** serie storica monitoraggio **ARPA** 2008- 2022 (integrate in alcuni casi con periodo 2023-2024) alle sezioni corrispondenti o più vicine alle sezioni POA (<https://apps.arpa.umbria.it/acqua/qualita-acque-superficiali>)
- **Portate medie giornaliere misurate** alle stazioni idrometiche corrispondenti o più prossime alle sezioni messe a disposizione da Servizio Rischio idrogeologico, idraulico e sismico, Difesa del suolo Sezione Difesa e Gestione Idraulica della **Regione Umbria**

Per una prima analisi sono stati considerati parametri che concorrono alla definizione del macrodescrittore **LIMEco** e che generalmente ne controllano la sua variabilità e il giudizio da esso derivato: **Azoto-Nitrico (N-NO3)** e **Fosforo Totale (Ptot)**

Correlazione C - Q



$$C = aQ^b$$

$$\text{Log } C = \text{log } a + b \text{ log } Q$$

$b > 0$ indica un trend **arricchimento**

$b < 0$ un trend di **diluizione**

$b \approx 0$ trend un pattern C-Q neutro e non significativo

(Musolff et al., 2017).

Correlazione tra qualità chimica e portate

Base di dati:

- **Parametri chimic-fisici e composizionali:** serie storica monitoraggio **ARPA** 2008- 2022 (integrate in alcuni casi con period 2023-2024 alle sezioni corrispondenti o più vicine alle sezioni POA (<https://apps.arpa.umbria.it/acqua/qualita-acque-superficiali>))
- **Portate medie giornaliere misurate** alle stazioni idrometriche corrispondenti o più prossime alle sezioni messe a disposizione da Servizio Rischio idrogeologico, idraulico e sismico, Difesa del suolo Sezione Difesa e Gestione Idraulica della **Regione Umbria**

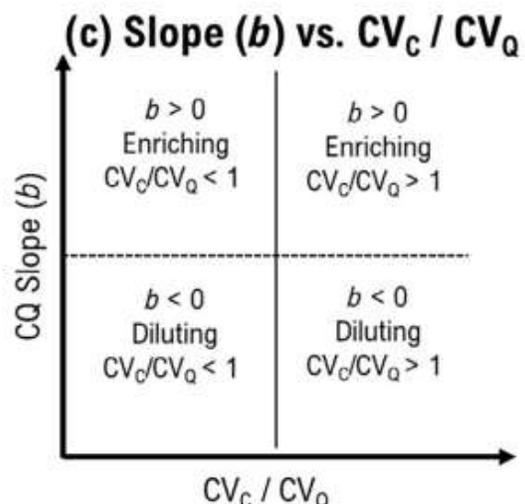
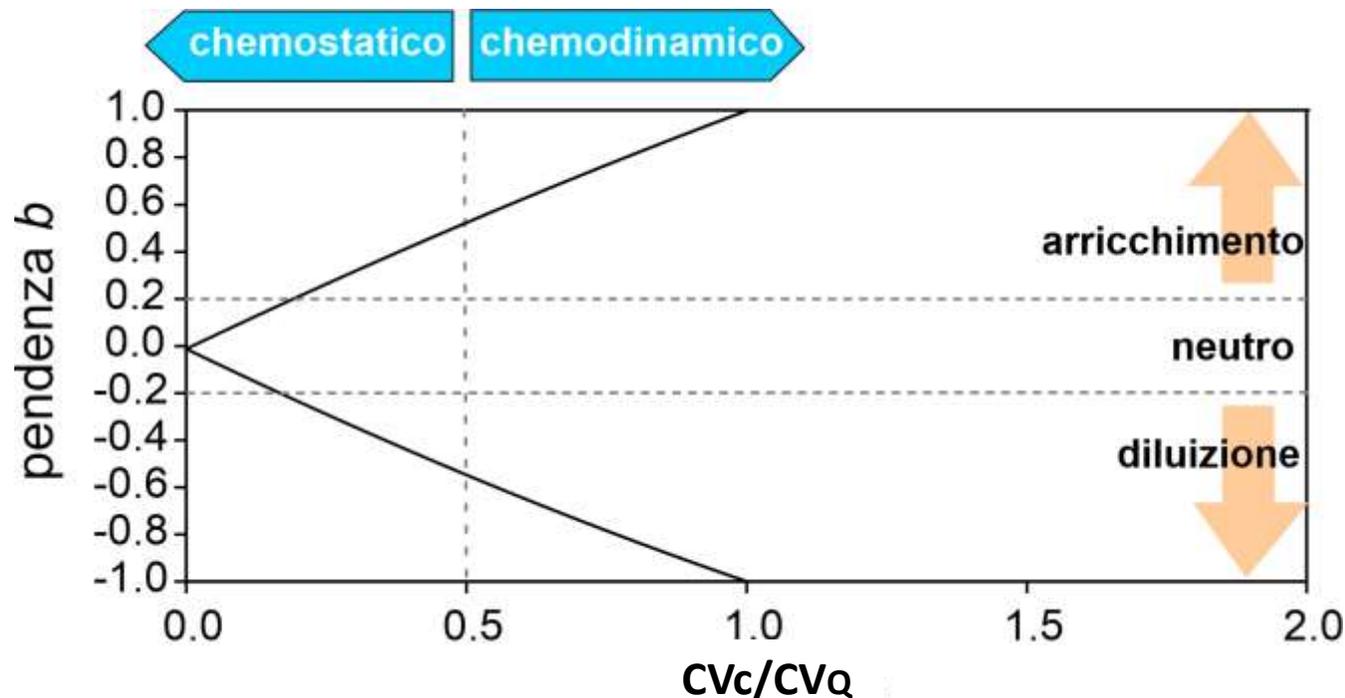
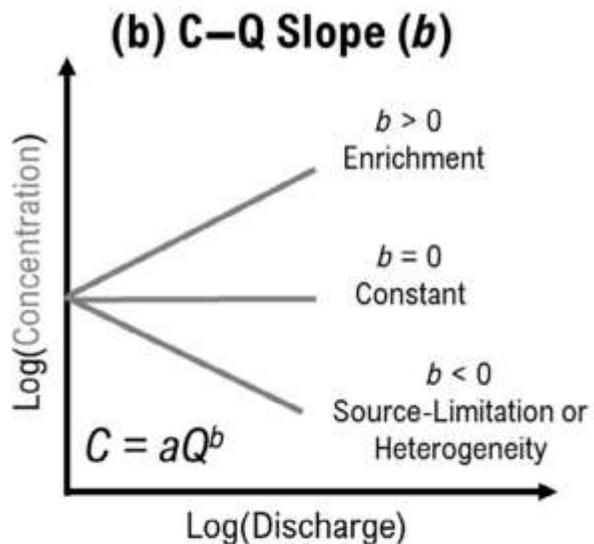
Per una prima analisi sono stati considerati parametri che concorrono alla definizione del macrodescrittore **LIMeco** ed in particolare **Azoto-Nitrico (N-NO3)** e **Fosforo Totale (Ptot)**, che generalmente ne determinano la sua variabilità ed il giudizio da esso derivato

Rapporto tra I coefficienti di variazione di C e Q - CV_C/CV_Q -

$$CV_C = \frac{\textit{media C}}{\textit{deviazione standard C}}$$

$$CV_Q = \frac{\textit{media Q}}{\textit{deviazione standard Q}}$$

Correlazione tra qualità chimica e portate

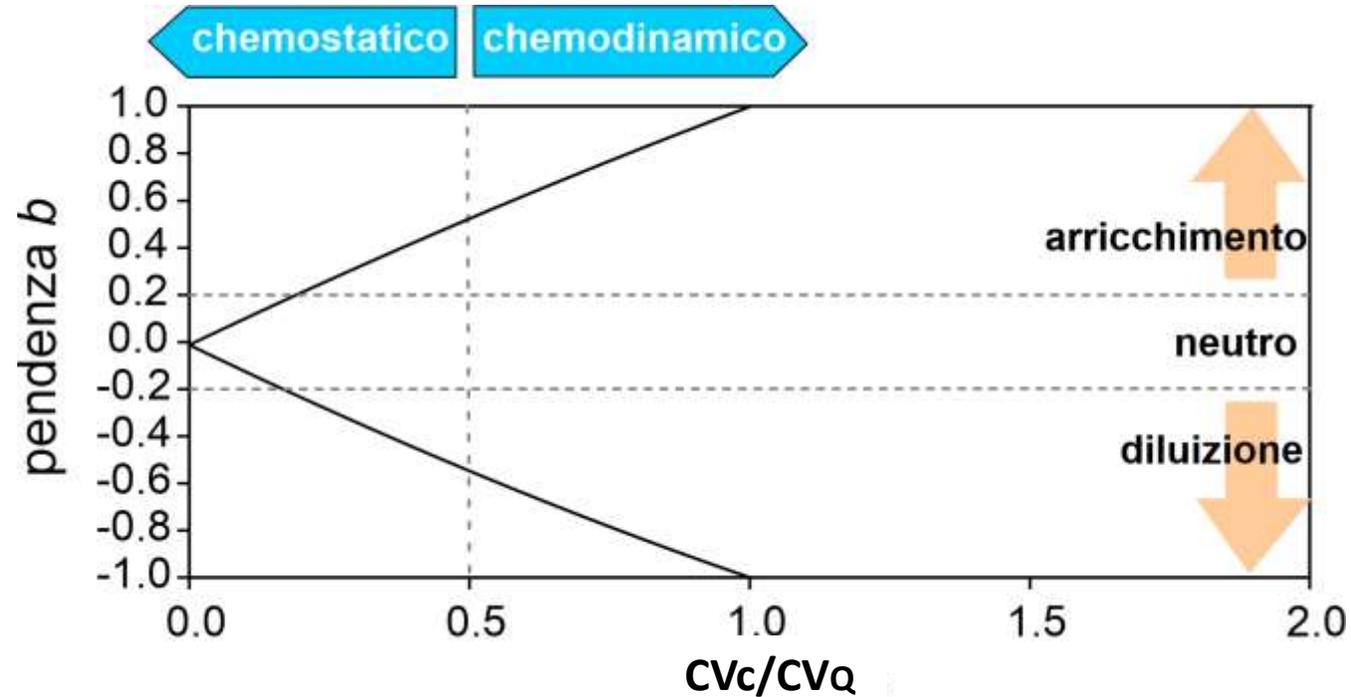
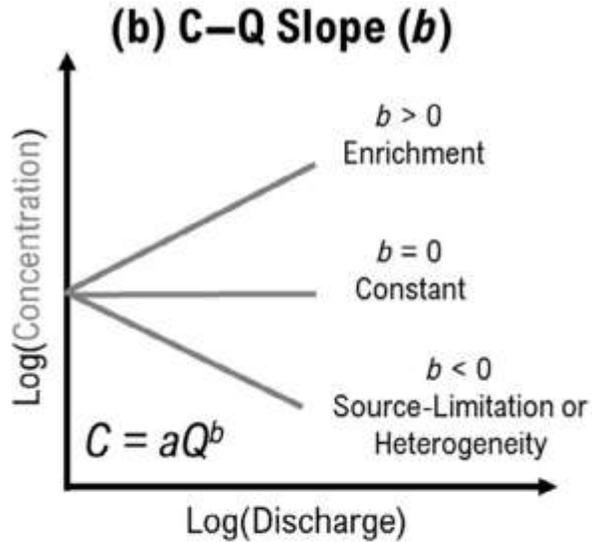


Comportamento chemostatico:

La concentrazione non è fortemente influenzata dalla quantità di acqua che scorre attraverso il corso d'acqua.

- Il bacino potrebbe avere **sorgenti di nutrienti ampie e ben miscelate**, garantendo un apporto costante all'acqua anche a diversi livelli di drenaggio
- Le aree contribuenti hanno concentrazioni di nutrienti relativamente uniformi, il che porta a concentrazioni stabili nelle acque. Es. **le aree agricole e/o con apporti di azoto costanti mostrano spesso un comportamento chemostatico dei nitrati nei fiumi**
- **equilibrio** tra nutrienti in **entrata** da varie fonti e in **uscita** attraverso differenti processi Es. la denitrificazione, l'assorbimento delle piante e l'esportazione

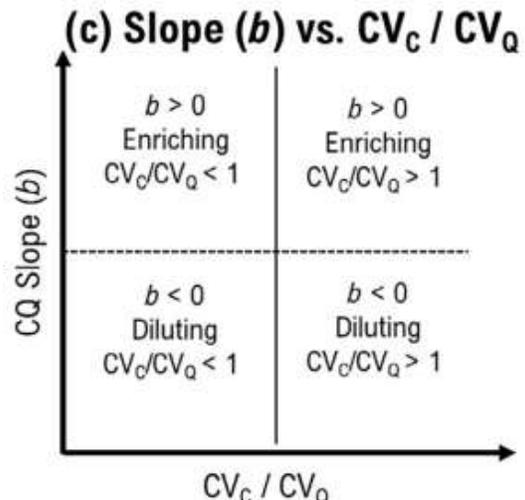
Correlazione tra qualità chimica e portate



Comportamento chemodinamico:

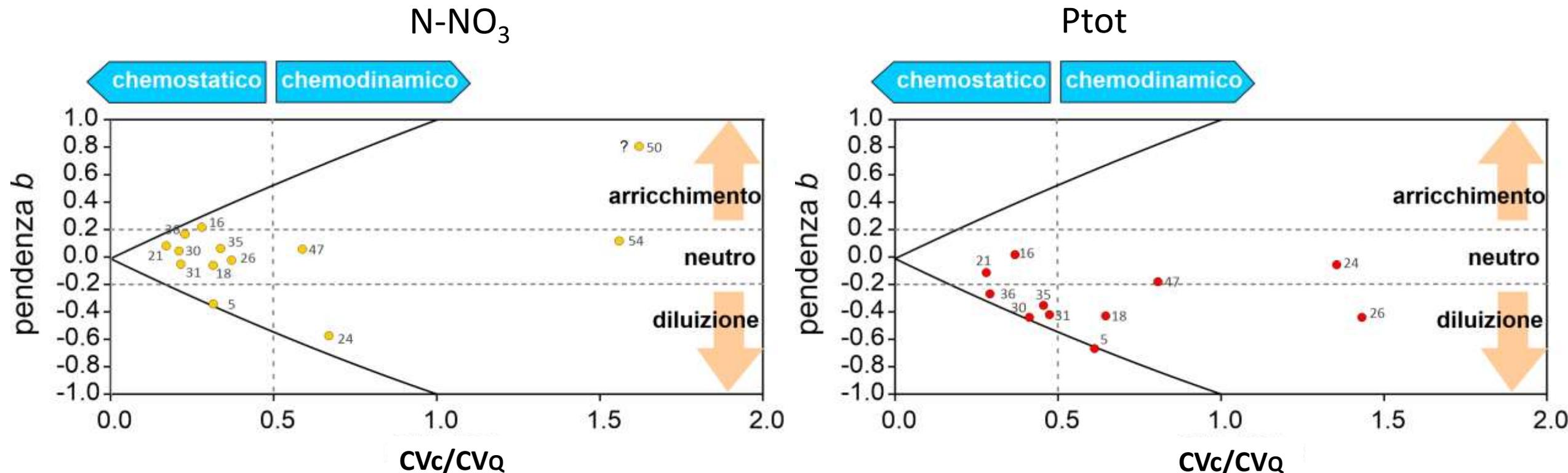
La concentrazione di nutrienti nell'acqua è correlata alle portate

- **Correlazione positiva** (la concentrazione aumenta con il flusso): suggerisce fonti come il deflusso agricolo, fonti puntuali o gli input superficiali del sottosuolo.
- **Correlazione negativa** (la concentrazione diminuisce con il flusso): indica la diluizione, dove flussi più elevati provengono da aree con concentrazioni di nutrienti più basse



Correlazione tra qualità chimica e portate

Non è stato possibile eseguire su tutte le sezioni questa analisi per mancanza di serie storiche di monitoraggio o portate misurate in continuo su un periodo significativo rispetto ai dati chimici a disposizione.



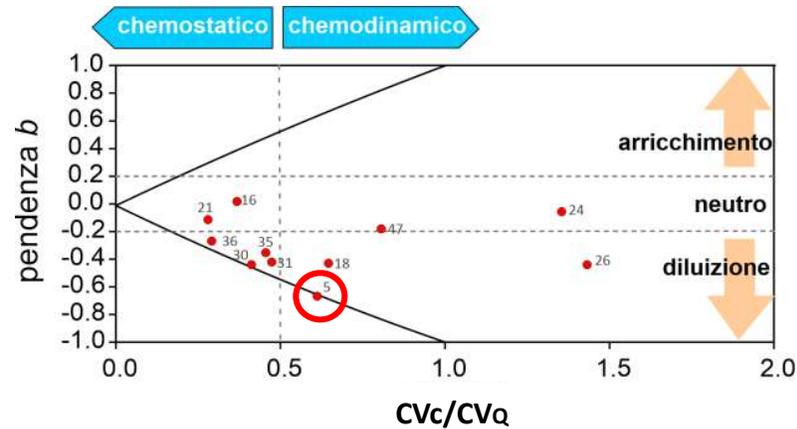
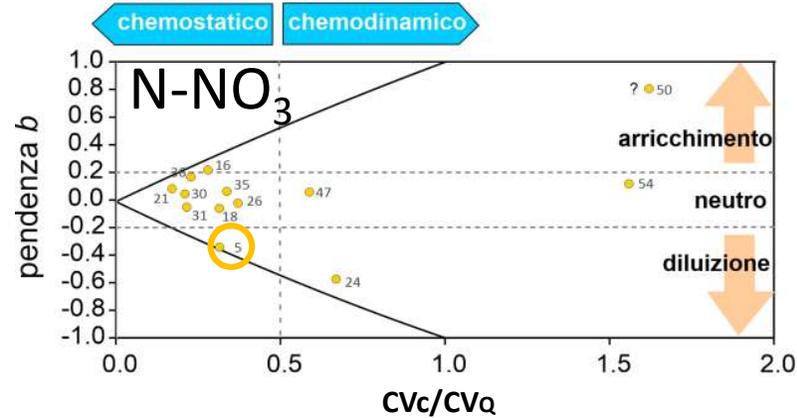
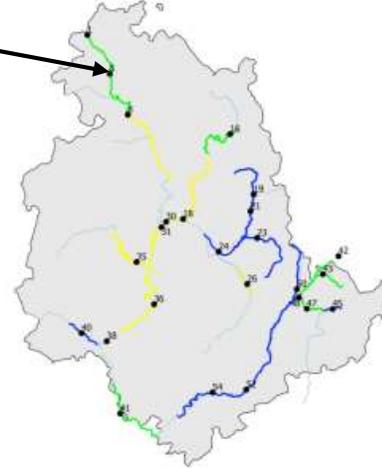
Le concentrazioni di **Azoto nitrico** (cfr. Nitrati) mostra generalmente un comportamento **chemostatico** con scarsa correlazione con le portate, questo ricade sui carichi transitori con carichi crescenti legate alle portate maggiori

Il **Fosforo** mostra un comportamento leggermente differente con una maggiore **componente chemodinamica** e trend che suggeriscono un possibile **effetto di diluizione** legato all'incremento delle portate

Correlazione tra qualità chimica e portate

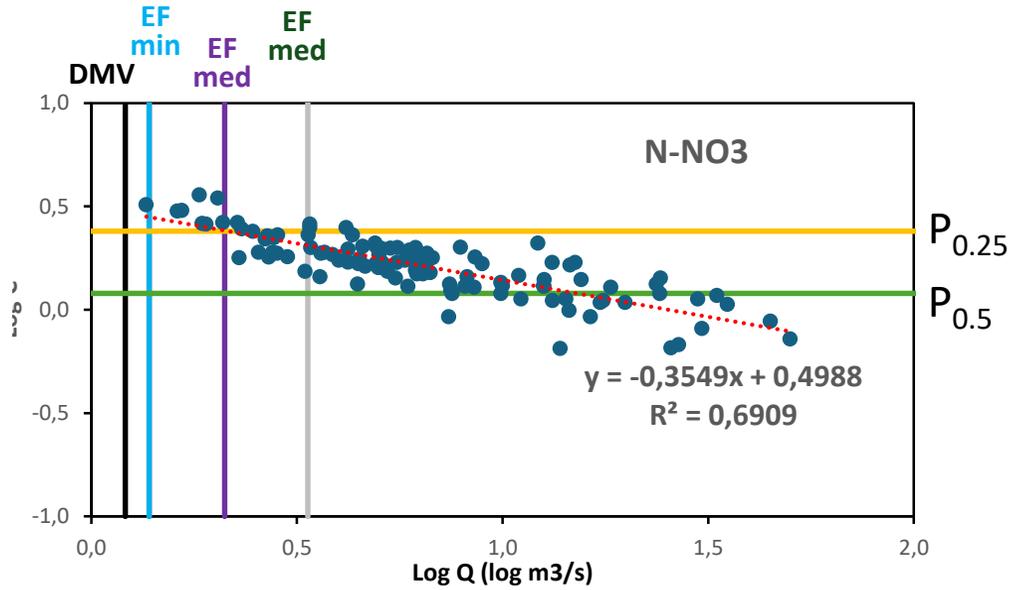
Valutazione di possibili effetti di incremento portate per il Deflusso ecologico

Esempio sezione 5 – Tevere S. Lucia

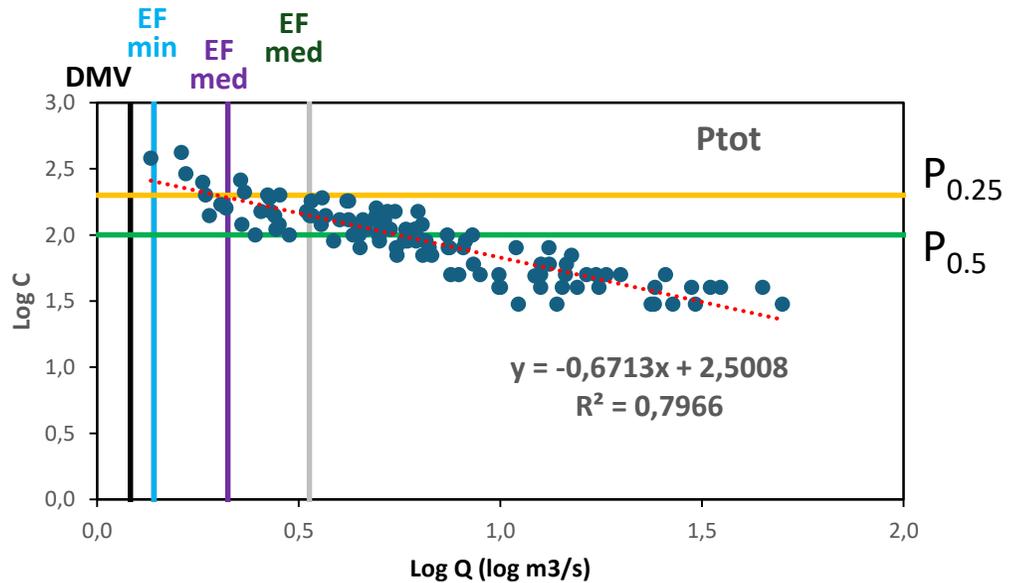


BIO	CHIM	ECO
5	SUFF	SUFF

DMV → Efmin (Q80)



C-DMV
↓
C-EFmin
-4.5%

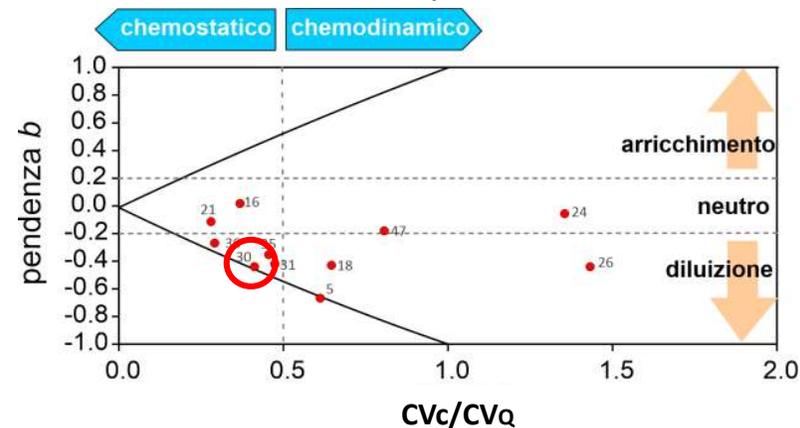
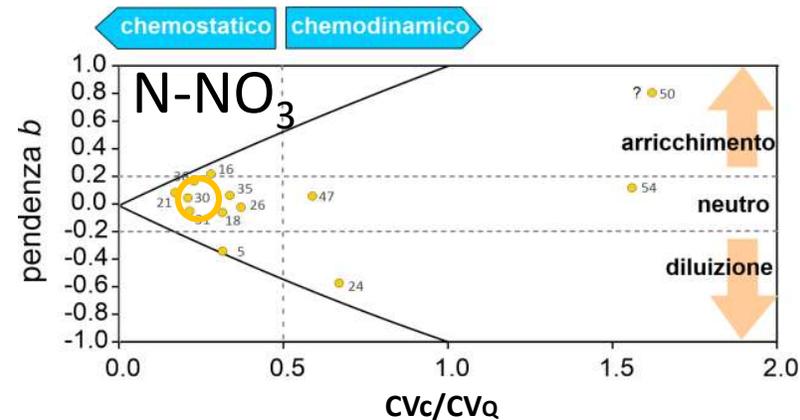
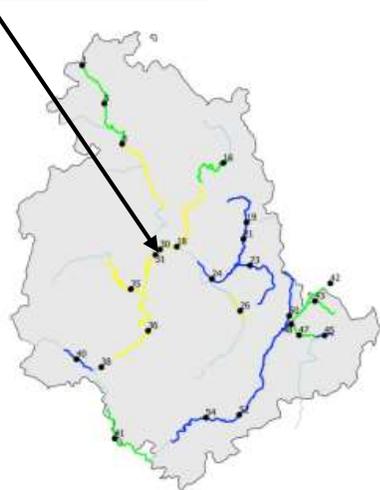


C-DMV
↓
CEfmin
-9%

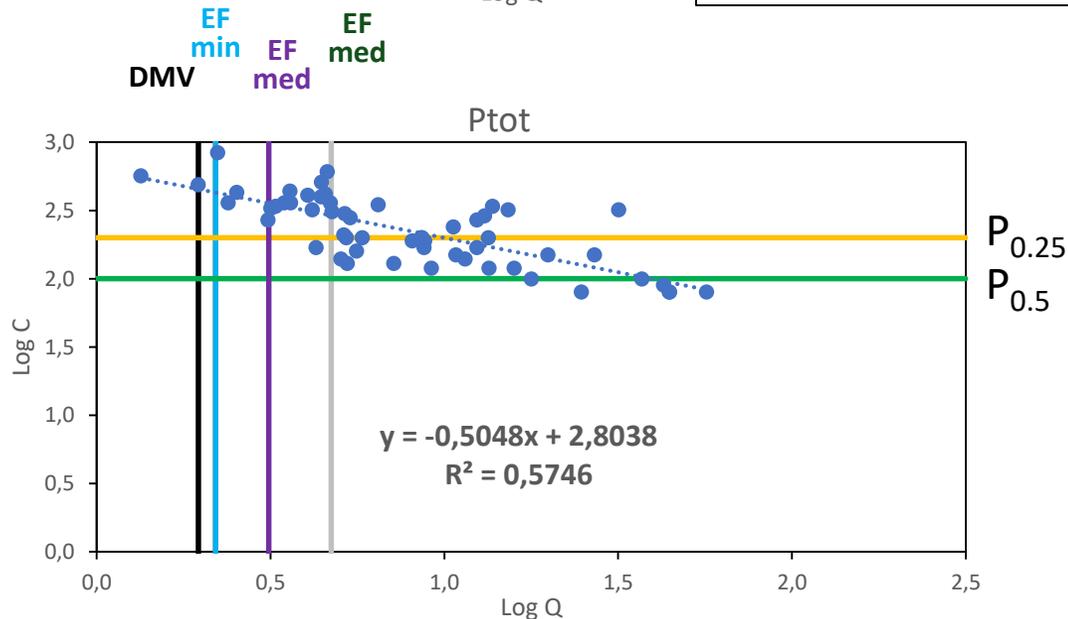
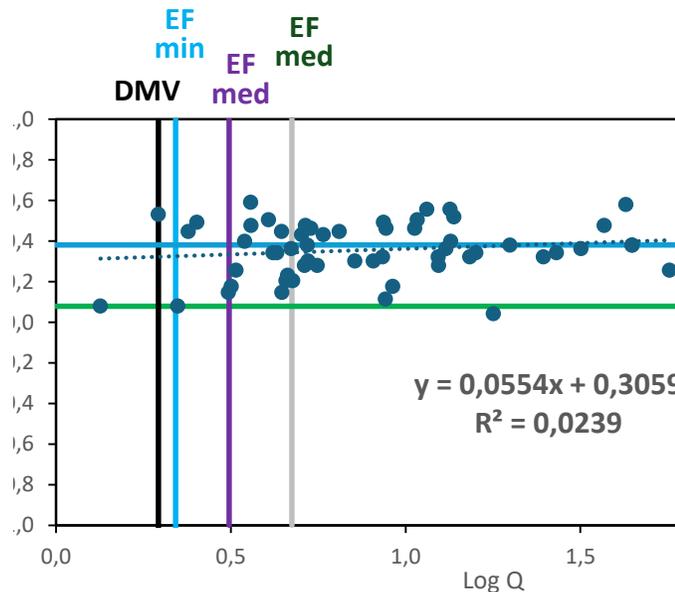
Correlazione tra qualità chimica e portate

Valutazione di possibili effetti di incremento portate per il Deflusso ecologico

Esempio sezione 30 – Chiascio Ponte Rosciano



DMV → Efmin (Q90)



Diluizione con acqua a minore contenuto di NO₃ ?
Da tratti a monte di migliore qualità:

- Disonibilità?
- Efficacia? – Fattibilità?

C_DMV

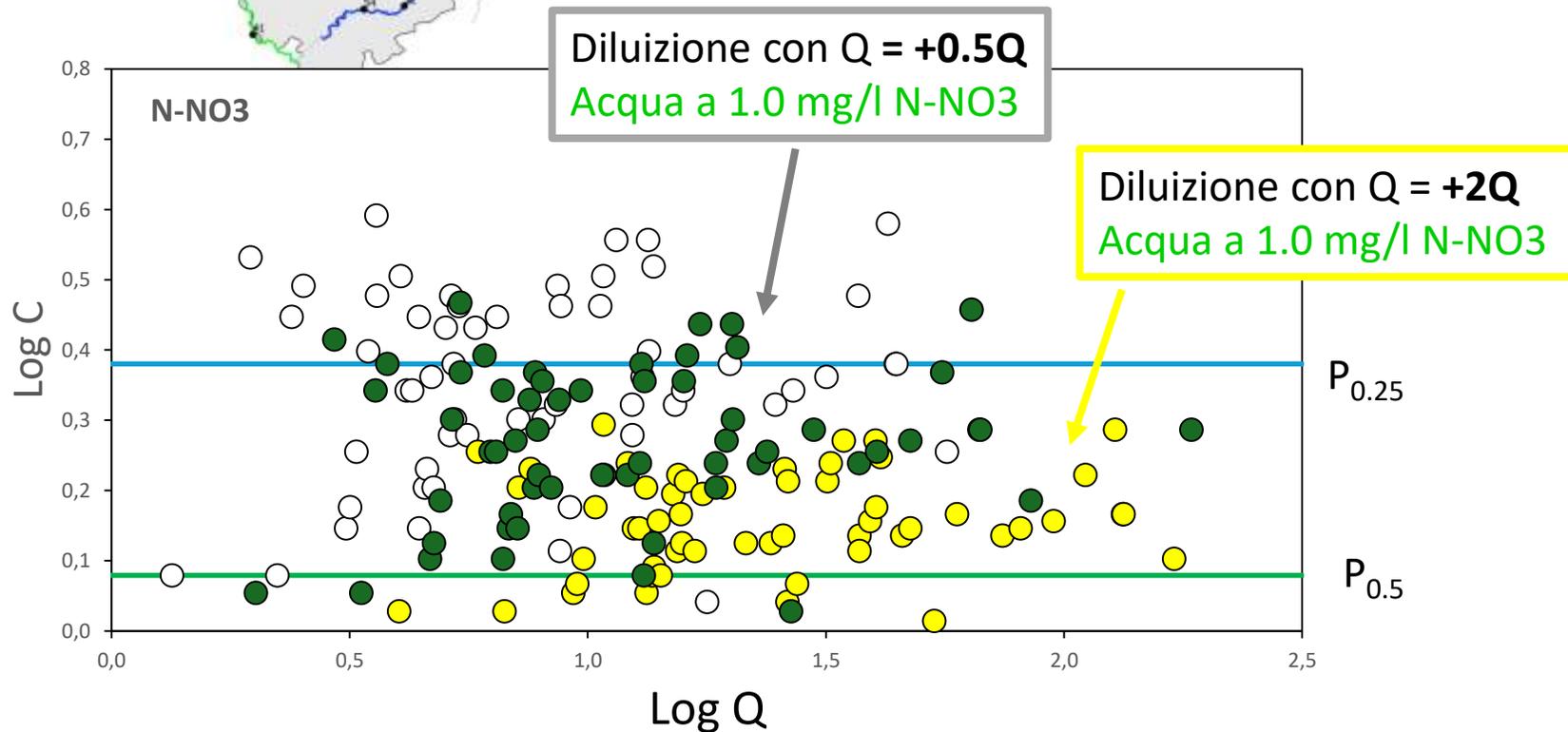
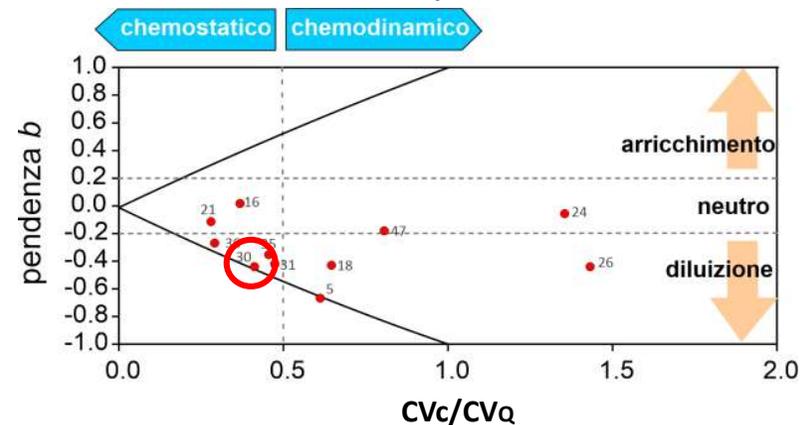
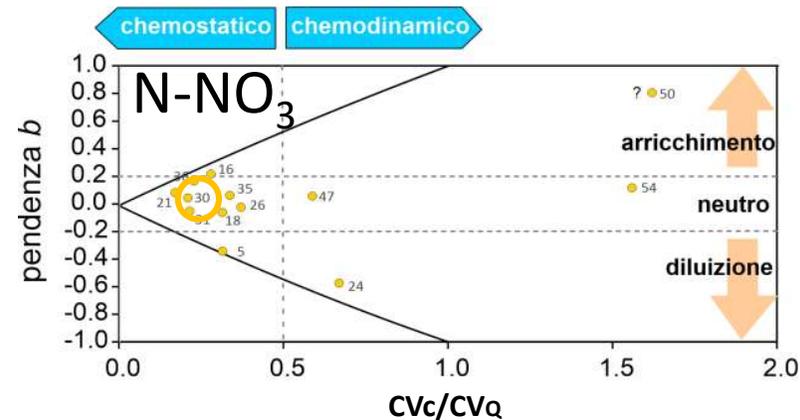


CEfmin
-6.5%

Correlazione tra qualità chimica e portate

Valutazione di possibili effetti di incremento portate per il Deflusso ecologico

Esempio sezione 30 – Chiascio Ponte Rosciano

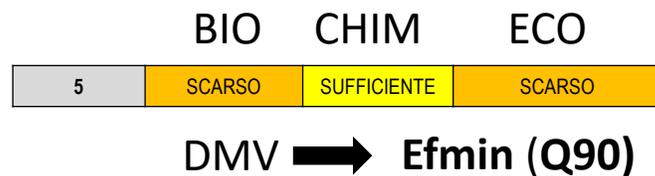
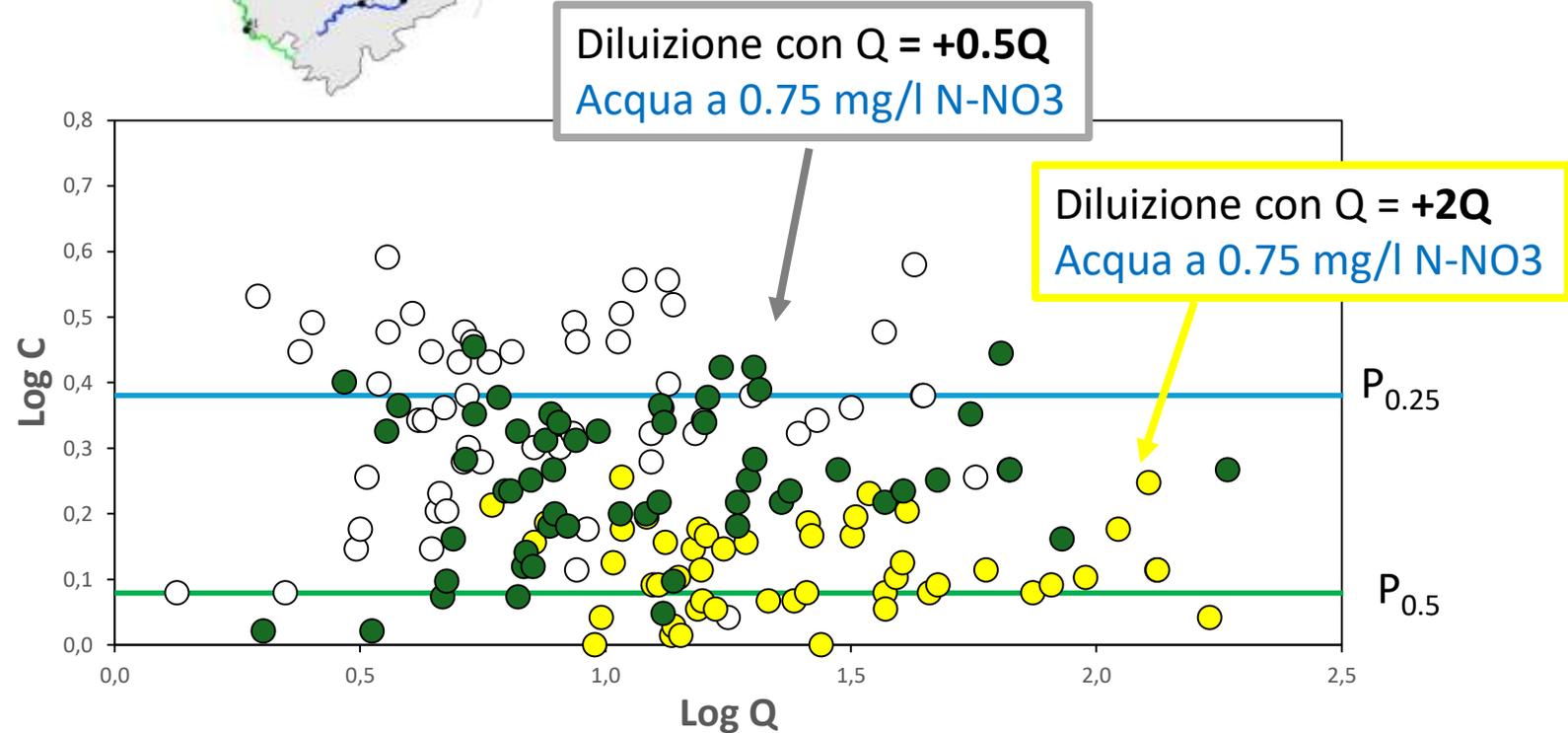
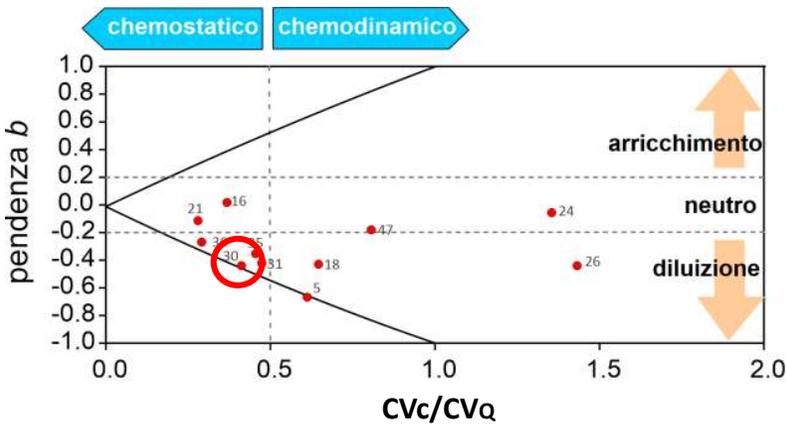
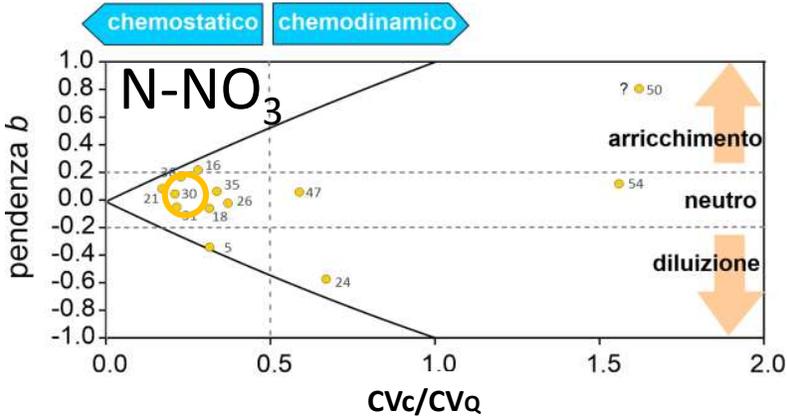
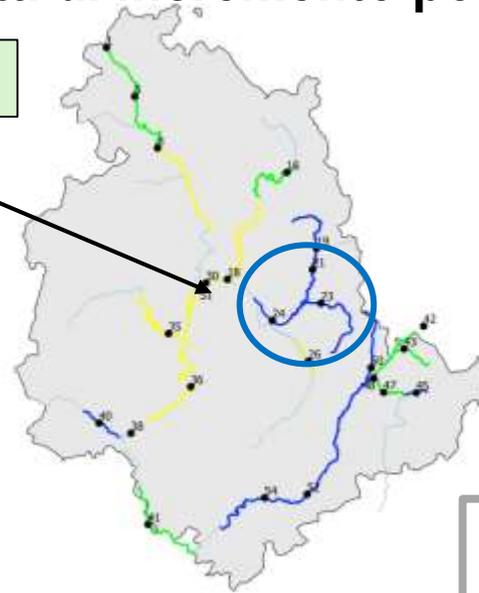


DMV → Efmin (Q90)

Correlazione tra qualità chimica e portate

Valutazione di possibili effetti di incremento portate per il Deflusso ecologico

Esempio sezione 30 – Chiascio Ponte Rosciano



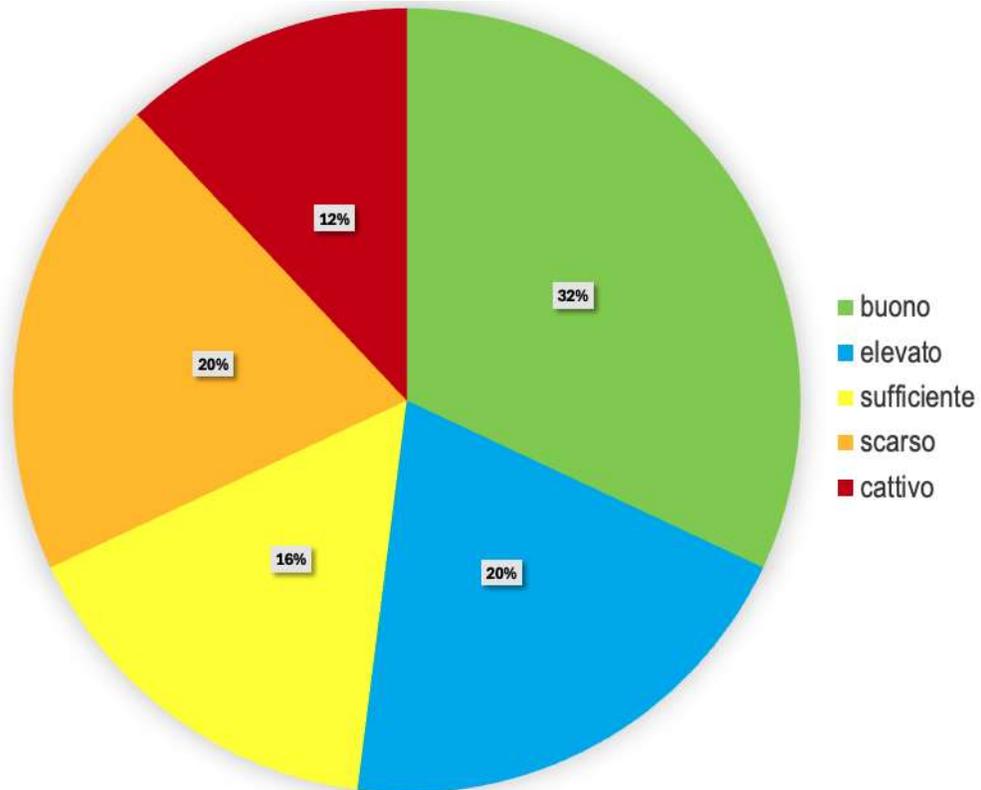
Proposta per la definizione dell'Ecological Flow (EF)

in corso di applicazione e verifica sulle 25 sezioni del reticolo idrografico dell'Umbria

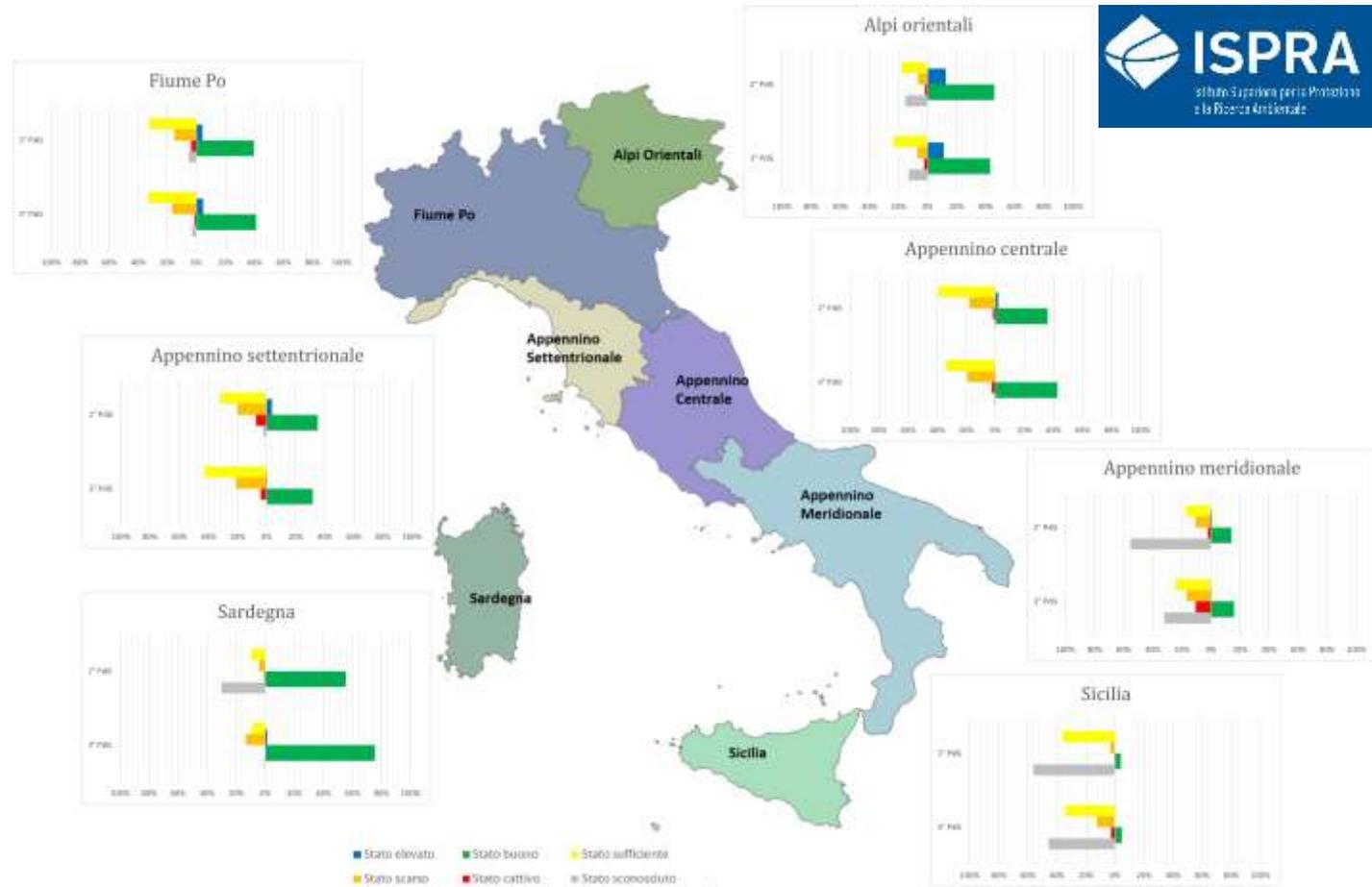
Step 0

Definizione dello **stato ecologico** in accordo con il D.M. n. 260/2010, integrando il giudizio sugli elementi biologici (metodo **NISECI**, fauna ittica) con il giudizio sugli elementi fisico-chimici (di base e a sostegno) e della qualità morfologica (solo nel caso di stato ecologico elevato).

Sintesi dello **stato ecologico delle 25 sezioni** del reticolo idrografico dell'Umbria



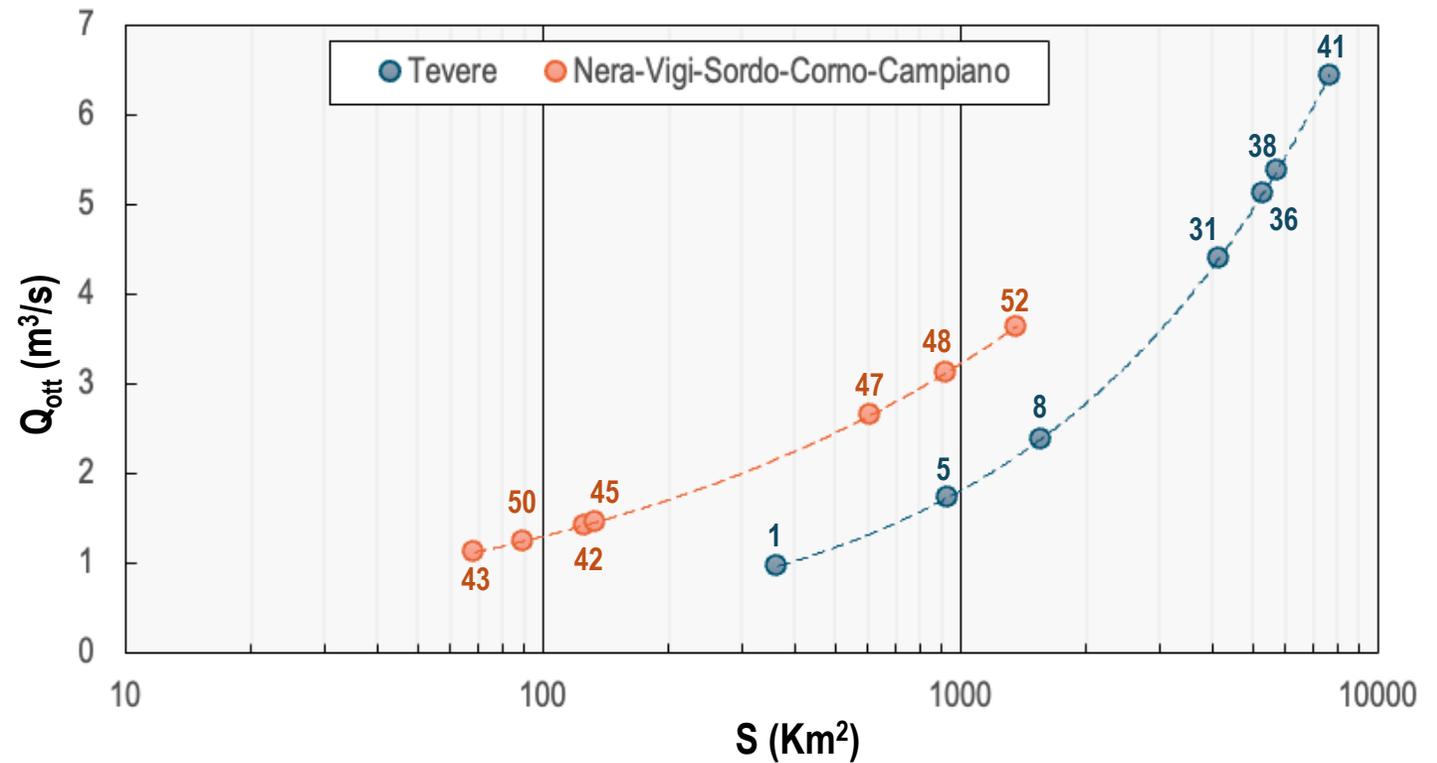
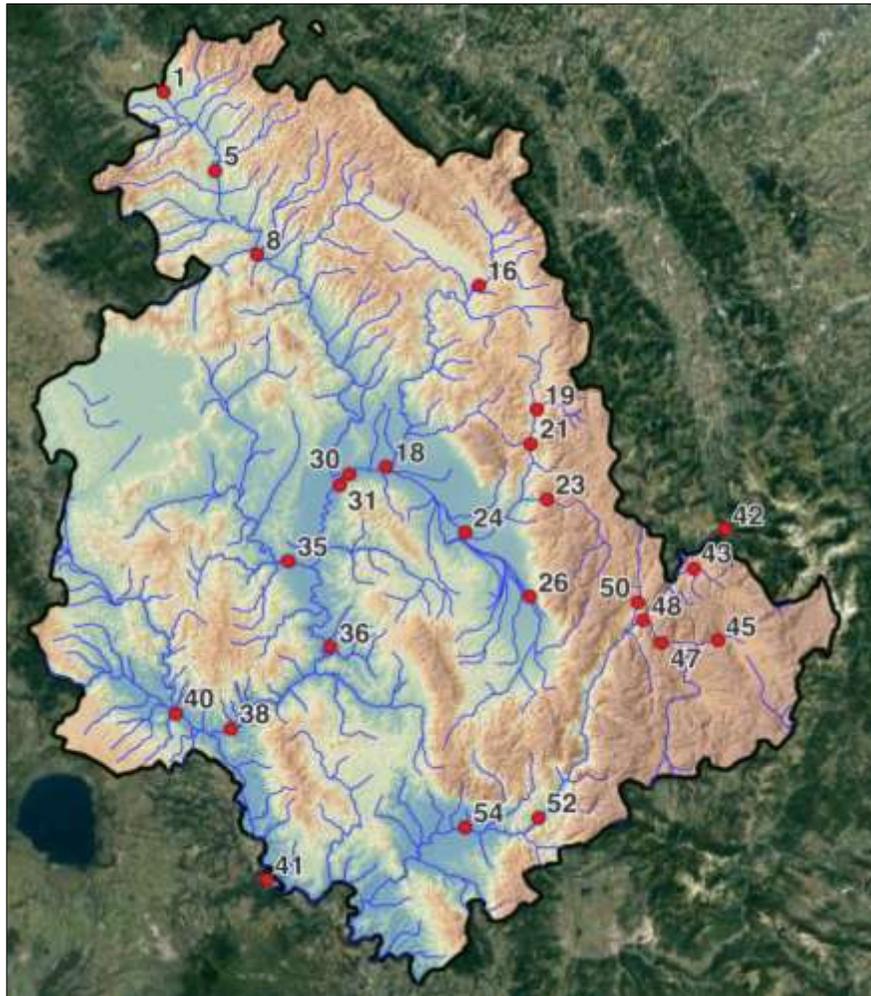
Data aggiornamento scheda: 2023-12-31



Step I

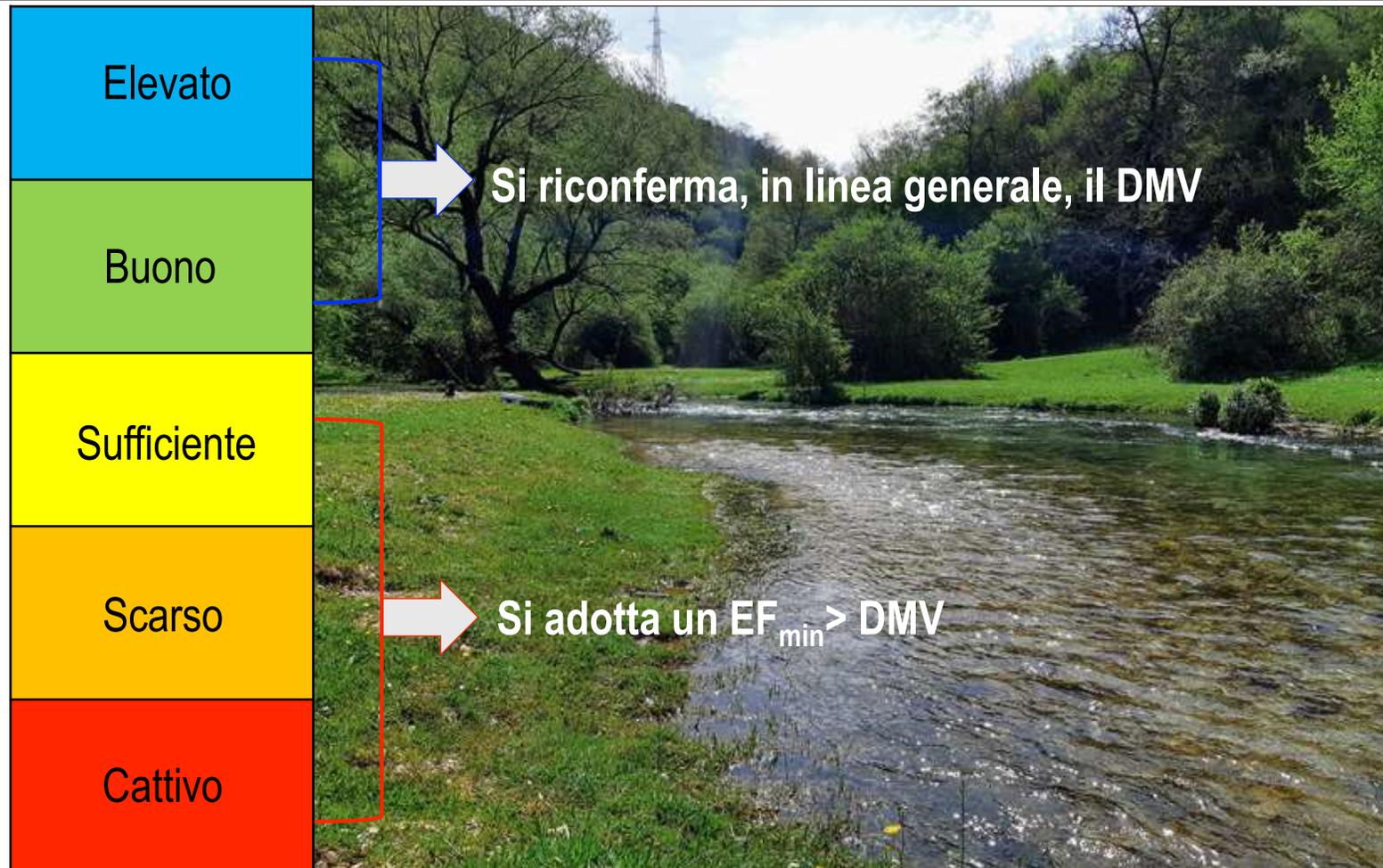
Definizione della **Portata Ottimale** (Q_{ott}) attraverso il **metodo sperimentale complesso dei microhabitat** elaborato dal DCBB. Per ogni sito di campionamento vengono elaborati i valori di Q_{ott} utilizzando le equazioni di regionalizzazione per le seguenti specie ittiche di riferimento:

- per il **barbo**: $Q_{ott} = 0.02430 * S^{0.6240}$
- per la **trota**: $Q_{ott} = 0.21033 * S^{0.3953}$



Step II

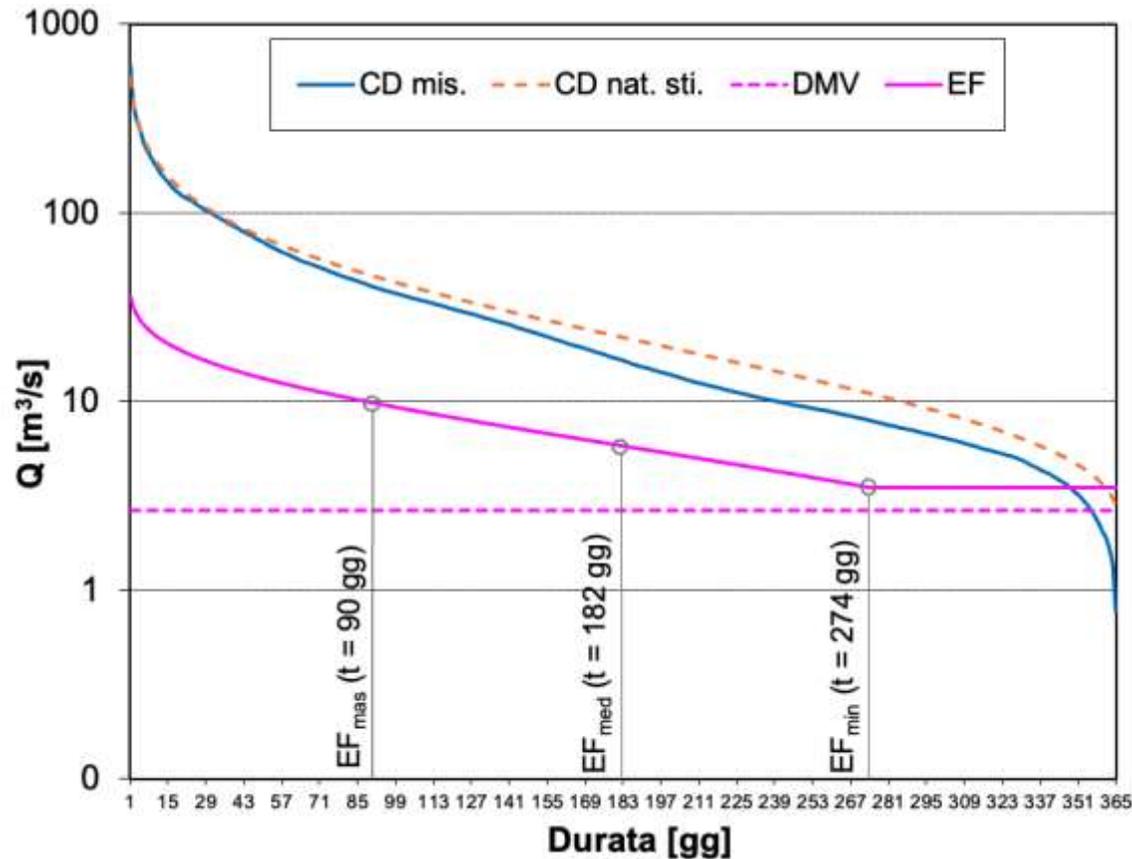
Assegnazione della percentuale della Q_{ott} da adottare per il valore minimo dell'Ecological Flow (EF_{min}) in funzione delle necessità ecologiche del corso d'acqua: tale frazione, sulla base delle esigenze ecologiche, è assegnata non inferiore al 60% della Q_{ott} (Q_{60}) ma, per alcune sezioni con stato ecologico sufficiente o scarso oppure di elevato valore ecologico, vengono assegnati valori pari alla Q_{70} , Q_{80} , Q_{90} , e in alcuni casi anche Q_{100} .



Step III

Introduzione della **modulazione dell'EF** per superare il concetto di un **unico valore soglia di DMV**.

Ricostruzione della **curva di durata naturale** del corso d'acqua e delineazione di una curva di portata (**curva fucsia**) corrispondente al 10% della differenza tra la portata naturale (**curva tratteggiata in arancione**) e il DMV senza modulazione (**curva tratteggiata in fucsia**).



I valori di EF_{min} , EF_{med} ed EF_{max} vengono **assegnati tenendo conto dell'andamento idrologico indipendentemente dalla collocazione stagionale, come di seguito:**

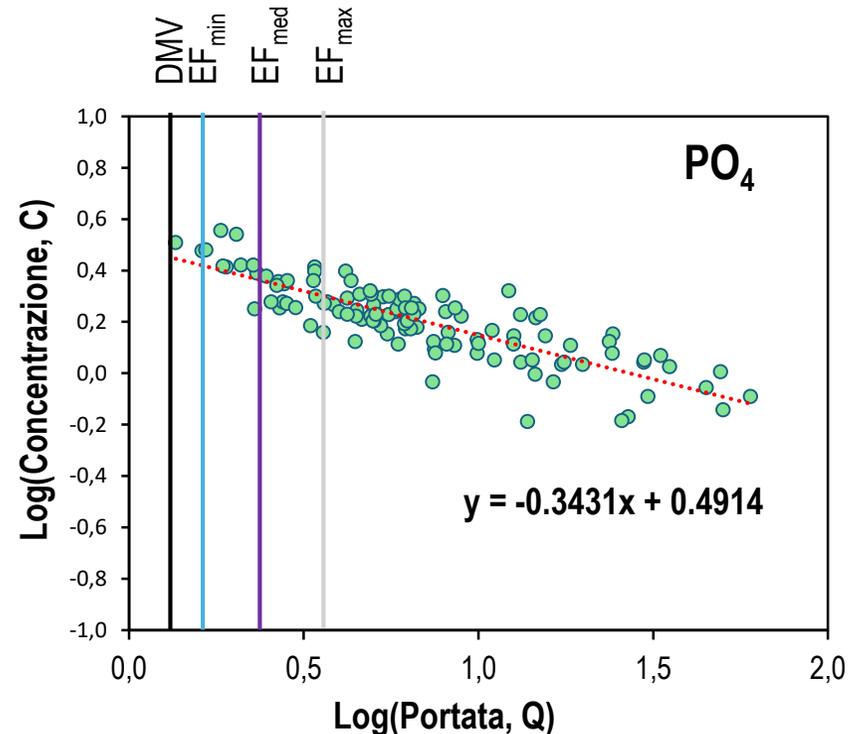
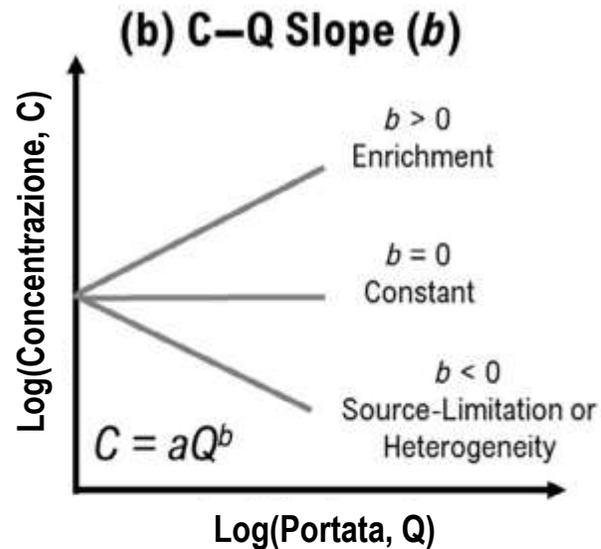
- EF_{min} = espresso come percentuale della Q_{ott} per portate minori o uguali alla portata naturale di durata 274 giorni $Q_{\text{nat}274}$.
- $EF_{\text{max}} = EF_{90}$, ossia valore dell'EF con durata 90 giorni per portate maggiori o uguali alla portata naturale di durata 90 giorni $Q_{\text{nat}90}$.
- $EF_{\text{med}} = EF_{182}$, ossia un valore dell'EF con durata 182 giorni per portate non comprese negli intervalli definiti in precedenza, situazione che potrebbe essere considerata una condizione di morbida.

Step IV

Revisione, quando necessario, del valore del EF_{med} sulla base dell'analisi idromorfologica. La EF_{med} viene confrontata con la portata efficace o formativa (P_e), la portata media annuale misurata (Q_{ma} , decurtata degli eventuali prelievi) e con lo stato attuale del corso d'acqua, in termini di Indice di Qualità Morfologica (IQM).

Step V

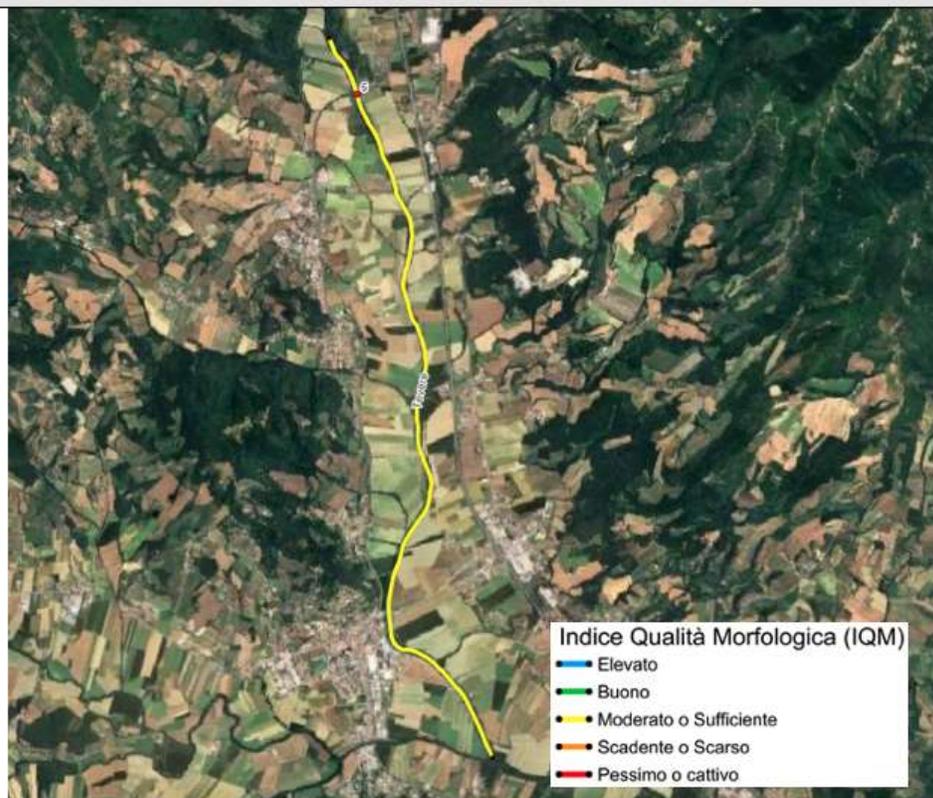
Valutazione degli impatti della modulazione dell' EF_{min} , EF_{med} e EF_{max} sulla qualità idrochimica delle acque fluviali. Tale analisi viene effettuata quando disponibili dati geochimici storici utili alla ricostruzione delle curve portata vs concentrazioni dei composti rilevanti per la definizione della qualità chimica di base e a sostegno come definito dal D.M. n. 260/2010 (esempio curve portata vs nutrienti).



Conclusioni

- **L'approccio integrato** proposto per la definizione dell'EF è **in corso di applicazione su tutte le 25** sezioni del reticolo fluviale umbro.
- E' in corso una **fase di sperimentazione/validazione del metodo**, che avverrà di concerto con la Regione Umbria ed AuBAC, per la verifica e l'ottimizzazione dei risultati previsti e la definizione, quando necessario, di eventuali correttivi.
- I risultati saranno sintetizzati in **schede di sintesi** per illustrare, per ogni sezione, i risultati dell'applicazione dell'approccio proposto.

ID 5 – Tevere a Santa Lucia idrometro RU



Coordinate sezione: 12.2394256; 43.4217397

Superficie bacino sotteso (S): 928.92 km²

Lunghezza tratto rilievo idromorfologico: 8622 m

Presenza idrometro RU: Santa Lucia (12885)

Presenza monitoraggio ARPA Umbria: TVR2, posto 527 m a monte della sezione.

Stato Ecologico D.M. n. 260/2010 (periodo 2021-2023)

ID	Stato NISECI POA	STATO CHIM_FIS ARPA 2021-2023 (parametri base e a sostegno)			STATO CHIM_FIS POA (solo parametri base, LIMECO)	Stato ECOLOGICO POA
		Staz. ARPA	STATO	Parametro limite		
5	SUFF	TVR2	SUFF	sostegno	BUONO	SUFF

Definizione dell'EF_{min} su base idrobiologica

modello di regionalizzazione (zona a barbo)

$$Q_{ott} = 0.0243 S^{0.6240}$$

$$Q_{ott} = 1.728 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{80} = 1.383 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{60} = 1.037 \text{ m}^3/\text{s}$$

Proposta:

$$EF_{min} = Q_{80}$$

$$Q_{70} = 1.211 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{90} = 1.555 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$DMV = 1.210 \text{ m}^3/\text{s}$$

Integrazione della qualità idromorfologica nella definizione dell'EF_{med}

$$EF_{med} = 2.111 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Portata media annua, } Q_{ma} = 10.90 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Portata formativa, } P_e = 33.22 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$X = P_e - Q_{ma} = 22.32 \text{ m}^3/\text{s}$$

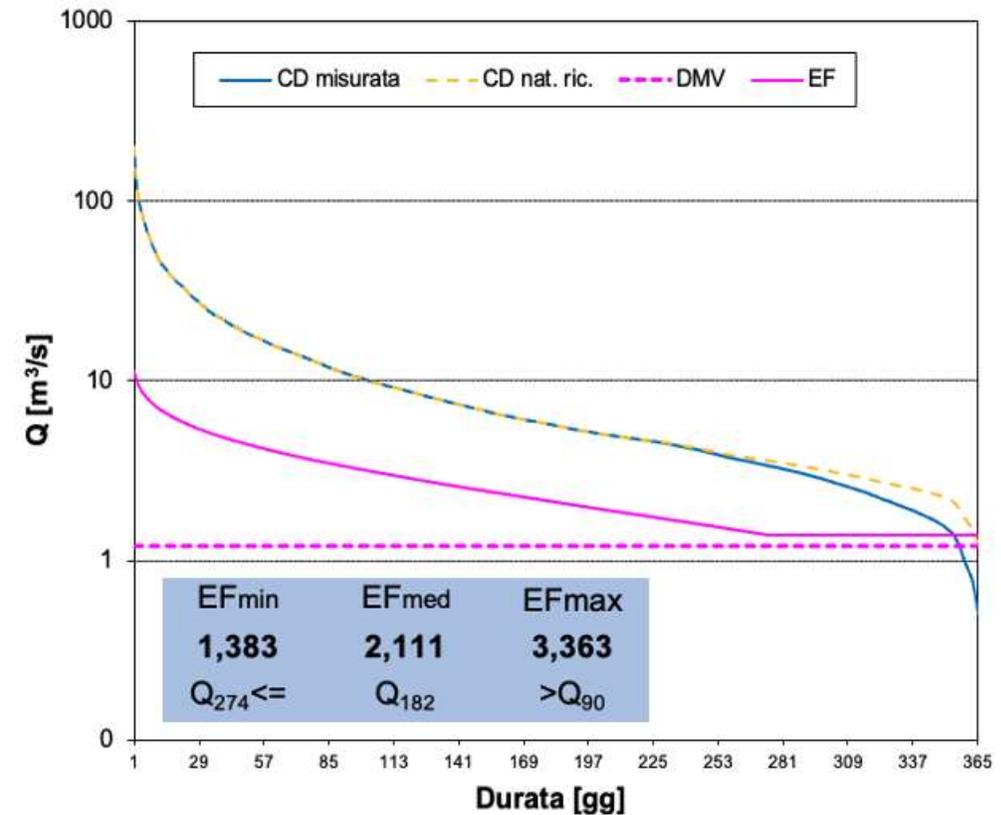
$$IQM = 0.55 \text{ (Moderato o Sufficiente)}$$

$$0.05X \leq EF_{med} < 0.1X$$

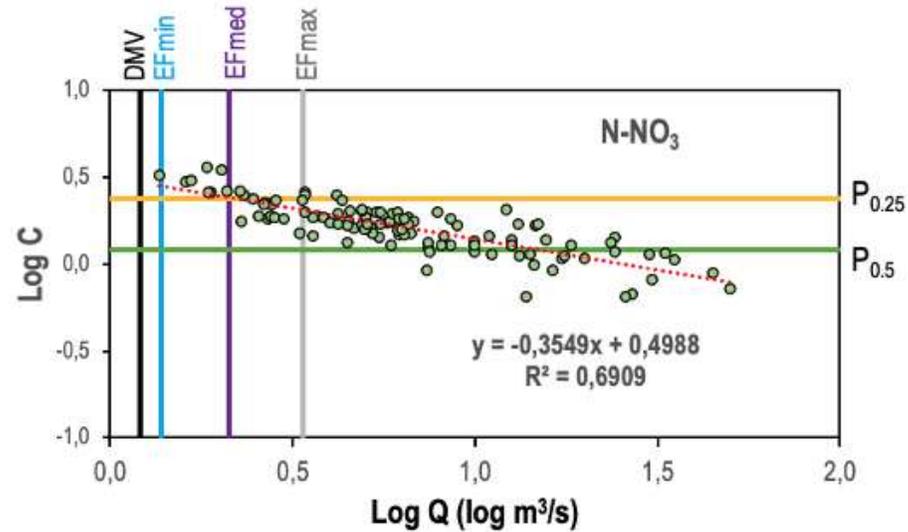
Essendo IQM moderato o sufficiente il valore di EF_{med} è **accettabile**

(non necessità di incremento)

Curve di durata e definizione dei valori modulati di EF



Valutazione degli impatti della modulazione dell'EF sulla qualità idrochimica delle acque fluviali

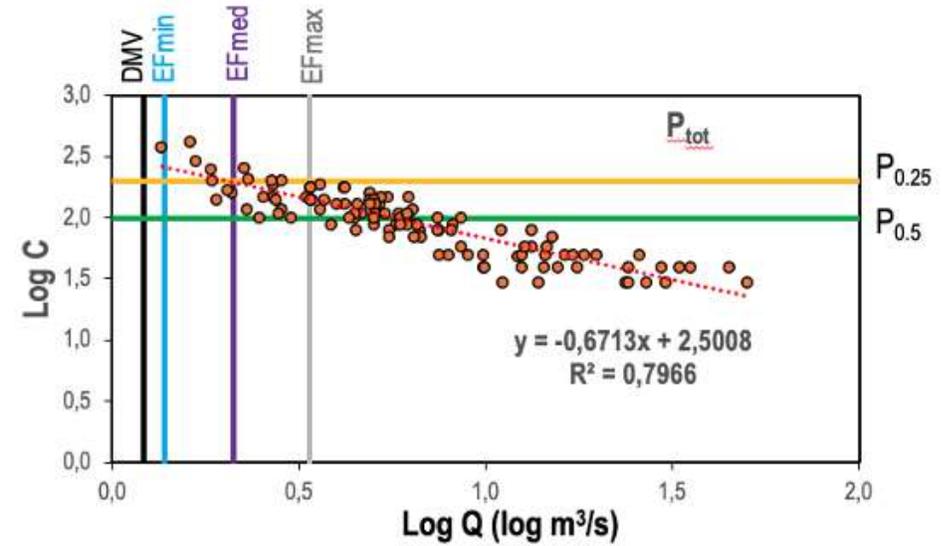


Rispetto al DMV:

$$C_{EFmin} = - 4.4\%$$

$$C_{EFmed} = - 18.3\%$$

$$C_{EFmax} = - 33.6\%$$



Rispetto al DMV:

$$C_{EFmin} = - 1.6\%$$

$$C_{EFmed} = - 6.6\%$$

$$C_{EFmax} = - 12.2\%$$

Sintesi bilancio idrogeologico

	E dissipativa (10 ⁶ m ³)	Qmax (10 ⁶ m ³)	V licenze (10 ⁶ m ³)	Vstimato (10 ⁶ m ³)	Vsti.magra (10 ⁶ m ³)
Idropotabile	0.6+1	94,300		2,974	0,750
Irriguo**	1	450,760		6,493	1,758
Irriguo laghetti *	1	350,750		1,058	
Licenze 2021	1		0,784		

Vnaturale* (10 ⁶ m ³)	Vnat.magra* (10 ⁶ m ³)	WEI ⁺ _{EF} (%)	WEI ⁺ _{magraEF} (%)	WEI ⁺ _{LEF} (%)	WEI ⁺ _{magraLEF} (%)
192,560	11,090	5	21	5	28

* Al netto del volume destinato al EF