

Regione Umbria

GIUNTA REGIONALE

PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE AGGIORNAMENTO 2016-2021



ALLEGATO 2.1

Monitoraggio e Classificazione dei corpi idrici fluviali

Arpa Umbria

Allegato 2.1 – Monitoraggio e Classificazione dei corpi idrici fluviali (Arpa Umbria)

Sommario

PREFAZIONE	7
1 PREMESSA	9
2 IL QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	10
3 CARATTERIZZAZIONE DEL RETICOLO FLUVIALE	12
3.1 <i>Tipizzazione e individuazione dei corpi idrici</i>	12
3.2 <i>Caratterizzazione idromorfologica dei corpi idrici</i>	14
4 DESIGNAZIONE DEI CORPI IDRICI ARTIFICIALI E FORTEMENTE MODIFICATI	20
4.1 <i>Metodologia di designazione</i>	20
4.2 <i>I corpi idrici HMWB e AWB individuati nella Regione Umbria</i>	21
5 RETI E PROGRAMMI DI MONITORAGGIO	25
5.1 <i>Le reti di monitoraggio operativo e di sorveglianza</i>	25
5.2 <i>Il programma di monitoraggio 2008-2012</i>	28
5.2.1 <i>Il programma di monitoraggio degli elementi di qualità biologica</i>	28
5.2.2 <i>Il programma di monitoraggio degli elementi di qualità chimica e chimico-fisica</i>	29
6 MONITORAGGIO E CLASSIFICAZIONE DEGLI ELEMENTI DI QUALITA' BIOLOGICA	35
6.1 <i>Macroinvertebrati</i>	35
6.1.1 <i>Metodi di campionamento</i>	35
6.1.2 <i>Attività svolte</i>	38
6.1.3 <i>Caratterizzazione della comunità macrobentonica</i>	42
6.1.4 <i>Applicazione dell'Indice Multimetrico STAR di Intercalibrazione (STAR_ICMi) e dell'Indice multimetrico Substrati Artificiali (ISA)</i>	51
6.2 <i>Macrofite</i>	58
6.2.1 <i>Metodi di campionamento</i>	58
6.2.2 <i>Attività svolte</i>	59
6.2.3 <i>Caratterizzazione della comunità macrofittica rilevata nei corpi idrici fluviali</i>	61
6.2.4 <i>Applicazione dell'Indice Biologique Macrophytique en Rivière (IBMR)</i>	65
6.3 <i>Diatomee</i>	71
6.3.1 <i>Metodi di campionamento</i>	71
6.3.2 <i>Attività svolte</i>	73
6.3.3 <i>Caratterizzazione della comunità diatomica rilevata</i>	75
6.3.4 <i>Applicazione dell'Indice Multimetrico di Intercalibrazione (ICMi)</i>	78
6.4 <i>Fauna Ittica</i>	86
6.4.1 <i>Metodi di campionamento</i>	86
6.4.2 <i>Attività svolte</i>	86
6.4.3 <i>Applicazione dell'Indice di Stato Ecologico delle Comunità Ittiche (ISECI)</i>	88
7 MONITORAGGIO E CLASSIFICAZIONE DEGLI ELEMENTI DI QUALITA' CHIMICA E CHIMICO-FISICA A SOSTEGNO DEGLI ELEMENTI BIOLOGICI	96
7.1 <i>Elementi fisico-chimici di base</i>	96
7.1.1 <i>Metodi di campionamento</i>	96
7.1.2 <i>Attività svolte</i>	95
7.1.3 <i>Applicazione dell'indice per la determinazione del Livello di Inquinamento dai Macrodescrittori per lo stato ecologico (LIMeco)</i>	97
7.1.3.1 <i>Analisi dei risultati per sottobacino</i>	101
7.1.3.2 <i>Analisi dei risultati per parametro macrodescrittore</i>	111
7.1.3.3 <i>Analisi dei parametri chimico-fisici e microbiologici per il monitoraggio delle misure di Piano</i>	115
7.2 <i>Elementi chimici a sostegno (sostanze non prioritarie)</i>	117
7.2.1 <i>Metodi di campionamento</i>	117
7.2.2 <i>Attività svolte</i>	117
7.2.3 <i>Valutazione della conformità agli Standard di Qualità Ambientale (SQA)</i>	119

8.	STATO ECOLOGICO DEI CORPI IDRICI FLUVIALI	123
	8.1 <i>Modalità di classificazione</i>	123
	8.2 <i>Lo stato ecologico dei corpi idrici fluviali umbri</i>	125
	8.2.1 Lo stato ecologico dei corpi idrici naturali	131
	8.2.2 Lo stato ecologico dei corpi idrici artificiali o fortemente modificati	135
9.	STATO CHIMICO DEI CORPI IDRICI FLUVIALI UMBRI	137
	9.1 <i>Metodi di campionamento</i>	137
	9.2 <i>Attività svolte</i>	137
	9.3 <i>Valutazione della conformità agli Standard di Qualità Ambientale (SQA)</i>	139
10.	ANALISI DEI LIVELLI DI AFFIDABILITÀ	143
11.	ESTENSIONE DELLA CLASSIFICAZIONE ALL'INTERO RETICOLO FLUVIALE	150
12.	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	156

1 PREMESSA

Nel rapporto viene presentata la prima classificazione dello stato ecologico e chimico dei corpi idrici fluviali individuati nel territorio regionale, elaborata in attuazione della Direttiva 2000/60/CE.

Il documento intende fornire, in maniera organica, il quadro delle molteplici attività di monitoraggio e valutazione della qualità ambientale svolte nel periodo 2008-2012 in adempimento ai nuovi indirizzi politici europei in materia di protezione degli ecosistemi acquatici.

Considerata la complessità del nuovo sistema di classificazione, la relazione si pone come obiettivo principale quello di fornire uno strumento di lettura dei risultati del monitoraggio e di rendere fruibili le elaborazioni effettuate, al fine di chiarirne uso e significato anche ai non addetti ai lavori.

La struttura del rapporto ricalca i diversi step di attuazione del processo introdotto dalla Direttiva Acque e avviato da ARPA Umbria a partire dal 2007; per ciascuna fase vengono descritti in dettaglio obiettivi, contenuti e criticità relativi al nuovo sistema di valutazione della qualità ambientale.

Nella prima parte, dopo una breve descrizione del quadro normativo di riferimento, vengono presentati, in sintesi, i risultati dei processi di tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni ed analisi di rischio, propedeutici alla definizione dei programmi di monitoraggio.

Nella seconda parte, per ciascun elemento di qualità monitorato, viene fornito un quadro delle attività svolte e dei risultati della classificazione degli indici di qualità, con un focus sulla struttura e composizione delle comunità animali e vegetali rilevate.

Infine, nell'ultima parte, i giudizi elaborati per i singoli elementi vengono integrati nella valutazione dello stato ecologico e chimico dei corpi idrici fluviali umbri.

Il documento è disponibile nell'apposita sezione del portale dell'Agenzia (<http://www.arpa.umbria.it/pagine/qualita-delle-acque-superficiali>), dove vengono pubblicati e costantemente aggiornati i dati del monitoraggio svolto e le classificazioni delle acque superficiali interne.

Si coglie l'occasione per ringraziare il personale del Laboratorio Multisito di ARPA Umbria, la Sezione Tutela del Patrimonio Ittico e Pesca Sportiva della Regione Umbria ed il Dipartimento di Dipartimento di Chimica, Biologia e Biotecnologie dell'Università di Perugia che hanno collaborato attivamente, in maniera interdisciplinare, nelle fasi operative di monitoraggio e valutazione degli elementi di qualità chimico-fisica e biologica nonché il Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale dell'Università di Perugia, che ha curato l'analisi idromorfologica del reticolo fluviale.

2 IL QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Con l'entrata in vigore della Direttiva Quadro sulle Acque (WFD 2000/60/CE), è stato introdotto un nuovo approccio per la valutazione dello stato di qualità delle acque superficiali. La norma definisce i principi generali e gli obiettivi per l'azione comunitaria in materia di acque, al fine di proteggere e migliorare lo stato dei corpi idrici e delle zone umide associate, promuovere un utilizzo sostenibile delle risorse idriche e contribuire a mitigare gli effetti delle inondazioni e della siccità.

A differenza delle precedenti politiche di protezione delle acque che si limitavano a considerare la qualità quasi esclusivamente da un punto di vista chimico e finalizzata all'uso antropico, il nuovo sistema pone al centro dell'attenzione l'analisi dell'intero ecosistema acquatico e, in particolare, lo studio della composizione e abbondanza delle comunità vegetali e animali che lo costituiscono. Obiettivo finale di tale politica è il raggiungimento, entro l'anno **2015**, per tutti i corpi idrici naturali, di un **Buono Stato** che rifletta buone condizioni di biodiversità, di stato chimico-fisico e quantitativo. Tale obiettivo riguarda non solo le acque superficiali (fiumi e laghi), ma anche quelle sotterranee, i delta dei fiumi e le acque costiere, senza peraltro escludere paludi e zone umide, luoghi fino ad oggi considerati marginali.

In Italia la Direttiva comunitaria è stata recepita con il Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" e i successivi decreti attuativi.

L'elemento più innovativo introdotto nel sistema di monitoraggio e valutazione è rappresentato dal corpo idrico, inteso come "un elemento distinto e significativo di acque superficiali, quale un lago, un bacino artificiale, un torrente, fiume o canale, parte di un torrente, fiume o canale, acque di transizione o un tratto di acque costiere". Gli obiettivi di qualità ambientale, su cui si fonda tutta la pianificazione delle misure di prevenzione, tutela e risanamento, vengono definiti in maniera differenziata per le diverse tipologie di corpo idrico definite dal D.M. n. 131/2008.

Il sistema di classificazione dello stato ambientale prevede la valutazione integrata di:

- stato chimico, basato sulla conformità agli standard di qualità ambientale fissati per le sostanze prioritarie e pericolose;
- stato ecologico, fondato sullo stato di tutte le componenti costituenti l'ecosistema acquatico (acqua, sedimenti, biota, ma anche morfologia, funzionalità e quantità). Vengono privilegiati gli elementi biotici rappresentativi dei diversi livelli trofici, quali composizione e abbondanza della flora acquatica, composizione e abbondanza dei macroinvertebrati bentonici, composizione, abbondanza e struttura di età della fauna ittica. Seguendo un principio di precauzione, lo stato ecologico dei corpi idrici è classificato in base al più basso dei valori riscontrati durante il monitoraggio biologico e chimico-fisico.

Per gli elementi di qualità biologica, le comunità osservate in un dato corpo idrico superficiale devono essere rapportate con quelle attese in condizioni di disturbo antropico nullo o poco rilevante (condizioni di riferimento) attraverso il calcolo del Rapporto di Qualità Ecologica (RQE).

Un discorso a parte riguarda i corpi idrici artificiali (AWB) o interessati da alterazioni idromorfologiche significative (HMWB) per i quali la Direttiva prevede il raggiungimento, entro l'anno 2015, del buono stato chimico e del buon potenziale ecologico, definito in funzione degli impatti ecologici risultanti dalle alterazioni fisiche connesse agli usi specifici.

I criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici superficiali sono contenuti nel D.M. n. 56 del 14 aprile 2009, mentre i criteri per la classificazione dello stato di qualità ambientale sono contenuti nel Decreto n. 260 dell'8 novembre 2010.

I programmi di monitoraggio e la valutazione della qualità dei corpi idrici diventano quindi funzionali alla pianificazione delle misure di tutela e risanamento, definite nei Piani Regionali di Tutela delle Acque (PTA) e nei Piani di Gestione dei Distretti Idrografici (PdG).

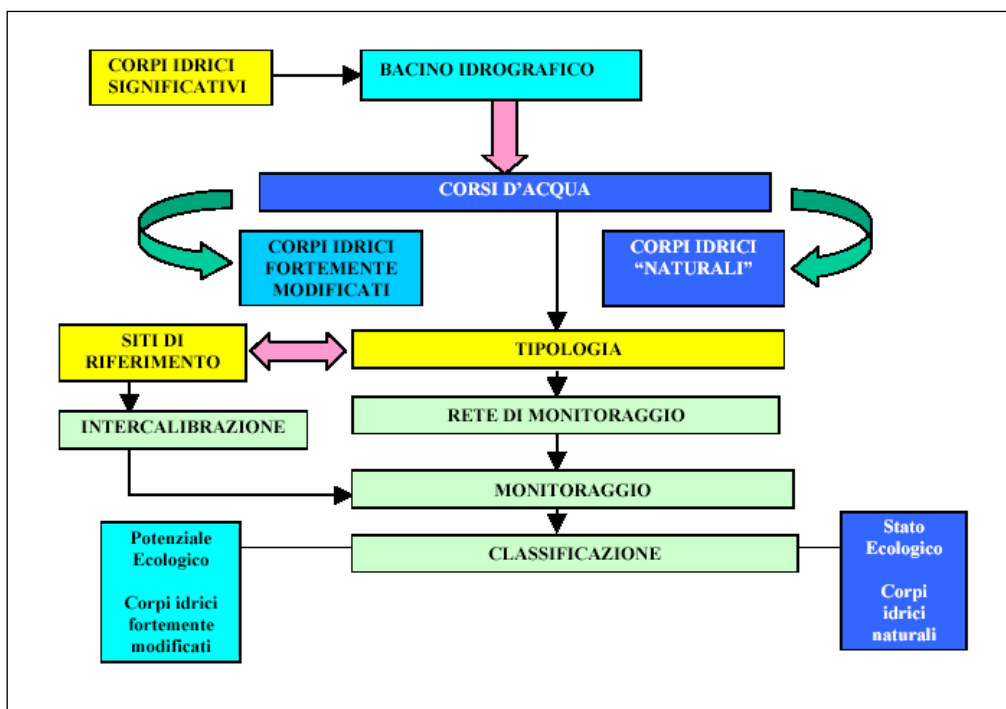


Fig. 2-1 - Schema di sviluppo del monitoraggio di corsi d'acqua secondo la Direttiva 2000/60/CE. (Fonte: FABIANI C. - La Direttiva Quadro: linee generali ed impegni, 2005).

3 CARATTERIZZAZIONE DEL RETICOLO FLUVIALE

In adeguamento a quanto previsto dalle nuove norme, nel corso del 2008, ARPA Umbria ha completato le fasi propedeutiche alla definizione delle reti e dei programmi di monitoraggio (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni e di rischio), sia per la categoria corsi d'acqua sia per la categoria laghi, dando avvio a tutte le attività di monitoraggio previste.

3.1 Tipizzazione e individuazione dei corpi idrici

Conformemente ai criteri dettati dal DM 131/2008, all'interno delle 3 Idroecoregioni che interessano il territorio regionale (Appennino Centrale, Toscana e Roma Viterbese), sono stati individuati, in una prima fase, 133 corpi idrici fluviali, appartenenti a 20 tipi.

Alla luce delle problematiche evidenziate nel corso del primo triennio di monitoraggio¹, è stato necessario introdurre alcune modifiche in relazione alle caratteristiche di alcuni corpi idrici:

- il corpo idrico *Fiume Timia-Teverone-Marroggia dalle origini al lago di Arezzo*, inizialmente individuato come perenne e unico corpo idrico appartenente al tipo 13SS2T, ha presentato carattere intermittente in tutti i campionamenti effettuati. Si è quindi resa necessaria la revisione della tipizzazione iniziale con l'attribuzione del tratto fluviale al tipo 13IN7T.
- nel corso del 2011, è stato effettuato uno studio² approfondito dell'area interessata dalla traversa sul fiume Tevere in località Alviano che ha messo in evidenza l'inadeguatezza dell'attribuzione dello specchio d'acqua alla categoria "laghi". L'indagine svolta ha portato infatti all'individuazione, nella medesima area, di due diversi ambienti acquatici: una porzione occidentale, a maggiore profondità, tempi di ricambio e deflusso assimilabili a quelli di un corpo idrico fluviale ed una porzione orientale, caratterizzata da acque poco profonde e pressoché stagnanti e ambienti tipici di un'area umida, parzialmente interconnessa idraulicamente con la prima. Alla luce dei risultati di tali valutazioni, il tratto "*Fiume Tevere compreso tra il punto di immissione del canale di restituzione della centrale di Baschi e la traversa di Alviano*" è stato identificato come corpo idrico fluviale, appartenente al tipo 11SS5T e codificato con il codice N01001HF. Contestualmente, il corpo idrico lacustre Lago di Alviano è stato eliminato dall'elenco dei corpi idrici regionali.
- Il Fosso dell'Anguillara, inizialmente individuato come un unico corpo idrico intermittente appartenente al tipo 11IN7T, è invece interessato nel suo tratto terminale da un forte carattere di artificialità che ne ha reso necessaria la suddivisione in due corpi idrici distinti, denominati, da monte verso valle, *Fosso dell'Anguillara-Moiano* e *Canale dell'Anguillara*, entrambi appartenenti al tipo 11IN7T.

Ad oggi risultano, quindi, individuati nel territorio umbro, **135 corpi idrici fluviali** appartenenti a **19 tipi**, per uno sviluppo lineare complessivo pari a 2.100 km (Fig. 3-1, Fig. 3-2 e Tab. 3-1).

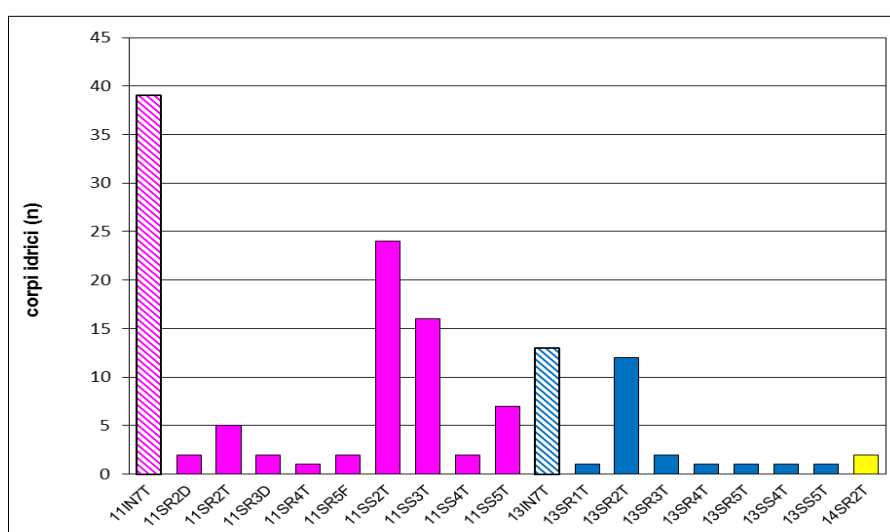


Fig. 3-1 - Distribuzione dei corpi idrici per tipo

¹ Prima valutazione dello stato di qualità dei corpi idrici fluviali ai sensi della Direttiva 2000/60/CE (DLgs. 152/06 e s.m.i.), ARPA Umbria, 2010.

² Studio del corpo idrico generato dalla traversa sul Fiume Tevere in località Alviano, Regione Umbria e ARPA Umbria, 2011

Tab. 3-1 – Tipi individuati nella Regione Umbria e distribuzione dei corpi idrici fluviali per tipo.

TIPO	IDROECOREGIONE	REGIME IDROLOGICO	ORIGINE	DIMENSIONE DEL BACINO	CORPI IDRICI (n)
11IN7T	Toscana	Intermittente			41
11SR2D	Toscana	Perenne	Sorgente	Piccolo	2
11SR2T	Toscana	Perenne	Sorgente	Piccolo	5
11SR3D	Toscana	Perenne	Sorgente	Medio	2
11SR4T	Toscana	Perenne	Sorgente	Grande	1
11SR5F	Toscana	Perenne	Sorgente	Molto grande	2
11SS2T	Toscana	Perenne	Scorrimento superficiale	Piccolo	23
11SS3T	Toscana	Perenne	Scorrimento superficiale	Medio	16
11SS4T	Toscana	Perenne	Scorrimento superficiale	Grande	2
11SS5T	Toscana	Perenne	Scorrimento superficiale	Molto grande	7
13IN7T	Appennino - Centrale	Intermittente			13
13SR1T	Appennino - Centrale	Perenne	Sorgente	Molto piccolo	1
13SR2T	Appennino - Centrale	Perenne	Sorgente	Piccolo	12
13SR3T	Appennino - Centrale	Perenne	Sorgente	Medio	2
13SR4T	Appennino - Centrale	Perenne	Sorgente	Grande	1
13SR5T	Appennino - Centrale	Perenne	Sorgente	Molto grande	1
13SS4T	Appennino - Centrale	Perenne	Scorrimento superficiale	Grande	1
13SS5T	Appennino - Centrale	Perenne	Scorrimento superficiale	Molto grande	1
14SR2T	Roma - Viterbese	Perenne	Sorgente	Piccolo	2

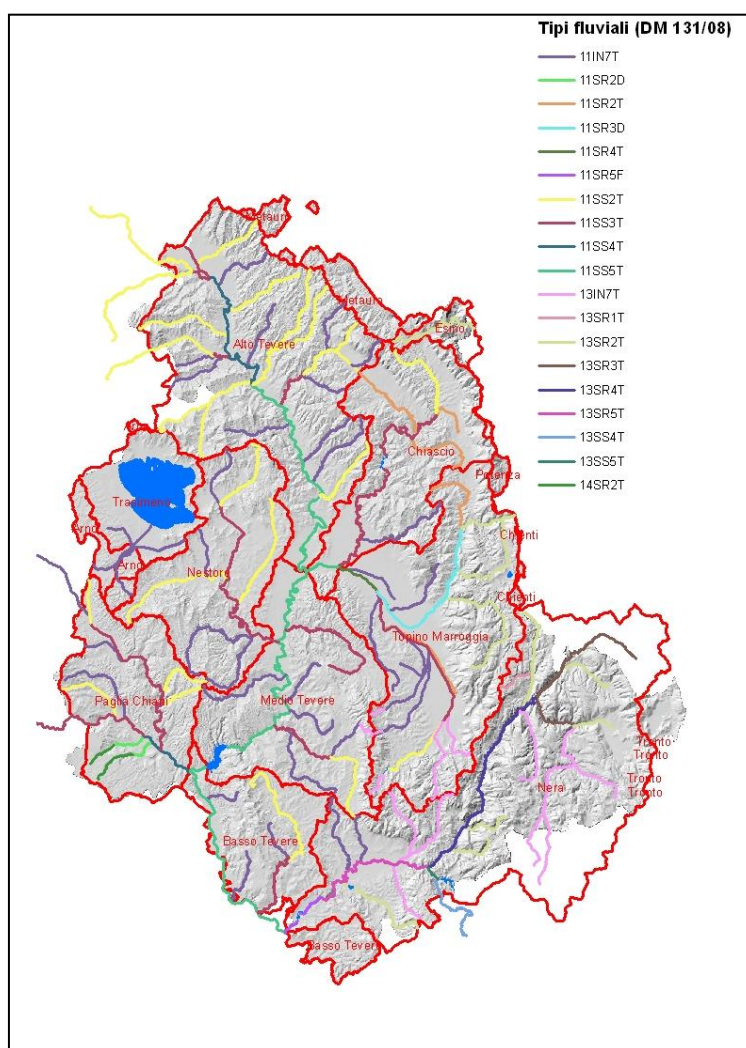


Fig. 3-2 – Tipi fluviali della Regione Umbria

Ai fini della classificazione dello stato ecologico, il DM 260/2010 prevede il raggruppamento dei tipi fluviali in **macrotipi**, individuati, nell'ambito del processo di Intercalibrazione europea della Direttiva Acque, sulla base dell'area geografica di appartenenza del corpo idrico (alpina, centrale, mediterranea) e delle caratteristiche dimensionali dei bacini idrografici. I macrotipi sono definiti in maniera differenziata per i diversi bioindicatori (tabelle 4.1/a e 4/1.b, DM 260/2010).

L'elenco dei macrotipi presenti sul territorio regionale, tutti appartenenti all'Area geografica mediterranea, è riportato in Tab. 3-2.

Tab. 3-2 - Elenco dei macrotipi fluviali individuati per i corpi idrici regionali

Descrizione macrotipo	Macrotipo per macroinvertebrati e diatomee	Macrotipo per macrofite	Corpi idrici appartenenti al macrotipo (n)
Fiumi molto piccoli e piccoli	M1	Ma	46
Fiumi medi e grandi di pianura	M2	Mb	23
Fiumi di pianura molto grandi	M3	Md	11
Fiumi medi di montagna	M4	Mf	2
Corsi d'acqua temporanei	M5	Non definito	52

Per le comunità ittiche, invece, la norma non individua macrotipi specifici, ma prevede una prima suddivisione del territorio nazionale su base zoogeografica (Regione Padana, Regione Italico-Peninsulare e Regione delle Isole) e una ulteriore articolazione delle stesse su base ecologica (Zone dei Salmonidi, Zona dei Ciprinidi a deposizione litofila e Zona dei Ciprinidi a deposizione fitofila). I corpi idrici umbri ricadono tutti nella Regione Italico-Peninsulare, ad eccezione del torrente Sentino che appartiene alla regione Padana.

In Allegato 1 viene riportato l'elenco dei corpi idrici fluviali individuati e le loro caratteristiche principali.

3.2 Caratterizzazione idromorfologica dei corpi idrici

Al fine di predisporre le basi cognitive territoriali per la valutazione della qualità morfologica dei corpi idrici individuati, ARPA Umbria ha attivato, alla fine dell'anno 2010, una Convenzione con il gruppo di Geologia Applicata del Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università degli Studi di Perugia, che da decenni opera nell'ambito della dinamica fluviale e dell'approccio morfologico-sedimentario allo studio dei corsi d'acqua.

L'attività, finalizzata alla caratterizzazione morfologica dell'intero reticolo secondo la metodologia elaborata da ISPRA nel 2011 e contenuta nel "Manuale tecnico – operativo per la valutazione ed il monitoraggio dello stato morfologico dei corsi d'acqua – Ver. 1" (IDRAIM), ha portato alla suddivisione dei corpi idrici in tratti morfologicamente omogenei che rappresentano le unità di base rispetto alle quali valutare la qualità idromorfologica dei corpi idrici.

L'intera analisi è stata condotta con l'ausilio di software GIS – Free Open Source (Quantum GIS, GRASS GIS) per lo sviluppo di script finalizzati all'ottimizzazione ed automatizzazione delle complesse ed onerose fasi di definizione dei tratti.

In linea con l'approccio gerarchico previsto dal metodo IDRAIM, sono stati individuate le seguenti unità spaziali: unità fisiografiche, segmenti e tratti.

Le **Unità Fisiografiche** rappresentano aree omogenee per caratteristiche morfologico – fisiografiche, i cui limiti planimetrici sono stati individuati mediante overlay topologico tra più strati informativi disponibili per l'intero territorio regionale, quali morfologia del rilievo (Modello Digitale del Terreno), carta delle pendenze, carta litologica, carta di uso del suolo (Corine Land Cover 2006).

L'intersezione tra le diverse basi informative ha portato all'individuazione di **6 Unità Fisiografiche** di seguito elencate e rappresentate in Fig. 3-3:

- *Aree montuose appenniniche*: comprendono le aree a quote e pendenze elevate dell'Appennino, contraddistinte dall'affioramento di litotipi competenti. Nel caso specifico dell'Appennino umbromarchigiano, si collocano in corrispondenza delle formazioni calcaree e calcareo-marnose mesozoiche.
- *Rilievi montuosi interni*: come nel caso precedente, si tratta di aree caratterizzate da elevate pendenze e affioramento di litotipi rocciosi, che costituiscono propaggini interne separate, per cause tettoniche, dalla catena appenninica vera e propria.

- *Aree collinari-montuose dei depositi flyschiodi*: sono costituite da aree che, a causa delle proprietà meccaniche proprie dei litotipi silico-clastici che le costituiscono, presentano caratteri morfologici e acclività intermedi tra la precedente unità montuosa e l'unità collinare descritta di seguito.
- *Aree collinari dei sedimenti plio-pleistocenici*: si tratta di aree caratterizzate dalla tipica blanda morfologia collinare, situate in corrispondenza dei litotipi sabbioso-argillosi.
- *Pianure intermontane appenniniche*: comprendono ampie pianure di origine tettonica, diffuse nel versante occidentale della catena appenninica.
- *Rilievi delle aree vulcaniche tosco-laziali*: comprendono le aree della zona sud-orientale della regione, con caratteri morfologici propri, dovuti all'affioramento dei litotipi vulcanici, piroclastici ed effusivi dell'Apparato Vulsino.

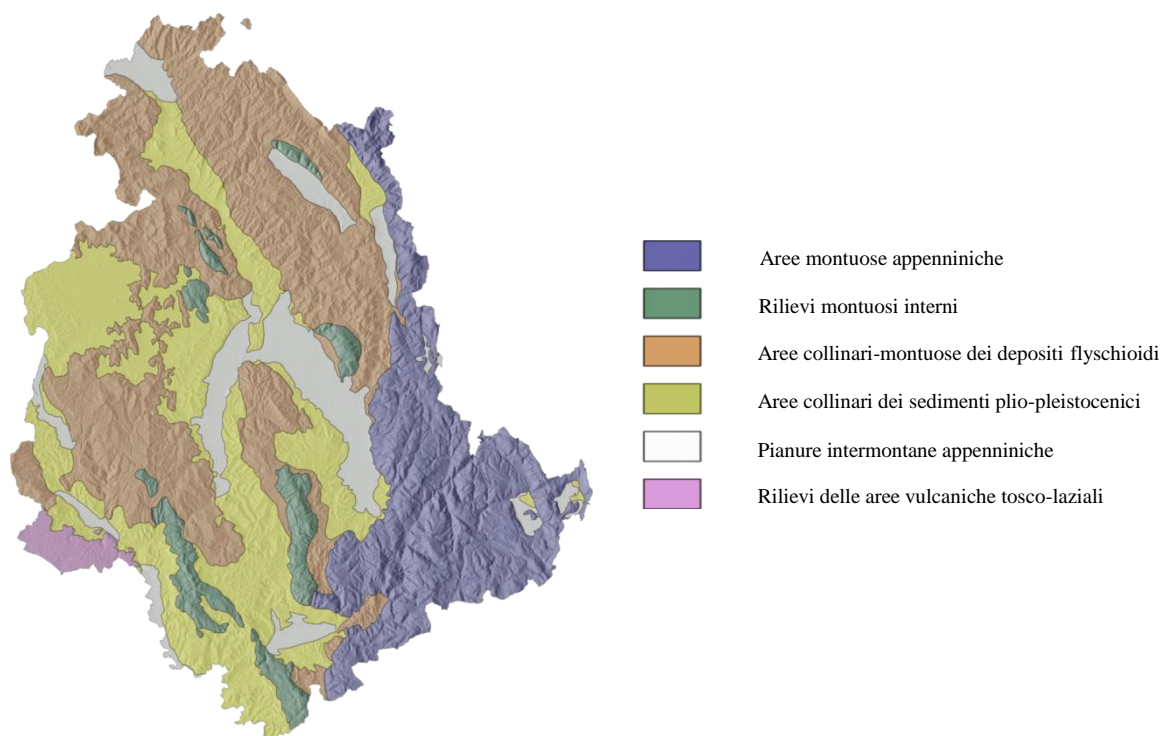


Fig. 3-3 – Unità fisiografiche individuate nel territorio umbro

Per le successive elaborazioni sono state sviluppate una serie di analisi mediante tecniche di fotointerpretazione in ambiente GIS a partire da dati cartografici (Tavole IGM, CTR, DTM), carte tematiche (carta geologica, carta di uso del suolo) e riprese aeree (foto aeree e ortofotocarte), disponibili in formato digitale.

Sebbene il metodo preveda l'applicazione dell'analisi fotointerpretativa solo ai corsi d'acqua con larghezza superiore a 30 m, vista la particolare morfologia del territorio umbro, si è ritenuto opportuno estendere tale tecnica anche a corpi idrici fluviali con dimensione trasversale inferiore, prendendo in considerazione tutti i corsi d'acqua rappresentati graficamente da una linea doppia nella Carta Tecnica Regionale. Il reticolo idrografico regionale risulta, infatti, costituito da una fitta rete di drenaggio, a regime marcatamente torrentizio, con pochi corsi d'acqua perenni di sezione trasversale significativa che drenano le principali aree vallive.

Lo sviluppo lineare complessivo dei corsi d'acqua sottoposti a fotointerpretazione di dettaglio è pari a 1.130 km, corrispondenti al 54% circa dello sviluppo totale del reticolo idrografico di riferimento (2.100 km). Per ciascun corso d'acqua sono stati valutati i principali elementi morfologico-sedimentari tipici del sistema fluviale, quali: limiti dell'alveo pieno (linee di sponda), asse dell'alveo, asse della valle, corpi sedimentari mobili (barre nude o vegetate), isole, limiti dell'alveo attivo, canale e limiti della pianura alluvionale.

In fase di digitalizzazione sono state inoltre identificate le principali discontinuità idrologiche presenti di origine naturale (confluenze principali, variazioni significative di pendenza, ...) e/o antropica (ponti, dighe, briglie, artificializzazioni influenti sulla dinamica planimetrica o altimetrica ...).

I corpi idrici per i quali non è stato possibile procedere all'analisi fotointerpretativa, sono stati comunque caratterizzati attraverso la rilevazione dei principali parametri morfologici deducibili dalla cartografia di grande scala.

Sulla base delle elaborazioni svolte, è stata effettuata una prima suddivisione dei corsi d'acqua analizzati in **segmenti**, cioè in macrotratti omogenei che riflettono i maggiori controlli fisiografico-strutturali del fondovalle. A tal fine, il reticolo idrografico di riferimento è stato intersecato con i limiti delle unità fisiografiche; all'interno di una stessa unità fisiografica, i segmenti sono stati poi definiti in funzione delle condizioni di confinamento dei corsi d'acqua, distinte in tre classi (Brierley & Fryirs, 2005):

- *alvei confinati*: sono alvei caratterizzati da pianura alluvionale assente, con oltre il 90% delle sponde a diretto contatto con i versanti, tipici di ambiti montani.
- *alvei semiconfinati*: sono alvei che presentano pianura alluvionale discontinua e sponde a contatto con la pianura alluvionale per una lunghezza compresa tra il 10% e il 90% del tratto.
- *alvei non confinati*: comprendono alvei a pianura alluvionale pressoché continua con sponde completamente mobili.

Il reticolo fluviale regionale è stato così discretizzato in **316 segmenti**.

Il passo successivo prevede l'applicazione della *classificazione morfologica di I livello* (Fig. 3-4) per l'individuazione dei morfotipi fluviali (Fig. 3-5) e la suddivisione dei segmenti individuati in **tratti**.

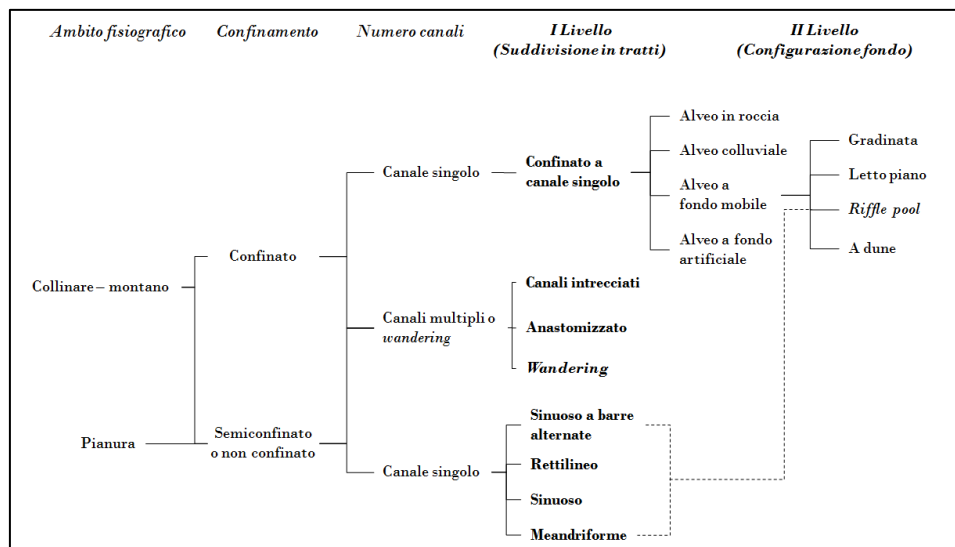


Fig. 3-4 - Criteri di classificazione morfologica basata sul tipo di ambito fisiografico, sul confinamento, sulla forma planimetrica e sulla configurazione del fondo. (Fonte: Manuale IDRAIM).

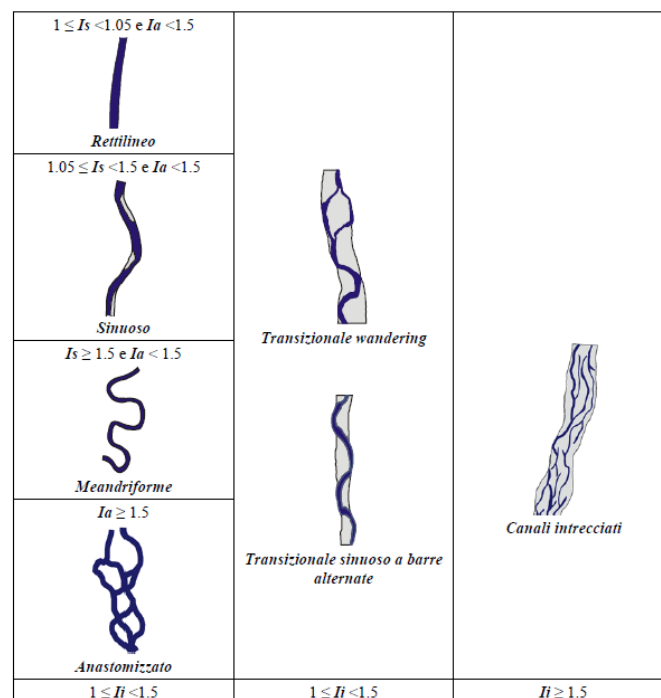


Fig. 3-5 - Classificazione dei morfotipi fluviali (Fonte: manuale IDRAIM).

Tutti i parametri necessari per l'individuazione dei morfotipi fluviali (caratteristiche di sinuosità, intrecciamento, anastomizzazione...) sono stati valutati ancora una volta attraverso analisi di immagini telerilevate.

Applicando la caratterizzazione di I Livello ai segmenti già definiti sono stati individuati nel territorio regionale, complessivamente, **534 tratti**. A ciascun tratto sono stati associati tutti i parametri morfometrici calcolati e sono state messe a punto procedure specifiche per la generazione automatica dei report utili alla successiva applicazione dell'Indice di Qualità Morfologica.

La sovrapposizione tra i tratti risultanti dall'analisi idromorfologica e i corpi idrici individuati in precedenza mostra una buona congruenza, dal momento che solo 18 tratti ricadono a cavallo tra due corpi idrici. Le ragioni di tale buona corrispondenza possono essere ricercate nel fatto che le principali discontinuità morfologiche erano già state prese in considerazione nell'ambito del processo di tipizzazione e individuazione dei corpi idrici.

Di seguito si riporta una breve sintesi dei risultati dell'analisi idromorfologica relativi alle condizioni di confinamento (Fig. 3-6) e ai morfotipi fluviali (Fig. 3-7) presenti nel territorio regionale.

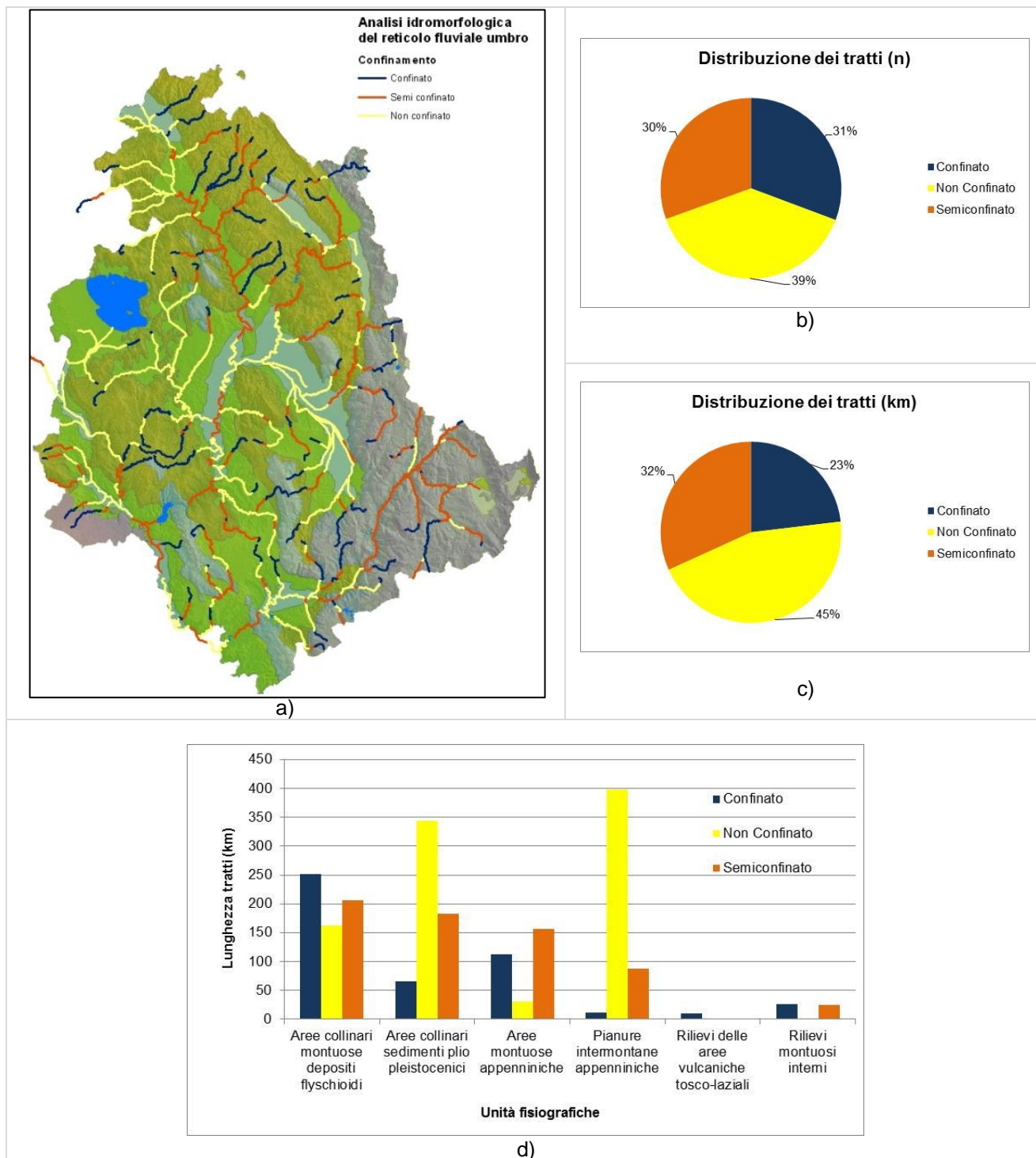


Fig. 3-6 – Caratteristiche di confinamento del reticolo fluviale umbro (C=confinato, NC=non confinato, SC=semiconfinato).

Relativamente alle condizioni di confinamento, i tratti individuati nel territorio regionale risultano numericamente ripartiti in maniera pressoché equivalente nelle tre diverse classi di confinamento, con 164 tratti confinati, 163 semiconfinati e 207 non confinati (Fig. 3-6-b).

In termini di sviluppo lineare dei tratti (Fig. 3-6-c), invece, si osserva una chiara predominanza dei corsi d'acqua semi e non confinati, in relazione al fatto che nelle aree vallive, dove le discontinuità morfologiche (variazioni di pendenza, di larghezza...) sono meno frequenti, sono stati individuati i tratti di maggior lunghezza.

Tale analisi risulta confermata anche dalla distribuzione delle classi di confinamento nelle diverse unità fisiografiche individuate (Fig. 3-6-d), con la predominanza della categoria NC nelle pianure intermontane appenniniche e della categoria SC nelle aree collinari.

Per i tratti semi e non confinati viene presentata, in Fig. 3-7, l'analisi dei risultati della classificazione morfologica di I livello.

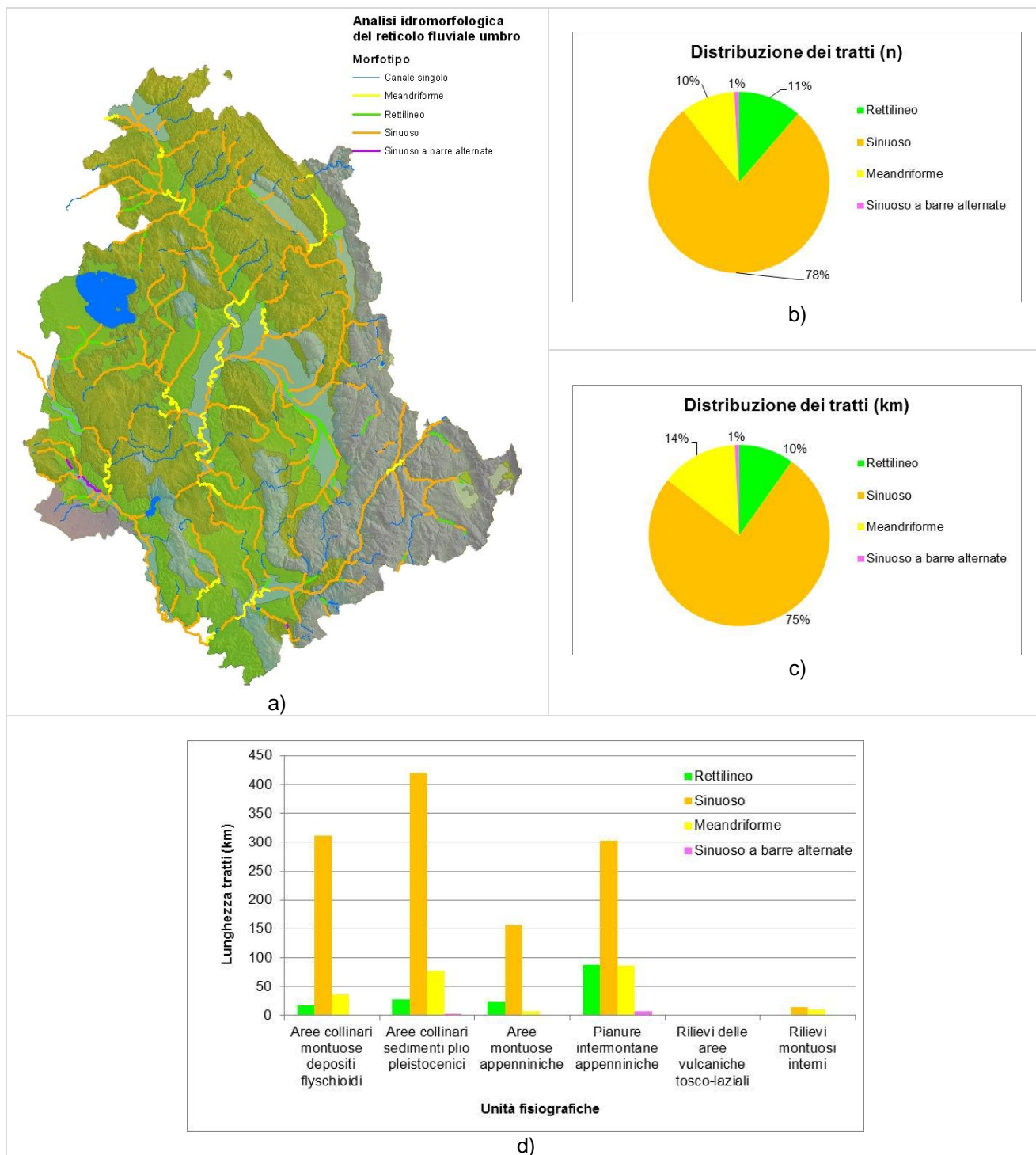


Fig. 3-7 – Caratterizzazione dei morfotipi fluviali (R=rettilineo, S=sinuoso, M=meandriforme, SBA=sinuoso a barre alternate).

Dai grafici emerge come il morfotipo prevalente sia quello rappresentato dagli alvei sinuosi mentre pochi tratti presentano andamento rettilineo (spesso determinato da artificializzazione) o meandriforme. Solo tre tratti risultano sinuosi a barre alternate e completamente assenti dal territorio regionale sono gli alvei a morfologia anastomizzata, transizionale wandering e a canali intrecciati.

4 DESIGNAZIONE DEI CORPI IDRICI ARTIFICIALI E FORTEMENTE MODIFICATI

4.1 Metodologia di designazione

Per *corpo idrico fortemente modificato (HMWB)* si intende un corpo idrico superficiale interessato da alterazioni fisiche di origine antropica, i cui effetti si traducono in modificazioni idromorfologiche tali da provocare un mutamento sostanziale delle caratteristiche naturali originarie del corpo idrico. Queste modificazioni possono essere considerate “sostanziali” se sono estese, profonde, molto evidenti, permanenti e relative a modifiche delle caratteristiche morfologiche e idrologiche.

Per *corpo idrico artificiale (AWB)* si intende, invece, un corpo idrico superficiale creato da un’attività umana dove non esisteva alcun corpo idrico e pertanto non rappresenta l’evoluzione per alterazione fisica, spostamento o riallineamento di un preesistente corpo idrico naturale.

Nel documento “*Contributo alla metodologia per la designazione dei corpi idrici artificiali e dei corpi idrici fortemente modificati*” (ISPRA 2009), elaborato sulla base della Linee Guida Europee (Guidance n° 4 “*Identification and Designation of Heavily Modified and Artificial Water Bodies*”), sono stati forniti i criteri generali per l’identificazione dei corpi idrici superficiali come HMWB e AWB. Successivamente, la metodologia di designazione è stata rivista e integrata da ISPRA con l’introduzione di criteri specifici per la valutazione degli elementi idromorfologici ed ecologici utili all’identificazione preliminare dei corpi idrici fortemente modificati o artificiali. La procedura è oggetto di un regolamento tecnico già approvato dalla Conferenza Stato Regioni nei primi mesi del 2013, ma ancora in attesa di adozione definitiva con decreto ministeriale.

La designazione dei corpi idrici fortemente modificati e artificiali si articola in due livelli successivi, ciascuno dei quali è composto da più fasi:

- LIVELLO 1 – “**Identificazione preliminare**” basata su valutazioni idromorfologiche ed ecologiche;
- LIVELLO 2 – “**Designazione**” basata su valutazioni tecniche di tipo socio-economico.

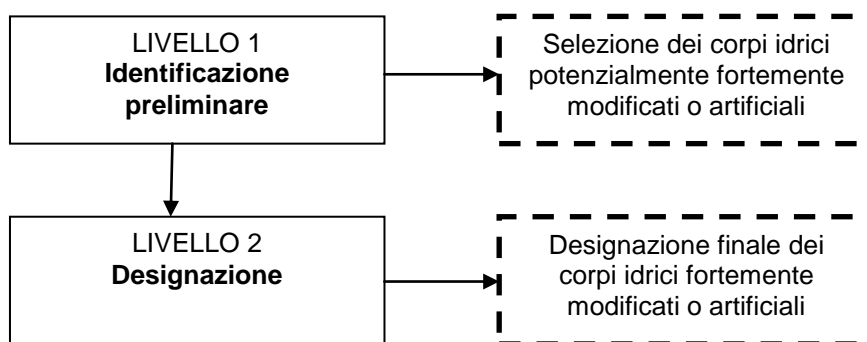


Fig. 4-1 – Procedura per la designazione dei corpi idrici artificiali e fortemente modificati (Bozza Regolamento Tecnico in fase di emanazione)

Per quanto riguarda gli HMWB, il **livello 1** prevede una serie di step successivi descritti di seguito (Fig. 4-2):

- In via preliminare devono essere individuati tutti i corpi idrici interessati da alterazioni idromorfologiche significative che ne modificano sostanzialmente il carattere di naturalità.
- L’entità delle modificazioni morfologiche e idrologiche deve essere poi stimata attraverso l’utilizzo di una serie di indicatori tra quelli previsti per la valutazione della qualità idromorfologica dei corpi idrici ai sensi del DM 260/2010 (*IDRAIM - “Manuale tecnico-operativo per la valutazione ed il monitoraggio dello stato morfologico dei corsi d’acqua”* - ISPRA, 2011).
- Nella fase successiva, deve essere verificato che il mancato raggiungimento del buono stato ecologico sia legato alle modificazioni delle caratteristiche idromorfologiche del corpo idrico e non dipenda da altri impatti.
- Infine, per verificare se la sostanziale modifica delle caratteristiche del corpo idrico derivi dall’attività antropica, è necessario procedere all’applicazione, in funzione della tipologia di alterazione che caratterizza il corpo idrico, di alcuni o di tutti gli indicatori dell’Indice di Qualità Morfologica (IQM) o dell’Indice di Alterazione Idrologica (IARI) previsti dal metodo IDRAIM.

Per quanto riguarda invece l'identificazione preliminare degli AWB, l'unica fase prevista dal livello 1 è quella relativa alla valutazione del rischio di raggiungimento del buono stato ecologico.

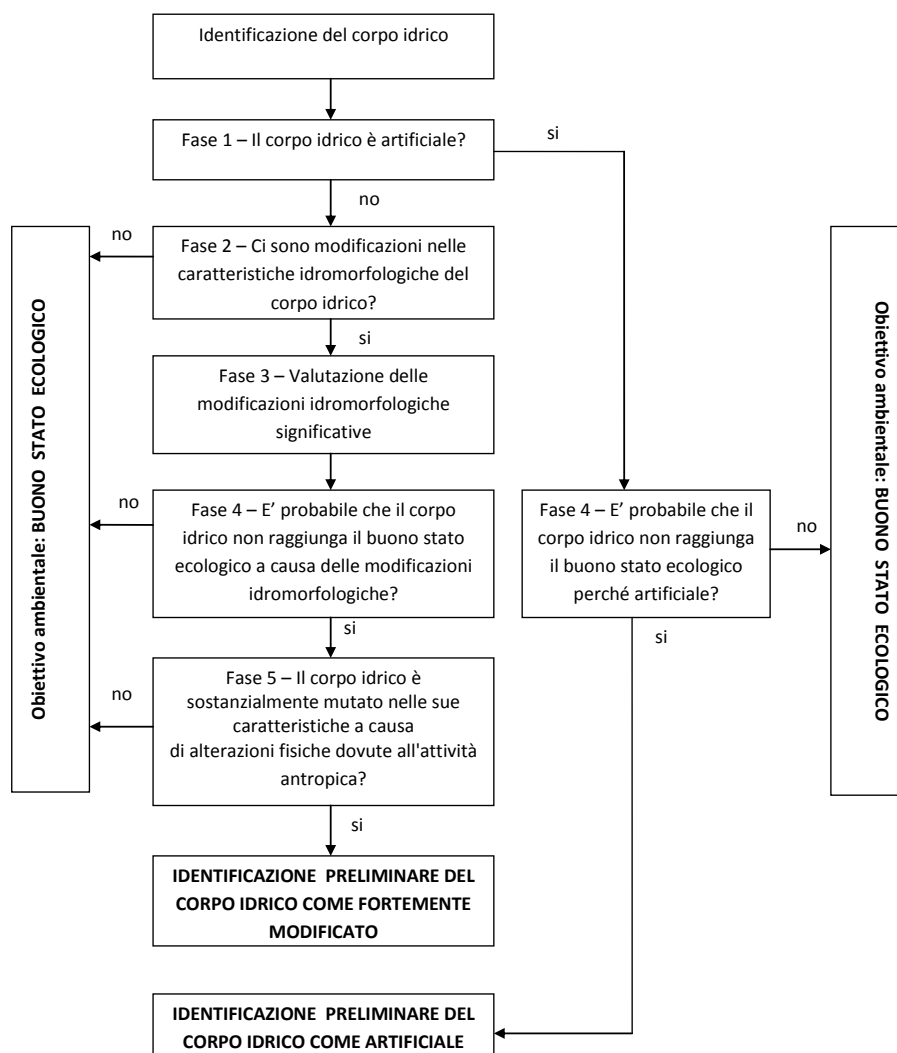


Fig. 4-2 – Schema per l'individuazione preliminare di HMWB

Per la designazione definitiva prevista al **livello 2** occorre verificare se le esigenze e i benefici derivanti dall'uso corrente non siano raggiungibili con altri mezzi che non comportino costi sproporzionati. Per tutti i dettagli relativi al livello 2, il decreto in fase di approvazione rimanda alle linee guida europee, elaborate nell'ambito dei documenti predisposti per l'attuazione della direttiva 2000/60/CE.

4.2 I corpi idrici HMWB e AWB individuati nella regione Umbria

In applicazione delle linee guida europee e nazionali, nel 2009 sono stati individuati, in via preliminare, i corpi idrici interessati da alterazioni idromorfologiche significative presenti nel territorio regionale. Le successive modifiche ed integrazioni delle procedure nazionali hanno reso necessario l'approfondimento della caratterizzazione iniziale con l'introduzione dei metodi di analisi idromorfologica.

Benché il processo di designazione non sia ancora concluso, è possibile disporre comunque di un quadro esaustivo delle caratteristiche di naturalità/artificialità dei corpi idrici umbri.

In Tab. 4-1 viene presentato l'elenco dei 31 corpi idrici preliminarmente individuati come potenziali **HMWB** e, per ciascuno di essi, il tipo di alterazione idromorfologica che li caratterizza. Tali alterazioni sono prevalentemente riconducibili ad interventi di artificializzazione delle sponde, alterazione del regime idrologico e in misura minore alla presenza di opere trasversali (Fig. 4-3).

Tab. 4-1 - Corpi idrici fluviali interessati da alterazioni idromorfologiche significative

Corpo idrico	Lunghezza corpo idrico designato (km)	Tipologia di alterazione idromorfologica
Torrente Tresa da deviazione a confine regionale	9,4	Difese di sponda e/o argini a contatto Presenza di tratti a regime idrologico fortemente alterato
Fosso Rigo Maggiore da deviazione a T. Tresa	3,4	Difese di sponda e/o argini a contatto Presenza di tratti a regime idrologico fortemente alterato
Fiume Tevere 1 (dalla traversa di Alviano alla confluenza con il fiume Nera)	27,5	Presenza di diga all'estremità di monte Presenza di tratti a regime idrologico fortemente alterato
Fiume Velino 4 (a monte del Lago di Piediluco)	20,3	Difese di sponda e/o argini a contatto
Torrente Sovara dalle origini a T. Cerfone	29,2	Difese di sponda e/o argini a contatto
Fiume Timia-Teverone-Marroggia da L. Arezzo a T. Tessino	15,9	Opere trasversali con densità significativa Difese di sponda e/o argini a contatto Presenza di diga all'estremità di monte Presenza di tratti a regime idrologico fortemente alterato
Torrente Formanuova intero corso	13,3	Difese di sponda e/o argini a contatto
Fosso Alveo di Montefalco intero corso	15,3	Difese di sponda e/o argini a contatto
Torrente Attone intero corso	21,6	Difese di sponda e/o argini a contatto Rivestimenti del fondo per gran parte del corpo idrico
Torrente Chiona intero corso	16,4	Opere trasversali con densità significativa Difese di sponda e/o argini a contatto
Torrente Ose intero corso	11,2	Difese di sponda e/o argini a contatto Rivestimenti del fondo per gran parte del corpo idrico
Fiume Timia-Teverone-Marroggia da T. Tessino a T. Tatarena	16,0	Difese di sponda e/o argini a contatto
Fiume Topino da F. Timia-Teverone-Marroggia a F. Chiascio	8,8	Difese di sponda e/o argini a contatto
Fiume Timia-Teverone-Marroggia da T. Tatarena a F. Clitunno	9,0	Difese di sponda e/o argini a contatto
Fiume Timia-Teverone-Marroggia da F. Clitunno a F. Topino	7,1	Opere trasversali con densità significativa Difese di sponda e/o argini a contatto
Torrente Tatarena da limite HER a F. Timia-Teverone-Marroggia	22,3	Difese di sponda e/o argini a contatto Rivestimenti del fondo per gran parte del corpo idrico
Fiume Topino da Foligno a F. Timia-Teverone-Marroggia	14,9	Opere trasversali con densità significativa Difese di sponda e/o argini a contatto
Fiume Chiascio da L. Valfabbrica a F. Topino	32,3	Presenza di diga all'estremità di monte Presenza di tratti a regime idrologico fortemente alterato
Torrente Caina da T. Formanuova a F. Nestore	17,1	Difese di sponda e/o argini a contatto
Torrente Genna intero corso	22,8	Difese di sponda e/o argini a contatto
Fiume Nestore dalle origini a T. Caina	27,2	Difese di sponda e/o argini a contatto
Fiume Nestore da T. Caina a F. Tevere	27,8	Difese di sponda e/o argini a contatto
Torrente Chianetta intero corso	7,8	Difese di sponda e/o argini a contatto
Fiume Nera da limite HER a L. S. Liberato	5,6	Opere trasversali con densità significativa Difese di sponda e/o argini a contatto
F. Velino - da L. di Piediluco a F. Nera	3,0	Opere trasversali con densità significativa Difese di sponda e/o argini a contatto Presenza di tratti a regime idrologico fortemente alterato
Torrente L'Aia da L. dell'Aia a F. Nera	1,9	Presenza di diga all'estremità di monte Presenza di tratti a regime idrologico fortemente alterato
Fiume Nera da F. Velino a limite HER	30,0	Opere trasversali con densità significativa Difese di sponda e/o argini a contatto Presenza di tratti a regime idrologico fortemente alterato
Torrente Chiani da T. Astrone a F. Paglia	43,5	Opere trasversali con densità significativa
Fiume Nera da L. S. Liberato a F. Tevere	5,0	Presenza di diga all'estremità di monte Presenza di tratti a regime idrologico fortemente alterato
Fiume Tevere da L. Corbara al punto di immissione della centrale di Baschi	10,6	Presenza di diga all'estremità di monte Presenza di tratti a regime idrologico fortemente alterato
Fiume Tevere dal punto di immissione della centrale di Baschi alla traversa di Alviano	7,7	Presenza di tratti artificialmente lentici Presenza di tratti a regime idrologico fortemente alterato

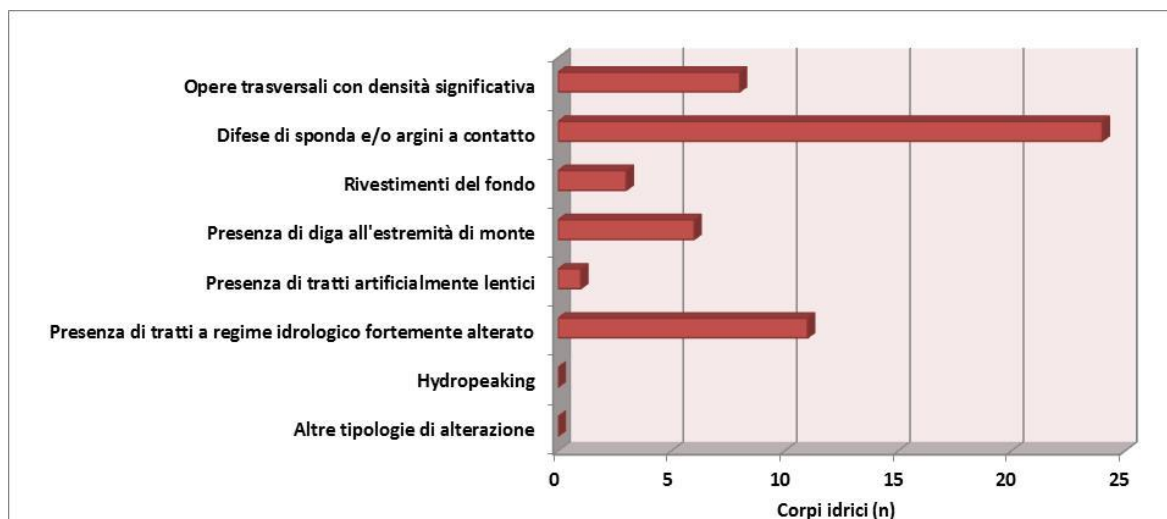


Fig. 4-3 – Tipologie di alterazioni idromorfologiche che caratterizzano i corpi idrici potenzialmente HMWB.

A partire dal 2010, i corpi idrici sopra elencati sono stati sottoposti alla procedura di screening di livello 1 descritta al paragrafo precedente:

- In una prima fase, è stata valutata la significatività delle alterazioni idromorfologiche di ciascun corpo idrico applicando le soglie e i criteri fissati dalla metodologia. In base ai risultati ottenuti, solo 20 dei 31 corpi idrici individuati in via preliminare hanno presentato condizioni fortemente alterate tali da rendere necessaria l'applicazione degli ulteriori step.
- Nella fase successiva, è stato valutato il rischio di non raggiungimento del buono stato ecologico sulla base dei primi risultati del monitoraggio svolto nel periodo 2008-2011, da cui si evidenzia che i 20 corpi idrici mostrano tutti indizi di compromissione dello stato ecologico complessivo e delle comunità biologiche in particolare e, per questo motivo, sono stati tutti avviati alla fase finale di validazione idromorfologica prevista dal livello 1.
- La validazione idromorfologica, condotta in collaborazione con il Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale dell'Università di Perugia, è stata effettuata sulla base dei risultati della caratterizzazione idromorfologica del reticolo fluviale (cfr. capitolo 3). Per ciascun corpo idrico, sono stati applicati, a tratti selezionati come rappresentativi e in funzione della tipologia di alterazione individuata, gli indici (IARI e IQM) e sub-indici (indicatore di funzionalità F7 dell'indice IQM) previsti dalla procedura di screening (Tab. 4-2). Ad oggi, i corpi idrici per i quali è stata completata la validazione idromorfologica di livello 1 (17 su 20), presentano alterazioni tali da dover essere sottoposti all'analisi costi benefici per la definitiva designazione.

Per quanto riguarda gli **AWB**, l'unico corpo idrico che presenta carattere di artificialità è il *Canale dell'Anguillara*, che fa parte di un complesso sistema di adduzione realizzato alla fine degli anni '50 per la derivazione, verso il Lago Trasimeno, delle acque dei torrenti Tresa, Rio Maggiore, Maranzano e Moiano, all'epoca adduttori del lago di Chiusi, attraverso la realizzazione di opere di presa complete di paratoie e canali rivestiti in calcestruzzo.

Tutti i corpi idrici individuati come HMWB o AWB dovranno essere sottoposti alla valutazione tecnico economica di livello 2 per la loro definitiva designazione.

Tab. 4-2 – Corpi idrici fortemente modificati individuati nel territorio regionale – Identificazione di Livello 1

Corpo idrico	Tipologia di alterazione idromorfologica	Indici e sub-indici applicati in funzione della tipologia di alterazione				Designazione Livello 1
		Valore indice F7	Valore indice IQM	Alterazione substrato	Valore indice IARI	
Torrente Tresa da deviazione a confine regionale	Difese di sponda e/o argini a contatto Presenza di tratti a regime idrologico fortemente alterato	Classe C				HMWB
Fosso Rigo Maggiore da deviazione a T. Tresa	Difese di sponda e/o argini a contatto Presenza di tratti a regime idrologico fortemente alterato	Da valutare				in fase di completamento
Fiume Tevere 1 (dalla traversa di Alviano alla confluenza con il fiume Nera)	Presenza di diga all'estremità di monte Presenza di tratti a regime idrologico fortemente alterato		0,58	SI		HMWB
Fiume Timia-Teverone-Marroggia da L. Arezzo a T. Tessino	Opere trasversali con densità significativa Difese di sponda e/o argini a contatto Presenza di diga all'estremità di monte Presenza di tratti a regime idrologico fortemente alterato		0,55	SI		HMWB
Fiume Timia-Teverone-Marroggia da T. Tessino a T. Tatarena	Difese di sponda e/o argini a contatto	Classe C				HMWB
Fiume Timia-Teverone-Marroggia da T. Tatarena a F. Clitunno	Difese di sponda e/o argini a contatto	Classe C				HMWB
Fiume Timia-Teverone-Marroggia da F. Clitunno a F. Topino	Opere trasversali con densità significativa Difese di sponda e/o argini a contatto	Classe C				HMWB
Fiume Topino da Foligno a F. Timia-Teverone-Marroggia	Opere trasversali con densità significativa Difese di sponda e/o argini a contatto	Classe C				HMWB
Fiume Chiascio da L. Valfabbrica a F. Topino	Presenza di diga all'estremità di monte Presenza di tratti a regime idrologico fortemente alterato		0,44	SI		HMWB
Torrente Caina da T. Formanuova a F. Nestòre	Difese di sponda e/o argini a contatto	Classe C				HMWB
Torrente Genna intero corso	Difese di sponda e/o argini a contatto	Classe C				HMWB
Fiume Nestòre dalle origini a T. Caina	Difese di sponda e/o argini a contatto	Classe C				HMWB
Fiume Nestòre da T. Caina a F. Tevere	Difese di sponda e/o argini a contatto	Classe C				HMWB
Torrente Chianetta intero corso	Difese di sponda e/o argini a contatto	Classe C				HMWB
F. Velino - da L. di Piediluco a F. Nera	Opere trasversali con densità significativa Difese di sponda e/o argini a contatto Presenza di tratti a regime idrologico fortemente alterato		0,27	Substrato non visibile	Da valutare	in fase di completamento
Torrente L'Aia da L. dell'Aia a F. Nera	Presenza di diga all'estremità di monte Presenza di tratti a regime idrologico fortemente alterato		0,38	SI		HMWB
Fiume Nera da F. Velino a limite HER	Opere trasversali con densità significativa Difese di sponda e/o argini a contatto Presenza di tratti a regime idrologico fortemente alterato		0,42	SI		HMWB
Fiume Nera da L. S. Liberato a F. Tevere	Presenza di diga all'estremità di monte Presenza di tratti a regime idrologico fortemente alterato		0,57	SI		HMWB
Fiume Tevere da L. Corbara al punto di immissione della centrale di Baschi	Presenza di diga all'estremità di monte Presenza di tratti a regime idrologico fortemente alterato		0,59	Substrato non visibile	Da valutare	in fase di completamento
Fiume Tevere dal punto di immissione della centrale di Baschi alla traversa di Alviano	Presenza di tratti artificialmente lentici Presenza di tratti a regime idrologico fortemente alterato		0,50			HMWB

5 RETI E PROGRAMMI DI MONITORAGGIO

5.1 Le reti di monitoraggio operativo e di sorveglianza

Ai fini della definizione delle reti di monitoraggio, i corpi idrici individuati sono stati sottoposti all'**analisi delle pressioni** significative gravanti sui relativi sottobacini, come previsto dal DM 56/2009.

I principali fattori di pressione presi in esame comprendono:

- sorgenti diffuse, quali presenza di superfici urbanizzate, presenza di aree agricole, presenza di aree autorizzate alla fertirrigazione;
- sorgenti puntuali, quali carichi inquinanti sversati da impianti di depurazione di reflui civili, carichi puntuali derivanti da scaricatori di piena delle reti fognarie, inquinamento di origine industriale, potenziale presenza di sostanze prioritarie.

L'elaborazione dei risultati dell'analisi delle pressioni, effettuata mediante cluster analysis, ha portato all'aggregazione dei corpi idrici in nove livelli di pressione (Fig. 5-1) e ha evidenziato come le maggiori criticità siano localizzate nei corpi idrici delle principali aree vallive.

Tale analisi è stata affiancata da una **valutazione di rischio** potenziale di non raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale, elaborata in base ai dati di monitoraggio pregressi. Sono stati così individuati **30 corpi idrici a rischio (R)**, **14 non a rischio (NR)** e **91 potenzialmente a rischio (PR)**.

Ai fini della definizione delle reti di monitoraggio, sono stati effettuati, per la categoria "a rischio", raggruppamenti di corpi idrici appartenenti allo stesso tipo e soggetti a livelli di pressione analoghe per estensione ed incidenza (DM 56/2009, par. A.3.3.5). Per ciascun raggruppamento (o unità base di monitoraggio) è stato poi selezionato il corpo idrico rappresentativo da monitorare. Al fine di ottimizzare i costi e la gestione delle attività di monitoraggio, in questo primo ciclo, la stessa metodologia è stata applicata anche ai corpi idrici classificati "non a rischio" o "potenzialmente a rischio". Complessivamente, sono stati individuati 22 gruppi per i corpi idrici a rischio e 35 per i corpi idrici non a rischio e probabilmente a rischio.

Sulla base di tali considerazioni, è stata messa a punto la rete di monitoraggio regionale, che si articola in una rete operativa, finalizzata al monitoraggio dei corpi idrici a rischio e in una rete di sorveglianza, finalizzata alla valutazione delle variazioni a lungo termine dei corpi idrici non a rischio e al monitoraggio conoscitivo di quelli probabilmente a rischio.

In via preliminare, le reti di monitoraggio di sorveglianza e operativo sono state individuate³ tenendo conto dei seguenti elementi:

- disponibilità di serie storiche pregresse;
- localizzazione delle stazioni della rete idrometrica regionale;
- significatività del corpo idrico ai fini del monitoraggio degli effetti del Piano di tutela delle Acque;
- stazioni attive per lo scambio delle informazioni di cui alla Decisione 754/CEE.

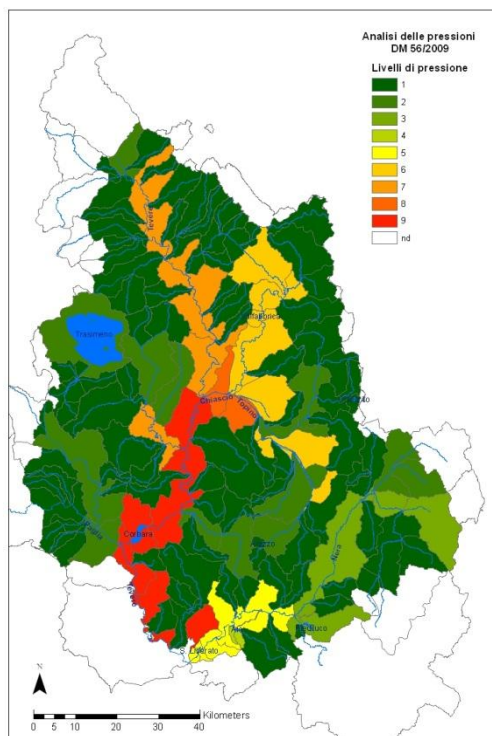


Fig. 5-1 – Analisi delle pressioni dei corpi idrici fluviali ai sensi del DM 56/2009

³ "Proposta rete di monitoraggio dei corpi idrici superficiali della Regione Umbria ai sensi della Direttiva 2000/60/CE (DLgs. 152/06 e s.m.i.)", ARPA Umbria, 2008

Nel corso del primo triennio di monitoraggio sono emerse⁴ alcune criticità che hanno comportato la necessità di introdurre modifiche alla rete inizialmente individuata:

- la rete di sorveglianza è stata modificata con l'eliminazione di due stazioni: la prima, VEL2 (*Fiume Velino 4*) a causa delle difficoltà operative emerse in fase di campionamento del tratto umbro e la seconda, MAR2 (*Fiume Timia-Teverone-Marroggia dalle origini al lago di Arezzo*), per i problemi già discussi al paragrafo 3.1.
- la rete di monitoraggio operativo è stata invece ampliata, a partire dal 2012, con l'introduzione della stazione TVR13, attivata per il monitoraggio del nuovo corpo idrico individuato lungo il fiume Tevere a monte della traversa di Alviano⁵.

La rete regionale dei corpi idrici fluviali si compone, quindi, complessivamente di **59 stazioni**, delle quali **34** per il monitoraggio di **sorveglianza** e **25** per il monitoraggio **operativo**; tra queste **8** stazioni sono localizzate alla chiusura delle principali unità territoriali di riferimento individuate nel Piano Regionale di Tutela delle Acque.

Ciascuna stazione è rappresentativa della qualità ambientale di un intero corpo idrico. L'unica eccezione è costituita da "*Fiume Tevere compreso tra la confluenza con il Fiume Chiascio e l'Invaso di Corbara*" (codice N01001EF), per il quale sono stati individuati due siti di monitoraggio, TVR5, già attiva per il controllo dei parametri di cui alla decisione 77/795/CEE, e TVR7, alla chiusura dell'Unità Territoriale Medio Tevere.

In Tab. 5-1 viene riportata la distribuzione dei siti di campionamento per tipo fluviale e per rete di monitoraggio, mentre in Fig. 5-2 viene rappresentata la suddivisione per macrotipo fluviale.

La rappresentazione cartografica delle reti regionali di monitoraggio operativo e di sorveglianza è illustrata in Fig. 5-3.

Infine, nell'Allegato 2 è riportato l'elenco delle stazioni di monitoraggio e le loro caratteristiche principali.

Tab. 5-1 – Distribuzione dei siti di monitoraggio per tipo fluviale

TIPO	Corpi idrici appartenenti al tipo (n)	Stazioni rete operativa	Stazioni rete sorveglianza	Totale
11IN7T	41	1	6	7
11SR2D	2	-	1	1
11SR2T	5	2	1	3
11SR3D	2	1	1	2
11SR4T	1	1	-	1
11SR5F	2	1	-	1
11SS2T	23	1	7	8
11SS3T	16	7	3	10
11SS4T	2	2	-	2
11SS5T	7	6	1	7
13IN7T	13	-	2	2
13SR1T	1	-	1	1
13SR2T	12	1	7	8
13SR3T	2	1	1	2
13SR4T	1	-	1	1
13SR5T	1	1	-	1
13SS4T	1	-	-	-
13SS5T	1	-	1	1
14SR2T	2	-	1	1
TOTALE	135	25	34	59

⁴ Prima valutazione dello stato di qualità dei corpi idrici fluviali ai sensi della direttiva 2000/60/CE (DLgs. 152/06 e s.m.i.), ARPA Umbria, 2010.

⁵ Studio del corpo idrico generato dalla traversa sul Fiume Tevere in località Alviano, Regione Umbria e ARPA Umbria, 2011.

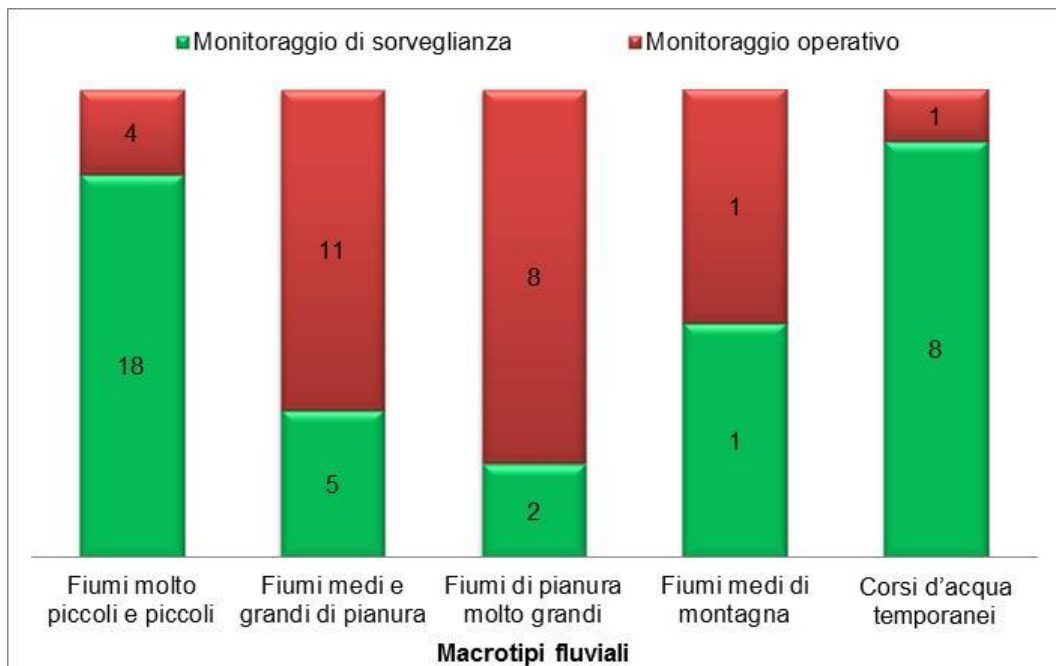


Fig. 5-2 – Distribuzione dei siti di monitoraggio per macrotipo

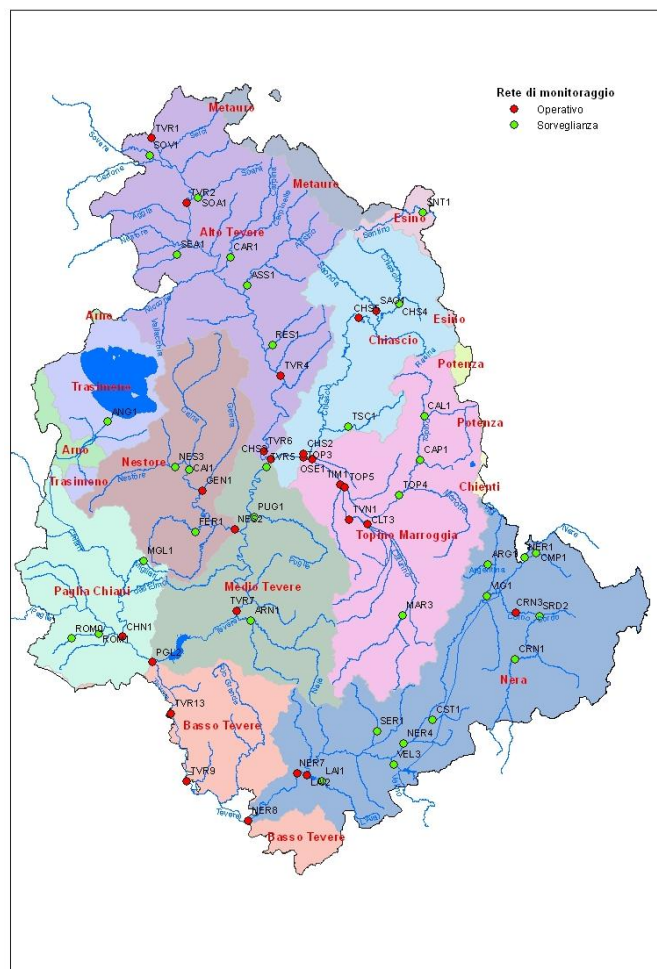


Fig. 5-3 – Rete di monitoraggio operativo e di sorveglianza dei corpi idrici fluviali della Regione Umbria.

5.2 Il programma di monitoraggio 2008-2012

Con Determina Dirigenziale n.1592 del 24 febbraio 2009, la Regione Umbria ha approvato il programma di monitoraggio dei corpi idrici superficiali ai sensi del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., allegato al Piano di Tutela delle Acque (Legge regionale n.25/09), all'interno del quale, per ogni rete di monitoraggio e per ogni stazione, sono stati definiti programmi specifici sulla base dei criteri dettati dal DM 56/2009.

5.2.1 Il programma di monitoraggio degli elementi di qualità biologica

Il programma di monitoraggio degli elementi di qualità biologica è stato definito sulla base dei criteri dettati dalla norma, dai Protocolli nazionali di campionamento e tenendo conto della variabilità spaziale e temporale dei bioindicatori monitorati, e in particolare:

1. per la rete di *sorveglianza* è prevista la rilevazione di tutti gli elementi di qualità biologica (macroinvertebrati, macrofite, diatomee e fauna ittica) in ogni sito;
2. per la rete *operativa* è stata effettuata una selezione dei bioindicatori da monitorare, tenendo conto della sensibilità di ciascun elemento di qualità alle pressioni agenti sul corpo idrico, nonché dei risultati dei sopralluoghi che hanno permesso di valutare la presenza di condizioni ecologiche idonee allo sviluppo delle varie comunità. L'unica eccezione è rappresentata dalle 8 stazioni localizzate alla chiusura delle principali unità territoriali di riferimento del Piano di Tutela delle acque, per le quali è previsto il monitoraggio completo di tutti gli elementi di qualità biologica.

La selezione dei bioindicatori da monitorare per la rete operativa è stata effettuata sulla base dei seguenti criteri:

- il campionamento della *comunità macrobentonica* è stato previsto per tutti i siti, in considerazione del fatto che questo elemento biologico è in grado di rispondere, attraverso modifiche nella composizione e struttura delle comunità, agli effetti di un ampio spettro di fattori di pressione, quali l'inquinamento delle acque e dei sedimenti, le alterazioni fisiche significative che influenzano la morfologia degli alvei e la dinamica idrologica (regimazioni, dighe, prelievi, immissioni). Si tratta, infatti, di organismi che, colonizzando ogni substrato acquatico, presentano un'ampia distribuzione e occupano tutte le nicchie trofiche dei consumatori. La durata del loro ciclo vitale, inoltre, associata alla scarsa mobilità, permette di valutare eventuali alterazioni dell'habitat di appartenenza e garantisce una ripetibilità di raccolta durante tutto l'anno. La fauna bentonica è in grado di riflettere, attraverso i cambiamenti di struttura o di funzionalità della comunità (abbandono di microhabitat, perdita di determinati *taxa*), le diverse pressioni antropiche prodotte.
- al monitoraggio dei macroinvertebrati è stato associato, in funzione delle caratteristiche del sito indagato, almeno un altro elemento biologico al fine di avere una valutazione più completa dello stato dell'ecosistema acquatico;
- il campionamento della *comunità diatomica* è stato previsto per tutti i corpi idrici interessati da elevati carichi trofici dal momento che, essendo le diatomee produttori primari e vivendo completamente sommerse e fissate al substrato, sono molto più sensibili a parametri fisico-chimici come la conducibilità e la concentrazione di nutrienti (fosfati, nitrati). Rispetto ai macroinvertebrati, risultano più idonee all'individuazione di impatti di breve durata e pertanto dai due bioindicatori si possono ottenere diversi e complementari tipi di informazione sullo stato di qualità dell'ecosistema fluviale;
- il monitoraggio della *comunità macrofittica* è stato previsto in alternativa o in aggiunta al monitoraggio delle diatomee dal momento che, oltre ad essere particolarmente sensibili all'inquinamento di origine organica delle acque superficiali, rispondono anche ad altre forme di disturbo antropico come l'artificializzazione delle sponde e dell'alveo, le alterazioni del corso naturale del fiume (dighe, centrali idroelettriche), l'urbanizzazione lungo le sponde e lo sfalcio della vegetazione acquatica. In particolare, si è tenuto conto del fatto che le macrofite, essendo sensibili alle fluttuazioni del livello dell'acqua, sono buoni indicatori degli effetti delle variazioni di flusso in corpi idrici localizzati a valle di sbarramenti.
- Il campionamento della *fauna ittica*, infine, è stato associato, di volta in volta, agli altri bioindicatori in considerazione della sua capacità di rispondere ad un ampio insieme di fattori di pressione (scarichi di varia origine, alterazioni idromorfologiche, urbanizzazione, degrado della vegetazione riparia, ecc.) e di valutare gli impatti derivanti da interruzioni nella continuità fluviale (sbarramenti, impianti idroelettrici...).

Rispetto a quanto stabilito in fase di programmazione, nel corso del monitoraggio sono state introdotte alcune variazioni in relazione alla campionabilità e rappresentatività dei bioindicatori selezionati in via preliminare.

Il ciclo di monitoraggio degli elementi di qualità biologica è sessennale per la rete di sorveglianza e triennale per la rete operativa; le frequenze annue di campionamento previste per ogni bioindicatore sono conformi a quanto riportato nel DM 56/2009 (par. A.3.5, tab. 3.6).

Nelle Tab. 5-2 e Tab. 5-3 viene riportato in sintesi il dettaglio del programma di monitoraggio degli elementi di qualità biologica per ciascun corpo idrico e ciascuna rete.

5.2.2 Il programma di monitoraggio degli elementi di qualità chimica e chimico-fisica

Il programma di monitoraggio degli elementi di qualità chimica e chimico-fisica è stato definito sulla base dei criteri dettati dalla norma e dal Protocollo nazionale di campionamento, che prevede l'integrazione delle analisi biologiche con la determinazione di elementi generali di base e inquinanti specifici (sostanze di sintesi).

La rilevazione degli elementi fisico-chimici di base deve essere effettuata in tutti i siti di monitoraggio delle reti operativa e di sorveglianza con frequenza trimestrale (per tener conto della variabilità stagionale). Gli elementi da monitorare comprendono tutti i parametri necessari alla determinazione di:

- condizioni termiche (temperatura dell'acqua e dell'aria)
- condizioni di ossigenazione (ossigeno disciolto, BOD e COD)
- salinità (conducibilità, Ca²⁺, solidi sospesi)
- stato di acidificazione (pH)
- alcalinità
- condizioni dei nutrienti (azoto nitrico, azoto nitroso, azoto ammoniacale, azoto totale, fosforo totale, fosfato inorganico).

Al fine di monitorare gli effetti delle misure previste nel Piano di Tutela delle Acque, per le 8 stazioni di chiusura delle principali unità territoriali di riferimento è stato definito un programma di monitoraggio differenziato che prevede la rilevazione mensile dei parametri macrodescrittori integrata con la determinazione del batterio *E. coli*, individuato nello stesso Piano come fattore di criticità del reticolo fluviale umbro.

Per quanto riguarda gli inquinanti specifici, il D.M. 56/2009 prevede il monitoraggio nella matrice acquosa di due gruppi di sostanze, prioritarie e non prioritarie, che assumono ruoli ben distinti nel processo di classificazione: le sostanze dell'elenco di priorità determinano lo *stato chimico* del corpo idrico, mentre le sostanze non appartenenti all'elenco di priorità, analogamente agli elementi fisico-chimici di base, intervengono nella definizione dello *stato ecologico*. L'elenco delle sostanze prioritarie individuate per la matrice acquosa è riportato al punto A.2.6 dell'Allegato 1 alla parte Terza del D.Lgs. 152/06 (tab. 1/A), mentre le sostanze non appartenenti all'elenco di priorità sono riportate al punto A.2.7 (tab. 1/B).

Ai fini del monitoraggio, il decreto prevede la possibilità di effettuare una selezione delle sostanze chimiche da controllare basata sulle conoscenze acquisite attraverso l'analisi delle pressioni e degli impatti e i monitoraggi pregressi:

- per i corpi idrici appartenenti alla rete di sorveglianza, devono essere monitorate le sostanze per le quali risultino attività che ne comportino scarichi, emissioni, rilasci e perdite nel bacino idrografico o sottobacino;
- per i corpi idrici appartenenti alla rete operativa, le sostanze dell'elenco di priorità devono essere monitorate qualora vengano scaricate, immesse o vi siano perdite nel corpo idrico indagato, mentre le sostanze non prioritarie sono monitorate qualora tali scarichi, immissioni o perdite nel corpo idrico siano in quantità significativa da poter essere un rischio per il raggiungimento o mantenimento degli obiettivi di qualità.





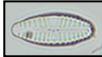


















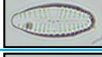


















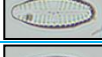

















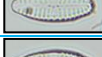
















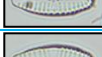













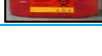
La determinazione dei microinquinanti nella matrice acquosa, sia per il monitoraggio operativo sia per il monitoraggio di sorveglianza, deve essere effettuata mensilmente per le sostanze dell'elenco di priorità e trimestralmente per le sostanze non prioritarie.







































Sia per gli elementi generali che per gli inquinanti specifici, il ciclo di monitoraggio è sessennale per i corpi idrici sottoposti a sorveglianza e annuale per i corpi idrici appartenenti alla rete operativa.

Nelle Tab. 5-2 e Tab. 5-3 viene riportato in sintesi il dettaglio del programma di monitoraggio degli elementi di qualità chimica e chimico-fisica per ciascun corpo idrico e ciascuna rete.

Nei paragrafi successivi vengono descritti, per ciascun elemento di qualità previsto nel programma, le metodiche di campionamento definite dai Protocolli nazionali, le attività svolte nel primo ciclo di monitoraggio e i risultati dell'applicazione degli indici di qualità.
Per gli elementi di qualità biologica, inoltre, viene presentata una breve caratterizzazione della struttura e composizione delle comunità rilevate.

Tab. 5-2 – Programma di monitoraggio 2008-2012 – rete di monitoraggio operativa

Nome corpo idrico	Codice stazione	Macrobenthos	Macrofite	Diatomee	Fauna ittica	Chimico-fisici di base	Sostanze non prioritarie	Sostanze prioritarie	Gruppi di inquinanti specifici monitorati
Torrente Chiani da T. Astrone a F. Paglia	CHN1								
Fiume Chiascio da L. Valfabbrica a F. Topino	CHS2								metalli, VOC e BTEX, IPA e pesticidi, fenossiacidi
Fiume Chiascio da F. Topino a F. Tevere	CHS3								metalli, fenoli, VOC e BTEX, IPA e pesticidi, fenossiacidi
Fiume Chiascio da T. Sciola a L. Valfabbrica	CHS5								
Fiume Clitunno intero corso	CLT3								
Fiume Corno da T. Sordo a F. Nera	CRN3								metalli, fenoli
Torrente Genna intero corso	GEN1								metalli, fenoli, VOC e BTEX, IPA e pesticidi
Torrente L'Aia da L. dell'Aia a F. Nera	LAI2								
Fiume Nera da F. Velino a limite HER	NER7								metalli, VOC e BTEX
Fiume Nera da L. S. Liberato a F. Tevere	NER8								metalli, fenoli, VOC e BTEX, IPA e pesticidi, fenossiacidi
Fiume Nestore da T. Caina a F. Tevere	NES2								metalli, fenoli, VOC e BTEX, IPA e pesticidi, fenossiacidi
Torrente Ose intero corso	OSE1								metalli, VOC e BTEX
Fiume Paglia da T. Romealla a F. Tevere	PGL2								metalli, fenoli, VOC e BTEX, IPA e pesticidi, fenossiacidi
Torrente Saonda intero corso	SAO1								VOC e BTEX
Fiume Timia-Teverone-Marroggia da F. Clitunno a F. Topino	TIM1								VOC e BTEX, IPA e pesticidi
Fiume Topino da F. Timia-Teverone-Marroggia a F. Chiascio	TOP3								metalli, fenoli, VOC e BTEX, IPA e pesticidi, fenossiacidi
Fiume Topino da Foligno a F. Timia-Teverone-Marroggia	TOP5								metalli, fenoli, IPA e pesticidi
Fiume Timia-Teverone-Marroggia da T. Tatarena a F. Clitunno	TVN1								metalli, fenoli, VOC e BTEX, IPA e pesticidi





















































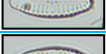















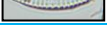

Nome corpo idrico	Codice stazione	Macroben- thos	Macrofite	Diatomee	Fauna ittica	Chimico- fisici di base	Sostanze non prioritarie	Sostanze prioritarie	Gruppi di inquinanti specifici monitorati
Fiume Tevere dal confine regionale a T. Cerfone	TVR1								metalli
Fiume Tevere dal punto di immissione del canale di restituzione della centrale di Baschi fino alla traversa di Alviano	TVR13								metalli, fenoli, VOC e BTEX, IPA e pesticidi, fenossiacidi
Fiume Tevere da T. Cerfone a T. Carpina	TVR2								metalli, fenoli, VOC e BTEX
Fiume Tevere da T. Carpina a Perugia	TVR4								metalli, fenoli, VOC e BTEX
Fiume Tevere da Perugia a F. Chiascio	TVR6								metalli, fenoli, VOC e BTEX, IPA e pesticidi, fenossiacidi
Fiume Tevere da F. Chiascio a L. Corbara	TVR7								metalli, fenoli, VOC e BTEX, IPA e pesticidi, fenossiacidi
Fiume Tevere 1	TVR9								metalli, fenoli, VOC e BTEX, IPA e pesticidi, fenossiacidi



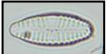






























































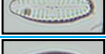











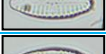









VOC: *Composti Organo Alogenati Volatili*

BTEX: *Benzene, Toluene, Xilene*

IPA: *Idrocarburi Policiclici Aromatici*

Tab. 5-3 - Programma di monitoraggio 2008-2012 – rete di monitoraggio di sorveglianza

Nome corpo idrico	Codice stazione	Macrobenthos	Macrofite	Diatomee	Fauna ittica	Chimico-fisici di base	Sostanze non prioritarie	Sostanze prioritarie	Gruppi di inquinanti specifici monitorati
Fosso dell'Anguilara intero corso	ANG1								
Torrente Argentina intero corso	ARG1								
Torrente Arnata intero corso	ARN1								
Torrente Assino da T. Lana a F. Tevere	ASS1								
Torrente Caina da T. Formanuova a F. Nestòre	CAI1								metalli, fenoli, voc e btex
Torrente Caldognola intero corso	CAL1								metalli
Torrente Rio di Capodacqua intero corso	CAP1								
Torrente Carpina intero corso	CAR1								metalli
Fiume Chiascio dalle origini a T. Sciola	CHS4								metalli
Torrente Campiano intero corso	CMP1								
Fiume Corno dalle origini a T. Sordo	CRN1								
Fosso del Castellone intero corso	CST1								
Torrente Fersinone intero corso	FER1								
Torrente L'Aia dalle origini a L. dell'Aia	LAI1								
Fiume Timia-Teverone-Marroggia da L. Arezzo a T. Tessino	MAR3								voc e btex, ipa e pesticidi, fenossiacidi
Fosso Migliari intero corso	MGL1								
Fiume Nera dalle origini a F. Corno	NER1								metalli, fenoli
Fiume Nera da F. Corno a F. Velino	NER4								metalli, fenoli
Fiume Nestòre dalle origini a T. Caina	NES3								metalli, fenoli, voc e btex

Nome corpo idrico	Codice stazione	Macrobenthos	Macrofite	Diatomee	Fauna ittica	Chimico-fisici di base	Sostanze non prioritarie	Sostanze prioritarie	Gruppi di inquinanti specifici monitorati
Torrente Puglia intero corso	PUG1								metalli
Torrente Resina intero corso	RES1								
Torrente Romealla dalle origini a limite HER	ROM0								
Torrente Romealla da limite HER a F. Paglia	ROM1								
Torrente Seano dal confine regionale a T. Nèstore	SEA1								
Torrente Serra intero corso	SER1								
Torrente Sentino intero corso	SNT1								
Torrente Soara intero corso	SOA1								
Torrente Sovara dalle origini a T. Cerfone	SOV1								voc e btx, ipa e pesticidi
Fiume Sordo intero corso	SRD2								metalli, fenoli
Fiume Topino da T. Caldognola a Foligno	TOP4								fenoli
Fiume Tescio intero corso	TSC1								
Fiume Tevere da F. Chiascio a L. Corbara	TVR5								metalli, fenoli, voc e btx
Fiume Velino da L. Piediluco a F. Nera	VEL3								metalli, fenoli, voc e btx
Fiume Vigi dal confine regionale a F. Nera	VIG1								

VOC: Composti Organo Alogenati Volatili
 BTEX: Benzene, Toluene, Xilene
 IPA: Idrocarburi Policiclici Aromatici

6 MONITORAGGIO E CLASSIFICAZIONE DEGLI ELEMENTI DI QUALITÀ BIOLOGICA

6.1 Macroinvertebrati

6.1.1 Metodi di campionamento

I criteri per l'individuazione dei siti di campionamento e le metodiche da applicare per la rilevazione della comunità macrobentonica, messi a punto a scala nazionale, si differenziano in funzione del regime idrologico dei corpi idrici e, in particolare, della loro guadabilità.

Fiumi guadabili

Per “*fiumi guadabili*” si intendono quei tratti fluviali dove è possibile, operando in sicurezza, accedere a porzioni di alveo sufficientemente estese e tali da consentire di raggiungere tutti i principali microhabitat rappresentativi del sito per il campionamento. Inoltre, con la necessaria esclusione dei periodi di piena, tale caratteristica deve essere costante per la maggior parte dell'anno, cioè almeno in tutte le stagioni nelle quali è previsto il campionamento.

Il metodo per il rilievo della fauna bentonica nei fiumi guadabili è descritto nel “*Protocollo di campionamento dei macroinvertebrati bentonici dei corsi d'acqua guadabili*” (APAT, 2007), integrato con quanto riportato nel “*Notiziario dei metodi analitici – Macroinvertebrati acquatici e Direttiva 2000/60/EC (WFD) PARTE A, B, C*”-IRSA – CNR, Marzo 2007.

La metodologia proposta per la determinazione della composizione e dell'abbondanza della comunità macrobentonica si basa, in generale, su un **approccio multi-habitat**, che prevede una raccolta quantitativa di macroinvertebrati proporzionale all'estensione relativa dei diversi microhabitat⁶ osservati nel sito fluviale.

Microhabitat	Codice	Descrizione
MICROHABITAT MINERALI ¹	Limo/Argilla < 6 µ	ARG Substrati limosi, anche con importante componente organica, e/o substrati argillosi composti da materiale di granulometria molto fine che rende le particelle che lo compongono adesive, compattando il sedimento che arriva talvolta a formare una superficie solida.
	Sabbia 6 µ-2 mm	SAB Sabbia fine e grossolana
	Ghiaia 0,2-2 cm	GHI Ghiaia e sabbia grossolana (con predominanza di ghiaia)
	Microolithal* 2-6 cm	MIC Pietre piccole
	Mesolithal* 6-20 cm	MES Pietre di medie dimensioni
	Macroolithal* 20-40 cm	MAC Pietre grossolane della dimensione massima di un pallone da rugby
	Megalolithal* > 40 cm	MGL Pietre di grosse dimensioni, massi, substrati rocciosi di cui viene campionata solo la superficie
	Artificiale (e.g. cemento)	ART Cemento e tutti i substrati immessi artificialmente nel fiume
	Igropetrico	IGR Sottile strato d'acqua su substrato solido generalmente ricoperto di muschi
¹ (le dimensioni indicate si riferiscono all'asse intermedio)		
MICROHABITAT BIOTICI	Alghe	AL Principalmente alghe filamentose; anche Diatomee o altre alghe in grado di formare spessi feltri perifitici
	Macrofite sommerse	SO Macrofite acquatiche sommerse. Sono da includere nella categoria anche muschi, Characeae, etc.
	Macrofite emergenti	EM Macrofite emergenti radicate in alveo (e.g. <i>Thypha</i> , <i>Carex</i> , <i>Phragmites</i>)
	Parti vive di piante terrestri (TP)	TP Radici fluitanti di vegetazione riparia (e.g. radici di ontani)
	Xylal (legno)	XY Materiale legnoso grossolano e.g. rami, legno morto, radici (diametro almeno pari a 10 cm)
	CPOM	CP Deposito di materiale organico particellato grossolano (foglie, rametti)
	FPOM	FP Deposito di materiale organico particellato fine
Film batterici	BA Funghi e sapropel (e.g. <i>Sphaerotilus</i> , <i>Leptomitus</i>), solfobatteri (e.g. <i>Beggiatoa</i> , <i>Thiothrix</i>)	

Fig. 6-1 – Lista e descrizione dei principali microhabitat rinvenibili nei fiumi italiani (Fonte: Notiziario dei metodi analitici, IRSA – CNR, 2007).

⁶ *Microhabitat*: è definibile come l'unità di spazio elementare caratterizzata da specifici fattori morfologici e fisici, quali velocità di corrente, profondità e granulometria del substrato di fondo, che contribuisce alla caratterizzazione dell'ambiente fisico complessivo di un ecosistema dulcacquicolo.

La fase iniziale del campionamento prevede la valutazione degli habitat presenti nel sito di indagine e cioè il riconoscimento della sequenza Riffle/Pool o del mesohabitat Generico⁷, la definizione dell'area di campionamento e la stima della percentuale di copertura dei diversi microhabitat (minerali e biotici) presenti. Successivamente si procede alla definizione del numero di unità di campionamento (repliche o incrementi) da raccogliere per ciascun microhabitat; tale numero viene attribuito in relazione all'estensione relativa (percentuale) dei microhabitat presenti nel sito di campionamento. La percentuale di occorrenza dei singoli habitat viene registrata a intervalli del 10%: ad ogni 10% corrisponde un incremento e la loro somma darà 100%. All'interno del tratto fluviale esaminato, gli incrementi devono essere adeguatamente distribuiti tra centro alveo e rive, habitat lentici ed habitat lotici.

Una volta terminata la fase preliminare, si procede al campionamento multi-habitat proporzionale quantitativo che prevede, per ogni mesohabitat individuato, la raccolta di un campione caratterizzato da 10 unità di campionamento. Il numero di repliche varia a secondo della tipologia di monitoraggio: quello operativo ne prevede, mentre quello di sorveglianza 10+10.

Il rilievo viene effettuato procedendo da valle verso monte, mediante l'utilizzo della rete Surber (per profondità <0,5 m) e/o del retino immanicato (per profondità > 0,5 m) posizionati controcorrente. In entrambi i casi, il campione viene raccolto muovendo il substrato localizzato a monte della rete in un'area definita dello strumento pari a 0,05 m².

Il campione raccolto viene sottoposto in campo alle procedure di *sorting*, identificazione e stima delle abbondanze dei diversi *taxa*; successivamente, si procede alla fase di laboratorio, in cui vengono confermati i *taxa* rilevati ed effettuati gli opportuni approfondimenti tassonomici.

Il livello di identificazione varia in relazione al tipo di monitoraggio effettuato: per quello operativo è prevista la determinazione a livello di famiglia, mentre nel caso del monitoraggio di sorveglianza o nella caratterizzazione dei siti di riferimento è richiesto un approfondimento maggiore, fino al livello di *Unità Operazionali*⁸.

La frequenza di monitoraggio prevista per i corsi d'acqua guadabili è di **tre volte** nell'arco di un anno (periodi invernale, tardo primaverile e tardo estivo) e può essere ridotta a due volte per i fiumi temporanei, mentre è aumentata a quattro volte per fiumi ad elevata variabilità idrologica, naturale o artificiale, e per i grandi fiumi.

Fiumi non guadabili

Per "*fiumi non guadabili*" si intendono quei tratti fluviali in cui la profondità delle acque non ne permette l'attraversamento o nei quali l'accesso risulta impervio e non sicuro.

La metodica di campionamento per la rilevazione della comunità macrobentonica nei corsi d'acqua non guadabili è descritta nella PARTE D del documento "*Notiziario dei metodi analitici – N. 1. Macroinvertebrati acquatici e Direttiva 2000/60/EC (WFD)*", IRSA – CNR, Marzo 2007.

Il metodo, di tipo habitat specifico, prevede la raccolta quantitativa degli organismi bentonici che colonizzano **substrati artificiali** a lamelle (di seguito SA), opportunamente posizionati nel sito in esame, in ambienti fluviali non o difficilmente guadabili o che si rilevino di accesso difficoltoso o non sicuro, sia per le caratteristiche delle sponde, sia per l'insufficiente visibilità dell'alveo fluviale.

In Tab. 6-1 è riportato uno schema riepilogativo delle diverse tipologie fluviali per le quali è previsto/consigliato l'utilizzo del metodo dei substrati artificiali.

⁷ *Riffle*: zona di erosione, in cui il fondo dell'alveo si eleva, il substrato appare grossolano e la velocità di corrente è superiore alla media.

Pool: zona di deposito, in cui la profondità è maggiore rispetto a quella media, il fondo è caratterizzato da substrato a ridotta granulometria e la velocità di corrente è bassa.

Generico: area omogenea del mesohabitat in cui non è riconoscibile la sequenza *riffle/pool*.

⁸ *Unità Operazionali*: con tale espressione si intendono gruppi di *taxa*, a livelli predefiniti di identificazione, definiti in base ad affinità tassonomiche, morfologiche o ecologiche.

Tab. 6-1 - Indicazioni di carattere generale sull'utilizzo dei substrati artificiali a lamelle (Notiziario n. 1-*PARTE D*, CNR-IRSA 2007)

Categoria/Tipo fluviale	Uso SA	Note
Corsi d'acqua a più di 150 km dalla sorgente (i.e. molto grandi)	Necessario	Con l'eccezione di fiumi con alveo facilmente accessibile
Corsi d'acqua a più di 75 km dalla sorgente ma meno di 150 km dalla sorgente (i.e. grandi)	Preferibile	Da valutare in funzione di morfologia e sezione trasversale dell'alveo
Corsi d'acqua temporanei di grandi dimensioni		
Fiumi di risorgiva	Preferibile	
Grandi canali artificiali	Preferibile	
Aree terminali dei fiumi costieri	Preferibile	(in acqua dolce)
Fiumi ad alveo pensile	Preferibile	
Tratti fluviali cittadini profondi	Necessario	Da considerare in relazione al possibile status di "corpi idrici fortemente modificati"
Tutte le altre categorie/tipi fluviali i.e. fiumi guadabili	Sconsigliato	

La superficie di campionamento è costante e nota, essendo rappresentata dal numero di substrati artificiali e dalla loro superficie: un gruppo di cinque SA, collegati tra loro, corrisponde ad un'area di colonizzazione pari a 0,5 m² e definisce l'unità di campionamento. Nella fase di allestimento i cinque SA vengono uniti tramite una corda, di cui un'estremità viene fissata ad un peso che ne permette l'ancoraggio al fondo fluviale e l'altra estremità viene agganciata ad un supporto galleggiante (es. tanica) che, una volta posizionata in alveo a circa 2-3 m di distanza, è assicurata alla riva mediante un opportuno ancoraggio (paletto, albero ecc..).

Affinché la colonizzazione ad opera dei vari gruppi di organismi macrobentonici possa ritenersi completa, è necessario un periodo di immersione dei substrati artificiali di almeno trenta giorni.

Inoltre, tenuto conto dei differenti cicli biologici degli organismi bentonici e delle variazioni stagionali della qualità biologica nei grandi fiumi, il Notiziario suggerisce di effettuare il campionamento in almeno **4 periodi dell'anno**.

Una volta trascorso il periodo di stazionamento in alveo, i substrati vengono recuperati e si procede alla lettura del campione, secondo la procedura già descritta per il campionamento dei corsi d'acqua guadabili.

Per ciò che attiene la determinazione tassonomica, nello studio dei fiumi non guadabili il metodo richiede l'identificazione al livello di Unità Operazionali.

6.1.2 Attività svolte

Il monitoraggio della comunità macrobentonica è stato avviato, sia per la rete di sorveglianza sia per la rete operativa, a partire dall'anno 2008 sui corpi idrici del reticolo principale e, dalla metà dell'anno 2009, anche su quelli del reticolo secondario, con le frequenze previste nel programma adottato. In totale sono state monitorate 57 stazioni (Fig. 6-2) e sono stati eseguiti circa 400 campionamenti.

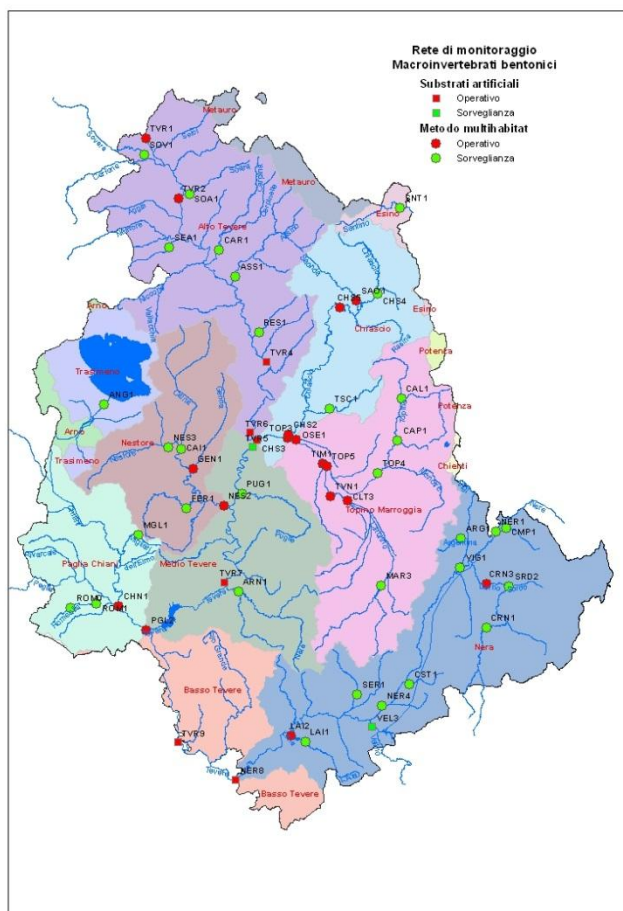


Fig. 6-2 – Rete di monitoraggio dei macroinvertebrati bentonici

Ai fini dell'applicazione dei Protocolli, tutti i corpi idrici regionali appartenenti ai macrotipi M1 (fiumi molto piccoli e piccoli), M2 (fiumi medi e grandi di pianura), M4 (fiumi medi di montagna) ed M5 (corsi d'acqua temporanei) sono stati campionati con il metodo multihabitat previsto per i fiumi guadabili, mentre nei corpi idrici appartenenti al macrotipo M3 (fiumi di pianura molto grandi) è stata avviata la sperimentazione con i substrati artificiali.

Fiumi guadabili

I rilievi sono stati effettuati, in base al regime idrologico dei corsi d'acqua umbri, nei periodi tardo-invernale-primaverile, estivo ed autunnale. I campioni sono stati raccolti nei mesohabitat rappresentativi del corpo idrico di appartenenza (*Notiziario n. 1-PARTE A, CNR-IRSA 2007*). Durante ogni rilievo, oltre al campionamento, riconoscimento e conteggio degli organismi macrobentonici, è stata compilata la scheda di campo contenente informazioni generali e specifiche sul tratto fluviale monitorato (ad es. tipologia di flusso, ritenzione di detrito organico, presenza di anaerobiosi sul fondo, vegetazione riparia, velocità media della corrente,...). Contestualmente, per le stazioni appartenenti alla rete di sorveglianza, sono stati selezionati e portati in laboratorio i taxa da sottoporre a riconoscimento per la definizione delle Unità Operazionali.



Fig. 6-3 – Procedure di campionamento della comunità macrobentonica



Fig. 6-4 – Esempari di macroinvertebrati rinvenuti nei corpi idrici fluviali

I dati relativi ai mesohabitat campionati e alle unità tassonomiche rilevate (numero di individui/m²) sono stati trasmessi al Ministero dell'Ambiente, tramite upload del sistema nazionale SINTAI.

Da un punto di vista operativo, la criticità principale riscontrata in fase di rilevazione della comunità macrobentonica nei corsi d'acqua guadabili è riconducibile al regime idrologico di alcuni corpi idrici per i quali si è potuto procedere al campionamento solo in condizioni favorevoli e non sempre nei periodi programmati. Infatti, sia la scarsità di deflusso riscontrata in alcuni siti localizzati in fiumi molto piccoli e piccoli (macrotipo M1) o con regime intermittente (macrotipo M5), sia la parziale guadabilità di alcuni corpi idrici appartenenti al macrotipo M2 non hanno sempre consentito di rispettare le frequenze previste (Fig. 6-5).

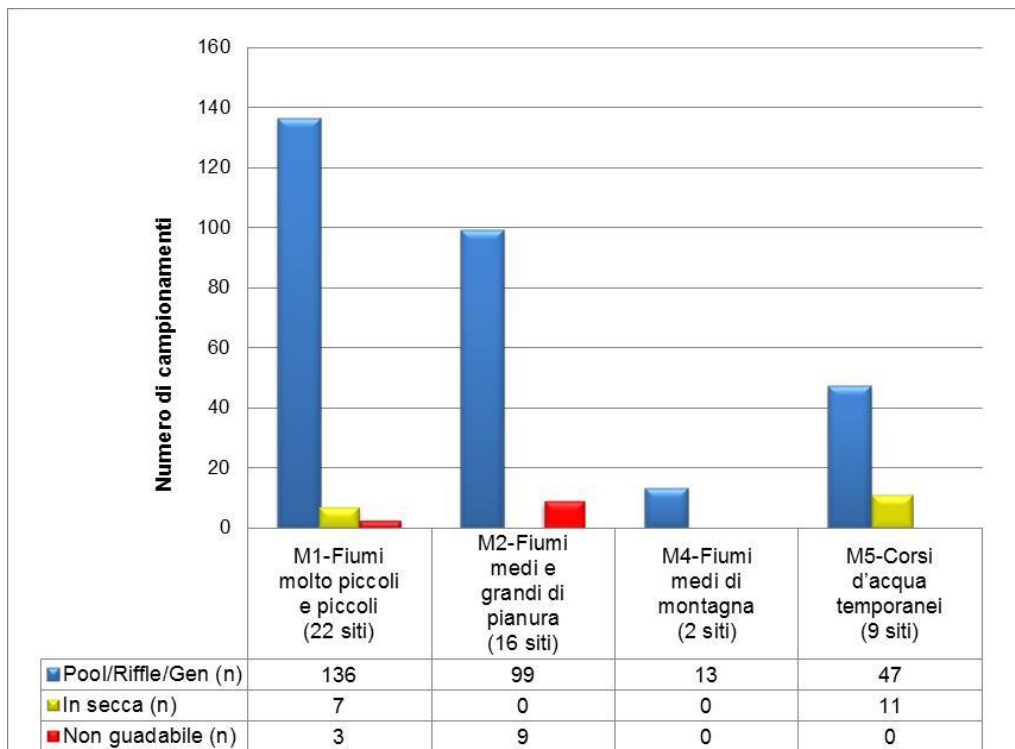


Fig. 6-5 – Quadro complessivo delle rilevazioni effettuate per ciascun macrotipo fluviale in relazione alle condizioni idrologiche.

Complessivamente, nel corso del primo ciclo di monitoraggio, è stato possibile raccogliere 79 campioni nei riffle, 142 nella pool e 74 nel generico.

Nei grafici di Fig. 6-6 viene rappresentata la distribuzione dei campionamenti effettuati nei diversi mesohabitat per ciascun macrotipo e per ciascun tipo fluviale.

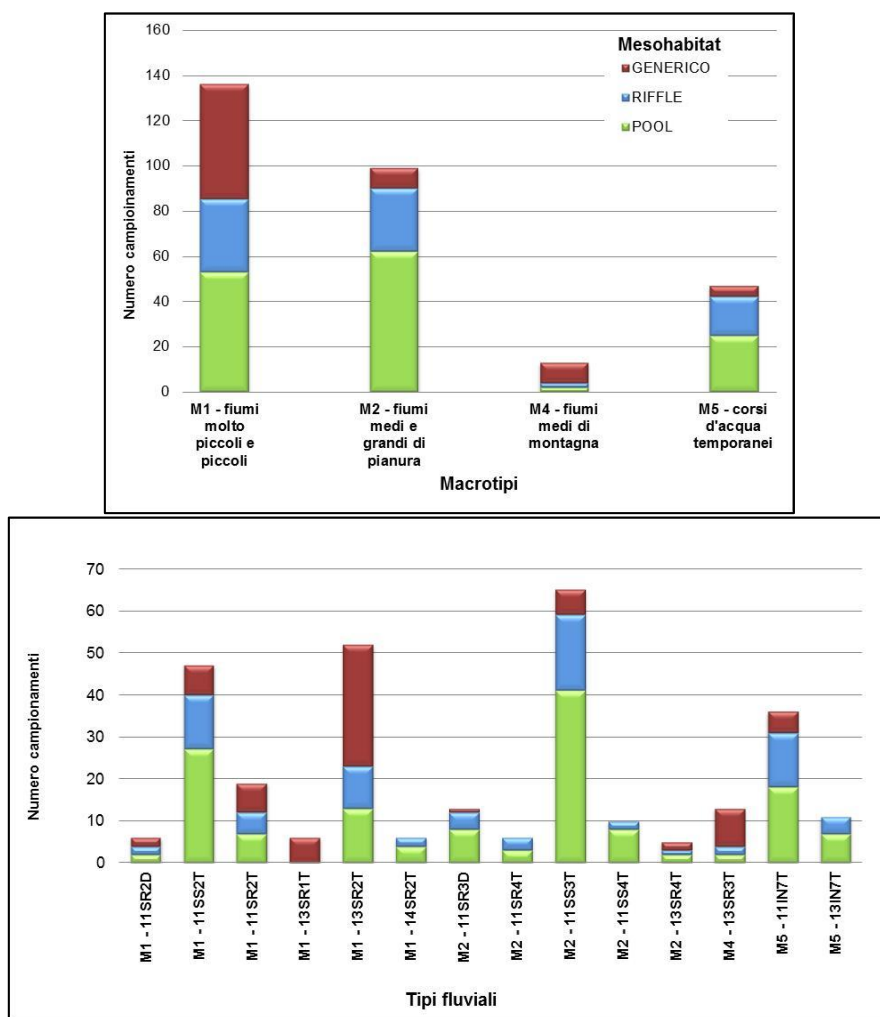


Fig. 6-6 - Numero di campionamenti effettuati nei diversi mesohabitat per macrotipo e per tipo.

Dal grafico si evince che:

- Nel macrotipo M1 (fiumi piccoli e molto piccoli) i tre mesohabitat sono rappresentati in misura pressoché uguale, anche se il mesohabitat generico è stato campionato prevalentemente nelle tipologie con origine da sorgente (SR).
- Per il macrotipo M2 (fiumi medi e grandi di pianura) il maggior numero di campionamenti è stato effettuato nella pool; il dato è determinato in misura significativa dal tipo 11SS3T, largamente rappresentato nel territorio regionale.
- Nel macrotipo M4 (fiumi medi di montagna), rappresentato da due soli corpi idrici, l'alternanza pool-riffle è risultata difficilmente rinvenibile; nella maggior parte dei rilievi effettuati, infatti, il mesohabitat generico è stato campionato in misura dominante.
- Il macrotipo M5 (corsi d'acqua temporanei), che comprende solo due tipi fluviali, presenta una netta prevalenza del mesohabitat pool.

Nella lettura dei dati va tenuto conto che, nella prima fase di indagine, è stato applicato fedelmente quanto indicato nel Notiziario dei Metodi Analitici (Parte A, tab. 1) e cioè il campionamento in *pool* per l'Idroecoregione Toscana e in *pool/generico* per l'Appennino Centrale. Successivamente, si è comunque preferito, nella maggior parte dei casi, eseguire i rilevamenti in tutti i mesohabitat presenti nella stazione, al fine di caratterizzare il sito di indagine e delineare un quadro conoscitivo il più esaustivo possibile.

I dati raccolti nei mesohabitat presenti nei corpi idrici indagati rappresentano una base importante per la revisione delle indicazioni fornite a livello Nazionale relativamente alle aree fluviali da campionare, con particolare riferimento ai Macrotypi M4 ed M2. A tale proposito, sarebbe necessario integrare il DM 260/2010 con l'inserimento di metriche di riferimento relative al mesohabitat *generico*, che caratterizza in maniera prevalente le tipologie fluviali appartenenti a tali macrotypi.

Fiumi non guadabili

Il campionamento dei corpi idrici non guadabili è stato avviato, contestualmente agli altri corpi idrici regionali, a partire dall'anno 2008, applicando, in assenza di riferimenti normativi, il metodo multihabitat quando le condizioni idrologiche lo consentivano. Negli anni successivi, in seguito alla pubblicazione del DM 260/2010 e alle indicazioni tecnico-normative emerse nell'ambito dei tavoli nazionali di validazione dei metodi biologici, è stata avviata, alla fine dell'anno 2011, la sperimentazione della metodica di campionamento con i substrati artificiali su tutti i corpi idrici appartenenti al macrotipo M3.

Nella Fig. 6-7 è riportato il quadro complessivo dei campionamenti effettuati nel periodo 2008-2012 nei corpi idrici non guadabili presenti nel territorio regionale.

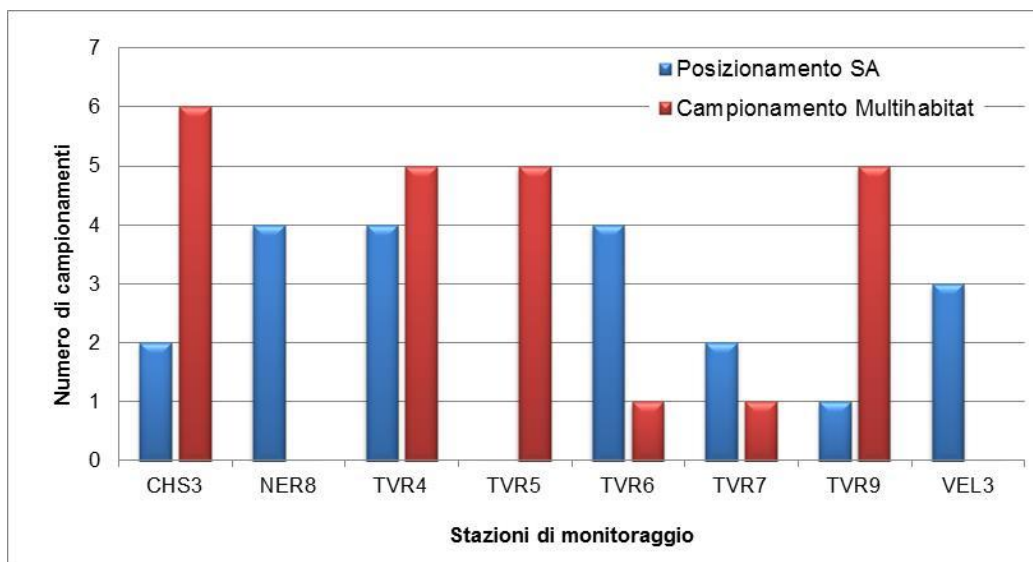


Fig. 6-7 - Numero di campionamenti effettuati nei corpi idrici non guadabili nel periodo 2008-2012

E' importante sottolineare che, nella maggior parte dei casi, i grandi fiumi di pianura umbri sono caratterizzati da condizioni idrologiche alternanti e fortemente dipendenti sia dal regime pluviometrico sia dagli usi antropici, che influenzano in maniera significativa la scelta della metodica da applicare. Solo pochi corpi idrici, come i tratti terminali dei fiumi Nera (NER8) e Velino (VEL3), infatti, hanno presentato caratteristiche di completa non guadabilità, tali da permettere il posizionamento dei substrati artificiali in tutte le fasi di rilevazione. Alcuni corpi idrici, come il Fiume Tevere a valle della confluenza con il Fiume Chiascio (TVR5) e a valle della traversa di Alviano (TVR9), al contrario, hanno presentato quasi sempre condizioni compatibili con il campionamento multihabitat.

La sperimentazione dei substrati artificiali (Fig. 6-8) ha presentato diverse problematiche che hanno impedito il rispetto delle frequenze previste dal DM 56/2009, essenzialmente riconducibili a:

- Difficoltà di reperimento dei materiali utili all'allestimento ed assemblaggio dei substrati artificiali;
- Assenza di strutture fisse (pontili, ecc) e galleggianti per il corretto posizionamento in alveo;
- Condizioni idrologiche dei corpi idrici non sempre idonee all'applicazione del metodo: le marcate oscillazioni stagionali rilevate, infatti, hanno determinato frequentemente il trascinarsi a valle dei substrati o lo spiaggiamento degli stessi e la conseguente mancata colonizzazione.

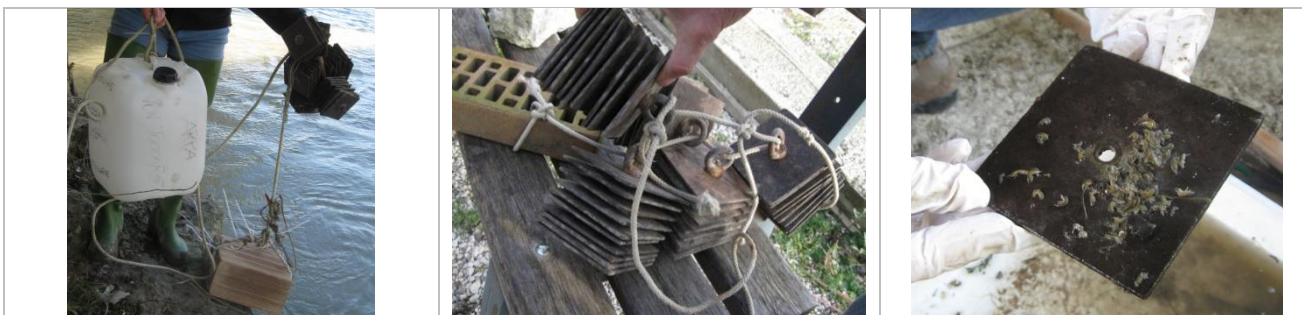


Fig. 6-8 – Campionamento mediante substrati artificiali

Anche nella stazione NER8 (chiusura del Fiume Nera) , nella quale la sperimentazione dei substrati artificiali ha prodotto i migliori risultati, non si è potuto comunque eseguire l'ultimo rilevamento previsto, per l'impossibilità, in seguito a piena, di raggiungere la struttura di ancoraggio dei campionatori.

Per quanto riguarda la fase di riconoscimento e conteggio degli individui raccolti, in Fig. 6-9 vengono riportate le foto di alcuni esemplari di generi di Efemerotteri per i quali si è proceduto all'approfondimento tassonomico richiesto per la determinazione ad Unità Operazionali.



Fig. 6-9 – Esempari di generi di Efemerotteri.

6.1.3 Caratterizzazione della comunità macrobentonica

Lo studio della bentofauna dulcacquicola (Insetti, Crostacei, Molluschi, Irudinei, Oligocheti, Tricladi), che trascorre parte del ciclo biologico nei substrati degli ecosistemi acquatici, costituisce un metodo consolidato di valutazione della qualità ecologica dei corsi d'acqua. Risulta, infatti, ormai acclarata sia la valenza ecologica di numerosi *taxa* di macroinvertebrati, che la "convenienza" della loro indagine: si tratta, infatti, di organismi che, colonizzando ogni substrato acquatico, presentano un'ampia distribuzione e occupano tutte le nicchie trofiche dei consumatori. La durata del loro ciclo vitale, inoltre, associata alla scarsa mobilità, permette di valutare eventuali alterazioni dell'habitat di appartenenza e garantisce una ripetibilità di raccolta durante tutto l'anno.

La fauna bentonica è in grado di evidenziare, attraverso i cambiamenti di struttura o di funzionalità della comunità (abbandono di microhabitat, perdita di determinati *taxa*), gli effetti prodotti dalle diverse pressioni antropiche.

Procedendo dalla sorgente alla foce, la diminuzione della "qualità" chimico-fisica delle acque e le variazioni idromorfologiche comportano modificazioni quantitative e qualitative della componente faunistica e determinano una graduale selezione della comunità, che, in base alla maggiore o minore sensibilità nei confronti dei differenti mutamenti ambientali da parte dei diversi *taxa* (organismi stenoeici ed eurieci), mette in atto uno sviluppo mirato degli adattamenti strutturali e comportamentali. Difatti, dovendo sopravvivere in ambienti fluviali alterati, governati sia da variazioni naturali che da modificazioni artificiali, i macroinvertebrati sono costretti a "riorganizzare" continuamente le proprie popolazioni a scapito, spesso, di alcuni *taxa* stenoeici (Plecotteri ed alcuni generi di Efemerotteri e Tricotteri) e a beneficio di altri più tolleranti (soprattutto Ditteri), maggiormente adattabili a condizioni di degrado ambientale.

Fiumi guadabili

Nel corso del primo ciclo di monitoraggio della comunità macrobentonica, sono stati conteggiati nei corsi d'acqua guadabili umbri circa un milione di individui appartenenti a 104 famiglie, distribuite in 13 gruppi faunistici (Fig. 6-10).

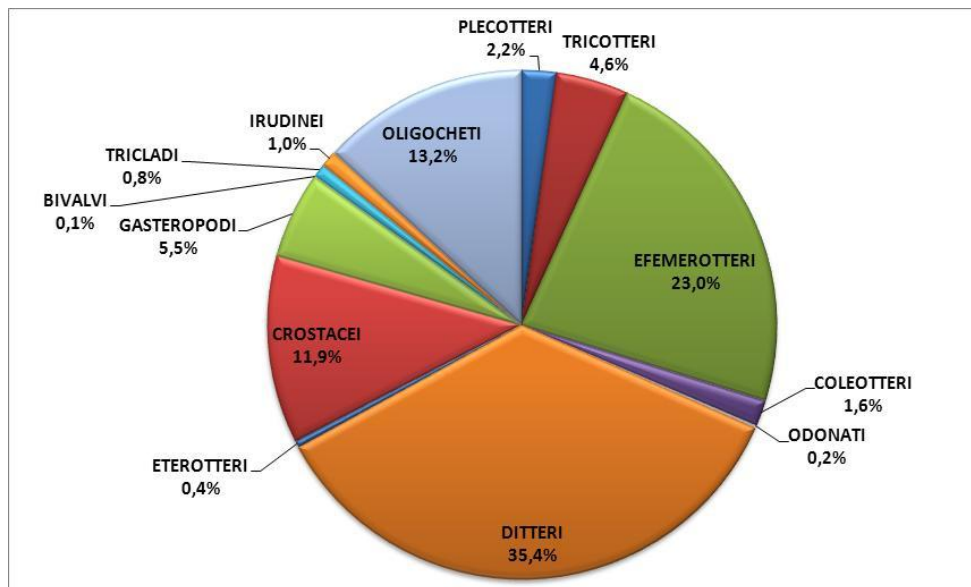


Fig. 6-10 - Distribuzione percentuale dei taxa rilevati nei diversi gruppi faunistici

Il gruppo più consistente è rappresentato dai Ditteri (circa 327.000 individui totali raccolti, pari al 35% della popolazione campionata), seguiti dagli Efemerotteri (circa 210.000 individui pari al 23%) e, in misura pressoché equivalente, da Oligocheti e Crostacei (ciascuno rappresentato da oltre 100.000 individui). Scarsamente rappresentati sono invece gli ordini dei Bivalvi, Eterotteri, Odonati, Irudinei e Tricladi (poche decine di migliaia di individui in tutto).

In Fig. 6-11 viene riportata la distribuzione percentuale delle densità rilevate all'interno dei tre mesohabitat campionati (Pool, Riffle, Generico).

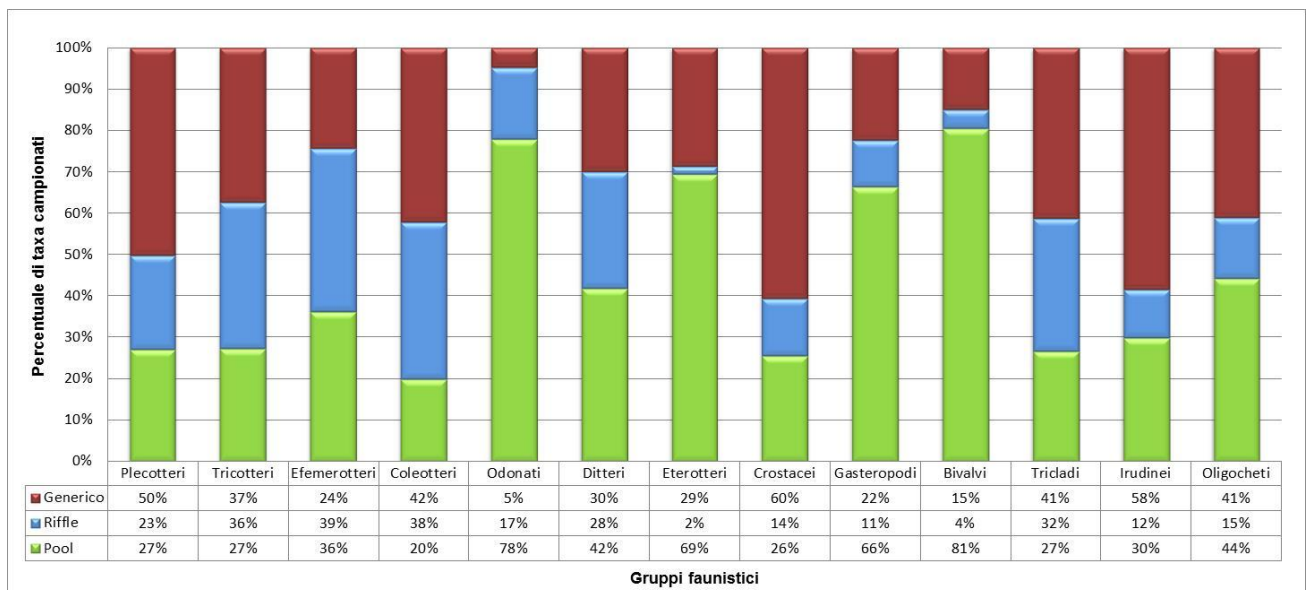


Fig. 6-11 - Distribuzione percentuale dei taxa campionati in gruppi faunistici per mesohabitat

Dei quattro ordini maggiormente rappresentati, Ditteri ed Efemerotteri sembrano colonizzare in proporzioni simili tutti i mesohabitat mentre Oligocheti e Crostacei, anche in relazione alla loro ecologia, risultano meno diffusi nel riffle.

Occorre precisare che l'elevata concentrazione di Plecotteri nel generico è riferibile al fatto che tale mesohabitat è stato campionato prevalentemente in fiumi medi di montagna, appartenenti al macrotipo M4 e caratterizzati da una buona qualità delle acque che favorisce una significativa colonizzazione di questo taxon.

Nella Fig. 6-11 viene descritta, per ogni macrotipo, la densità media di ciascun Ordine bentonico in relazione alla sua frequenza, ovvero al numero di campioni in cui è presente.

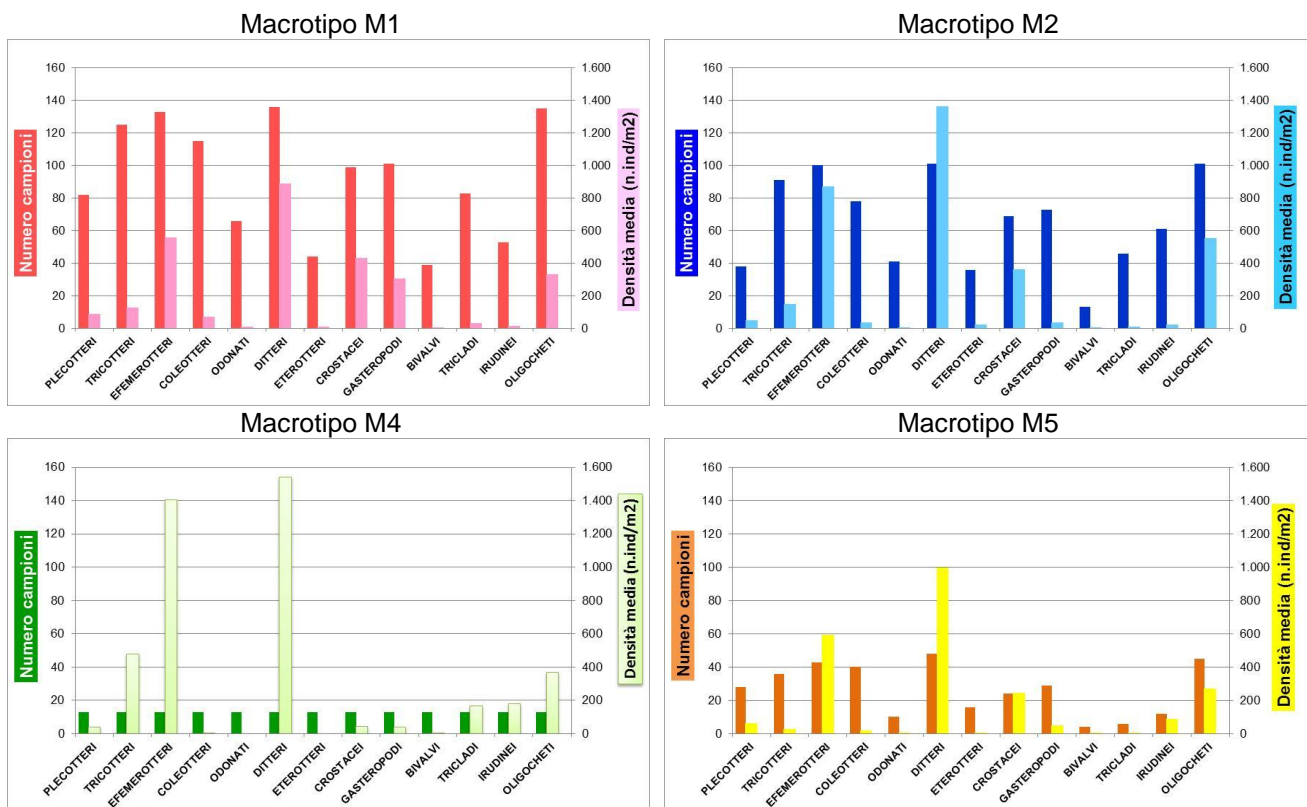


Fig. 6-12 - Distribuzione degli individui rilevati in gruppi faunistici per macrotipo

Dai grafici si deduce che le comunità macrobentoniche più abbondanti sono ascrivibili agli Ordini dei Ditteri ed Efemerotteri per tutti i macrotipi. In particolare:

- nel macrotipo M1 i Ditteri rappresentano il gruppo più consistente con 888 ind./m² rilevati in 136 campioni, seguito da quello degli Efemerotteri con 560 ind./m² rilevati in 133 campioni e da quello dei Crostacei con 433 ind./m² rilevati in 99 campioni.
- nel macrotipo M2 la comunità dei Ditteri appare ancor più rilevante con 1.365 ind./m² in 101 campioni, così come quella degli Efemerotteri con 870 ind./m² in 100 campioni; segue l'Ordine degli Oligocheti con 555 ind./m² rilevati in 101 campioni.
- nel macrotipo M4, in cui si osserva un numero nettamente inferiore di campioni per tutti i gruppi bentonici (13), le popolazioni più abbondanti sono ancora rappresentate dai Ditteri (1.544 ind./m²) e dagli Efemerotteri (1.406 ind./m²), a cui seguono i Tricotteri (482 ind./m²).
- il macrotipo M5 mostra anch'esso la netta dominanza degli Ordini dei Ditteri (997 ind./m² in 48 campioni) e degli Efemerotteri (592 ind./m² in 43 campioni) sul resto della comunità macrobentonica.

Relativamente ai singoli *taxa* campionati, viene rappresentata in Fig. 6-13 la loro distribuzione in termini di numero totale di individui (barre grandi a colore sfumato) e di numero di stazioni in cui è stata constatata la loro presenza (barre piccole a colore pieno).

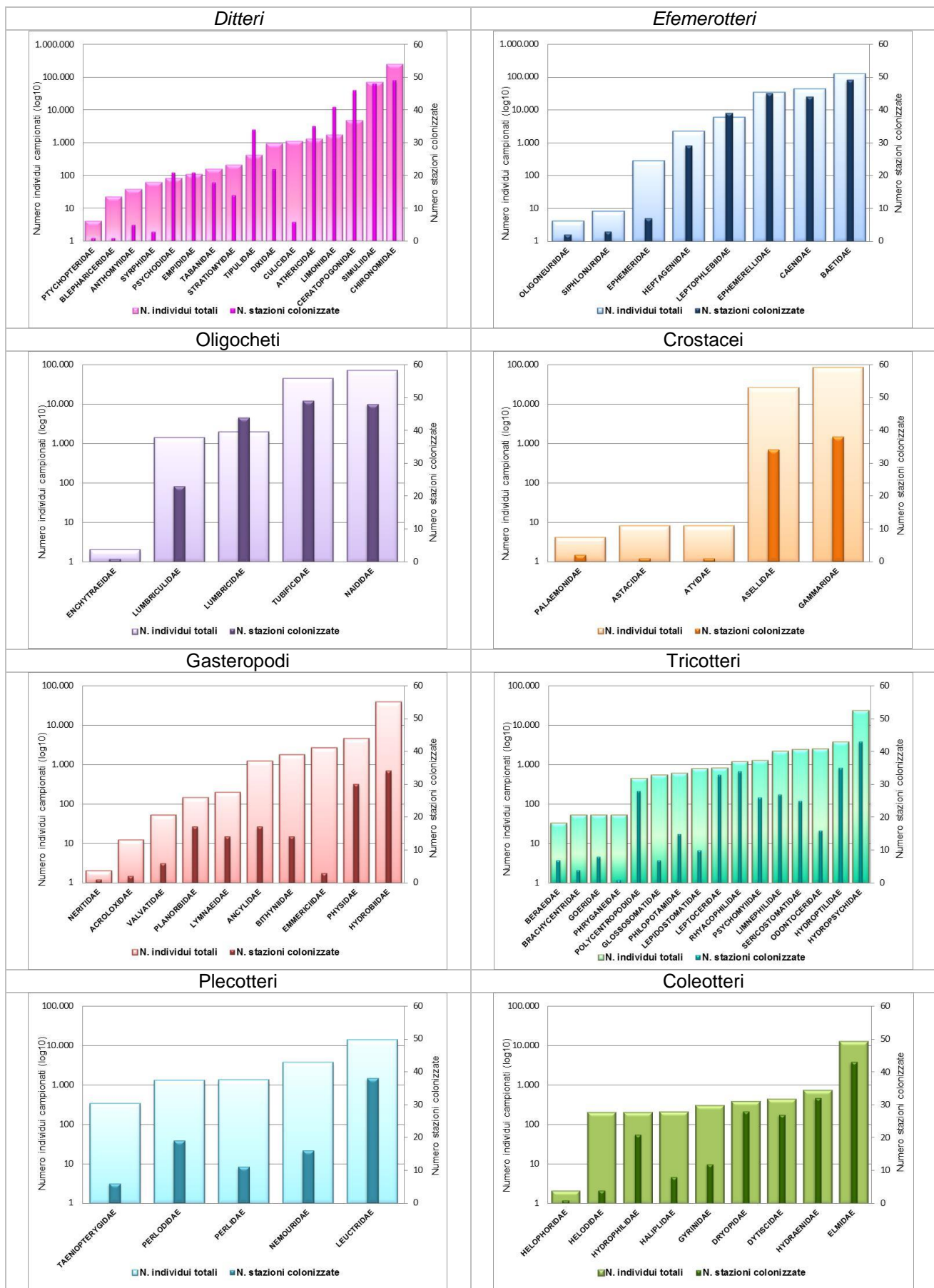


Fig. 6-13 – Distribuzione dei taxa rilevati in termini di densità e numero di stazioni nelle quali è stata rilevata la presenza.

Nell'ambito della Classe degli Insetti, l'ordine più ubiquista e rappresentativo si è rivelato essere quello dei Ditteri, all'interno del quale, tra le 16 famiglie presenti, le più diffuse ed abbondanti sono risultate quelle dei Chironomidae (246.728 individui in 49 stazioni) e dei Simuliidae (69.068 individui in 48 stazioni). Segue l'ordine degli Efemerotteri, presenti con 8 famiglie, tra le quali spiccano Baetidae (125.568 individui in 49 stazioni), Caenidae (42.791 individui in 44 stazioni) ed Ephemerellidae (34.054 individui in 45 stazioni). Con valori di abbondanza nettamente inferiori sono stati rinvenuti i Tricotteri, con 16 famiglie campionate, tra cui Hydropsychidae (23.276 individui in 43 stazioni) rappresenta la più numerosa e frequente; fanno seguito i Plecotteri, con 5 famiglie, di cui Leuctridae (13.586 individui in 38 stazioni) e Nemuridae (3.688 individui in 16 stazioni) sono le più significative. Il taxa meno abbondante è quello dei Coleotteri, caratterizzati da 9 famiglie, tra le quali prevale Elmidae con 12.134 individui campionati in 43 stazioni.

Dei tre gruppi tassonomici rimanenti che caratterizzano la comunità macrobentonica rilevata, i più abbondanti risultano gli Oligocheti, costituiti da 5 famiglie, tra cui emergono Naididae (71.779 individui in 48 stazioni) e Tubificidae (44.090 individui in 49 stazioni). Seguono i Crostacei, rappresentati da cinque famiglie, tra le quali risaltano Gammaridae (82.812 individui in 38 stazioni) ed Asellidae (25.082 individui in 34 stazioni). L'ordine che si rivela il meno abbondante è quello dei Gasteropodi, costituito da 10 famiglie, tra le quali prevale Hydrobiidae con 37.634 individui raccolti in 34 stazioni.

Unitamente alle elaborazioni effettuate per il calcolo dell'indice di classificazione dello stato ecologico, i dati raccolti in tutto il territorio regionale sono stati analizzati anche attraverso l'applicazione di alcune metriche ampiamente utilizzate in letteratura per la caratterizzazione del macrobenthos e che comprendono: l'indice EPT, che rappresenta il numero medio di famiglie di Efemerotteri, Plecotteri e Tricotteri e l'Indice di α -Diversità di Shannon, che tiene conto sia della ricchezza in taxa che dell'equiripartizione degli individui nei differenti gruppi. Entrambe le metriche entrano, seppure con pesi diversi, nel calcolo dell'indice STAR_ICMI di classificazione, come descritto al paragrafo successivo.

Nei grafici di Fig. 6-13 viene riportato, da una parte il confronto tra il numero medio di famiglie e il numero medio di famiglie EPT rilevato per ciascuna stazione e dall'altra i valori medi dell'indice di Shannon calcolati per le medesime stazioni al fine di individuare i siti con una popolazione bentonica maggiormente strutturata e stabile. Dai grafici si desume che:

- nel macrotipo M1 le stazioni CST1, VIG1, ARG1 e SNT1 sono quelle che presentano il numero medio di famiglie EPT più elevato, in linea con il dato relativo al numero medio di famiglie e, di contro, le stazioni GEN1, MAR3 e NES3 sono quelle che mostrano il peggior dato relativo al numero medio di famiglie rilevate, nonché il numero medio di famiglie EPT più basso. Seguendo il trend dell'Indice di Shannon si osserva che i valori più elevati sono relativi a MGL1, CST1, SNT1 e CAP1, ad indicare che in queste stazioni è emersa una migliore distribuzione del numero di individui tra i differenti taxa; la stazione VIG1, invece, pur avendo il maggior numero di famiglie presenti, rivela una struttura di comunità meno equilibrata, presentando una netta prevalenza di Ditteri (20.312 individui) e Crostacei (8.156 individui) rispetto alle altre popolazioni bentoniche.
- nel macrotipo M2 le stazioni NER4, CHS5, TOP4 e TOP5 presentano i valori più alti dell'Indice EPT, in accordo con il numero medio di famiglie, mentre CAI1, CHS2 e NES2 evidenziano una comunità bentonica più povera e fragile, come dimostrano il numero medio di famiglie campionate e quello EPT. L'Indice di Shannon mette in evidenza una miglior equiripartizione degli individui nelle stazioni TOP5 e TOP3.
- relativamente al macrotipo M4, le stazioni CRN3 e NER1 mostrano valori tra loro comparabili per tutte le metriche analizzate.
- nel macrotipo M5 le stazioni con maggior ricchezza in famiglie bentoniche risultano essere FER1, CRN1 e ARN1; di contro, le stazioni con i valori delle metriche più bassi sono ANG1 e OSE1, che denuncia la completa assenza di famiglie EPT e il più basso numero medio di famiglie. Analogamente, l'Indice di Shannon mostra i valori più elevati di biodiversità in corrispondenza delle stazioni FER1, ARN1 e CRN1, mentre i più modesti sono stati registrati in corrispondenza delle stazioni OSE1 e ANG1, nelle quali si evidenzia oltre ad una marcata povertà in taxa, la dominanza di Ditteri (18.912 individui) e Crostacei (10.624 individui) sugli altri gruppi di macroinvertebrati.

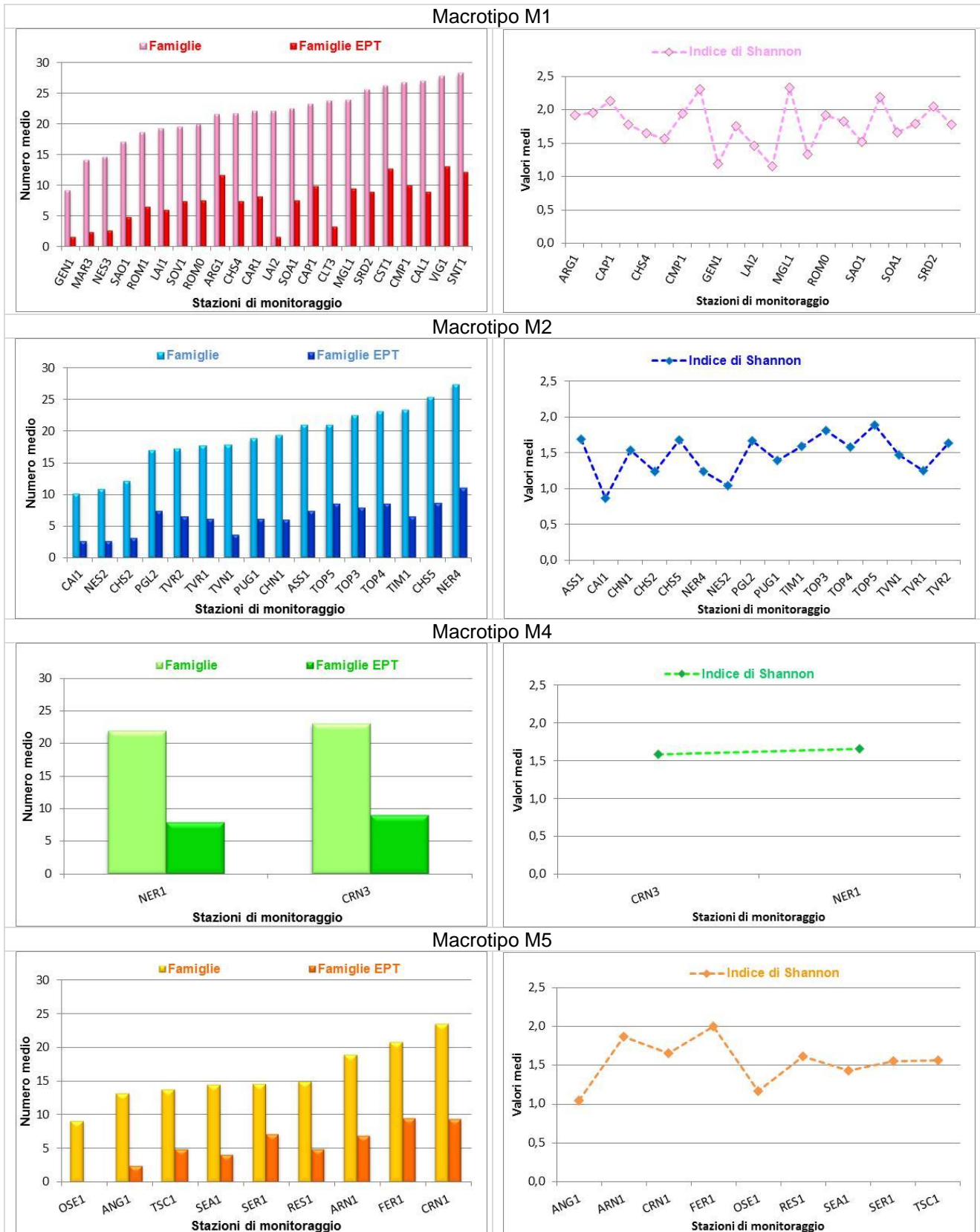


Fig. 6-14 – Confronto tra il numero medio di famiglie e il numero medio di famiglie EPT (a sinistra) e valore medio dell'indice di Shannon (a destra) per stazione di monitoraggio e per macrotipo.

Fiumi non guadabili

Come già anticipato, i corpi idrici non guadabili nei quali è stato possibile effettuare la raccolta degli invertebrati bentonici mediante l'utilizzo dei Substrati Artificiali comprendono i tratti rappresentati dalle stazioni CHS3, TVR4, TVR6, NER8 e VEL3.

Va puntualizzato, che solamente nel sito NER8 è stato possibile ottenere dati bentonici relativi a tutte quattro le stagioni, mentre, all'estremo opposto, in CHS3, si è potuto raccogliere, con tale protocollo, il solo campione del mese di giugno a causa delle marcate oscillazioni del livello idrico.

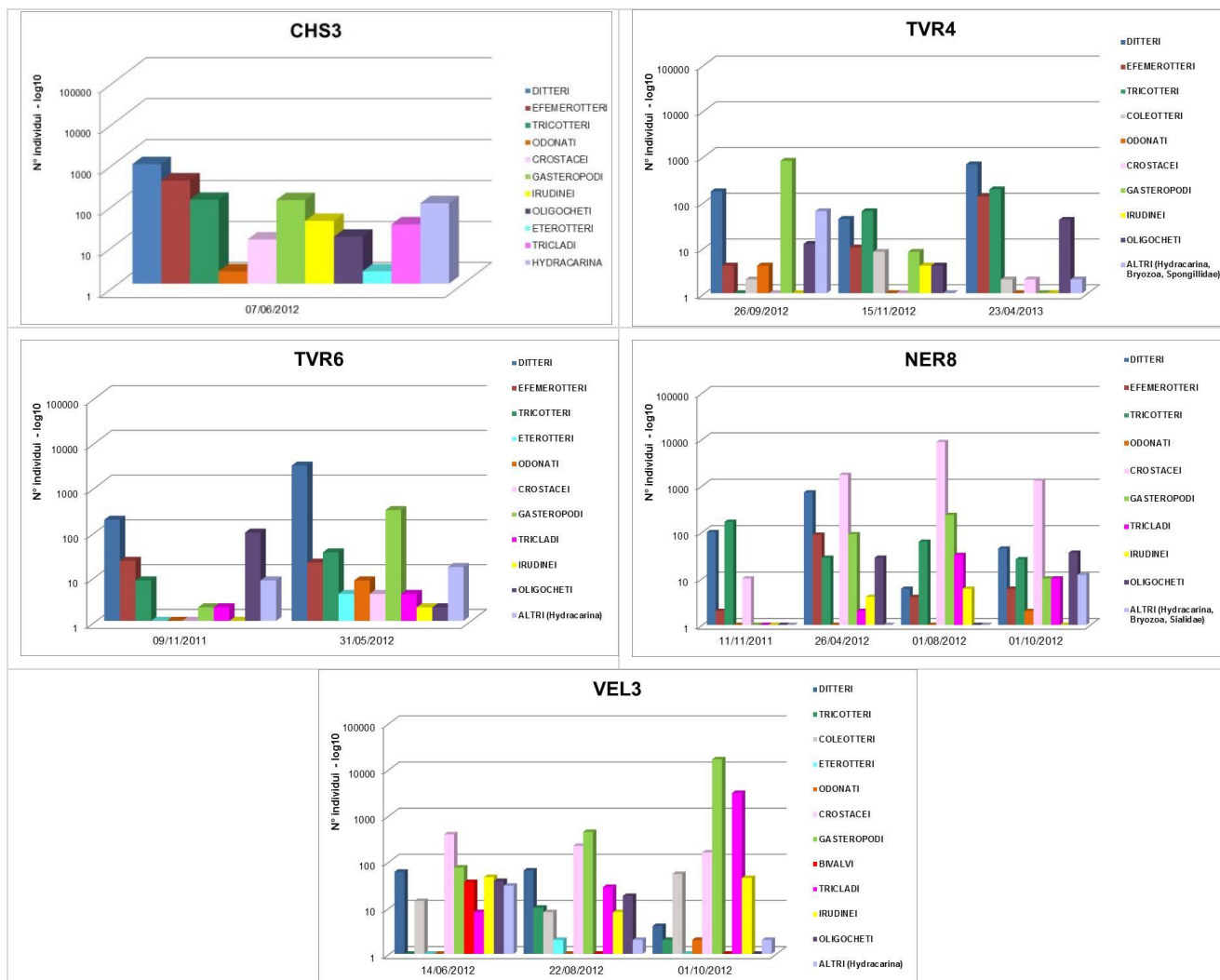


Fig. 6-15 - Numero di individui campionati per ciascun gruppo faunistico e ciascuna stazione (Substrati artificiali)

Dalla Fig. 6-15, che riporta le densità dei diversi gruppi faunistici nelle stazioni campionate con i substrati artificiali, si evince che:

- La stazione CHS3, nell'unico rilevamento effettuato, ha fornito 1.568 organismi ascrivibili a 11 *taxa*, tra i quali si distinguono: i Ditteri, con 832 individui raccolti, appartenenti quasi interamente alla famiglia Chironomidae (828 individui); gli Efemerotteri con 330 individui, riconducibili quasi esclusivamente alla famiglia Caenidae (324 individui); i Tricotteri con 112 individui, di cui 82 appartenenti alla famiglia Hydropsychidae; i Gasteropodi con 110 individui, di cui 74 Bythiniidae. Tale comunità faunistica risulta tipica di ambienti lentici e ricchi in materia organica.
- La stazione TVR4 presenta in totale 10 *taxa* e 2.142 individui rilevati, di cui il contingente più numeroso è relativo al campionamento di settembre 2012 (1.034 individui), nel quale l'ordine dominante è risultato essere quello dei Gasteropodi (782 individui), rappresentati quasi esclusivamente da Bythiniidae (780 individui), mentre, in generale, il più numeroso è quello dei Ditteri con 866 individui (Chironomidae: 816 individui) catturati in totale.
- La stazione TVR6 mostra complessivamente 11 *taxa* bentonici ed una popolazione totale campionata di 3.654 individui, di cui la gran parte raccolta nel rilevamento di maggio 2012 (3.336

individui). L'ordine dei Ditteri si è dimostrato essere il *taxa* più rilevante con 3.126 organismi individuati, appartenenti in gran parte alla famiglia Chironomidae (2.944 individui).

- La stazione NER8 risulta caratterizzata complessivamente da 13 *taxa*, di cui 11 *taxa* reperiti ad ottobre e da 13.442 individui, di cui 9.060 raccolti nel campionamento di agosto 2012. I Crostacei costituiscono l'ordine più consistente (11.728 individui), in cui prevalgono i Gammaridi (11.660 individui).
- La stazione VEL3 appare colonizzata da 12 *taxa* totali, di cui 10 relativi al campionamento di agosto 2012. Complessivamente, la comunità macrobentonica raccolta comprende 21.190 individui, di cui gli esponenti più numerosi sono i Gasteropodi con 16.884 individui in cui, anche in questo caso, predomina la famiglia Bythiniidae (16.300 individui).

In generale, le unità sistematiche raccolte risultano essere quelle tipiche del tratto terminale di grandi fiumi, tolleranti anche a bassi tenori di ossigeno e a carichi organici marcati.

Come già anticipato, nelle stazioni CHS3, TVR4 e TVR6, in cui si assiste a marcate variazioni stagionali del livello idrologico, tali da non permettere il monitoraggio dei macroinvertebrati applicando unicamente la metodica dei *substrati artificiali*, si era provveduto ad eseguire, all'avvio delle indagini, campionamenti con il metodo *multi-habitat*. Le stazioni TVR5, TVR7, TVR9 e NER7, invece, sono state indagate utilizzando solo quest'ultimo protocollo.

Nella Fig. 6-16 viene rappresentata la distribuzione, per ciascun campione raccolto con il metodo *multi-habitat*, del numero degli individui appartenenti ai diversi gruppi faunistici.

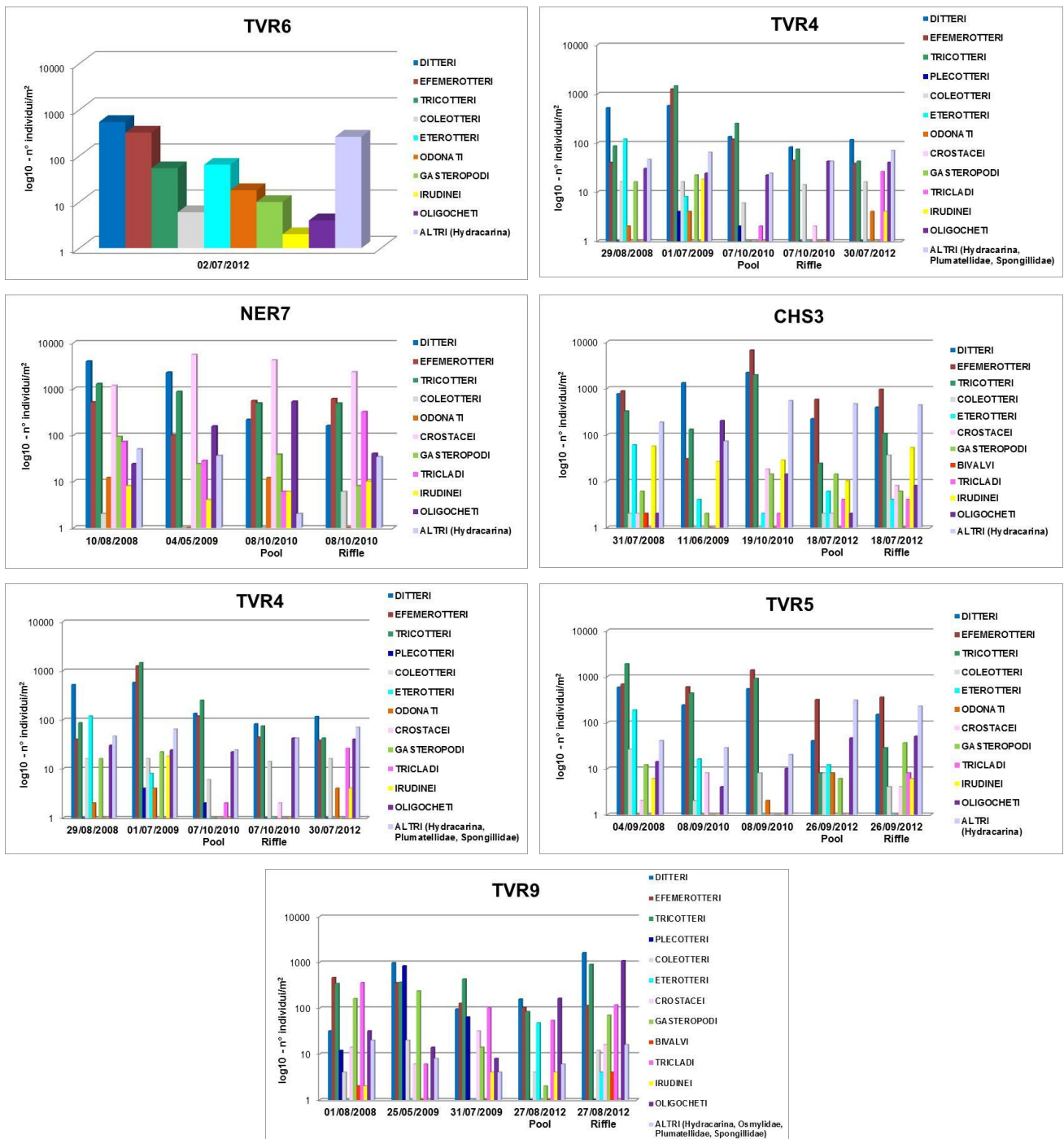


Fig. 6-16 - Numero di individui campionati per ciascun gruppo faunistico in ciascuna stazione (Campionamento multihabitat)

Dal grafico si evidenzia che le stazioni TVR6 e TVR7 presentano un'unica raccolta bentonica (luglio 2012) in cui, rispettivamente, sono stati ottenuti 1.280 ind./m² e 2.092 ind./m². E' da notare che entrambi i siti mostrano una popolazione di macroinvertebrati sbilanciata, marcatamente a favore di pochi gruppi caratterizzanti gli ampi tratti fluviali vallivi. In particolare, in TVR6 prevalgono i Ditteri (542 ind./m²) e gli Efemerotteri (320 ind./m²), mentre in TVR7, il contingente più abbondante è rappresentato dai Gasteropodi (1.102 ind./m²).

Nella stazione NER7 sono stati effettuati tre campionamenti bentonici, eseguiti in primavera, estate ed autunno; in particolare, il rilevamento di maggio 2009 è stato il più consistente (8.958 ind./m²) e tra i taxa catturati spiccano i Crostacei (5.480 ind./m²), i Ditteri (2.262 ind./m²) e i Tricotteri (868 ind./m²).

Nelle stazioni CHS3, TVR4, TVR5, TVR9 sono stati eseguiti quattro campionamenti distribuiti in primavera, estate ed autunno, nei quali dominano esponenti eurici di Ditteri, Efemerotteri e Tricotteri. Nella stazione CHS3 il rilievo autunnale presenta il maggior numero di bentonici raccolti (11.324 ind./m²), mentre, nel

complesso, i gruppi più rilevanti sono risultati gli Efemerotteri (9.012 ind./m²), i Ditteri (4.850 ind./m²) ed i Tricotteri (2.504 ind./m²). Nella stazione TVR4 la maggior densità di individui è stata reperita nel campionamento di luglio 2009 (3.424 ind./m²) ed anche in questo caso Tricotteri (1.896 ind./m²), Efemerotteri (1.486 ind./m²) e Ditteri (1.422 ind./m²) costituiscono la componente bentonica più consistente. Nella stazione TVR5 le raccolte dei diversi anni sono state eseguite in settembre per una migliore accessibilità dell'alveo fluviale e nel 2008 si è ottenuta la comunità macrobentonica più numerosa (3.430 ind./m²); ancora una volta Efemerotteri (3.322 ind./m²), Tricotteri (3.248 ind./m²) e Ditteri (1.554 ind./m²) rappresentano gli ordini più rappresentativi. Anche nella stazione TVR9 si è preferito campionare nei mesi estivi in cui si sono constatate condizioni di portata idrica più idonee al rilevamento multi-habitat. In questo sito, la popolazione di macroinvertebrati più significativa è stata raccolta nel mese di agosto 2012 (3.968 ind./m²) e, complessivamente, tra i taxa più abbondanti figurano i Ditteri (2.896 ind./m²), i Tricotteri (2.134 ind./m²) e gli Oligocheti (1.304 ind./m²).

6.1.4 Applicazione dell'Indice Multimetrico STAR di Intercalibrazione (STAR_ICMi) e dell'Indice multimetrico Substrati Artificiali (ISA)

La valutazione dello stato ecologico in base alla composizione e abbondanza della comunità macrobentonica deve essere effettuata mediante il sistema di classificazione MacrOper, che permette il calcolo dell'Indice Multimetrico STAR di Intercalibrazione (STAR Intercalibration Common Metric Index-**STAR_ICMi**) per i fiumi guadabili e dell'Indice multimetrico Substrati Artificiali (**ISA**) per i fiumi non guadabili.

Fiumi guadabili

L'indice STAR_ICMi si compone di sei metriche (BUFFAGNI e ERBA, 2007c, BUFFAGNI et al., 2008) che forniscono informazioni in merito ai principali aspetti previsti dalla Direttiva Acque per gli organismi macrobentonici (Fig. 6-17).

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

Fig. 6-17 – Metriche che compongono lo STAR_ICMi e peso attribuito nel calcolo dell'indice (Buffagni et Erba, 2007a).

Tutte le metriche vengono calcolate sulla base dei dati di composizione ed abbondanza raccolti in ciascun campionamento e devono essere poi normalizzate, cioè rapportate ai relativi valori di riferimento stabiliti per ogni tipo fluviale e per ogni mesohabitat e riportati nell'Appendice A del DM 260/2010. Per tutti i casi in cui il decreto non fornisce valori di riferimento tipo-specifici, devono essere utilizzati i valori per macrotipo riportati nella tabella 5 della medesima Appendice.

Il metodo assegna a ciascuna metrica un peso che deve essere moltiplicato per la relativa metrica normalizzata. La somma di questi termini, rapportata al valore STAR_ICMi di riferimento, fornisce il valore dell'indice Multimetrico associato al campione.

Nella tab. 4.1.1/b del decreto classificazione sono riportati, per ciascun macrotipo fluviale, i valori di RQE relativi ai limiti di classe validi per lo STAR_ICMi (Tab. 6-2). L'attribuzione del sito in esame ad una delle

cinque classi di qualità è da effettuarsi sulla base della media dei valori dell'indice relativi alle diverse stagioni di campionamento.

Tab. 6-2 - Limiti di classe tra gli stati per i diversi macrotipi fluviali presenti sul territorio regionale – Comunità macrobentonica

Macrotipo fluviale	Limiti di classe			
	Elevato/Buono	Buono/Sufficiente	Sufficiente/Scarso	Scarso/Cattivo
M1	0,97	0,72	0,48	0,24
M2 - M4	0,94	0,70	0,47	0,24
M5	0,97	0,73	0,49	0,24

I valori riportati corrispondono al valore più basso della classe superiore

Per il calcolo dell'indice Star_ICMi è stato messo a punto, dal CNR-IRSA e dall'Università della Tuscia, il software *Macroper 0.1.1 beta* (BUFFAGNI e BELFIORE, 2007), che, a partire dai dati rilevati in campo, fornisce il valore sia delle singole metriche sia dell'indice complessivo. Pur essendo stato sviluppato per la classificazione dei corpi idrici oggetto di monitoraggio operativo, il sistema deve essere utilizzato anche per la valutazione dei corpi idrici in sorveglianza, come specificato nell'ambito del tavolo nazionale di validazione dei metodi biologici. L'applicazione dell'indice STAR_ICMi, pertanto, è stata effettuata per tutti i corpi idrici guadabili presenti nel territorio regionale, indipendentemente dal tipo di monitoraggio svolto.

In Tab. 6-3 viene fornito il quadro dei valori di riferimento disponibili nel decreto per ciascun mesohabitat, limitatamente ai tipi e macrotipi fluviali umbri, dal momento che, come esplicitato dal metodo, l'affidabilità della classificazione è influenzata dal livello di dettaglio delle condizioni di riferimento applicate.

Tab. 6-3 – Disponibilità di valori di riferimento per l'applicazione dell'indice STAR_ICMi ai corpi idrici umbri

Macrotipo	Tipo	Metriche per tipo			Metriche per macrotipo		
		Pool	Riffle	Generico	Pool	Riffle	Generico
M1	11SS2T	X	X	X			
	11SR2D				X	X	X
	11SR2T				X	X	X
	13SR1T				X	X	X
	13SR2T				X	X	X
	14SR2T				X	X	X
M2	11SS3T	X	X				
	11SS4T	X	X				
	11SR3D				X	X	
	11SR4T				X	X	
	13SR4T				X	X	
M4	13SR3T				X	X	
M5	11IN7T	X	X				
	13IN7T				X	X	

Come si riconosce dalla tabella, solo per 4 dei tipi fluviali individuati in Umbria sono disponibili valori di riferimento tipo-specifici; in tutti gli altri casi vengono forniti solo valori indicativi per macrotipo.

Inoltre, per tutti i tipi appartenenti ai macrotipi M2, M4 e M5, non sono definiti valori di riferimento per il mesohabitat "generico". In fase di classificazione di alcuni corpi idrici, quindi, seguendo le indicazioni emerse nei tavoli tecnici nazionali, i dati raccolti in questo mesohabitat sono stati valutati applicando sia le condizioni di riferimento relative alla pool sia quelle stabilite per il riffle e mediando i due indici risultanti.

Nelle Tab. 6-4 e Tab. 6-5 viene presentata la classificazione della comunità macrobentonica dei corpi idrici guadabili umbri effettuata sulla base dei dati raccolti nel periodo 2008-2012, limitatamente ai corpi idrici *naturali*. Come discusso e concordato durante gli incontri tecnici svolti per l'Attuazione del Piano di Gestione del Distretto Appennino Centrale, infatti, la valutazione degli elementi di qualità biologica per i corpi idrici *fortemente modificati o artificiali* verrà effettuata solo quando saranno resi disponibili a livello nazionale i potenziali ecologici ed i relativi valori di riferimento.

La rappresentazione delle classi di qualità calcolate applicando l'indice STAR_ICMi segue lo schema cromatico previsto per la classificazione generale dello stato ecologico: elevato/blu, buono/verde, sufficiente/giallo, scarso/arancio, cattivo/rosso.

Tab. 6-4 – Applicazione dell'indice STAR-ICMi per la classificazione della comunità macrobentonica dei corpi idrici umbri sottoposti a **monitoraggio di sorveglianza**.

Stazione	Codice corpo idrico	Nome Corpo idrico	Tipo	Macrotipo	Naturale/ HMWB/AWB	Numero campionamenti	STAR.ICMi MEDIA	Giudizio
ANG1	N0100201BF	Canale dell'Anguillara	11IN7T	M5	AWB	4	-	NC
ARG1	N01001260301AF	Torrente Argentina intero corso	13SR1T	M1	Naturale	6	1,04	elevato
ARN1	N010012102AF	Torrente Arnata intero corso	11IN7T	M5	Naturale	3	0,71	sufficiente
ASS1	N0100110BF	Torrente Assino da T. Lana a F. Tevere	11SS3T	M2	Naturale	6	0,62	sufficiente
CAI1	N010011702BF	Torrente Caina da T. Formanuova a F. Nestore	11SS3T	M2	HMWB	8	-	NC
CAL1	N01001150502AF	Torrente Caldognola intero corso	11SR2T	M1	Naturale	7	0,76	buono
CAP1	N01001150503AF	Torrente Rio di Capodacqua intero corso	13SR2T	M1	Naturale	7	0,77	buono
CAR1	N0100109AF	Torrente Carpina intero corso	11SS2T	M1	Naturale	7	0,67	sufficiente
CHS4	N0100115AF	Fiume Chiascio dalle origini a T. Sciola	11SS2T	M1	Naturale	5	0,67	sufficiente
CMP1	N010012601AF	Torrente Campiano intero corso	13SR2T	M1	Naturale	6	0,80	buono
CRN1	N010012602AF	Fiume Corno dalle origini a T. Sordo	13IN7T	M5	Naturale	5	0,98	elevato
CST1	N010012605AF	Fosso del Castellone intero corso	13SR2T	M1	Naturale	6	0,91	buono
FER1	N010011704AF	Torrente Fersinone intero corso	11IN7T	M5	Naturale	6	0,79	buono
LAI1	N010012612AF	Torrente L'Aia dalle origini a L. dell'Aia	13SR2T	M1	Naturale	6	0,61	sufficiente
MAR3	N01001150506CF	Fiume Timia-Teverone-Marroggia da L. Arezzo a T. Tessino	11SS2T	M1	HMWB	4	-	NC
MGL1	N01001220503AF	Fosso Migliari intero corso	11SS2T	M1	Naturale	5	0,84	buono
NER1	N0100126AF	Fiume Nera dalle origini a F. Corno	13SR3T	M4	Naturale	7	0,74	buono
NER4	N0100126BF	Fiume Nera da F. Corno a F. Velino	13SR4T	M2	Naturale	5	0,81	buono
NES3	N0100117AF	Fiume Nestore dalle origini a T. Caina	11SS2T	M1	HMWB	5	-	NC
PUG1	N0100116AF	Torrente Puglia intero corso	11SS3T	M2	Naturale	8	0,49	sufficiente
RES1	N0100112AF	Torrente Resina intero corso	11IN7T	M5	Naturale	5	0,65	sufficiente
ROM0	N010012203AF	Torrente Romealla dalle origini a limite HER	14SR2T	M1	Naturale	6	0,70	sufficiente
ROM1	N010012203BF	Torrente Romealla da limite HER a F. Paglia	11SR2D	M1	Naturale	6	0,60	sufficiente
SEA1	N010010602AF	Torrente Seano dal confine regionale a T. Nestore	11IN7T	M5	Naturale	5	0,49	sufficiente
SER1	N010012608AF	Torrente Serra intero corso	13IN7T	M5	Naturale	6	0,83	buono
SNT1	I03001AF	Torrente Sentino intero corso	13SR2T	M1	Naturale	7	0,91	buono
SOA1	N0100104AF	Torrente Soara intero corso	11SS2T	M1	Naturale	7	0,61	sufficiente
SOV1	N010010201AF	Torrente Sovara dalle origini a T. Cerfone	11SS2T	M1	Naturale	8	0,60	sufficiente
SRD2	N01001260203AF	Fiume Sordo intero corso	13SR2T	M1	Naturale	8	0,80	buono
TOP4	N010011505BF	Fiume Topino da T. Caldognola a Foligno	11SR3D	M2	Naturale	6	0,65	sufficiente
TSC1	N010011504AF	Fiume Tescio intero corso	11IN7T	M5	Naturale	7	0,63	sufficiente
VIG1	N010012603AF	Fiume Vigi dal confine regionale a F. Nera	13SR2T	M1	Naturale	6	0,88	buono

Tab. 6-5 – Applicazione dell'indice STAR-ICMi per la classificazione della comunità macrobentonica dei corpi idrici umbri sottoposti a **monitoraggio operativo**.

Stazione	Codice corpo idrico	Nome Corpo idrico	Tipo	Macrotipo	Naturale/HMWB/AWB	Numero campionamenti	STAR.ICMi MEDIA	Giudizio
CHN1	N010012205BF	Torrente Chiani da T. Astrone a F. Paglia	11SS3T	M2	Naturale	6	0,56	sufficiente
CHS2	N0100115DF	Fiume Chiascio da L. Valfabbrica a F. Topino	11SS3T	M2	HMWB	6	-	NC
CHS5	N0100115BF	Fiume Chiascio da T. Sciola a L. Valfabbrica	11SS3T	M2	Naturale	6	0,68	sufficiente
CLT3	N0100115050606AF	Fiume Clitunno intero corso	11SR2T	M1	Naturale	6	0,49	sufficiente
CRN3	N010012602BF	Fiume Corno da T. Sordo a F. Nera	13SR3T	M4	Naturale	6	0,71	buono
GEN1	N010011703AF	Torrente Genna intero corso	11SS2T	M1	HMWB	6	-	NC
LAI2	N010012612CF	Torrente L'Aia da L. dell'Aia a F. Nera	13SR2T	M1	HMWB	6	-	NC
NES2	N0100117BF	Fiume Nestòre da T. Caina a F. Tevere	11SS3T	M2	HMWB	6	-	NC
OSE1	N01001150507AF	Torrente Ose intero corso	11IN7T	M5	Naturale	6	0,21	cattivo
PGL2	N0100122BF	Fiume Paglia da T. Romealla a F. Tevere	11SS4T	M2	Naturale	6	0,60	sufficiente
SAO1	N010011502AF	Torrente Saonda intero corso	11SR2T	M1	Naturale	6	0,52	sufficiente
TIM1	N01001150506FF	Fiume Timia-Teverone-Marroggia da F. Clitunno a F. Topino	11SS3T	M2	HMWB	6	-	NC
TOP3	N010011505DF	Fiume Topino da F. Timia-Teverone-Marroggia a F. Chiascio	11SR4T	M2	Naturale	6	0,60	sufficiente
TOP5	N010011505CF	Fiume Topino da Foligno a F. Timia-Teverone-Marroggia	11SR3D	M2	HMWB	7	-	NC
TVN1	N01001150506EF	Fiume Timia-Teverone-Marroggia da T. Tatarena a F. Clitunno	11SS3T	M2	HMWB	6	-	NC
TVR1	N01001AF	Fiume Tevere dal confine regionale a T. Cerfone	11SS3T	M2	Naturale	7	0,49	sufficiente
TVR2	N01001BF	Fiume Tevere da T. Cerfone a T. Carpina	11SS4T	M2	Naturale	4	0,50	sufficiente

In Fig. 6-18 viene presentata la distribuzione in classi di qualità dei giudizi STAR_ICMi elaborati per i corpi idrici guadabili monitorati nel territorio regionale.

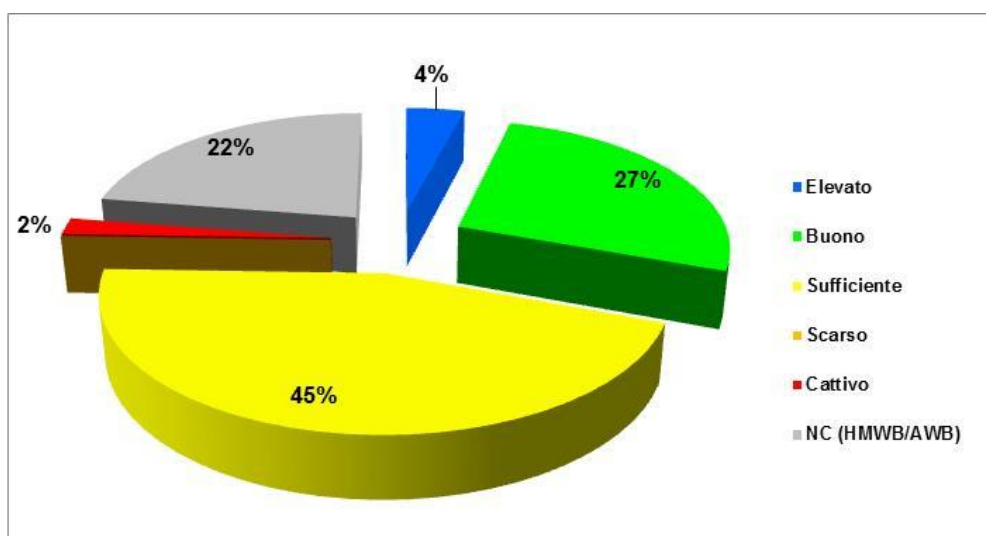


Fig. 6-18 – Distribuzione delle classi di stato ecologico dell'indice STAR_ICMi relativa ai corpi idrici guadabili monitorati nel periodo 2008-2012

Il grafico evidenzia come:

- 15 dei corpi idrici monitorati (31%) mostrano uno stato della comunità macrobentonica compatibile con l'obiettivo di qualità (classe buona o elevata). Si tratta per lo più di corsi d'acqua appartenenti alla rete di sorveglianza e localizzati nelle aree montane del territorio.
- In 22 corpi idrici (45%), distribuiti in misura pressoché equivalente tra le due reti di monitoraggio, la comunità rilevata presenta un giudizio sufficiente. In alcuni casi, tuttavia, dal momento che i valori dell'indice STAR_ICMi sono risultati prossimi alla soglia di passaggio con lo stato buono, nel corso del 2013 sono stati avviati specifici approfondimenti finalizzati a verificare quanto le particolari condizioni idrologiche rilevate nel 2012 (scarsa piovosità e deflussi ridotti) abbiano influito sui giudizi elaborati.
- Solo un corpo idrico (torrente Ose) mostra uno stato della comunità macrobentonica fortemente compromesso (qualità cattiva), tale da pregiudicare il raggiungimento del buono stato ecologico, indipendentemente dal giudizio derivante dagli altri elementi di qualità.
- Molto significativa, infine, risulta la percentuale dei corpi idrici monitorati individuati come HMWB/AWB (22%) per i quali la valutazione dei dati raccolti sarà effettuata quando saranno resi disponibili i potenziali ecologici.

Fiumi non guadabili

Per la classificazione dei fiumi molto grandi e/o non accessibili ("non guadabili"), per i quali non è possibile effettuare in modo affidabile un campionamento multihabitat proporzionale, la norma prevede il calcolo dell'indice ISA, ottenuto dalla media ponderata dei valori RQE relativi agli indici STAR_ICMi e MTS (Mayfly Total Score) mediante il software *Macroper 0.1.1 beta*.

I valori di riferimento per le metriche componenti e per i due indici STAR_ICMi e MTS, definiti esclusivamente per macrotipo, sono riportati, ancora una volta, nell'Appendice A del DM 260/2010.

L'attribuzione ad una delle cinque classi di qualità per il sito in esame è da effettuarsi sulla base della media dei valori dell'indice relativi alle diverse stagioni di campionamento, secondo i limiti di classe riportati in tab. 4.1.1/b del medesimo decreto.

Tab. 6-6 - Limiti di classe tra gli stati per il macrotipo M3 – Comunità macrobentonica

Macrotipo fluviale	Limiti di classe			
	Elevato/Buono	Buono/Sufficiente	Sufficiente/Scarso	Scarso/Cattivo
M3	0,94	0,70	0,47	0,24

I valori riportati corrispondono al valore più basso della classe superiore

L'applicazione degli indici STAR_ICMi e MTS (Tab. 6-7) è stata effettuata su tutti i campioni raccolti mediante substrati artificiali nei 5 corpi idrici *naturali* presenti nel territorio regionale e appartenenti al macrotipo M3 (TVR5, CHS3, TVR4, TVR6 e TVR7).

La valutazione dello stato qualitativo associato alla comunità macrobentonica risulta, tuttavia, fortemente condizionata dal ridotto numero dei campioni disponibili (sempre inferiori a tre), ritenuti insufficienti per l'elaborazione del giudizio complessivo.

I rimanenti 3 corpi idrici appartenenti al medesimo macrotipo (VEL3, TRV9, NER8) sono stati tutti individuati come *fortemente modificati* e pertanto, anche in questo caso, la valutazione della comunità macrobentonica verrà effettuata solo quando saranno resi disponibili a livello nazionale i potenziali ecologici ed i relativi valori di riferimento.

Tab. 6-7 – Classificazione della comunità macrobentonica dei corpi idrici non guadabili.

Stazione	Codice corpo idrico	Corpo idrico	Naturale/HMWB	Tipo	S/O	Numero campioni SA	Giudizio
TVR5	N01001EF	Fiume Tevere da F. Chiascio a L. Corbara	Naturale	11SS5T	S	0	NC
CHS3	N0100115EF	Fiume Chiascio da F. Topino a F. Tevere	Naturale	11SS5T	O	1	NC
TVR4	N01001CF	Fiume Tevere da T. Carpina a Perugia	Naturale	11SS5T	O	2	NC
TVR6	N01001DF	Fiume Tevere da Perugia a F. Chiascio	Naturale	11SS5T	O	2	NC
TVR7	N01001EF	Fiume Tevere da F. Chiascio a L. Corbara	Naturale	11SS5T	O	0	NC
VEL3	N010012607BF	Fiume Velino da L. Piediluco a F. Nera	Potenziale HMWB	13SS5T	S	3	NC
TVR9	N010_TEVERE_11SS5T_01	Fiume Tevere 1	HMWB	11SS5T	O	0	NC
NER8	N0100126FF	Fiume Nera da L. S. Liberato a F. Tevere	HMWB	11SR5F	O	3	NC

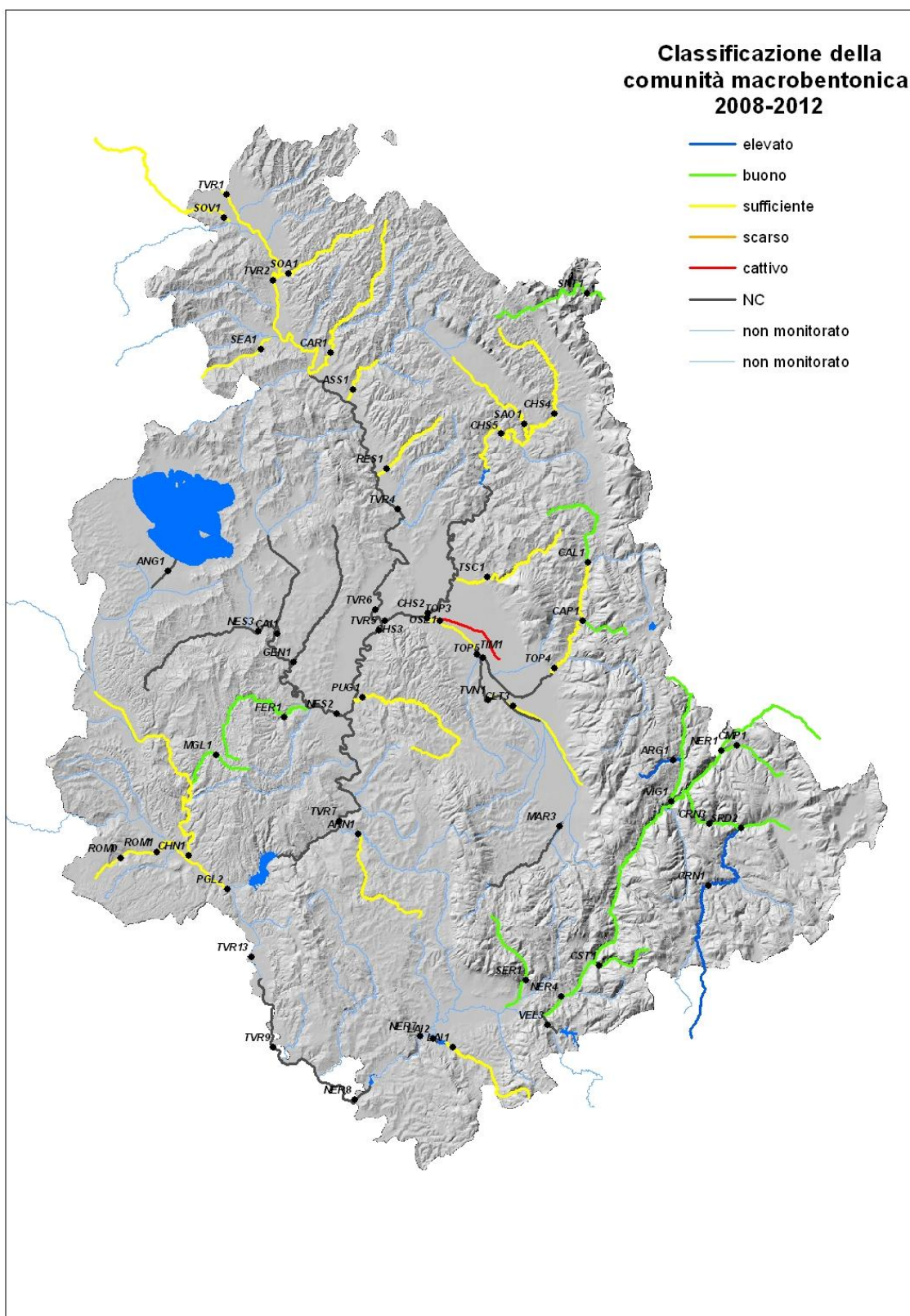


Fig. 6-19 – Rappresentazione cartografica della qualità ambientale associata alla comunità macrobentonica dei corpi idrici umbri.

6.2 Macrofite

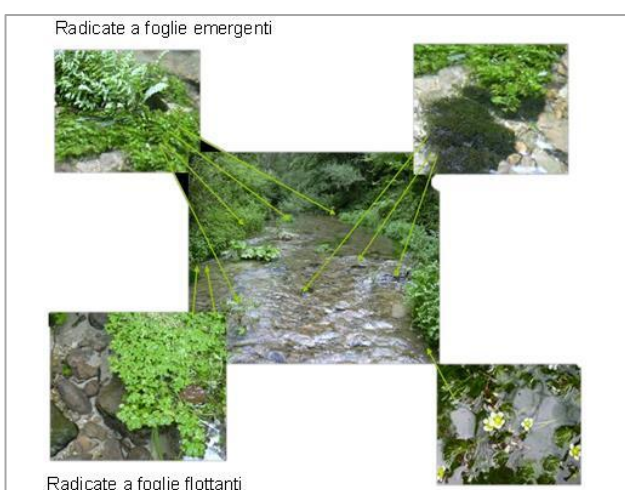
6.2.1 Metodi di campionamento

I criteri tecnici per l'individuazione dei siti di campionamento e le metodiche da applicare per la rilevazione della composizione e abbondanza della comunità macrofittica sono contenuti nel *"Protocollo di campionamento e analisi per le macrofite delle acque correnti"* (APAT, 2007).

Il sito di campionamento deve essere rappresentativo del tratto omogeneo di corso d'acqua che si intende indagare e deve comprendere, per quanto possibile, tutte le facies idrologiche e biologiche presenti nel tratto stesso, comprese le porzioni lentiche del corso d'acqua. La stazione deve avere uno sviluppo longitudinale da 50 a 100 m, in funzione delle dimensioni del corso d'acqua e dei livelli di copertura delle macrofite presenti.

Analogamente a quanto previsto per la comunità macrobentonica, il campionamento delle macrofite acquatiche si differenzia in funzione della guadabilità dei corpi idrici monitorati:

Per i corsi d'acqua guadabili viene valutata, nella fase di rilievo, la copertura complessiva della comunità a macrofite presente nell'alveo fluviale in termini di copertura percentuale della comunità rispetto alla superficie della stazione. Successivamente, percorrendo controcorrente l'intero sviluppo della stazione da una sponda all'altra, si rileva la copertura in percentuale di tutti i taxa presenti nel tratto, effettuandone, nel contempo, la raccolta e una prima identificazione. Il processo di identificazione tassonomica a livello di specie e, per alcune alghe, a livello di genere, viene completato in laboratorio.



Nel caso di corsi d'acqua profondi o non percorribili, si possono adottare metodi alternativi che prevedono l'uso di imbarcazioni, l'osservazione subacquea o dalle rive e l'utilizzo di appositi rastrelli con manico estensibile per il prelievo di campioni. Dal momento che in questa tipologia di corsi d'acqua l'osservazione diretta di tutta la comunità può non essere possibile, l'utilizzo del rastrello consente di effettuare campionamenti randomizzati e rappresentativi della flora acquatica per la valutazione della composizione in taxa e abbondanza relativa. In alcuni casi, qualora si sia accertata la presenza trascurabile di macrofite nella porzione centrale del corso d'acqua, si può limitare il rilievo alle porzioni laterali, spingendosi lungo le due sponde sin dove è possibile e raccogliendo i campioni con il rastrello.



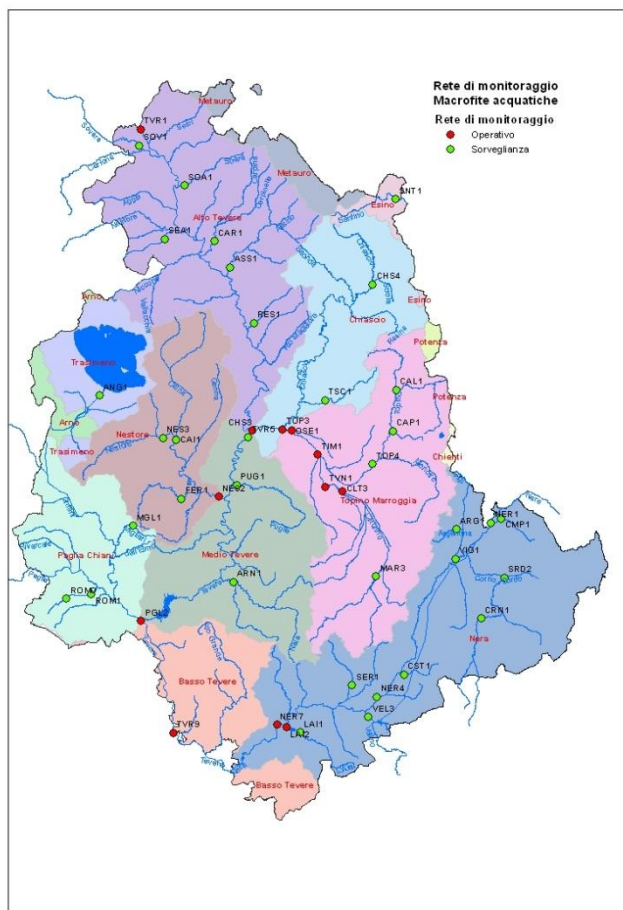
Il rilievo deve essere realizzato a distanza di diversi giorni da una morbida e di decine di giorni da una piena in modo da avere la garanzia di trovare, da una parte, una comunità strutturalmente integra e, dall'altra, un livello idrico ragionevolmente basso con torbidità dell'acqua ridotta.

Come previsto all'allegato 1 del DM 56/2009, il monitoraggio della comunità macrofittica è facoltativo per i fiumi grandi e molto grandi di pianura.

La frequenza di monitoraggio prevista dalla norma è di **due volte** nell'arco di un anno, da eseguire preferibilmente nei momenti di massimo sviluppo della vegetazione acquatica che corrispondono, in genere, ai periodi tardo primaverile (tra aprile e giugno) e tardo estivo (tra luglio e settembre).

6.2.2 Attività svolte

Il monitoraggio della comunità macrofittica è stato avviato, sia per la rete di sorveglianza sia per la rete operativa, a partire dall'anno 2008 sui corpi idrici del reticolo principale e, dalla metà dell'anno 2009, anche su quelli del reticolo secondario, con le frequenze previste nel programma adottato. In totale sono state monitorate 46 stazioni (Fig. 6-20) e sono stati raccolti circa 120 campioni.



Sulla base delle indicazioni contenute nel Protocollo nazionale di riferimento, i due rilievi previsti sono stati effettuati, per quanto possibile, nell'arco del medesimo anno, dal periodo primaverile fino all'inizio dell'autunno.

Per ciascun sito di monitoraggio, oltre al rilievo floristico, alla determinazione tassonomica delle specie presenti e all'attribuzione delle coperture sia ai singoli taxa riscontrati che alla comunità macrofittica totale, è stata compilata la scheda di campo contenente informazioni ambientali sul tratto monitorato (ombreggiamento, torbidità, vegetazione riparia, velocità della corrente, ...).

Le liste delle unità tassonomiche identificate, le coperture e le informazioni sull'estensione dell'area campionata, sono stati trasmessi al Ministero dell'Ambiente tramite upload del sistema SINTAI.

Fig. 6-20 - Rete di monitoraggio delle macrofite



Fig. 6-21 – Procedure di campionamento e riconoscimento della comunità macrofittica



Fig. 6-22 – Esempi di macrofite acquatiche rilevate nei corpi idrici fluviali.

In fase di campionamento della comunità macrofittica sono emerse varie problematiche, principalmente riconducibili a:

- Difficoltà di campionare in maniera rappresentativa alcuni corpi idrici molto grandi di pianura non guadabili. Di conseguenza, è stata valutata l'opportunità di escludere tali siti dalla rete, coerentemente con quanto previsto dal DM 56/2009.
- Assenza o scarsità di deflusso in alcuni siti localizzati in fiumi molto piccoli o con regime intermittente.
- Assenza di una copertura vegetale minima sufficiente per l'esecuzione del rilievo in maniera rappresentativa (5%).

Nel grafico di Fig. 6-23 viene presentato il quadro complessivo delle attività svolte per ciascun macrotipo fluviale, con l'indicazione del numero dei rilievi effettuati e di quelli non effettuati a causa delle criticità sopra elencate.

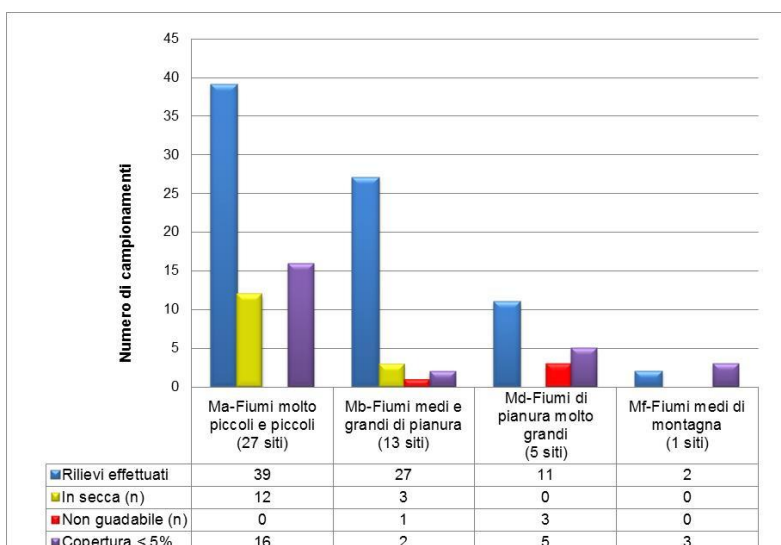


Fig. 6-23 – Quadro complessivo delle rilevazioni effettuate per ciascun macrotipo.

Il grafico evidenzia come nel macrotipo Ma, in cui ricade il maggior numero di siti di monitoraggio, i corpi idrici abbiano presentato spesso assenza di deflusso o copertura vegetale insufficiente per l'esecuzione del rilievo; nel macrotipo Md, invece, il numero di campionamenti non effettuati è legato perlopiù alla non guadabilità dei corpi idrici che vi appartengono.

Per le motivazioni sopra esposte, in 11 dei 46 corpi idrici in cui è stato programmato il rilievo della comunità macrofittica (ARN1, CAP1, MGL1, RES1, SOV1, TSC1, SER1, VEL3, LAI1, MAR3, ROM0) non è stato possibile effettuare campionamenti secondo i criteri e le frequenze necessari alla classificazione dello stato ecologico. Di conseguenza, nel corso del secondo ciclo di monitoraggio, verrà effettuata una revisione del programma di monitoraggio delle macrofite al fine di escludere i siti in cui la scelta di questo bioindicatore si è dimostrata poco significativa.

6.2.3 Caratterizzazione della comunità macrofitica rilevata nei corpi idrici fluviali

Le macrofite acquatiche comprendono tutti quegli organismi vegetali macroscopici (fanerogame erbacee, pteridofite, briofite, alghe macroscopiche) che sono presenti nelle acque superficiali. Si tratta di ottimi bioindicatori della qualità ecologica dei corpi idrici, in quanto sono molto sensibili a processi di inquinamento organico e all'eutrofizzazione, alle variazioni delle caratteristiche fisico-chimiche e ambientali del corso d'acqua (portata, velocità di corrente, profondità, torbidità, temperatura, ombreggiamento, morfologia e tipologia del substrato, concentrazione di nutrienti e chimismo delle acque) e alle interazioni con altre componenti biotiche; tutti fattori questi, fortemente discriminanti la tipologia di comunità vegetale e la stabilità delle fitocenosi. Da ciò deriva l'esigenza di eseguire il monitoraggio di tale bioindicatore esclusivamente laddove la copertura vegetazionale risulti significativa.

Nel corso del primo ciclo di monitoraggio della comunità macrofitica, sono state rilevate 141 specie distribuite nei 5 gruppi floristici che caratterizzano le macrofite, secondo le percentuali riportate nella Fig. 6-24.

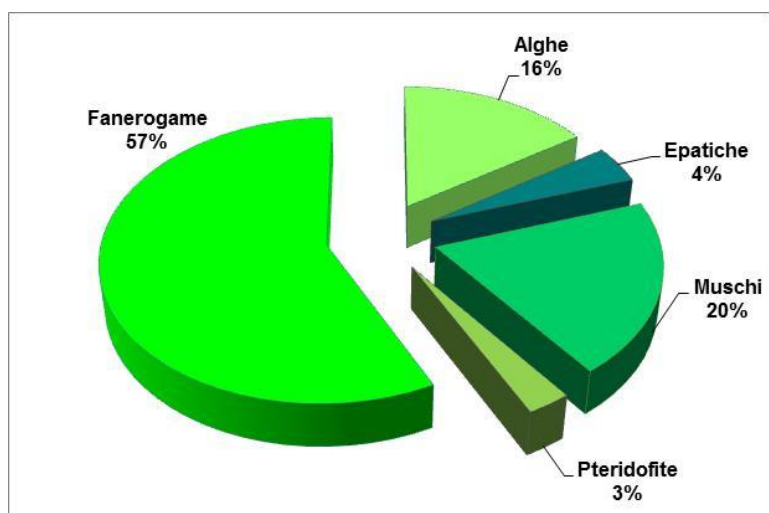


Fig. 6-24 – Distribuzione dei taxa rilevati nei gruppi floristici che costituiscono le macrofite

Come si può osservare dal grafico, il gruppo più consistente è costituito dalle fanerogame (81 taxa rilevati pari al 57% del totale), seguito dai muschi (28 taxa pari al 20%) e dalle alghe (22 taxa pari al 16%). Meno rappresentate sono invece epatiche (4%) e pteridofite (3%).

Analizzando la distribuzione dei diversi gruppi floristici nelle stazioni monitorate (Fig. 6-25), si evidenzia che i gruppi più rappresentati in termini di numerosità di taxa sono anche quelli più diffusi nei corpi idrici del territorio regionale: fanerogame e alghe sono state rinvenute in quasi tutti i siti (rispettivamente 37 e 36) che hanno presentato copertura significativa; i muschi in 23 siti, le pteridofite in 21 siti e le epatiche in soli 14 siti.

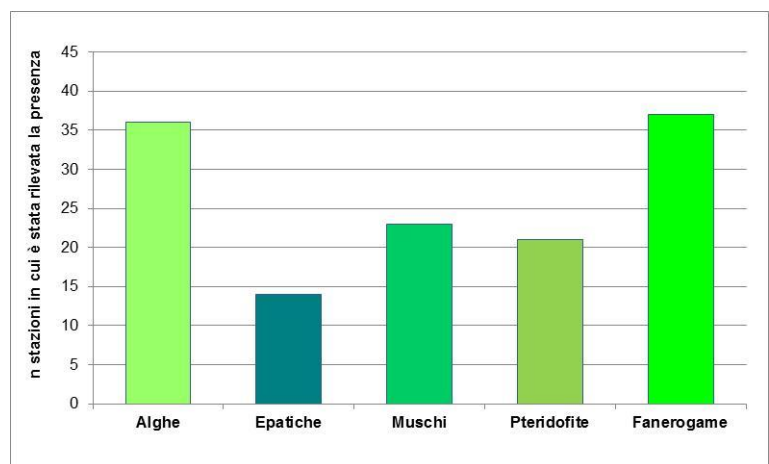


Fig. 6-25 – Distribuzione dei gruppi floristici nelle stazioni monitorate

A livello di taxa, la specie più rappresentata per le fanerogame è quella del *Lycopus europaeus*, rilevata in 30 siti di monitoraggio, seguita da *Eupatorium cannabinum* (29 siti), *Veronica anagallis-aquatica* (28 siti), *Bidens frondosa* (27 siti), *Agrostis stolonifera* e *Nasturtium officinale* (25 siti). Si tratta di piante ampiamente diffuse negli ambienti umidi del territorio nazionale, che caratterizzano, in particolare, le zone spondali di fiumi e fossi.

Per le alghe il genere più diffuso è rappresentato da *Cladophora*, presente in 29 siti, seguito da *Vaucheria* (20 siti).

Relativamente ai gruppi meno rappresentati, le specie più diffuse sono *Equisetum arvense* per le pteridofite (19 siti), *Fontinalis antipyretica* e *Platyhypnidium rusciforme* per i muschi (13 siti) e *Pellia endiviifolia* per le epatiche (12 siti).

In generale, i taxa più diffusi sono rappresentati da specie piuttosto comuni anche in ambienti antropizzati in quanto non presentano particolari esigenze per la loro crescita e, di conseguenza, non hanno un elevato valore dal punto di vista ecologico.

Nei grafici di Fig. 6-26 viene presentata un'analisi della ricchezza floristica osservata in ciascun sito di monitoraggio, basata sul confronto tra il numero medio di taxa totali rilevati ed il numero medio di specie indicatrici del livello trofico comprese nella lista utilizzata per il calcolo dell'indice IBMR e individuato per la classificazione dello stato ecologico ai sensi del DM 260/2010.

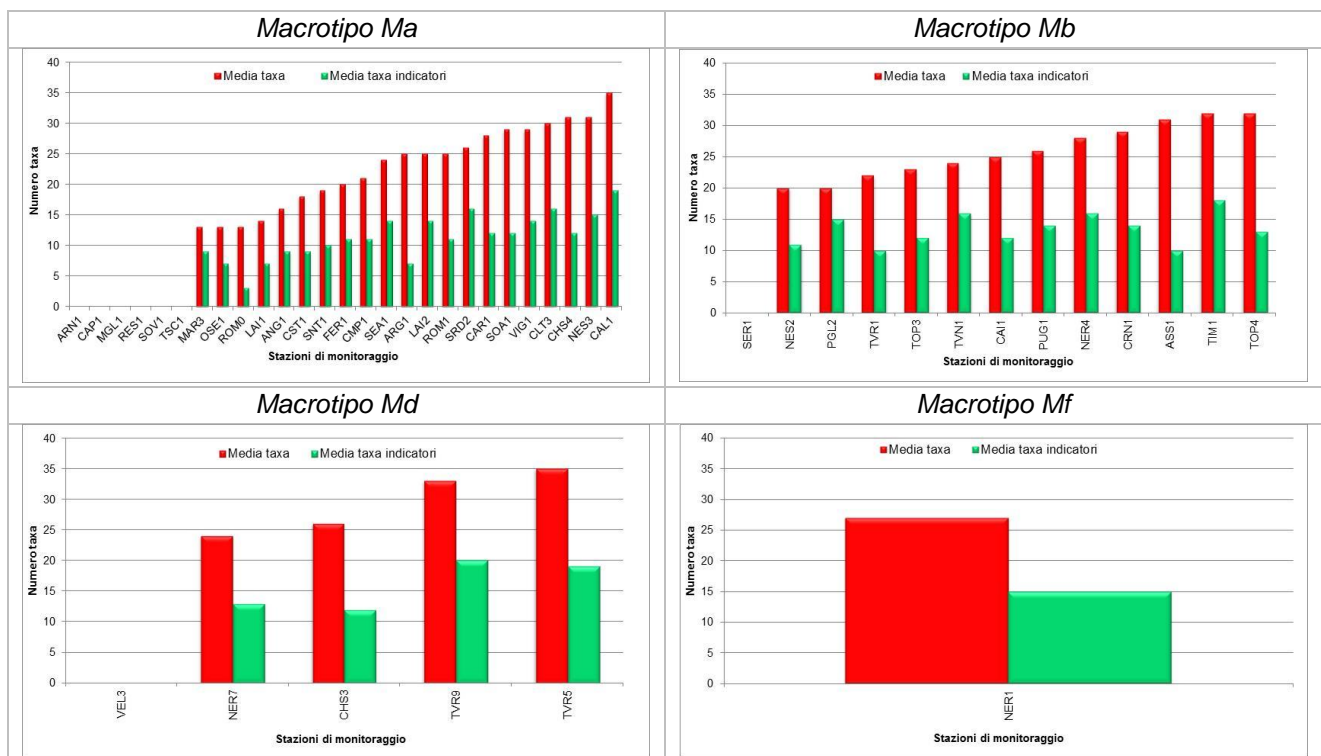


Fig. 6-26 – Numero di taxa totali e numero medio di specie indicatrici rilevati per ciascun sito e ciascun macrotipo.

Dai grafici si può osservare che:

- Nel *Macrotipo Ma* (fiumi molto piccoli e piccoli) la stazione CAL1 presenta sia il numero medio più elevato di taxa (26), che il numero medio più elevato di specie indicatrici (14). Dal lato opposto, il torrente Ose (OSE1) mostra il numero medio più basso di taxa per campione (9) e il sito ROM0, nell'unico campionamento svolto, ha presentato il numero di specie indicatrici più basso (3). Da evidenziare il dato della stazione ARG1, che, pur detenendo un buon numero medio di taxa (21), denuncia una scarsa presenza di specie indicatrici (6), probabilmente riconducibile alle peculiari caratteristiche idromorfologiche del corso d'acqua. I corpi idrici rappresentati dai siti MAR3, LAI1 e ROM0, caratterizzati da una comunità macrofita con modesta ricchezza in taxa, scarsa copertura vegetale, ridotta biodiversità e problemi di campionabilità legati alle condizioni di deflusso, sono stati oggetti di riesame in fase di avvio del nuovo ciclo di monitoraggio. Infine, come già anticipato al paragrafo precedente, nei corpi idrici rappresentati dai siti ARN1, CAP1, MGL1, RES1, SOV1 e

TSC1, non è stato possibile eseguire i campionamenti previsti a causa della scarsa significatività della copertura vegetale o dell'assenza di deflusso.

- Nel *Macrotipo Mb* (fiumi medi e grandi di pianura) le stazioni TIM1 e TOP4 mostrano il numero medio più elevato di *taxa* per campione (23), mentre NER4 evidenzia il numero medio più alto di specie indicatrici per campione (13). PGL2 detiene, invece, il numero medio più basso di *taxa* per campione (9), mentre NES2 quello più basso di specie indicatrici (6). Nella stazione SER1, che ha presentato una comunità macrofittica povera e scarsamente significativa, non è stato possibile eseguire i campionamenti previsti.
- Nel *Macrotipo Md* (fiumi di pianura molto grandi) la stazione TVR9 ha presentato il numero medio più elevato di *taxa* per campione (18) ed anche il numero più alto di specie indicatrici insieme a NER7 (11). Il sito CHS3, al contrario, ha evidenziato il valore più basso sia per numero medio di *taxa* per campione (16) sia per numero medio di specie indicatrici (9). La stazione VEL3, infine, non è stata interessata dal monitoraggio delle macrofite per la non guadabilità del corpo idrico.
- Nel *Macrotipo Mf* (fiumi medi di montagna) l'unica stazione monitorata NER1 ha presentato numero medio di *taxa* per campione pari a 19 e numero medio di specie indicatrici per campione pari a 11.

Nei grafici di Fig. 6-27 seguenti viene fornita una rappresentazione di dettaglio delle percentuali di specie indicatrici del livello trofico rilevate per ciascun campione. In ogni grafico, la percentuale rilevata viene messa a confronto con la soglia minima del 50% fissata dagli esperti a livello nazionale per un'applicazione affidabile dell'indice di classificazione IBMR, che verrà descritto in dettaglio nel paragrafo successivo.

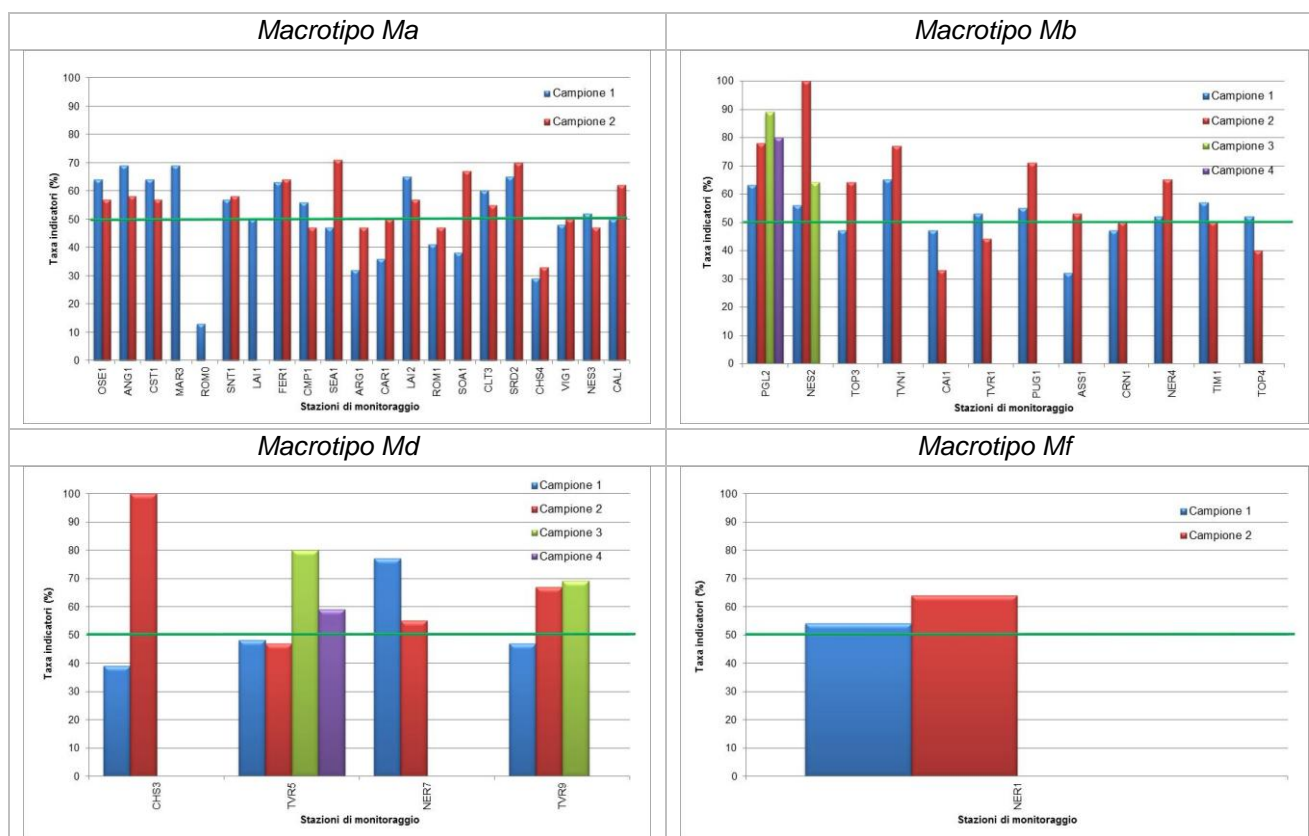


Fig. 6-27 – Distribuzione per macrotipo della percentuale di specie indicatrici rilevate per campione.

Dei 79 campioni totali di macrofite raccolti, 55 presentano una percentuale di specie indicatrici superiore alla soglia (26 campioni per il macrotipo Ma, 20 per Mb, 7 per Md e 2 per Mf).

6.2.4 Applicazione dell'Indice Biologique Macrophytique en Rivière (IBMR)

In Italia, in accordo con la Direttiva 2000/60 e secondo quanto stabilito dal decreto classificazione DM 260/2010, è stata avviata una sperimentazione mirata alla valutazione della qualità ecologica dei corpi idrici in base allo studio della composizione e struttura delle macrofite acquatiche, al fine di definire una metodica standard adeguata alla formalizzazione di uno specifico Indice Macrofitico. Ciò ha portato all'adozione dell'Indice francese *Indice Biologique Macrofitique en Rivière* (IBMR), risultato idoneo alla valutazione dello stato trofico dei corsi d'acqua italiani, nonché alla definizione dello stato ecologico associato alla comunità macrofitica in base al grado di scostamento dallo stato trofico atteso.

La valutazione dell'indice IBMR deve essere effettuata sulla base delle indicazioni contenute nella norma AFNOR NF T 90-395 "Qualité de l'eau. Détermination de l'Indice Biologique Macrophytique en Rivière. Per procedere al calcolo dell'indice è necessario tradurre i valori di copertura reale rilevati conformemente al Protocollo APAT nei corrispondenti coefficienti di copertura previsti dalla metodica AFNOR (Tab. 6-8).

Tab. 6-8 – Tabella per l'attribuzione dei coefficienti di copertura dei taxa a partire da valori di copertura rilevati in campo (Metodo AFNOR).

Copertura reale	Coefficienti di copertura	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

Il calcolo dell'IBMR si effettua a partire da una lista floristica di specie indicatrici, ampiamente rinvenibili nel territorio nazionale, per le quali è stata valutata la sensibilità nei confronti delle concentrazioni di azoto ammoniacale e ortofosfati.

L'elenco dei taxa indicatori, comprendente organismi autotrofi, alghe, licheni, briofite, pteridofite e angiosperme, è composto di 210 taxa (2 taxa fungini, 44 taxa algali, 2 specie di licheni, 15 specie di epatiche, 37 specie di muschi, 3 felci e 107 specie di angiosperme), a ciascuno dei quali è associato un coefficiente di sensibilità ai livelli di trofia C_i e un coefficiente di stenoecia E_i .

$$IBMR = \frac{\sum_i^n [E_i K_i C_i]}{\sum_i^n [E_i K_i]}$$

dove :

E_i = coefficiente di stenoecia

K_i = coefficiente di copertura

C_i = coefficiente di sensibilità

n = numero dei taxa indicatori

Il metodo prevede che, sulla base del valore numerico assunto dall'IBMR sia possibile classificare la stazione in termini di livello trofico (Tab. 6-9).

Tab. 6-9 – Rappresentazione dei livelli trofici dell'IBMR.

Valore	Livello trofico	Colore
IBMR >14	Molto basso	blu
12 < IBMR <= 14	Basso	verde
10 < IBMR <= 12	Media	giallo
8 < IBMR <= 10	Elevato	arancio
IBMR <= 8	Molto elevato	rosso

Ai fini della definizione del giudizio di qualità ecologica associato a tale bioindicatore, il valore di IBMR deve essere rapportato ai valori di riferimento fissati per ciascun macrotipo fluviale nella tabella 4.1.1/f del DM 260/2010.

Al Rapporto di Qualità Ecologica (RQE_IBMR) così calcolato viene associato un giudizio di stato ecologico sulla base dei limiti di classe definiti in tabella 4.1.1/e del medesimo decreto, differenziati per area

geografica. In Tab. 6-10 vengono riportati i limiti relativi all'area mediterranea in cui ricade il territorio regionale.

Tab. 6-10 – Valori di RQE_IBMR relativi ai limiti tra le classi elevata, buona, sufficiente e scarsa – Comunità macrofitica

Area geografica	Limiti di classe			
	Elevato/Buono	Buono/Sufficiente	Sufficiente/Scarso	Scarso/Cattivo
Mediterranea	0,90	0,80	0,65	0,50

Benché l'applicazione dell'indice IBMR non sia prevista per i corsi d'acqua intermittenti dell'area mediterranea, le indicazioni emerse nell'ambito del Tavolo Nazionale di coordinamento per la validazione dei metodi stabiliscono che *“per quanto riguarda le macrofite la classificazione dei corpi idrici temporanei potrà essere effettuata sulla base dei valori corrispondenti allo stesso macrotipo perenne”*, e cioè utilizzando i valori di riferimento previsti per gli omologhi dimensionali perenni. In relazione alle difficoltà emerse in fase di campionamento dei corsi d'acqua temporanei individuati nel territorio regionale, tale criterio di classificazione è stato applicato solo in pochi casi e limitatamente ai corpi idrici per i quali si disponeva di dati relativi ad almeno due rilievi.

Nella tabella seguente viene presentato l'RQE-IBMR calcolato sulla base dei risultati del monitoraggio svolto nel periodo 2008-2012, limitatamente ai corpi idrici *naturali* guadabili. Come per i macroinvertebrati, infatti, la valutazione della comunità macrofitica nei *corpi idrici fortemente modificati o artificiali* verrà effettuata non appena saranno resi disponibili a livello nazionale i potenziali ecologici e i relativi valori di riferimento.

La rappresentazione delle classi di qualità calcolate applicando l'indice RQE-IBMR segue lo schema cromatico previsto per la classificazione generale dello stato ecologico: elevato/blu, buono/verde, sufficiente/giallo, scarso/arancio, cattivo/rosso.

Tab. 6-11 - Applicazione dell'Indice RQE_IBMR per la classificazione della comunità macrofita dei corpi idrici umbri sottoposti a **monitoraggio di sorveglianza**.

Stazione	Codice corpo idrico	Nome corpo idrico	Tipo	Macrotipo	Naturale/ HMWB/ AWB	Numero campionamenti	RQE_IBMR medio	Giudizio Macrofite
ANG1	N0100201AF	Canale dell'Anguillara	11IN7T	Ma	AWB	2		NC
ARG1	N01001260301AF	Torrente Argentina intero corso	13SR1T	Ma	Naturale	2	1	elevato
ARN1	N010012102AF	Torrente Arnata intero corso	11IN7T	ND	Naturale	0		NC
ASS1	N0100110BF	Torrente Assino da T. Lana a F. Tevere	11SS3T	Mb	Naturale	2	0,9	elevato
CAI1	N010011702BF	Torrente Caina da T. Formanuova a F. Nestòre	11SS3T	Mb	HMWB	2		NC
CAL1	N01001150502AF	Torrente Caldognola intero corso	11SR2T	Ma	Naturale	2	0,8	buono
CAP1	N01001150503AF	Torrente Rio di Capodacqua intero corso	13SR2T	Ma	Naturale	0		NC
CAR1	N0100109AF	Torrente Carpina intero corso	11SS2T	Ma	Naturale	2	0,72	sufficiente
CHS4	N0100115AF	Fiume Chiascio dalle origini a T. Sciola	11SS2T	Ma	Naturale	2	0,76	sufficiente
CMP1	N010012601AF	Torrente Campiano intero corso	13SR2T	Ma	Naturale	2	0,84	buono
CRN1	N010012602AF	Fiume Corno dalle origini a T. Sordo	13IN7T	Mb	Naturale	2	1	elevato
CST1	N010012605AF	Fosso del Castellone intero corso	13SR2T	Ma	Naturale	2	0,92	elevato
FER1	N010011704AF	Torrente Fersinone intero corso	11IN7T	Ma	Naturale	2	1	elevato
LAI1	N010012612AF	Torrente L'Aia dalle origini a L. dell'Aia	13SR2T	Ma	Naturale	1		NC
MAR3	N01001150506CF	Fiume Timia-Teverone-Marroggia da L. Arezzo a T. Tessino	11SS2T	Ma	HMWB	1		NC
MGL1	N01001220503AF	Fosso Migliari intero corso	11SS2T	Ma	Naturale	0		NC
NER1	N0100126AF	Fiume Nera dalle origini a F. Corno	13SR3T	Mf	Naturale	2	0,87	buono
NER4	N0100126BF	Fiume Nera da F. Corno a F. Velino	13SR4T	Mb	Naturale	2	1,05	elevato
NES3	N0100117AF	Fiume Nestòre dalle origini a T. Caina	11SS2T	Ma	HMWB	2		NC
PUG1	N0100116AF	Torrente Puglia intero corso	11SS3T	Mb	Naturale	2	0,9	elevato
RES1	N0100112AF	Torrente Resina intero corso	11IN7T	ND	Naturale	0		NC
ROM0	N010012203AF	Torrente Romealla dalle origini a limite HER	14SR2T	Ma	Naturale	1		NC
ROM1	N010012203BF	Torrente Romealla da limite HER a F. Paglia	11SR2D	Ma	Naturale	2	0,68	sufficiente
SEA1	N010010602AF	Torrente Seano dal confine regionale a T. Nèstore	11IN7T	Ma	Naturale	2	0,76	sufficiente
SER1	N010012608AF	Torrente Serra intero corso	13IN7T	ND	Naturale	0		NC
SNT1	I03001AF	Torrente Sentino intero corso	13SR2T	Ma	Naturale	2	0,96	elevato
SOA1	N0100104AF	Torrente Soara intero corso	11SS2T	Ma	Naturale	2	0,96	elevato
SOV1	N010010201AF	Torrente Sovara dalle origini a T. Cerfone	11SS2T	Ma	Naturale	0		NC
SRD2	N01001260203AF	Fiume Sordo intero corso	13SR2T	Ma	Naturale	2	0,84	buono
TOP4	N010011505BF	Fiume Topino da T. Caldognola a Foligno	11SR3D	Mb	Naturale	2	0,86	buono
TSC1	N010011504AF	Fiume Tescio intero corso	11IN7T	ND	Naturale	0		NC
TVR5	N01001EF	Fiume Tevere da F. Chiascio a L. Corbara	11SS5T	Md	Naturale	4	0,86	buono
VEL3	N010012607BF	Fiume Velino da L. Piediluco a F. Nera	13SS5T	Md	Potenziale HMWB	0		NC
VIG1	N010012603AF	Fiume Vigi dal confine regionale a F. Nera	13SR2T	Ma	Naturale	2	0,96	elevato

Tab. 6-12 - Applicazione dell'Indice RQE_IBMR per la classificazione della comunità macrofita dei corpi idrici umbri sottoposti a **monitoraggio operativo**.

Stazione	Codice corpo idrico	Nome corpo idrico	Tipo	Macrotipo	Naturale/HMWB/AWB	Numero campionamenti	RQE_IBMR medio	Giudizio Macrofite
CHS3	N0100115EF	Fiume Chiascio da F. Topino a F. Tevere	11SS5T	Md	Naturale	2	0,81	buono
CLT3	N0100115050606AF	Fiume Clitunno intero corso	11SR2T	Ma	Naturale	2	0,76	sufficiente
LAI2	N010012612CF	Torrente L'Aia da L. dell'Aia a F. Nera	13SR2T	Ma	HMWB	2		NC
NER7	N0100126CF	Fiume Nera da F. Velino a limite HER	13SR5T	Md	HMWB	2		NC
NES2	N0100117BF	Fiume Nestore da T. Caina a F. Tevere	11SS3T	Mb	HMWB	3		NC
OSE1	N01001150507AF	Torrente Ose intero corso	11IN7T	Ma	Naturale	2	0,48	cattivo
PGL2	N0100122BF	Fiume Paglia da T. Romealla a F. Tevere	11SS4T	Mb	Naturale	4	0,71	sufficiente
TIM1	N01001150506FF	Fiume Timia-Teverone-Marroggia da F. Clitunno a F. Topino	11SS3T	Mb	HMWB	2		NC
TOP3	N010011505DF	Fiume Topino da F. Timia-Teverone-Marroggia a F. Chiascio	11SR4T	Mb	Naturale	2	0,71	sufficiente
TVN1	N01001150506EF	Fiume Timia-Teverone-Marroggia da T. Tatarena a F. Clitunno	11SS3T	Mb	HMWB	2		NC
TVR1	N01001AF	Fiume Tevere dal confine regionale a T. Cerfone	11SS3T	Mb	Naturale	2	0,76	sufficiente
TVR9	N010_TEVERE_11SS5_T_01	Fiume Tevere 1	11SS5T	Md	HMWB	2		NC

In Fig. 6-28 viene presentata la distribuzione in classi di qualità dei giudizi elaborati sulla base dell'indice RQE-IBMR per i corpi idrici monitorati nel territorio regionale.

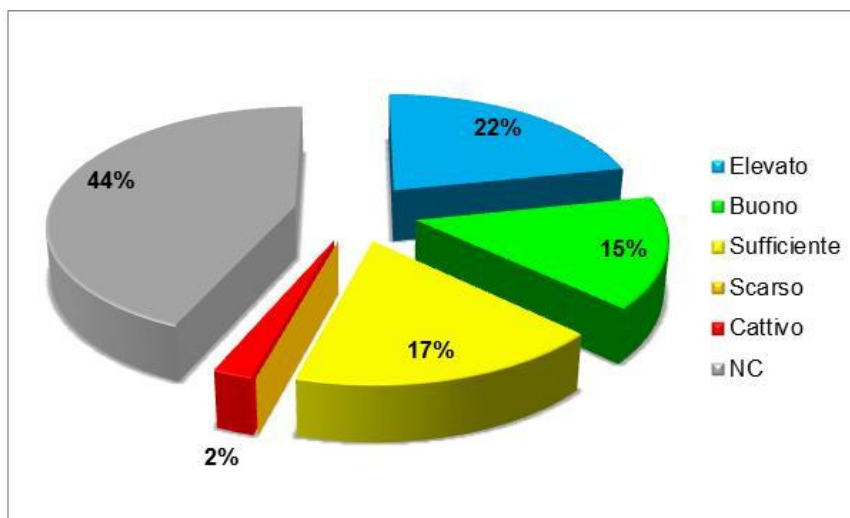


Fig. 6-28 - Distribuzione delle classi di stato ecologico dell'indice RQE_IBMR relative ai corpi idrici monitorati nel periodo 2008-2012.

Il grafico evidenzia come:

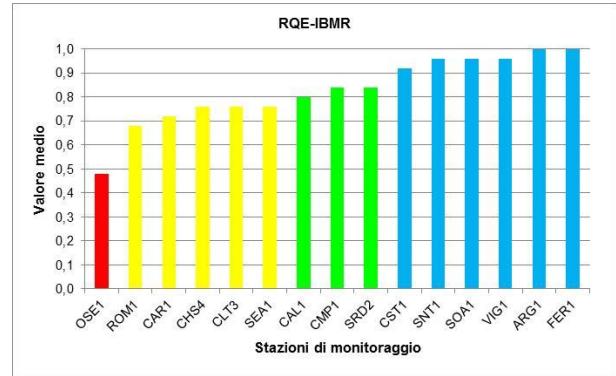
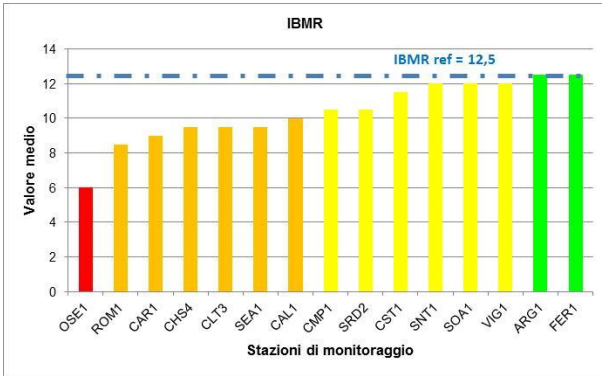
- 17 corpi idrici (37%) mostrano uno stato ecologico per la la comunità macrofittica compatibile con l'obiettivo di qualità (classe buona o elevata). Si tratta per lo più di tratti appartenenti alla rete di sorveglianza e localizzati nella aree montane del territorio.
- In 8 corpi idrici (17%), distribuiti in misura equivalente tra le due reti di monitoraggio e appartenenti ai macrotipi Ma e Mb, la comunità rilevata presenta un giudizio sufficiente.
- Solo un corpo idrico (torrente Ose) mostra uno stato della comunità macrofittica fortemente compromesso (qualità cattiva), tale da pregiudicare il raggiungimento del buono stato ecologico, indipendentemente dal giudizio derivante dagli altri elementi di qualità.
- Molto significativa, infine, risulta la percentuale (44%) dei corpi idrici non classificabili in relazione alle criticità legate alle condizioni idrologiche o all'assenza di copertura vegetale o perché individuati come HMWB/AWB.

Relativamente ai corpi idrici naturali, nei grafici della Fig. 6-29 viene proposta un'analisi dell'applicazione dei valori di riferimento contenuti nel DM 260/2010, basata sul confronto tra i valori del rapporto di qualità ecologica RQE_IBMR ed i corrispondenti valori non normalizzati dell'indice IBMR. Per ogni macrotipo, in particolare, il grafico di sinistra riporta i valori medi dell'RQE_IBMR calcolati in ciascun sito di monitoraggio, rappresentati secondo la gradazione cromatica corrispondente al giudizio di stato. Nel grafico di destra, invece, viene fornita una rappresentazione grafica del "livello trofico", determinato sulla base dell'indice IBMR non normalizzato, secondo i criteri e i colori previsti nella metodica AFNOR (Tab. 6-9). Nello stesso grafico viene rappresentata con una linea tratteggiata il valore IBMR di riferimento previsto nel DM 260/2010 per ciascun macrotipo.

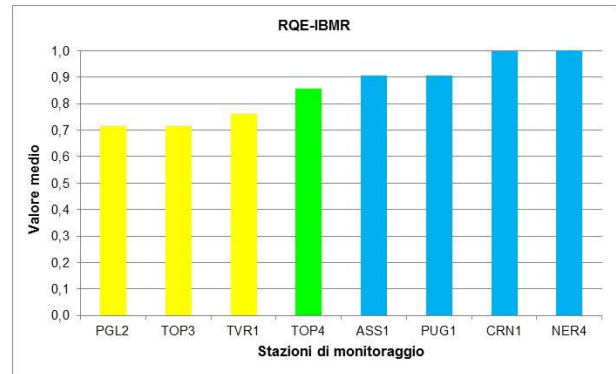
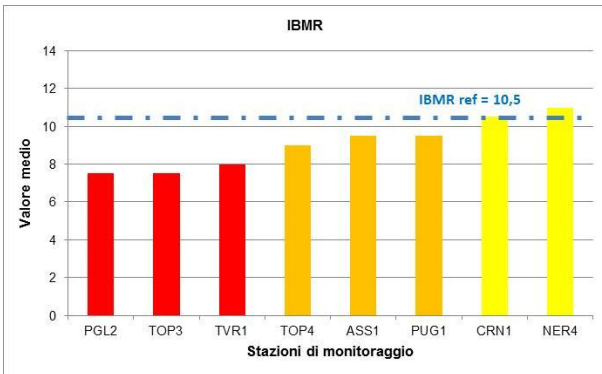
In generale, i livelli trofici calcolati sulla base dell'indice non normalizzato (IBMR) sembrano essere più penalizzanti rispetto al giudizio di stato ecologico determinato dall'RQE-IBMR, in particolare per quanto riguarda i corpi idrici delle aree di pianura (macrotipi Mb e Md) per i quali il DM 260/2010 prevede valori di IBMR di riferimento piuttosto bassi, corrispondenti già ad un medio livello di trofia (10,5).

Tutte le considerazioni finora esposte potranno essere oggetto di successivi approfondimenti nel momento in cui saranno disponibili altri dati, raccolti sia a scala regionale che nazionale, utili per una migliore definizione delle condizioni di riferimento.

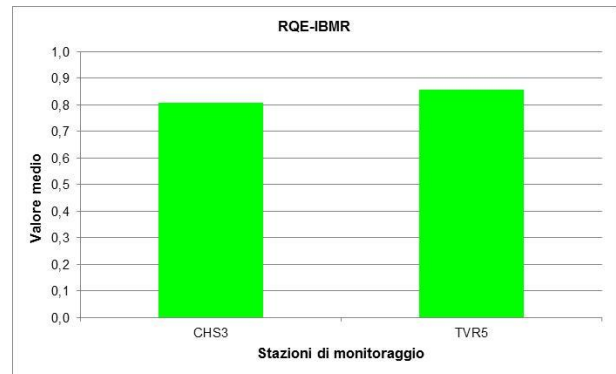
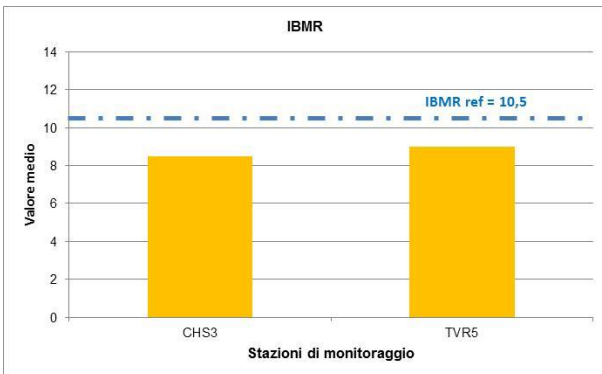
Macrotipo Ma



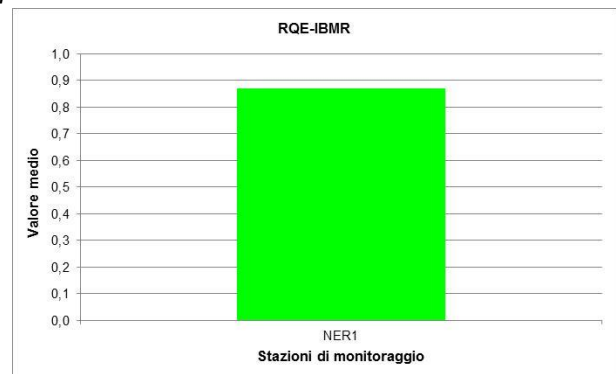
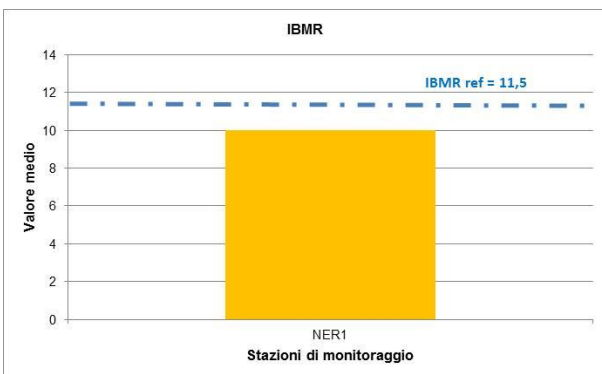
Macrotipo Mb



Macrotipo Md



Macrotipo Mf



Livello trofico IBMR	Colore	Giudizio RQE-IBMR
Molto basso	blu	Elevato
Basso	verde	Buono
Media	giallo	Sufficiente
Elevato	arancio	Scarso
Molto elevato	rosso	Cattivo

Fig. 6-29 – Confronto tra i valori dell'RQE-IBMR e dell'IBMR calcolati per ciascun sito.

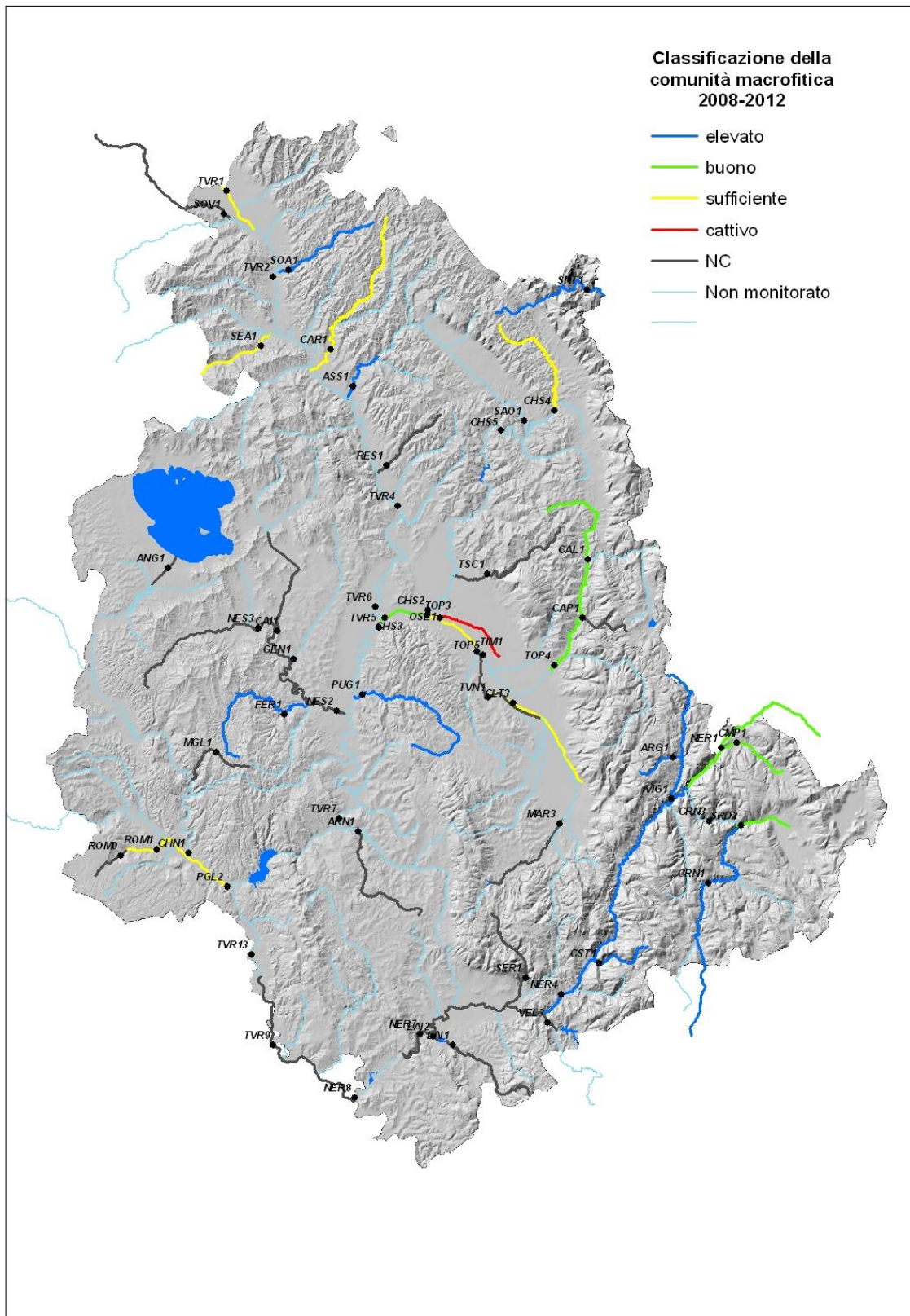


Fig. 6-30 - Rappresentazione cartografica della qualità ambientale associata alla comunità macrofittica dei corpi idrici umbri.

6.3 Diatomee

6.3.1 Metodi di campionamento

I criteri tecnici per l'individuazione dei siti di campionamento e le metodiche da applicare per la rilevazione della composizione e abbondanza della comunità diatomica sono contenuti nel "Protocollo di campionamento e analisi delle diatomee bentoniche dei corsi d'acqua" (APAT, 2007).

Il sito di campionamento deve essere localizzato lungo un tratto fluviale di lunghezza minima di almeno 10 m e che presenti habitat e substrati di campionamento idonei (preferibilmente "raschi"). Possono essere considerati anche tratti di maggiore estensione, in funzione dell'uniformità fisica del corso d'acqua e della disponibilità di substrati; l'estensione dovrà comunque superare o essere almeno pari alla larghezza dell'alveo bagnato.

Per la scelta del substrato da campionare (Fig. 6-31 e Fig. 6-32) si deve dare la preferenza ai substrati naturali mobili, ossia ai ciottoli e ai massi, per la raccolta delle diatomee epilittiche. In mancanza di tale tipologia di substrato si può scegliere fra i seguenti, disposti secondo l'ordine di preferenza:

- superfici artificiali *in situ* (manufatti);
- vegetazione acquatica, quali macrofite emergenti o sommerse;
- substrati artificiali.

Nel caso dei substrati artificiali è necessario posizionare, nella zona eufotica del corso d'acqua, substrati con superficie rugosa quali mattoncini, tegole, corde di nylon che devono essere lasciati per un tempo sufficiente a permetterne la colonizzazione da parte delle diatomee.

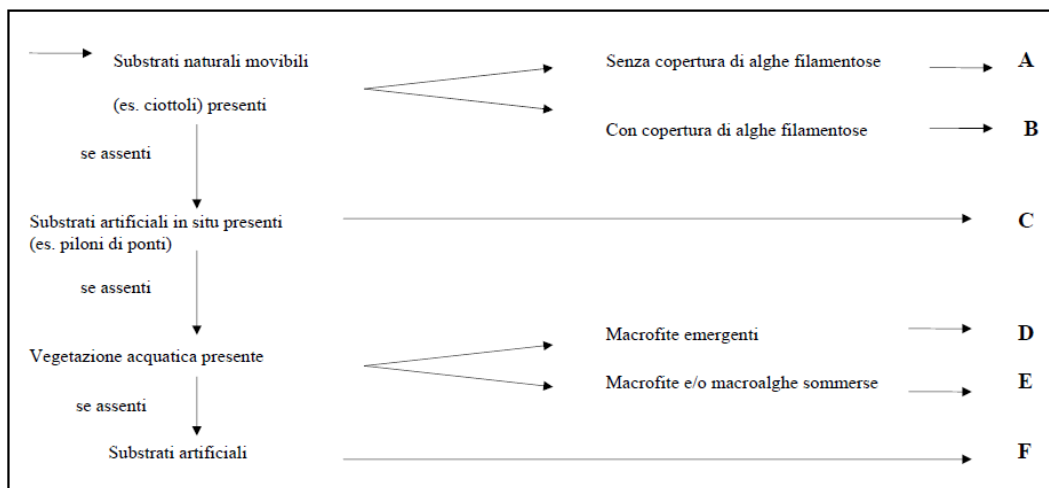


Fig. 6-31 - Schema relativo alla scelta del substrato da campionare (Fonte: *Protocollo di campionamento e analisi delle diatomee bentoniche dei corsi d'acqua*, APAT).

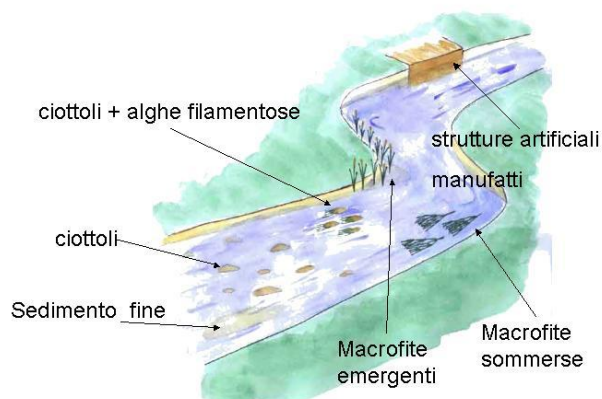


Fig. 6-32 - Substrati tipici colonizzati dalle diatomee (Fonte: *Protocollo di campionamento e analisi delle diatomee bentoniche dei corsi d'acqua*, APAT)

In riferimento alla scelta dei microhabitat nei quali effettuare il campionamento, occorre poi tenere presente che:

- devono essere evitate zone del corso d'acqua con elevato grado di ombreggiamento;
- nel caso di corsi d'acqua profondi, deve essere campionata la zona eufotica;
- nel caso di fiumi profondi non guadabili si deve dare comunque preferenza ai substrati naturali mobili, ma in mancanza di tale tipologia, si può scegliere fra gli altri substrati elencati, sempre rispettando l'ordine di preferenza illustrato in Fig. 6-31. In caso di assenza dei substrati preferenziali, sarà necessario posizionare nella zona eufotica del corso d'acqua dei substrati artificiali;
- devono essere evitate zone di corrente lenta, poiché in questo caso le diatomee risultano poco adese al substrato e si possono formare depositi di fango e detrito.

In generale, devono essere campionati substrati stabilmente colonizzati e sempre sommersi e, per ciascuna tipologia di substrato, il Protocollo specifica le modalità di rilievo e raccolta dei campioni.

Il campionamento della comunità diatomica deve essere effettuato **due volte l'anno**, preferibilmente nei periodi maggio-giugno e settembre-ottobre, caratterizzati da alta intensità luminosa e temperatura mite; va evitato invece il campionamento nei periodi successivi alle piene.

Come previsto all'Allegato 1 del DM 56/2009, il monitoraggio della comunità diatomica è facoltativo per i fiumi grandi e molto grandi.

Alle fasi di rilievo in campo seguono complesse analisi di laboratorio che prevedono la preparazione dei campioni, l'allestimento dei vetrini per l'analisi al microscopio, la successiva identificazione a livello di specie e il conteggio degli organismi raccolti. Considerata l'importanza che le fasi analitiche assumono nel processo di caratterizzazione della comunità diatomica, nel box presentato di seguito viene proposta una breve descrizione delle procedure di laboratorio.

Preparazione dei campioni

Al fine di ottenere dei frustuli puliti che abbiano ben visibili i caratteri indispensabili per l'identificazione delle specie di diatomee è necessario eliminare completamente la sostanza organica. Il metodo prevede il trattamento dei campioni con perossido di idrogeno (30%) a caldo (APAT, 2007. Allegato C - Metodo 1). Una quantità del campione omogeneizzato (5 ml) è trasferita in un beaker, lavata, se necessario, in centrifuga (a 1500 giri/min per 4-5 minuti) con acqua distillata per eliminare il conservante; vi si aggiungono poi 20 ml circa di perossido di idrogeno (H₂O₂). Il campione viene riscaldato su piastra elettrica (a 90°C circa) fino alla deposizione di un residuo bianco, costituito dai frustuli puliti, indice del fatto che tutta la sostanza organica è stata ossidata. Al composto, raffreddato, va aggiunta qualche goccia di HCl diluito (37%) per eliminare il carbonato di calcio, il perossido di idrogeno residuo ed eventuali ossidi di ferro. Il campione viene nuovamente lavato in centrifuga con acqua distillata, ripetendo più volte il ciclo decantazione/diluizione per rimuovere l'HCl in eccesso. Infine si aggiungono alcune gocce di etanolo per la conservazione finale del campione di frustuli.

Allestimento dei vetrini

Per osservare i frustuli al microscopio e quindi procedere all'identificazione delle specie, si allestiscono vetrini dei campioni utilizzando una resina ad elevato indice di rifrazione, il Naphrax (indice di rifrazione = 1,74). L'uso della resina è reso necessario dal fatto che la silice costituente i frustuli è caratterizzata da un indice di rifrazione simile a quello dell'acqua e del vetro. La sospensione di frustuli opportunamente diluita, viene fatta aderire tramite evaporazione sulla superficie inferiore di un vetrino copri-oggetto circolare, successivamente montato su una goccia di resina posta su un vetrino porta-oggetto e poi riscaldato per l'eliminazione del solvente. Tutte le fasi devono essere eseguite sotto cappa chimica, data la tossicità di alcuni reattivi usati.

Identificazione e conteggio

Le operazioni di riconoscimento e conteggio sono effettuate al microscopio ottico a 1000 ingrandimenti ad immersione. Per l'identificazione fino a livello di specie e quando possibile di varietà è consigliato l'utilizzo di un sistema di analisi delle immagini, costituito da una camera per microfotografia connessa al microscopio e ad un computer, e da un software utilizzato per digitalizzare e analizzare le immagini dei frustuli delle diatomee. Tramite l'analisi delle immagini vengono rilevate le caratteristiche sistematiche dei frustuli, come lunghezza, larghezza, simmetria e forma della valva, densità e disposizione delle ornamentazioni, presenza-assenza del rafe, di stigmi, ecc. Tutti i frustuli presenti in un campo d'immagine microscopico sono identificati e contati, procedendo per campi successivi tangenti. La stima delle abbondanze relative delle specie nei campioni è realizzata tramite la conta di almeno 400 valve, nelle quali i frustuli risultano per lo più dissociati a seguito del trattamento con perossido di idrogeno. Il conteggio così realizzato è integrato con l'osservazione completa di tutti i vetrini per non trascurare le specie di grandi dimensioni, che spesso sono presenti con pochi esemplari, e le specie rare. Questo metodo di valutazione delle abbondanze è consigliato dalle linee guida italiane (APAT, 2007).

6.3.2 Attività svolte

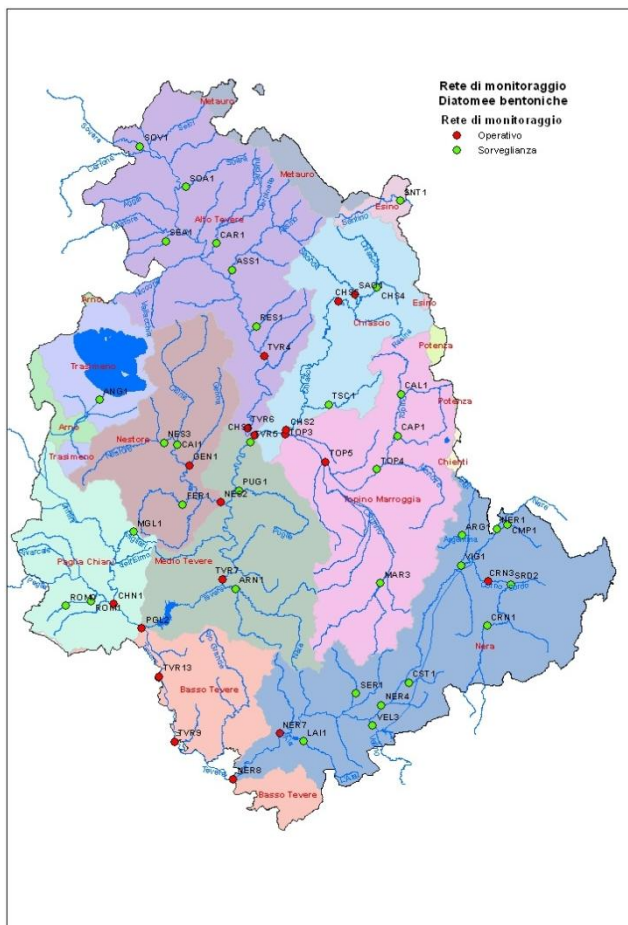


Fig. 6-33 - Rete di monitoraggio delle diatomee bentoniche

Il primo ciclo di monitoraggio della comunità diatomica è stato avviato nel 2008 sui corpi idrici del reticolo principale e, dalla metà dell'anno 2009, anche su quelli del reticolo secondario, con le frequenze previste nel programma adottato. In totale sono state monitorate 52 stazioni e sono stati raccolti circa 100 campioni (Fig. 6-33).

Sulla base delle indicazioni contenute nel Protocollo nazionale di riferimento, i due rilievi previsti sono stati effettuati, per quanto possibile, nell'arco del medesimo anno, nei periodi tardo primaverile e autunnale.

La quasi totalità dei campioni è stata raccolta nel corso del biennio 2009-2010; solo per alcuni corpi idrici le criticità legate alle condizioni idrologiche (secca, non guadabilità) hanno reso necessaria la prosecuzione o ripetizione dei campioni nel biennio successivo. La maggior parte dei siti di monitoraggio (48) ha presentato caratteristiche di guadabilità ed accessibilità tali da consentire il campionamento da riva (Fig. 6-34). In queste stazioni la raccolta delle diatomee epilittiche è stata effettuata quasi ovunque su substrati naturali mobili (ciottoli o massi), ad eccezione del sito di monitoraggio localizzato nel Canale dell'Anguillara (ANG1), le cui caratteristiche di forte artificialità hanno reso necessario il campionamento su macrofite.



Fig. 6-34 - Procedure di campionamento della comunità diatomica

I siti di monitoraggio NER8, TVR7, TVR13 e VEL3, invece, appartenenti al macrotipo M3 e caratterizzati da deflussi perenni e consistenti, hanno presentato condizioni di non guadabilità/inaccessibilità tali da rendere impossibile la raccolta di campioni da riva in tutti i periodi dell'anno. In assenza di manufatti o altri substrati idonei al campionamento, pertanto, è stato necessario avviare la sperimentazione dell'utilizzo dei substrati artificiali (Fig. 6-35). Dalle prime attività, condotte nell'ottobre del 2012 sul Fiume Tevere a monte della traversa di Alviano (sito TVR13), sono emerse fin da subito diverse criticità, essenzialmente riconducibili all'assenza di indicazioni tecniche di dettaglio circa l'allestimento ed assemblaggio dei substrati e all'assenza di strutture fisse (pontili, alberi, ecc) per il corretto posizionamento in alveo. Gli eventi alluvionali che hanno interessato l'area sud-orientale della regione nel novembre dello stesso anno hanno, inoltre, determinato lo spiaggiamento dei substrati e la conseguente mancata colonizzazione.

La sperimentazione dei substrati artificiali sarà quindi ripetuta nel corso del secondo ciclo di monitoraggio.



Fig. 6-35 – Campionamento delle diatomee bentoniche mediante substrati artificiali

In Fig. 6-36 viene presentato il quadro complessivo delle attività svolte per ciascun macrotipo fluviale, con l'indicazione del numero dei campionamenti effettuati sui diversi substrati, nonché il numero dei rilievi per i quali non è stato possibile procedere al campionamento a causa delle condizioni idrologiche dei corpi idrici (condizioni di secca o non guadabilità).

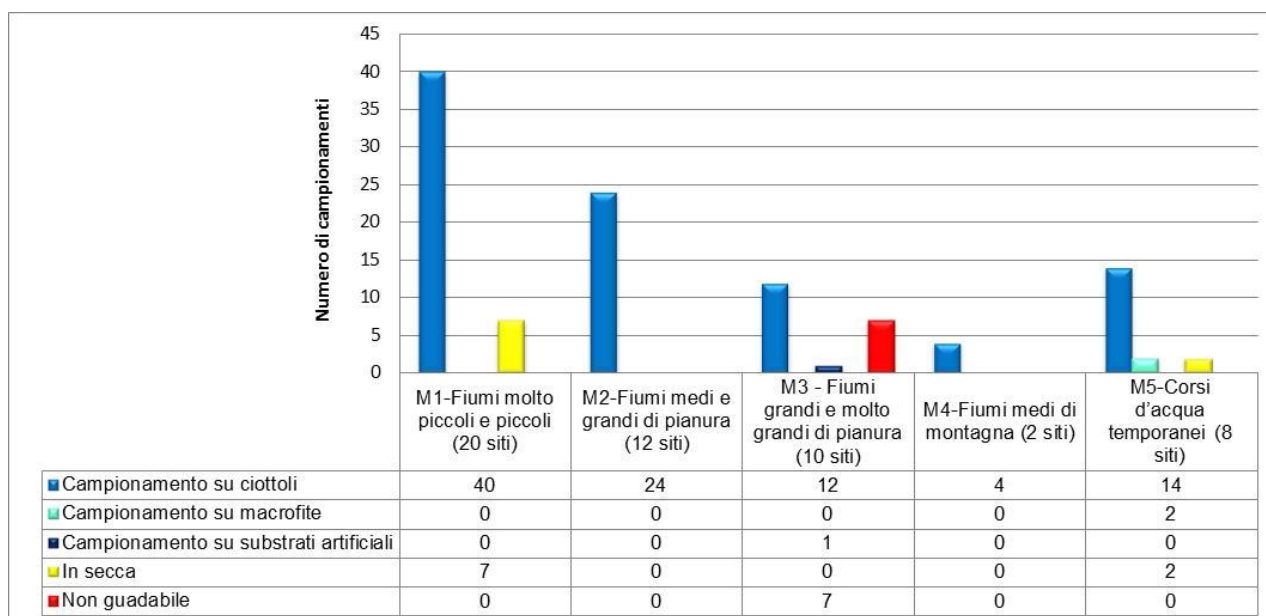


Fig. 6-36 - Quadro complessivo delle rilevazioni effettuate per ciascun macrotipo

Per ciascun sito monitorato sono state compilate schede di campo contenenti tutte le informazioni raccolte durante il rilievo. Alle fasi di campionamento sono poi seguite tutte le attività di riconoscimento e conteggio dei taxa algali previste dal Protocollo (Fig. 6-37).



Fig. 6-37 – Diatomee bentoniche dei corsi d'acqua

I dati relativi alle abbondanze delle specie determinate sono stati trasmessi al Ministero dell'Ambiente tramite upload del sistema SINTAI.

Da un punto di vista operativo, la criticità principale riscontrata in fase di rilevazione della comunità diatomica è riconducibile, come già anticipato, al regime idrologico di alcuni corpi idrici per i quali si è potuto procedere al campionamento solo in condizioni favorevoli e non sempre nei periodi programmati.

Tra le altre problematiche emerse durante le fasi operative va inoltre sottolineata la complessità del riconoscimento tassonomico per l'identificazione degli organismi a livello di specie, che ha richiesto personale altamente specializzato e costantemente aggiornato sulle liste tassonomiche, in continua evoluzione.

6.3.3 Caratterizzazione della comunità diatomica rilevata

Le diatomee costituiscono una delle principali componenti del fitobenthos dei corpi idrici fluviali e presentano caratteristiche biologiche ed ecologiche che le rendono un buon indicatore per la caratterizzazione della qualità delle acque. Sono alghe unicellulari autotrofe e nei fiumi possono vivere in sospensione nell'acqua (diatomee planctoniche) o, più comunemente, adese a diversi substrati come sabbia, rocce e vegetazione (diatomee bentoniche). Tra queste ultime, le diatomee epilittiche, colonizzanti massi e ciottoli, rappresentano la componente principale della biomassa bentonica dei corsi d'acqua e sono considerate ottimi bioindicatori per la loro diffusione cosmopolita in tutti gli ambienti umidi e per l'elevata sensibilità alle condizioni ambientali e alle caratteristiche chimico-fisiche dei vari habitat. Nel dettaglio forniscono molte informazioni sullo stato di trofia, di ossigenazione e di contenuto in sostanza organica del corpo idrico. Inoltre, essendo caratterizzate da tassi riproduttivi veloci e cicli vitali piuttosto brevi, presentano le caratteristiche ideali per un indicatore di impatto a breve termine. Le diatomee si sviluppano in qualsiasi ambiente acquatico con generi e specie diversi a seconda delle condizioni ecologiche. Essendo produttori primari, si trovano alla base della rete trofica, per cui qualsiasi alterazione nella composizione e struttura della comunità diatomica può ripercuotersi sui livelli successivi dell'ecosistema.

Nel corso del primo ciclo di monitoraggio della comunità diatomica sono stati conteggiati circa 41.000 individui appartenenti a 214 specie (comprese sottospecie e varietà), riconducibili a 31 generi (Tab. 6-13), identificate seguendo principalmente le monografie sulla tassonomia di Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, b, 2000) e l'atlante Prygiel & Coste (2000).

Tab. 6-13 - Numero di specie e di varietà di diatomee identificate per ogni genere e numero di individui totali conteggiati

Genere	Numero di specie	Numero di individui
<i>Navicula</i>	62	9.366
<i>Nitzschia</i>	30	4.533
<i>Cymbella</i>	18	2.205
<i>Achnanthes</i>	17	9.800
<i>Gomphonema</i>	16	3.310
<i>Fragilaria</i>	10	471
<i>Amphora</i>	9	4.808
<i>Cyclotella</i>	7	195
<i>Diatoma</i>	6	507
<i>Cocconeis</i>	5	4.134
<i>Gyrosigma, Surirella</i>	4	151
<i>Caloneis, Cymatopleura, Denticula, Diploneis, Epithemia, Eunotia, Meridion</i>	2	464
<i>Biddulphia, Craticula, Encyonema, Fallacia, Melosira, Pinnularia, Pleurosira, Reimeria, Rhoicosphenia, Rhopalodia, Simonsenia, Stenopterobia</i>	1	1.064
Totale	214	41.008

Come si evince dalla tabella, il genere comprendente il maggior numero di specie è *Navicula* (62 specie per un totale di 9.366 individui conteggiati), seguito da *Nitzschia* (30 specie e 4.533 individui) e *Cymbella* (18 specie e 2.205 individui). Il genere *Achnantes*, sebbene presente con un numero più limitato di specie, risulta comunque molto numeroso, con 9.800 individui totali distribuiti in 17 specie.

L'analisi dei dati relativi alla comunità diatomica evidenzia come 10 tra le specie campionate siano risultate più ubiquitarie, essendo state rilevate in oltre due terzi dei siti di monitoraggio (Fig. 6-38). A tale proposito,

nel grafico di Fig. 6-39 viene rappresentato, per ognuna di esse, il confronto tra l'abbondanza relativa media (numero individui/numero totale frustuli) ed il numero di campioni in cui è stata rilevata la loro presenza.

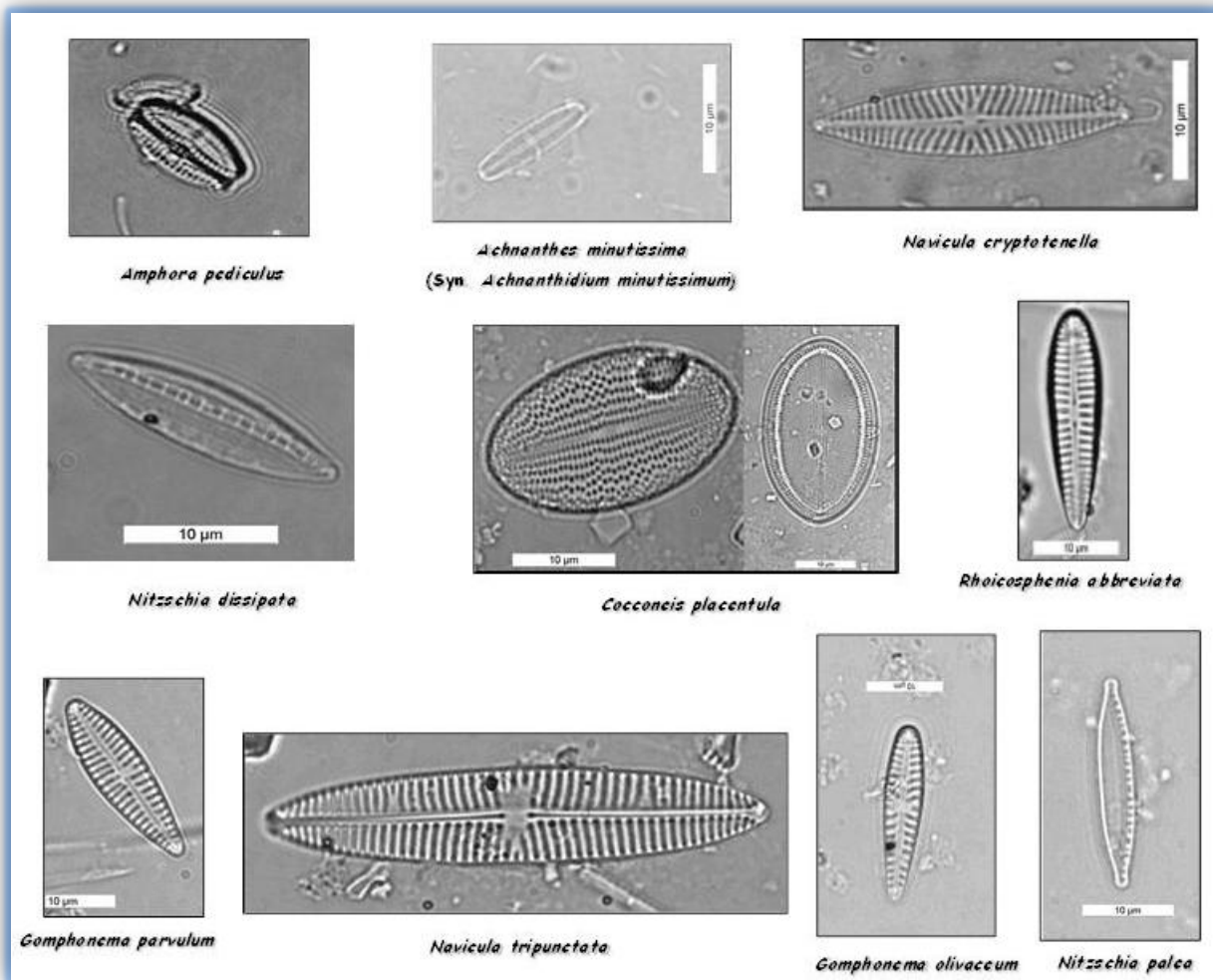


Fig. 6-38 - Foto delle specie diatomiche più diffuse e abbondanti nei siti di monitoraggio effettuate al microscopio ottico a 1000 ingrandimenti ad immersione

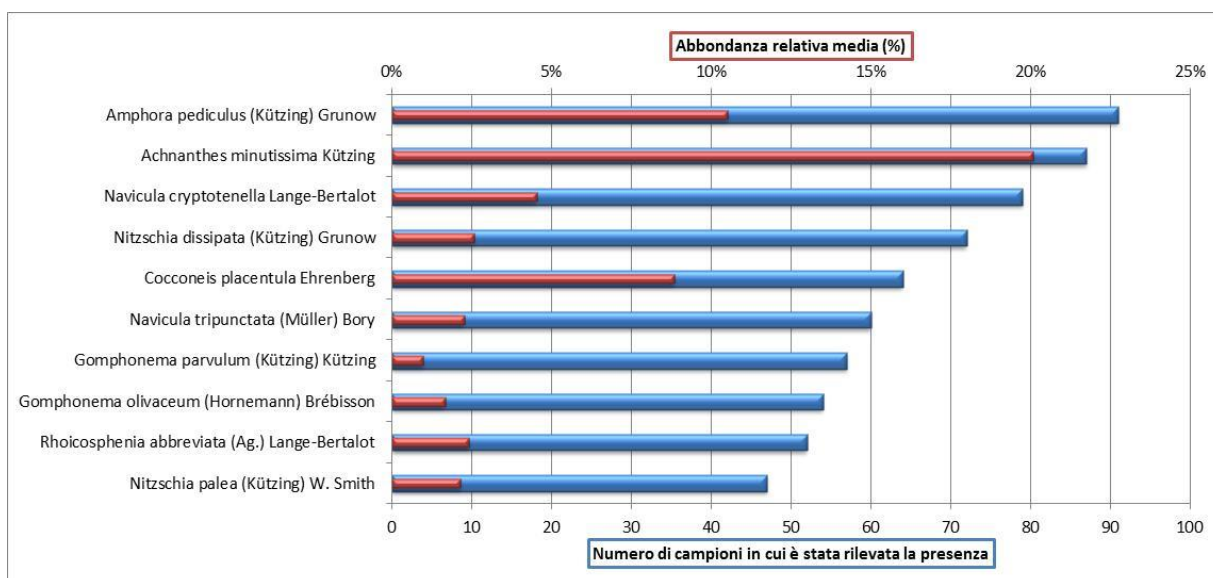


Fig. 6-39 – Numero di presenze e valore medio di individui per le specie diatomiche più diffuse

Le 2 specie più diffuse e abbondanti sono *Amphora pediculus* (Kützing) Grunow e *Achnanthes minutissima* Kützing. Si tratta di due specie cosmopolite, molto comuni e abbondanti nei fiumi e torrenti, spesso dominanti nella comunità diatomica e considerate pioniere e mobili (Falasco et al., 2013). *Amphora pediculus* può tollerare concentrazioni non trascurabili di nutrienti nelle acque, ma con basso carico organico, mentre *Achnanthes minutissima* presenta un ampio range ecologico in quanto in grado di tollerare grandi intervalli di inquinamento organico e inorganico.

Un'altra specie reperita in molte stazioni è *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot, anch'essa cosmopolita e mobile. Analogamente ad *Amphora pediculus*, la specie è piuttosto sensibile all'inquinamento organico, ma può vivere in acque da oligotrofiche ad eutrofiche. *Nitzschia dissipata* (Kützing) Grunow, altra specie di diatomea identificata in molte stazioni anche se con abbondanza meno elevata, può divenire dominante nei siti con contenuto medio-elevato di nutrienti come nitrati e fosforo totale (Falasco et al., 2013). Tra le specie reperite in oltre la metà dei siti di monitoraggio ritroviamo *Rhoicosphenia abbreviata* (Agardh) Lange-Bertalot, una specie tipicamente epifita (predilige l'adesione a macrofite acquatiche), alofila e alcalifica, reperita spesso in ambienti salmastri e/o caratterizzati da substrati calcarei, dimostrando la sua affinità per acque salmastre e la sua moderata tolleranza all'eutrofia (Della Bella et al., 2006). Sia *Nitzschia dissipata* sia *Rhoicosphenia abbreviata* sono specie caratteristiche di siti con acque di qualità non elevata, ma piuttosto bassa e con un livello di impatto antropico intermedio, come risulta da studi svolti anche in altre regioni dell'Italia centrale e Nord-occidentale (Bona et al., 2007; Della Bella et al., 2012).

Infine, tra le specie più comuni e abbondanti rientrano anche *Gomphonema olivaceum* (Hornemann) Brébisson e *Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing. Il primo, piuttosto sensibile all'inquinamento organico ma in grado di tollerare il carico trofico, è in genere abbondante nei corsi d'acqua calcarei con conducibilità anche elevata. Il secondo in realtà include un complesso di specie, ma in generale la specie che dà il nome al complesso ha un'ampia valenza ecologica con un'elevata tolleranza all'inquinamento organico e trofico, quindi risulta diffusa anche in siti degradati (Falasco et al., 2013; Della Bella et al., 2006).

A conferma di quanto sopra esposto circa l'ecologia delle specie più diffuse, vengono riportati, in Tab. 6-14, i valori dei coefficienti di sensibilità ai carichi organici e trofici (S e TW) e di affidabilità come indicatori (I e G) previsti per il calcolo degli indici di classificazione della comunità diatomica (IPS e TI).

Tab. 6-14 – Coefficienti di sensibilità e affidabilità delle 10 specie più diffuse

Taxa	IPS		TI	
	S	I	TW	G
<i>Achnanthes minutissima</i> Kützing	5,0	1,0	1,2	1,0
<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow	4,0	1,0	2,8	2,0
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	4,0	1,0	2,6	2,0
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	4,0	2,0	0,7	4,0
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson	4,6	1,0	2,9	1,0
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing	2,0	1,0	3,6	2,0
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	4,0	1,0	2,3	1,0
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory	4,4	2,0	3,1	3,0
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow	4,5	3,0	2,4	2,0
<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Grunow	2,0	1,0	3,3	4,0
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith	1,0	3,0	3,3	3,0
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (Agardh) Lange-Bertalot	4,0	1,0	2,9	2,0

Legenda

IPS= Indice di Sensibilità agli Inquinanti

S = sensibilità della specie. I valori di S variano da 5 (specie molto sensibile) a 1 (specie tollerante)

I = affidabilità della specie come indicatore (grado di stenocia della specie). I valori di I variano da 1 (indicatore sufficiente) a 3 (indicatore ottimo)

TI = Indice Trofico

TW = sensibilità della specie all'inquinamento trofico. I valori di TW variano da 1 (specie sensibile) a 4 (specie tollerante)

G= affidabilità della specie come indicatore. I valori di G variano da 1 (indicatore sufficiente) a 5 (indicatore ottimo).

Al fine di caratterizzare i cinque macrotipi fluviali (M1-M5) presenti nel territorio regionale in funzione delle specie diatomiche rilevate in ciascuno di essi, è stata applicata ai dati raccolti la tecnica dell'*Indicator Species Analysis* (ISA, Dufrene & Legendre, 1997). Questa analisi, che combina insieme i dati sull'abbondanza relativa e quelli sulla frequenza delle specie rinvenute nei corpi idrici monitorati, consente di mettere in evidenza le specie caratteristiche di ogni macrotipo.

In Tab. 6-15 vengono presentati i risultati dell'analisi ISA, evidenziando, le specie diatomiche tipiche e caratteristiche dei differenti macrotipi fluviali che ricadono nel territorio regionale.

Tab. 6-15 - Risultato dell'applicazione dell'Indicator Species Analysis (ISA) in cui sono evidenziate le specie caratteristiche di ciascun macrotipo fluviale.

M1	M2	M3	M4	M5
Fiumi molto piccoli e piccoli	Fiumi medi e grandi di pianura	Fiumi di pianura molto grandi	Fiumi medi di montagna	Corsi d'acqua temporanei
<i>Cymbella silesiaca</i> Bleisch (Syn. <i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch in Rabh.) D.G. Mann)	<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W. Smith	<i>Navicula capitatoradiata</i> Germain	<i>Denticula tenuis</i> Kützing	<i>Fragilaria capucina</i> Desmazieres var. <i>capitellata</i> (Grunow) (Syn. <i>Fragilaria capitellata</i> (Grunow in Van Heurck) J.B. Petersen)
<i>Achnanthes biasolettiana</i> Grunow (Syn. <i>Achnantheidium pyrenaicum</i> (Hustedt) Kobayasi)	<i>Navicula tripunctata</i> (Müller) Bory	<i>Navicula cincta</i> (Ehrenberg) Ralfs	<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith	<i>Gomphonema tergestinum</i> Fricke
<i>Amphora inariensis</i> Kramme	<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing	<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Grunow N°	<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow	<i>Achnanthes minutissima</i> Kützing (Syn. <i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki)
		<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	<i>Cymbella minuta</i> Hilse ex Rabenhorst (Syn. <i>Encyonema minutum</i> (Hilse in Rabh.) D.G. Mann)	<i>Cymbella microcephala</i> (Syn. <i>Encyonopsis microcephala</i> (Grunow) Krammer- Gruppo <i>microcephala/minuta/su bminuta</i>)
		<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing		
		<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing		

Come si può vedere in tabella, ciascun macrotipo fluviale, contraddistinto da particolari condizioni ambientali, presenta alcune specie diatomiche che ne caratterizzano la comunità.

Un primo esempio è rappresentato dalla specie *Cyclotella meneghiniana* Kützing (Ordine Centrales), specie a simmetria raggiata tipicamente planctonica, individuata come specie caratteristica del macrotipo fluviale M3. A tale macrotipo appartengono fiumi di pianura molto grandi in cui la corrente molto lenta permette lo sviluppo delle specie planctoniche che si possono ritrovare anche nelle comunità bentoniche fluviali.

Altro caso significativo è costituito dalla specie *Achnanthes minutissima* Kützing (Syn. *Achnantheidium minutissimum* (Kützing) Czarnecki), specie pioniera e in grado di ricolonizzare rapidamente i substrati fluviali, che risulta caratteristica del macrotipo fluviale M5, cui appartengono corsi d'acqua temporanei, soggetti a ripetute fasi di asciutta annuali.

6.3.4 Applicazione dell'Indice Multimetrico di Intercalibrazione (ICMi)

L'indice proposto dal DM 260/2010 per la valutazione dello stato ecologico sulla base della composizione e abbondanza della comunità diatomica è l'Indice Multimetrico di Intercalibrazione (ICMi); i criteri per il calcolo dell'indice sono riportati nel rapporto ISTISAN 09/19 "Metodo per la valutazione dello stato ecologico delle acque correnti: comunità diatomiche" (Istituto Superiore di Sanità, 2009).

L'ICMi si calcola a partire dalla stima di due sub-indici: l'Indice di Sensibilità agli Inquinanti, **IPS** (CEMAGREF, 1982), che valuta la sensibilità delle specie all'inquinamento organico e l'Indice Trofico, **TI** (Rott *et al.*, 1999), che si basa sulla sensibilità delle specie all'inquinamento trofico. Entrambi i subindici vengono calcolati come media pesata delle abbondanze relative delle singole specie, attribuendo a ciascuna di esse un valore di sensibilità (affinità/tolleranza) all'inquinamento ed un valore di affidabilità come indicatore, secondo la formula generale:

$$\text{Indice diatomico} = \frac{\sum_{j=1}^n a_j \cdot r_j \cdot i_j}{\sum_{j=1}^n a_j \cdot r_j}$$

dove:

a= abbondanza relativa della specie j

r= affidabilità della specie j

i= sensibilità della specie j a fattori di inquinamento

Ai fini della definizione del giudizio di qualità ecologica associato alla comunità diatomica, il valore dei due sub-indici deve essere rapportato (RQE_IPS e RQE_TI) ai rispettivi valori di riferimento fissati per ciascun macrotipo fluviale nella tabella 4.1.1/d del DM 260/2010.

L'ICMi, infine, è dato dalla media aritmetica dei rapporti di qualità ecologica relativi ai due subindici:

$$ICMi = \frac{(RQE_IPS + RQE_TI)}{2}$$

Al valore dell'indice ICMi così calcolato viene associato un giudizio di stato ecologico sulla base dei limiti di classe definiti in tabella 4.1.1/c del medesimo decreto, differenziati per macrotipo. In Tab. 6-16 vengono riportati i limiti relativi ai macrotipi fluviali individuati nel territorio regionale.

Tab. 6-16 - Limiti di classe tra gli stati per i diversi macrotipi fluviali presenti sul territorio regionale – Comunità diatomica

Macrotipo fluviale	Limiti di classe			
	Elevato/Buono	Buono/Sufficiente	Sufficiente/Scarso	Scarso/Cattivo
M1-M2-M3-M4	0,80	0,61	0,51	0,25
M5	0,88	0,65	0,55	0,26

I valori riportati corrispondono al valore più basso della classe superiore

L'applicazione dell'indice ICMi è stata effettuata per tutti i corpi idrici *naturali* presenti nel territorio regionale. Come già anticipato nei paragrafi precedenti, infatti, la valutazione della comunità diatomica nei *corpi idrici fortemente modificati o artificiali* verrà effettuata non appena saranno resi disponibili a livello nazionale i potenziali ecologici e i relativi valori di riferimento.

Nelle tabelle seguenti vengono presentati i risultati dell'applicazione dell'Indice ICMi ai corpi idrici regionali effettuata sulla base dei risultati del monitoraggio svolto nel periodo 2008-2012 (Tab. 6-17 e Tab. 6-18).

La rappresentazione delle classi di qualità calcolate applicando l'indice ICMi segue lo schema cromatico previsto per la classificazione generale dello stato ecologico: elevato/blu, buono/verde, sufficiente/giallo, scarso/arancio, cattivo/rosso.

Tab. 6-17 – Applicazione dell'Indice ICMI per la classificazione della comunità diatomica dei corpi idrici umbri sottoposti a **monitoraggio di sorveglianza**.

Codice stazione	Codice corpo idrico	Nome Corpo idrico	TIPO	Macrotipo	Naturale/HMWB/AWB	Numero di campionamenti	ICMi medio	Giudizio (lista 2012)
ANG1	N0100201AF	Fosso dell'Anguilara intero corso	11IN7T	M5	AWB	2		NC
ARG1	N01001260301AF	Torrente Argentina intero corso	13SR1T	M1	Naturale	2	0,82	elevato
ARN1	N010012102AF	Torrente Arnata intero corso	11IN7T	M5	Naturale	2	0,98	elevato
ASS1	N0100110BF	Torrente Assino da T. Lana a F. Tevere	11SS3T	M2	Naturale	2	1,46	elevato
CAI1	N010011702BF	Torrente Caina da T. Formanuova a F. Nestore	11SS3T	M2	HMWB	2		NC
CAL1	N01001150502AF	Torrente Caldognola intero corso	11SR2T	M1	Naturale	2	0,87	elevato
CAP1	N01001150503AF	Torrente Rio di Capodacqua intero corso	13SR2T	M1	Naturale	2	0,72	buono
CAR1	N0100109AF	Torrente Carpina intero corso	11SS2T	M1	Naturale	2	0,85	elevato
CHS4	N0100115AF	Fiume Chiascio dalle origini a T. Sciola	11SS2T	M1	Naturale	2	0,71	buono
CMP1	N010012601AF	Torrente Campiano intero corso	13SR2T	M1	Naturale	2	0,82	elevato
CRN1	N010012602AF	Fiume Corno dalle origini a T. Sordo	13IN7T	M5	Naturale	2	1,05	elevato
CST1	N010012605AF	Fosso del Castellone intero corso	13SR2T	M1	Naturale	2	0,91	elevato
FER1	N010011704AF	Torrente Fersinone intero corso	11IN7T	M5	Naturale	2	1,06	elevato
LAI1	N010012612AF	Torrente L'Aia dalle origini a L. dell'Aia	13SR2T	M1	Naturale	2	1	elevato
MAR3	N01001150506CF	Fiume Timia-Teverone-Marroggia da L. Arezzo a T. Tessino	11SS2T	M1	HMWB	2		NC
MGL1	N01001220503AF	Fosso Migliari intero corso	11SS2T	M1	Naturale	2	0,78	buono
NER1	N0100126AF	Fiume Nera dalle origini a F. Corno	13SR3T	M4	Naturale	2	0,71	buono
NER4	N0100126BF	Fiume Nera da F. Corno a F. Velino	13SR4T	M2	Naturale	2	1,07	elevato
NES3	N0100117AF	Fiume Nestore dalle origini a T. Caina	11SS2T	M1	HMWB	2		NC
PUG1	N0100116AF	Torrente Puglia intero corso	11SS3T	M2	Naturale	2	0,96	elevato
RES1	N0100112AF	Torrente Resina intero corso	11IN7T	M5	Naturale	2	0,93	elevato
ROM0	N010012203AF	Torrente Romealla dalle origini a limite HER	14SR2T	M1	Naturale	2	0,72	buono
ROM1	N010012203BF	Torrente Romealla da limite HER a F. Paglia	11SR2D	M1	Naturale	2	0,63	buono
SEA1	N010010602AF	Torrente Seano dal confine regionale a T. Nestore	11IN7T	M5	Naturale	2	0,91	elevato
SER1	N010012608AF	Torrente Serra intero corso	13IN7T	M5	Naturale	2	1,21	elevato

Codice stazione	Codice corpo idrico	Nome Corpo idrico	TIPO	Macrotipo	Naturale/HMWB/AWB	Numero di campionamenti	ICMi medio	Giudizio (lista 2012)
SNT1	I03001AF	Torrente Sentino intero corso	13SR2T	M1	Naturale	2	0,91	elevato
SOA1	N0100104AF	Torrente Soara intero corso	11SS2T	M1	Naturale	2	0,93	elevato
SOV1	N010010201AF	Torrente Sovara dalle origini a T. Cerfone	11SS2T	M1	Naturale	2	0,68	buono
SRD2	N01001260203AF	Fiume Sordo intero corso	13SR2T	M1	Naturale	2	0,58	sufficiente
TOP4	N010011505BF	Fiume Topino da T. Caldognola a Foligno	11SR3D	M2	Naturale	2	1,44	elevato
TSC1	N010011504AF	Fiume Tescio intero corso	11IN7T	M5	Naturale	2	1,08	elevato
TVR5	N01001EF	Fiume Tevere da F. Chiascio a L. Corbara	11SS5T	M3	Naturale	2	0,84	elevato
VEL3	N010012607BF	Fiume Velino da L. Piediluco a F. Nera	13SS5T	M3	Potenziale HMWB	0		NC
VIG1	N010012603AF	Fiume Vigi dal confine regionale a F. Nera	13SR2T	M1	Naturale	2	0,83	elevato

Tab. 6-18 – Applicazione dell'Indice ICMI per la classificazione della comunità diatomica dei corpi idrici umbri sottoposti a **monitoraggio operativo**.

Codice stazione	Codice corpo idrico	Nome Corpo idrico	TIPO	Macrotipo	Naturale/HMWB/AWB	Numero di campionamenti	ICMi medio	Giudizio (lista 2012)
CHN1	N010012205BF	Torrente Chiani da T. Astrone a F. Paglia	11SS3T	M2	Naturale	2	0,91	elevato
CHS2	N0100115DF	Fiume Chiascio da L. Valfabbrica a F. Topino	11SS3T	M2	HMWB	2		NC
CHS3	N0100115EF	Fiume Chiascio da F. Topino a F. Tevere	11SS5T	M3	Naturale	2	0,83	elevato
CHS5	N0100115BF	Fiume Chiascio da T. Sciola a L. Valfabbrica	11SS3T	M2	Naturale	2	0,97	elevato
CRN3	N010012602BF	Fiume Corno da T. Sordo a F. Nera	13SR3T	M4	Naturale	2	0,69	buono
GEN1	N010011703AF	Torrente Genna intero corso	11SS2T	M1	HMWB	2		NC
NER7	N0100126CF	Fiume Nera da F. Velino a limite HER	13SR5T	M3	HMWB	2		NC
NER8	N0100126FF	Fiume Nera da L. S. Liberato a F. Tevere	11SR5F	M3	HMWB	0		NC
NES2	N0100117BF	Fiume Nestòre da T. Caina a F. Tevere	11SS3T	M2	HMWB	2		NC
PGL2	N0100122BF	Fiume Paglia da T. Romealla a F. Tevere	11SS4T	M2	Naturale	2	0,79	buono
SAO1	N010011502AF	Torrente Saonda intero corso	11SR2T	M1	Naturale	2	0,53	sufficiente
TOP3	N010011505DF	Fiume Topino da F. Timia-Teverone-Marroggia a F. Chiascio	11SR4T	M2	Naturale	2	0,96	elevato
TOP5	N010011505CF	Fiume Topino da Foligno a F. Timia-Teverone-Marroggia	11SR3D	M2	HMWB	2		NC
TVR13	N01001HF	Fiume Tevere dal punto di immissione del canale di restituzione della centrale di Baschi fino alla traversa di Alviano	11SS5T	M3	HMWB	0		NC
TVR4	N01001CF	Fiume Tevere da T. Carpina a Perugia	11SS5T	M3	Naturale	2	0,83	elevato
TVR6	N01001DF	Fiume Tevere da Perugia a F. Chiascio	11SS5T	M3	Naturale	2	0,98	elevato
TVR7	N01001EF	Fiume Tevere da F. Chiascio a L. Corbara	11SS5T	M3	Naturale	0	ND	ND
TVR9	N010_TEVERE_11SS5T_01	Fiume Tevere 1	11SS5T	M3	HMWB	2		NC

In Fig. 6-40 viene rappresentata la distribuzione in classi di qualità dell'indice ICMi.

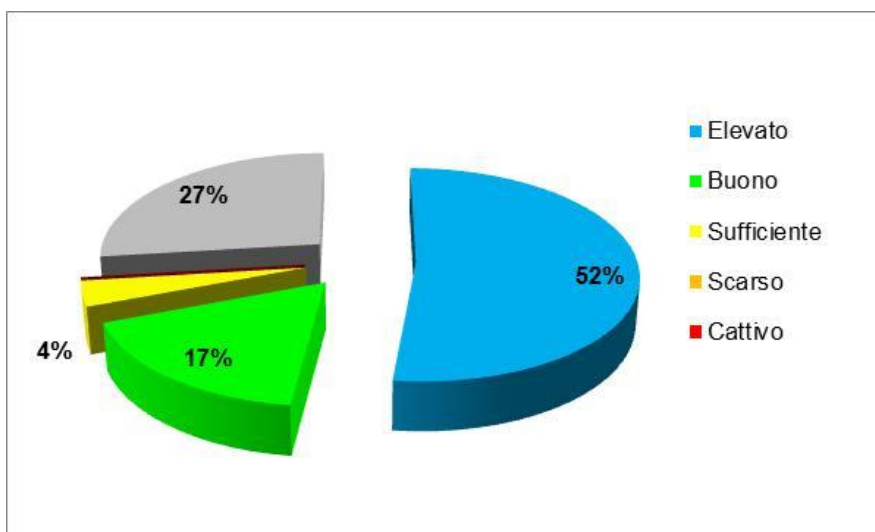


Fig. 6-40 - Distribuzione delle classi di stato ecologico dell'indice ICMi relative ai corpi idrici monitorati nel periodo 2008-2012.

Dal grafico si evidenzia che:

- 36 corpi idrici, pari al 69% dei tratti monitorati, presentano uno stato della comunità diatomica compatibile con l'obiettivo di qualità (classe buona o elevata).
- 2 corpi idrici (4%) risultano classificati in stato sufficiente. Nel caso del torrente Saonda (SAO1), il valore dell'indice ICMi calcolato, prossimo alla soglia di passaggio con la classe inferiore, pregiudica in maniera significativa il raggiungimento dell'obiettivo di stato ecologico. Nel caso del fiume Sordo (SRD2), invece il valore dell'indice, molto vicino alla soglia di passaggio con lo stato buono, sarà oggetto di approfondimenti in fase di avvio del nuovo ciclo di monitoraggio.
- nessun corpo idrico presenta uno stato di compromissione della comunità diatomica tale da classificarlo in stato scarso o cattivo.
- molto significativa, infine, risulta la percentuale dei corpi idrici monitorati individuati come HMWB/AWB (27%), per i quali la valutazione dei dati raccolti sarà effettuata quando saranno resi disponibili i potenziali ecologici.

In fase di classificazione sono emerse alcune problematiche legate da una parte all'assenza nella lista floristica di riferimento di alcune specie di diatomee rinvenute nei fiumi umbri e, dall'altra, all'applicazione dei valori di riferimento previsti nel decreto che sono risultati in molti casi inferiori ai valori dei subindici IPS e TI calcolati, determinando rapporti di qualità ecologica superiori all'unità.

Volendo approfondire il peso dei due subindici sulla classificazione complessiva di ciascun sito, nei grafici di Fig. 6-41 viene messo a confronto, per ciascun sito e per ogni macrotipo, il valore medio dei subindici RQE_IPS e RQE_TI con il valore medio dell'indice ICMi.

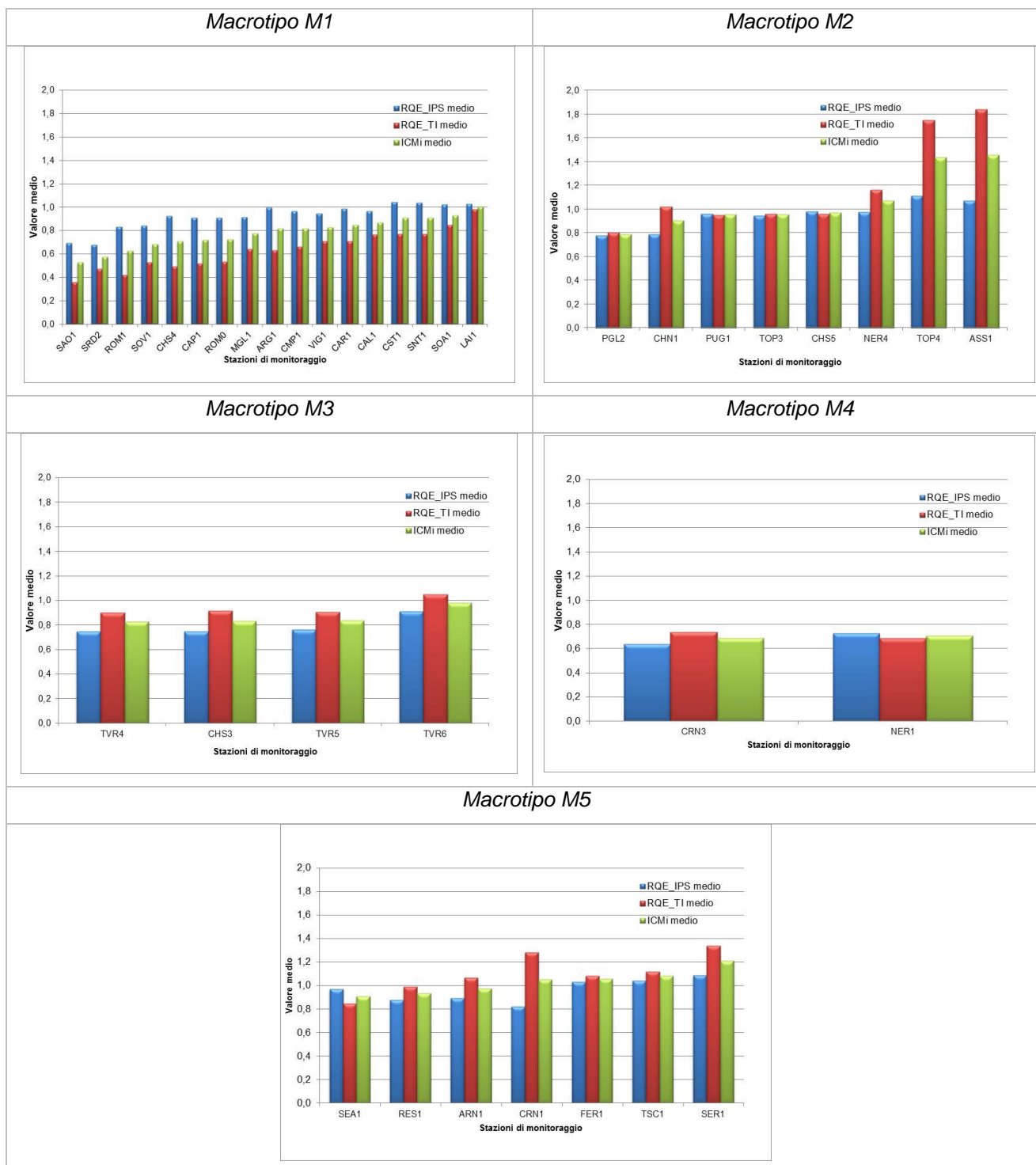


Fig. 6-41 - Valore medio dei subindici RQE-IPS e RQE-TI e dell'indice ICMi per sito di monitoraggio e per macrotipo

In linea generale, il grafico evidenzia come tutti i corpi idrici appartenenti al macrotipo M1 presentano un valore dell'RQE_TI medio sempre inferiore all'RQE_IPS medio, condizionando negativamente il valore complessivo dell'indice ICMi.

Negli altri macrotipi, invece, la comunità diatomica campionata sembra indicare una prevalenza di specie tolleranti al carico organico, dal momento che l'RQE-IPS medio è frequentemente inferiore all'RQE_TI.

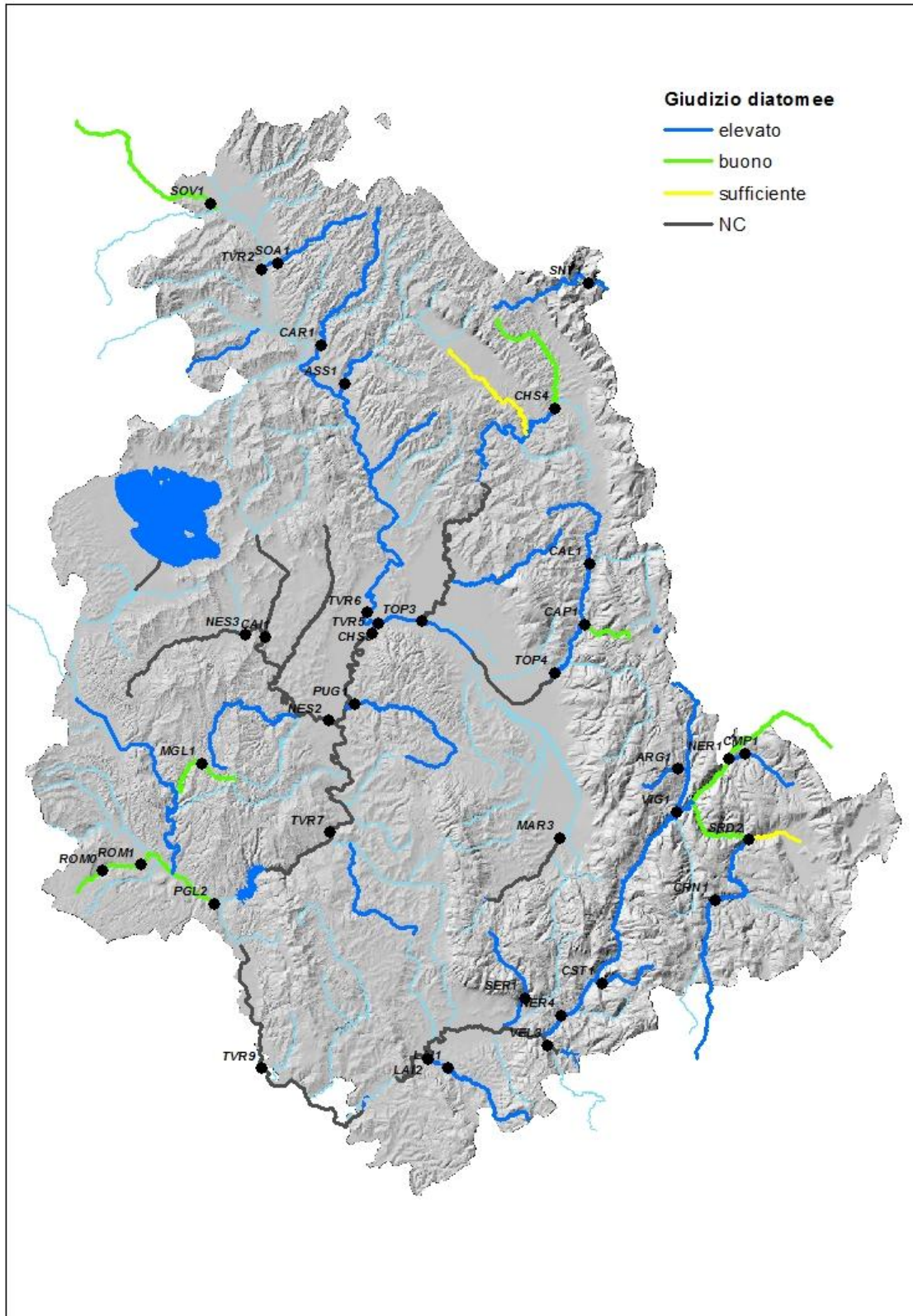


Fig. 6-42 – Rappresentazione cartografica della qualità ambientale associata alla comunità diatomica dei corpi idrici umbri

6.4 Fauna Ittica

6.4.1 Metodi di campionamento

I criteri tecnici per l'individuazione dei siti di campionamento e le metodiche da applicare per la rilevazione delle composizione, abbondanza e diversità dei popolamenti ittici dei fiumi sono contenuti nel *"Protocollo di campionamento e analisi della fauna ittica dei sistemi lotici"* (APAT, 2007).

Il sito di monitoraggio deve essere selezionato all'interno di un tratto fluviale di lunghezza variabile in funzione dell'estensione del bacino idrografico, in modo da rappresentare le diverse tipologie ambientali e le pressioni antropiche gravanti sul corpo idrico. Nella scelta dei siti di campionamento deve essere data priorità ai corsi d'acqua permanenti.

Ove possibile, alcuni dei siti da monitorare per la valutazione della qualità ambientale, dovrebbero essere selezionati in corrispondenza di stazioni già attive per la redazione delle carte ittiche, anche al fine di disporre di un quadro di riferimento "storico".

Il metodo di cattura proposto in via prioritaria si basa sulla pesca elettrica, sia per i tratti dei corsi d'acqua guadabili (profondità < 0,7 m) sia per quelli dove si rende necessario l'utilizzo di un'imbarcazione (profondità > 0,7 m). Tuttavia, nei tratti non guadabili dei fiumi, soprattutto nelle zone potamali caratterizzate da minore idrodinamismo e nelle facies lentiche fluviali, non è esclusa la possibilità di utilizzare reti "branchiali" o altre reti da posta.

Contestualmente al campionamento, vanno rilevate una serie di variabili ambientali e idromorfologiche utili alla completa caratterizzazione del tratto fluviale.

La frequenza di monitoraggio prevista dalla norma è di **una volta** nell'arco dell'anno; in gran parte dei corsi d'acqua italiani (e in particolare in quelli appenninici), il periodo più idoneo per lo svolgimento delle pescate con dispositivi elettrici è rappresentato dalla stagione estiva, durante la quale si rilevano le portate minime e condizioni meteo-climatiche peculiari (es. temperature massime annuali). In corsi d'acqua caratterizzati da un regime non permanente o, seppur perenni, da portate minime estive insostenibili per la fauna ittica, il periodo più idoneo per le pescate potrebbe essere quello primaverile.

Come previsto dall'allegato 1 del DM 56/2009, il monitoraggio della comunità ittica è facoltativo per i corsi d'acqua temporanei.

Ai fini della caratterizzazione della comunità ittica, il Protocollo prevede l'identificazione a livello di specie e il conteggio degli esemplari catturati, la misurazione dei singoli individui e lo studio della struttura demografica delle popolazioni in termini di età e di taglia.

6.4.2 Attività svolte

Relativamente alle attività di monitoraggio, le indicazioni tecniche emerse dai Tavoli nazionali di coordinamento e validazione dei metodi biologici (nota n. 32316/TR del 13 dicembre 2010 del Ministero dell'Ambiente) prevedono la possibilità di integrare il monitoraggio svolto ai sensi del DM 56/2009, con il campionamento effettuato per la realizzazione delle Carte Ittiche regionali, ai fini di un'ottimizzazione delle risorse umane e finanziarie.

Sulla base di tali criteri, pertanto, ARPA Umbria si è avvalsa del supporto della Sezione Tutela del Patrimonio Ittico e Pesca Sportiva della Regione dell'Umbria e del Dipartimento di Biologia Cellulare e Ambientale dell'Università degli Studi di Perugia, che da anni effettuano il campionamento di questo bioindicatore per la redazione delle Carte Ittiche regionali.

In una prima fase, pertanto, sono stati acquisiti tutti i dati disponibili relativi al periodo 2007-2010 sui 44 corpi idrici nei quali il programma prevedeva la rilevazione di tale bioindicatore.

Per i corsi d'acqua per i quali non si disponeva di alcuna informazione o per i quali i dati raccolti erano antecedenti all'anno 2007, invece, la Regione Umbria, con DGR n. 1057 del 26/09/2011, ha incaricato la Sezione Tutela del Patrimonio Ittico e Pesca Sportiva di completare il campionamento della fauna ittica, sulla base delle priorità concordate con ARPA Umbria.

Nel periodo 2011-2012, quindi, sono stati portati a termine i campionamenti concordati, secondo le frequenze e modalità indicate nei Protocolli nazionali di riferimento.

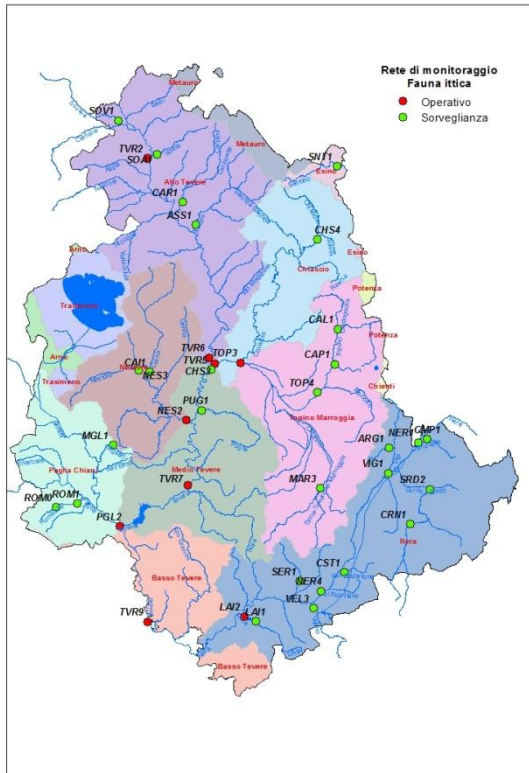


Fig. 6-43 - Rete di monitoraggio della fauna ittica

Rispetto al programma stabilito in via preliminare, si è ritenuto opportuno, in considerazione della complessità delle fasi di campo, rinviare al secondo ciclo (2013-2019) il monitoraggio di 7 corpi idrici, perlopiù a carattere intermittente, per i quali il decreto prevede il rilievo facoltativo di tale bioindicatore.

Complessivamente, quindi, nel corso del primo ciclo di monitoraggio, sono state campionate 37 stazioni (Fig. 6-43), delle quali 9 appartenenti alla rete operativa e 28 alla rete di sorveglianza. Le informazioni raccolte per ciascun sito comprendono tutti gli elementi utili alla caratterizzazione della comunità ittica e in particolare:

- zonazione ittica
- identificazione e conteggio delle specie campionate
- misure per singolo individuo
- struttura demografica delle popolazioni in termini di età e di taglia
- presenza di specie indigene o aliene
- grado di nocività delle specie aliene
- presenza di ibridi
- endemismi.

In fase di campionamento sono state inoltre compilate schede di campo contenenti informazioni ambientali relative al tratto monitorato, quali ombreggiamento, copertura vegetale, granulometria del substrato, caratteristiche idromorfologiche, livello di antropizzazione, ecc.

Come per gli altri bioindicatori, in fase di rilievo della fauna ittica sono emerse alcune problematiche, principalmente riconducibili all'assenza o scarsità di deflusso in alcuni fiumi piccoli e molto piccoli della Zona a Salmonidi e della Zona a Ciprinidi a deposizione litofila (Fig. 6-44), che hanno impedito in due casi (MGL1 e LAI1) la raccolta dei campioni previsti.

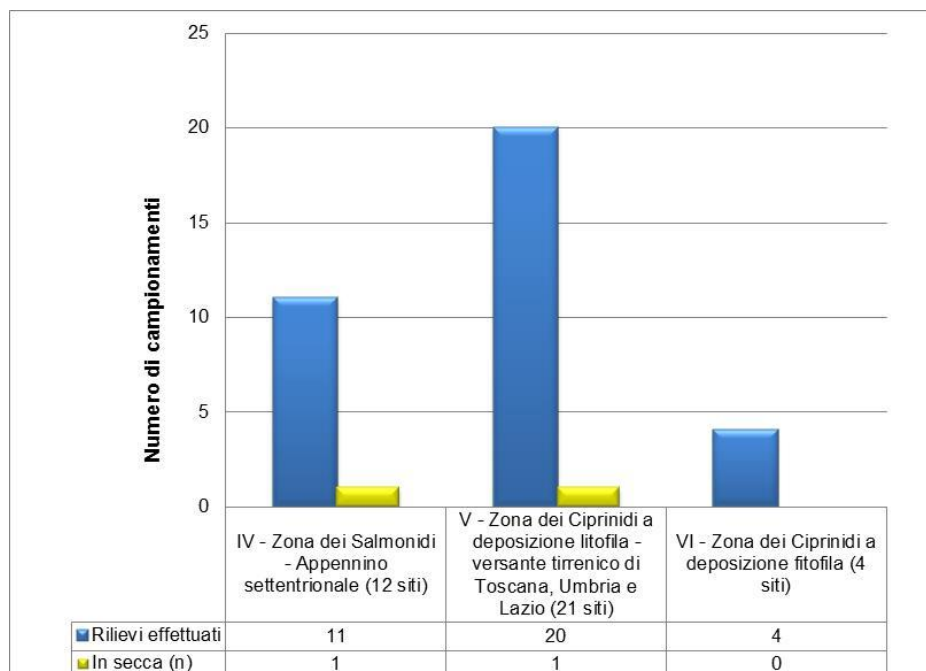


Fig. 6-44 – Quadro complessivo delle rilevazioni effettuate per ciascuna Zona Zoo-Geografica

6.4.3 Applicazione dell'Indice di Stato Ecologico delle Comunità Ittiche (ISECI)

L'introduzione della fauna ittica quale elemento di classificazione della qualità ecologica dei corsi d'acqua rappresenta una delle profonde innovazioni della Direttiva 2000/60/CE, che riconosce ai popolamenti ittici un ruolo importante nelle valutazioni ambientali, essendo in grado di rispondere a stress ambientali di varia natura e rappresentando un sistema di sintesi degli effetti sulle altre componenti biotiche e abiotiche.

I diversi impatti antropici (inquinamento delle acque e modificazioni strutturali dell'alveo), infatti, possono causare nella fauna ittica riduzione della diversità in specie, alterazione della struttura della comunità e variazioni della quantità di biomassa, abbassamento della produttività ittica e del successo riproduttivo, incremento della mortalità di uova e larve, nonché difficoltà o impossibilità di effettuare migrazioni stagionali e riproduttive. Inoltre, poiché i pesci occupano il livello più alto della catena alimentare dei corsi d'acqua e riassumono, a lungo termine, gli effetti degli stress ambientali, il loro monitoraggio permette di individuare anche quelle alterazioni della qualità dell'acqua che sono spesso temporanee e quindi non evidenziabili con indagini fisiche e chimiche, se non effettuate in modo continuo.

La composizione e abbondanza della fauna ittica vengono misurate mediante l'**Indice di Stato Ecologico delle Comunità Ittiche - ISECI** (Zerunian, 2004, 2007, 2009), basato sulla valutazione sia della naturalità della comunità, intesa come la ricchezza determinata dalla presenza di specie indigene attese in relazione al quadro zoogeografico ed ecologico, sia della condizione biologica delle popolazioni indigene, in termini di consistenza demografica e capacità di autoriprodursi ed avere normali dinamiche ecologico-evolutive.

Oltre a questi criteri, l'indice tiene conto anche di altri tre elementi di valutazione aggiuntivi, quali il disturbo dovuto alla presenza di specie aliene, la presenza di specie endemiche e l'eventuale presenza di ibridi.

La condizione di riferimento, corrispondente allo stato ecologico elevato, è rappresentata dalla "comunità ittica attesa" costituita, a sua volta, da popolazioni tutte in buona condizione biologica, ossia ben strutturate in classi di età, capaci di riprodursi naturalmente e con buona o sufficiente consistenza demografica.

Al fine di individuare le comunità ittiche attese nei vari tipi fluviali, il DM 260/2010 presenta una suddivisione del territorio nazionale su base zoogeografica (Regione Padana, Regione Italo-peninsulare e Regione delle Isole) ed una su base ecologica (Zona dei Salmonidi, Zona dei Ciprinidi a deposizione litofila e Zona dei Ciprinidi a deposizione fitofila). Per ciascuna regione e per ciascuna zona, nella Sezione B dell'Appendice allo stesso decreto, vengono individuate le relative liste di specie ittiche attese.

La metodologia per il calcolo dell'Indice ISECI è descritta nel documento tecnico "*Adeguamento dell'Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche alla Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE*" (Zerunian et al., *Biologia Ambientale*, 23 (2): 15-30, 2009). L'indice si compone di 5 sub-indici (f_1, f_2, f_3, f_4, f_5), alcuni dei quali sono, a loro volta, articolati in indicatori di ordine inferiore. (Fig. 6-45).

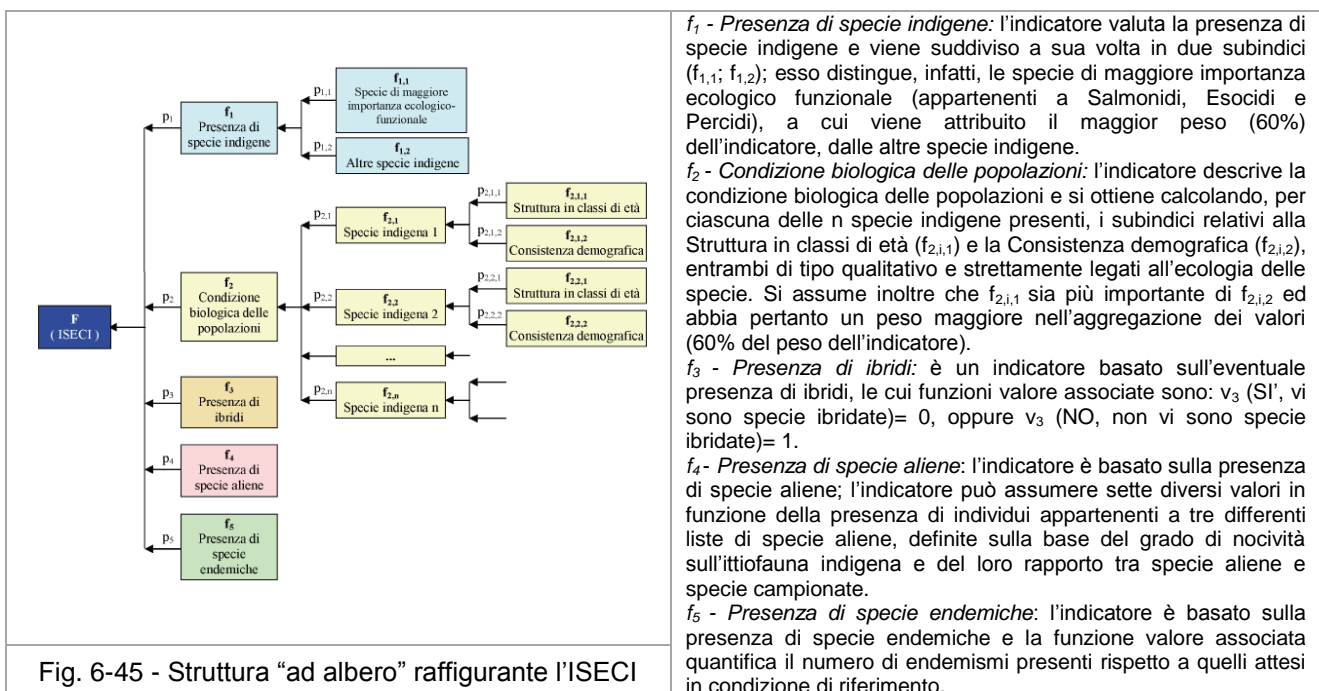


Fig. 6-45 - Struttura "ad albero" raffigurante l'ISECI

Per ogni subindice il calcolo si effettua a partire dagli indicatori di livello inferiore, il cui valore assunto viene rapportato alle condizioni di riferimento tramite una funzione (denominata “funzione valore”) che lega esplicitamente lo scostamento dalle condizioni di riferimento al giudizio di qualità (ecologica) associata. In altre parole, viene effettuata, a livello di singolo indicatore, una “normalizzazione” tra 0 (situazione peggiore) e 1 (coincidente con le condizioni di riferimento), corrispondente all'EQR richiesto dalla Direttiva. I singoli indicatori così “normalizzati” vengono aggregati tramite una media pesata, (i cui pesi ne rappresentano l'importanza relativa), andando a determinare il valore del subindice di livello superiore. L'ISECI, infine, è dato dalla media pesata dei 5 valori f_1, \dots, f_5 , ed è quindi ancora espresso da un numero compreso tra 0 e 1, che rappresenta lo stato complessivo di qualità della fauna ittica.

Nella tabella 4.1.1/i del DM 260/2010 vengono forniti i limiti di classe per l'attribuzione dei giudizi di stato ecologico associati al valore dell'indice ISECI (Tab. 6-19).

Tab. 6-19 - Limiti di classe tra gli stati– Comunità ittica

	Limiti di classe			
	Elevato/Buono	Buono/Sufficiente	Sufficiente/Scarso	Scarso/Cattivo
Valori ISECI	0,8	0,6	0,4	0,2

I valori riportati corrispondono al valore più basso della classe superiore

Nelle Tab. 6-20 e Tab. 6-21 vengono presentati i risultati dell'applicazione dell'Indice ISECI ai corpi idrici regionali, effettuata sulla base dei dati raccolti nel periodo 2007-2012.

Tutte le elaborazioni e le valutazioni sono state condotte dal Servizio Caccia e Pesca della Regione dell'Umbria, con il supporto del Dipartimento di Biologia Cellulare e Ambientale dell'Università degli Studi di Perugia, come stabilito con DGR n. 1057 del 26/09/2011.

La rappresentazione delle classi di qualità calcolate applicando l'indice ISECI segue lo schema cromatico previsto per la classificazione generale dello stato ecologico: elevato/blu, buono/verde, sufficiente/giallo, scarso/arancio, cattivo/rosso.

Come già anticipato relativamente agli altri bioindicatori monitorati, la valutazione delle comunità ittiche nei corpi idrici fortemente modificati o artificiali verrà effettuata non appena saranno resi disponibili a livello nazionale i potenziali ecologici e i relativi valori di riferimento.

Tab. 6-20 – Applicazione dell'indice ISECI per la classificazione delle comunità ittiche dei corpi idrici sottoposti a **monitoraggio di sorveglianza**

Stazione	Codice corpo idrico	Nome corpo idrico	Tipo	S/O	Naturale/HMW B/AWB	Zona Zoo-geografica (*)	Stazione Carta Ittica	f1	f2	f3	f4	f5	ISECI	GIUDIZIO
ANG1	N0100201AF	Canale dell'Anguillara	11IN7T	S	AWB	V	-							Rinviato al secondo ciclo
ARG1	N01001260301AF	T. Argentina - intero corso	13SR1T	S	Naturale	IV	02arge01	1,00	0,80	1,00	1,00	1,00	0,9	elevato
ARN1	N010012102AF	Torrente Arnata intero corso	11IN7T	S	Naturale	V	-							Rinviato al secondo ciclo
ASS1	N0100110BF	T. Assino - da T. Lana a F. Tevere	11SS3T	S	Naturale	V	06assi03	0,56	0,48	1,00	0,50	0,80	0,6	buono
CAI1	N010011702BF	T. Caina - da T. Formanuova a F. Nestore	11SS3T	S	HMWB	V	03cain01							NC
CAL1	N01001150502AF	Torrente Caldognola - intero corso	11SR2T	S	Naturale	V	01cald01	0,56	0,62	1,00	1,00	0,80	0,7	buono
CAP1	N01001150503AF	T. Rio di Capodacqua - intero corso	13SR2T	S	Naturale	IV	01capo01	1,00	0,50	1,00	1,00	1,00	0,9	elevato
CAR1	N0100109AF	T. Carpina - intero corso	11SS2T	S	Naturale	V	06carp03	0,56	0,52	1,00	0,75	0,80	0,7	buono
CHS4	N0100115AF	F. Chiascio - dalle origini a T. Sciola	11SS2T	S	Naturale	V	01chia01	0,44	0,70	1,00	1,00	0,60	0,7	buono
CMP1	N010012601AF	T. Campiano - intero corso	13SR2T	S	Naturale	IV	02camp02	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,0	elevato
CRN1	N010012602AF	Fiume Corno – dal confine regionale a T. Sordo	13IN7T	S	Naturale	IV	02corn01	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,0	elevato
CST1	N010012605AF	F.so del Castellone - intero corso	13SR2T	S	Naturale	IV	02mont01	1,00	0,80	1,00	1,00	1,00	0,9	elevato
FER1	N010011704AF	Torrente Fersinone intero corso	11IN7T	S	Naturale	V	-							Rinviato al secondo ciclo
LAI1	N010012612AF	T. L'Aia - dalle origini a L. dell'Aia	13SR2T	S	Naturale	V	02aiaa01							NC
MAR3	N0100121AF	F. Timia-Teverone-Marroggia - da L. Arezzo a T. Tessino	11SS2T	S	HMWB	V	06naia01							NC
MGL1	N01001220503AF	F.so Migliari - intero corso	11SS2T	S	Naturale	IV	04migl01							NC
NER1	N0100126AF	F. Nera - dalle origini a F. Corno	13SR3T	S	Naturale	IV	02nera01	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	0,9	elevato
NER4	N0100126BF	F. Nera - da F. Corno a F. Velino	13SR4T	S	Naturale	IV	02nera06	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,0	elevato
NES3	N0100117AF	F. Nestore - dalle origini a T. Caina	11SS2T	S	HMWB	VI	03nest03							NC
PUG1	N0100116AF	T. Puglia - intero corso	11SS3T	S	Naturale	V	06pugl01	0,44	0,78	1,00	1,00	0,60	0,7	buono

Stazione	Codice corpo idrico	Nome corpo idrico	Tipo	S/O	Naturale/HMW B/AWB	Zona Zoo-geografica (*)	Stazione Carta Ittica	f1	f2	f3	f4	f5	ISECI	GIUDIZIO
RES1	N0100112AF	Torrente Resina intero corso	11IN7T	S	Naturale	V	-							Rinviato al secondo ciclo
ROM0	N010012203AF	Torrente Romealla dalle origini a limite HER	11SR2D	S	Naturale	IV	04rome01a	1,00	0,50	1,00	1,00	1,00	0,9	elevato
ROM1	N010012203BF	T. Romealla - da limite HER a F. Paglia	11SR2D	S	Naturale	V	04rome01	0,11	0,00	1,00	1,00	0,20	0,4	sufficiente
SEA1	N010010602AF	Torrente Seano dal confine regionale a T. Nèstore	11IN7T	S	Naturale	V	-							Rinviato al secondo ciclo
SER1	N010012608AF	T. Serra - intero corso	13IN7T	S	Naturale	V	02serr01	0,22	1,00	1,00	1,00	0,40	0,7	buono
SNT1	I03001AF	T. Sentino - intero corso	13SR2T	S	Naturale	I	06sent02	0,30	0,65	1,00	1,00	0,00	0,6	buono
SOA1	N0100104AF	T. Soara - intero corso	11SS2T	S	Naturale	V	06soar01	0,44	0,65	1,00	1,00	0,60	0,7	buono
SOV1	N010010201AF	Torrente Sovara dalle origini a T. Cerfone	11SS2T	S	Naturale	V	06sova01	0,67	0,73	1,00	0,75	1,00	0,8	elevato
SRD2	N01001260203AF	F. Sordo - intero corso	13SR2T	S	Naturale	IV	02sord02	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,0	elevato
TOP4	N010011505BF	F. Topino - da T. Caldognola a Foligno	11SR3D	S	Naturale	V	01topi03	0,56	0,70	1,00	1,00	0,80	0,8	elevato
TSC1	N010011504AF	Fiume Tescio intero corso	11IN7T	S	Naturale	V	-							Rinviato al secondo ciclo
TVR5	N01001EF	F. Tevere - da F. Chiascio a L. Corbara	11SS5T	S	Naturale	V	06teve06	0,44	0,45	1,00	0,50	0,40	0,5	sufficiente
VEL3	N010012607BF	F. Velino - da L. di Piediluco a F. Nera	13SS5T	S	Potenziale HMWB	V	02veli02							NC
VIG1	N010012603AF	Fiume Vigi dal confine regionale a F. Nera	13SR2T	S	Naturale	IV	02vigi04	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,0	elevato

(*) I – Zona dei Salmonidi – Regione Padana, IV - Zona dei Salmonidi - Appennino settentrionale, V - Zona dei Ciprinidi a deposizione litofila - versante tirrenico di Toscana, Umbria e Lazio, VI - Zona dei Ciprinidi a deposizione fitofila

Tab. 6-21 – Applicazione dell'indice ISECI per la classificazione delle comunità ittiche dei corpi idrici sottoposti a **monitoraggio operativo**

Stazione	Codice corpo idrico	Nome corpo idrico	Tipo	S/O	Naturale/HMW B/AWB	Zona Zoo-geografica (*)	Stazione Carta Ittica	f1	f2	f3	f4	f5	ISECI	GIUDIZIO
CHS2	N0100115DF	Fiume Chiascio da L. Valfabbrica a F. Topino	11SS3T	O	HMWB	V	-							Rinviato al secondo ciclo
CHS3	N0100115EF	F. Chiascio - da F. Topino a F. Tevere	11SS5T	O	Naturale	VI	01chia09	0,10	0,47	1,00	0,50	0,50	0,4	sufficiente
LAI2	N010012612CF	T. L'Aia - da L. dell'Aia a F. Nera	13SR2T	O	HMWB	V	02aiaa02							NC
NES2	N0100117BF	F. Nestore - da T. Caina a F. Tevere	11SS3T	O	HMWB	VI	03nest05							NC
PGL2	N0100122BF	F. Paglia - da T. Romealla a F. Tevere	11SS4T	O	Naturale	V	04pagl04	0,56	0,76	1,00	0,75	0,80	0,7	buono
TOP3	N010011505DF	F. Topino - da F. Timia-Teverone-Marroggia a F. Chiascio	11SR4T	O	Naturale	V	01topi07	0,67	0,67	1,00	0,50	0,80	0,7	buono
TVR2	N01001BF	Fiume Tevere da T. Cerfone a T. Carpina	11SS4T	O	Naturale	V	06teve02	0,67	0,28	1,00	0,75	1,00	0,6	buono
TVR6	N01001CF	F. Tevere - da Perugia a F. Chiascio	11SS5T	O	Naturale	V	06teve04	0,67	0,57	1,00	0,75	1,00	0,7	buono
TVR7	N01001EF	Fiume Tevere da F. Chiascio a L. Corbara	11SS5T	O	Naturale	VI	06teve08	0,10	0,50	1,00	0,50	0,00	0,4	sufficiente
TVR9	N010_TEVERE_11S S5T_01	Fiume Tevere 1	11SS5T	O	HMWB	V	06teve10							NC

(*) I – Zona dei Salmonidi – Regione Padana, IV - Zona dei Salmonidi - Appennino settentrionale, V - Zona dei Ciprinidi a deposizione litofila - versante tirrenico di Toscana, Umbria e Lazio, VI - Zona dei Ciprinidi a deposizione fitofila

In Fig. 6-46 viene presentata la distribuzione in classi di qualità dei giudizi ISECI elaborati per i 37 corpi idrici monitorati nel territorio regionale.

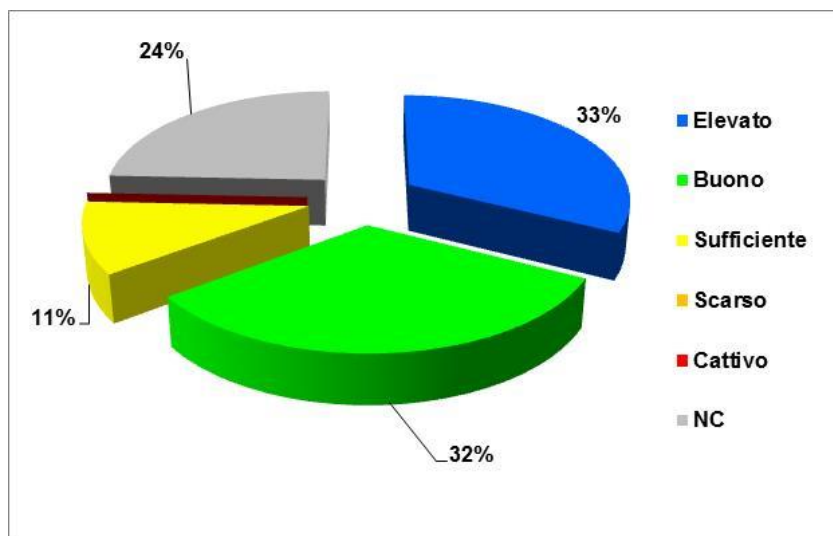


Fig. 6-46 - Distribuzione delle classi di stato ecologico dell'indice ISECI relativa ai corpi idrici monitorati nel periodo 2007-2012

Il grafico evidenzia come:

- 24 dei corpi idrici monitorati (65%) mostrano uno stato della comunità ittica compatibile con l'obiettivo di qualità (classe buona o elevata).
- Solo in 4 corpi idrici monitorati (11%), la fauna ittica rilevata presenta un giudizio sufficiente.
- Nessuno dei corpi idrici campionati presenta uno stato di forte compromissione della comunità tale da ricadere in uno stato scarso o cattivo.
- Abbastanza significativa, infine, risulta la percentuale (24%) dei corpi idrici non classificabili in relazione alle criticità legate alle condizioni idrologiche o perché individuati come HMWB/AWB.

Dall'analisi dei risultati emerge che nella Zona a Salmonidi della regione Italico-Peninsulare, cui appartengono quasi tutti i corpi idrici dell'alto corso del fiume Nera, i valori dell'ISECI risultano sempre significativamente più elevati rispetto alle altre zone ecologiche. Ciò potrebbe derivare da un'effettiva condizione di naturalità maggiore rispetto agli ambienti situati più a valle e di conseguenza maggiormente antropizzati, ma non è da escludere una certa sovrastima dello stato ecologico dovuta al grande valore ecologico-funzionale che viene attribuito alla presenza della trota fario nel calcolo dell'indice stesso. L'applicazione dell'indice ISECI alla stessa zona, presenta un'ulteriore criticità legata all'applicazione dell'indicatore f1 (presenza di specie indigene): la lista delle specie della comunità ittica attesa è infatti molto rigida e, in particolare per l'Italia centrale, necessita la capacità di discriminare tra le varie forme geografiche di *Salmo trutta*, che presentano un elevato differenziamento fenotipico. È per questo tuttora presente una notevole confusione sistematica di questo complesso di popolazioni date le incertezze nella classificazione delle diverse forme che, tuttavia sono ben separate da un punto di vista genetico. Per una corretta applicazione dell'indice sarebbe quindi necessario effettuare analisi genetiche su tutti gli individui campionati appartenenti al genere *Salmo*, ma ciò renderebbe l'Indice estremamente complicato dal punto di vista applicativo, tanto da renderne praticamente impossibile l'impiego. Lo stesso problema si verifica per il calcolo dell'indicatore f3 (presenza di ibridi), per la determinazione del quale è necessario riconoscere individui ibridati appartenenti ai generi *Salmo*, *Thymallus*, *Esox*, *Barbus* e *Rutilus*. Il protocollo dell'ISECI (Zerunian et al., 2009) prevede che gli eventuali ibridi siano rilevati tramite un riconoscimento fenotipico, che però non sempre risulta affidabile. Per quanto riguarda il genere *Salmo* da lungo tempo vengono utilizzate trote provenienti da allevamenti di tipo intensivo, prodotte a partire da riproduttori di ceppo atlantico, soppiantando parzialmente o del tutto le popolazioni autoctone di tipo mediterraneo presenti in Umbria, mediante fenomeni di competizione, ibridazione ed inquinamento genetico (Carletti et al. 2003). Anche per il genere *Barbus* è stata avanzata l'ipotesi che l'introduzione della specie esotica *Barbus barbus* (Linnaeus, 1758) abbia causato il fenomeno dell'inquinamento genetico nelle popolazioni locali di Barbo (Carosi et al. 2006). Per questi motivi è molto probabile la presenza nei corsi d'acqua campionati di individui ibridi con diverso grado di introgressione genetica, che tuttavia, sono difficilmente distinguibili solamente su base fenotipica e senza l'ausilio di analisi genetiche. Inoltre, le caratteristiche genetiche non influenzano la capacità degli individui di fungere da bioindicatori in quanto individui ibridati e non ibridati presentano le

medesime esigenze ecologiche. Allo stesso tempo, in assenza di analisi più approfondite, l'utilità dell'indicatore f3 sembra venire meno, in quanto il suo valore risulta sempre costante ed uguale ad 1.

Rilevante il fatto che l'applicazione dell'indice ISECI non ha in nessun caso fornito un giudizio ecologico "Cattivo"; questo può essere dovuto o alla reale assenza di siti maggiormente compromessi dal punto di vista ecologico o potrebbe indicare la presenza nell'indice di una tendenza a sottostimare le più gravi perturbazioni dell'intero ecosistema.

L'Indice di Stato Ecologico delle Comunità Ittiche presenta comunque degli indubbi vantaggi di applicazione, in quanto risulta essere un metodo di facile e veloce utilizzo, a condizione di avere una serie di dati esaustivi sulla fauna ittica, che restituisce un giudizio immediatamente interpretabile ed è inoltre un metodo tarato specificatamente per la realtà italiana (Zerunian et al. 2009).

In alcuni aspetti, però, l'ISECI sembra venir meno alla definizione stessa di indice (Ghetti, 2004), in quanto risulta essere poco oggettivo: l'attribuzione dei pesi dei singoli indicatori, che vanno ad influire in modo significativo nel computo complessivo dell'indice è effettuata in modo arbitrario e, inoltre, si potrebbe verificare una mancanza di uniformità di giudizio tra operatori diversi, poiché non sono indicati in modo esauriente criteri per giudicare alcuni aspetti qualitativi, come la struttura e l'abbondanza delle popolazioni. Questi aspetti sono stati riconosciuti dagli autori stessi che auspicano quindi un'ampia sperimentazione a livello nazionale al fine di calibrare e affinare l'indice per renderlo più efficace e adeguarlo al meglio alla Direttiva 2000/60/EC (Zerunian et al., 2009).

Questa elaborazione preliminare nel bacino umbro del Tevere ha messo in luce la presenza di alcune criticità, dimostrando dunque, la necessità di una fase di sperimentazione più lunga ed una più accurata validazione per il pieno utilizzo dell'indice ISECI come indicatore dello stato ecologico dei corsi d'acqua in Italia.

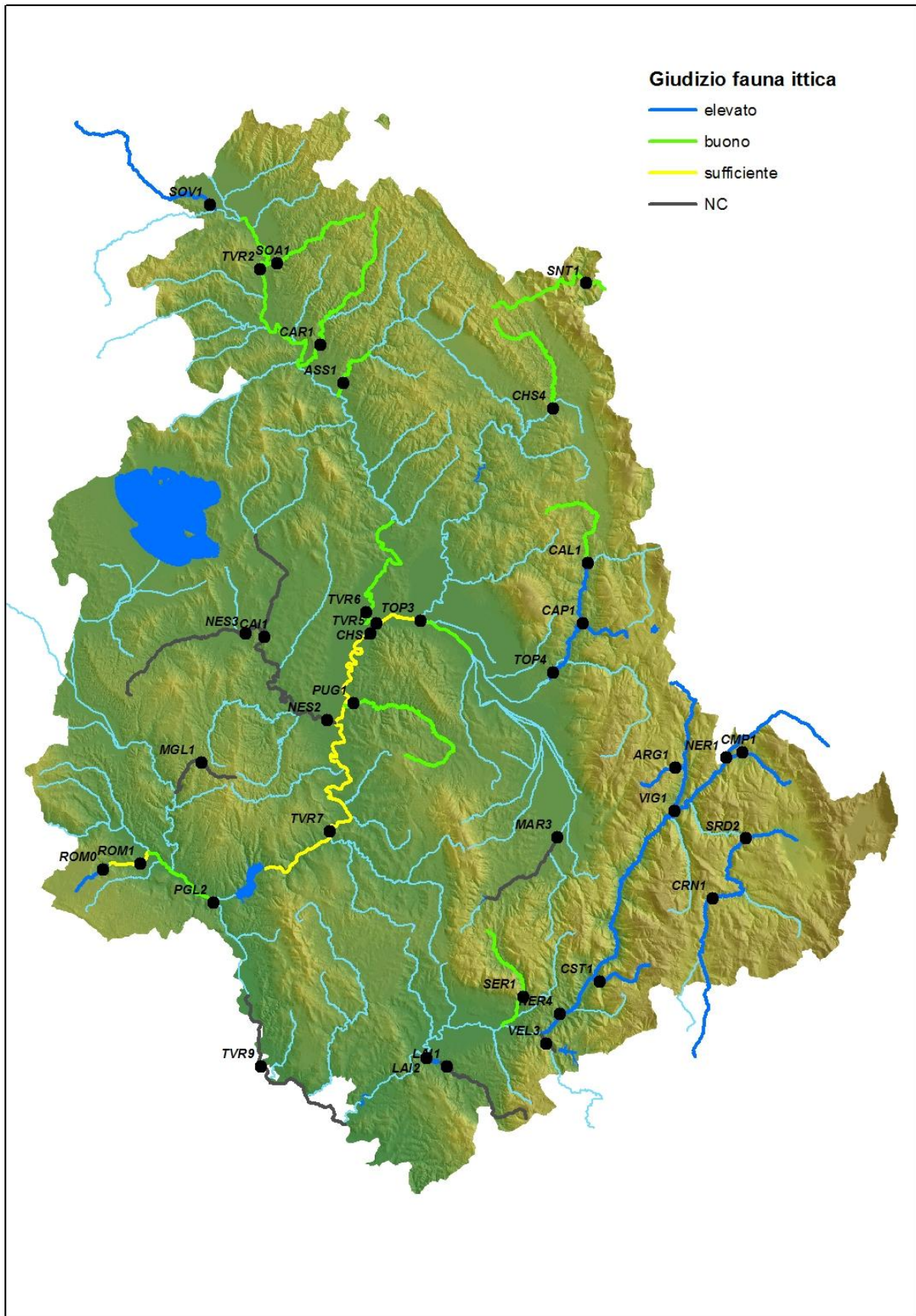


Fig. 6-47 - Rappresentazione cartografica della qualità ambientale associata alla comunità ittica dei corpi idrici umbri.

7 MONITORAGGIO E CLASSIFICAZIONE DEGLI ELEMENTI DI QUALITÀ CHIMICA E CHIMICO-FISICA A SOSTEGNO DEGLI ELEMENTI BIOLOGICI

7.1 Elementi fisico-chimici di base

7.1.1 Metodi di campionamento

Il "Protocollo per il campionamento dei parametri fisico-chimici a sostegno degli elementi biologici nei corsi d'acqua superficiali" (APAT, 2007) integra le metodologie di campionamento e analisi di macrobenthos, macrofite acquatiche e diatomee bentoniche attraverso la determinazione di elementi generali (*elementi fisico-chimici di base*). Tali elementi comprendono i parametri necessari alla determinazione di: condizioni termiche (temperatura dell'acqua e dell'aria), condizioni di ossigenazione (ossigeno disciolto, BOD e COD), salinità (conducibilità, Ca²⁺, solidi sospesi), stato di acidificazione (pH), alcalinità e condizioni dei nutrienti (azoto nitrico, azoto nitroso, azoto ammoniacale, azoto totale, fosforo totale, fosfato inorganico).

I siti di campionamento per la rilevazione dei parametri fisico-chimici di base devono, ove possibile, coincidere con i punti di campionamento degli elementi biologici e il campionamento va effettuato preferibilmente in maniera congiunta a questi ultimi.

Le frequenze fissate per le attività di monitoraggio devono tenere conto della variabilità dei parametri ambientali causati da condizioni naturali e/o antropiche. I periodi in cui effettuare le attività di monitoraggio sono individuati in modo da minimizzare l'incidenza delle variazioni stagionali sul risultato ed assicurare che questo ultimo rispecchi i mutamenti intervenuti nel corpo idrico a seguito di cambiamenti dovuti alla pressione antropica. Il monitoraggio degli elementi generali deve essere effettuato almeno a cadenza **trimestrale**.

7.1.2 Attività svolte

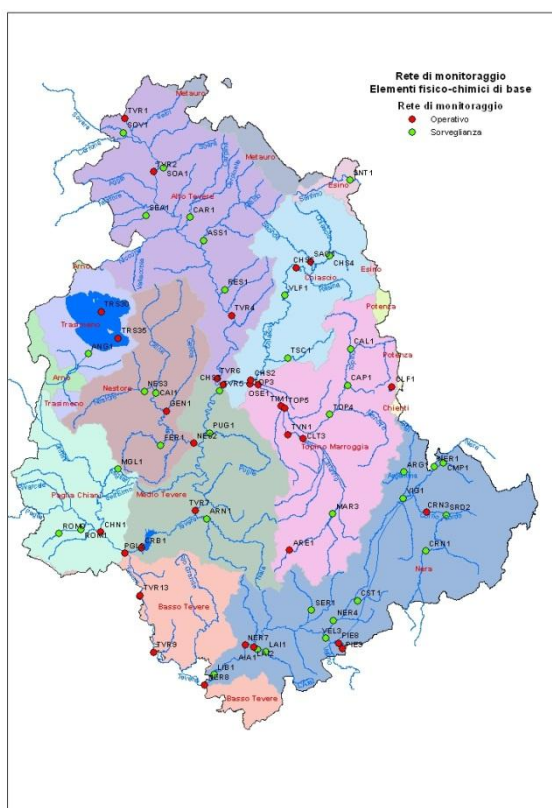


Fig. 7-1 - Rete di monitoraggio elementi fisico-chimici di base

Analogamente agli elementi di qualità biologica, il campionamento degli elementi fisico-chimici è stato avviato, sia per la rete di sorveglianza sia per la rete operativa, a partire dall'anno 2008 sui corpi idrici del reticolo principale e, dalla metà dell'anno 2009, su quelli del reticolo secondario, con le frequenze previste nel programma adottato. In totale sono state monitorate 59 stazioni (Fig. 6-20) e sono stati prelevati circa 650 campioni.

Le uniche criticità emerse nel primo ciclo di monitoraggio sono relative all'assenza di deflusso riscontrato, in determinate stagioni dell'anno, in alcuni corpi idrici della rete di sorveglianza caratterizzati da regime intermittente. Tale condizione, benché non abbia impedito il completamento del set di dati utili alla classificazione, ha tuttavia reso necessario il prolungamento del periodo di monitoraggio previsto. Per la rete operativa, invece, non sono state riscontrate criticità particolari.

Alla fine dell'anno 2012 è stato portato a termine il monitoraggio fisico-chimico di tutti i corpi idrici regionali, ad eccezione del corpo idrico "Fiume Tevere dal punto di immissione della centrale di Baschi alla traversa di Alviano" (sito TVR13), il cui campionamento, come già anticipato, è stato avviato dai primi mesi del 2012.

7.1.3 Applicazione dell'indice per la determinazione del Livello di Inquinamento dai Macrodescrittori per lo stato ecologico (LIMeco)

Ai fini della classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici fluviali, il decreto 206/2010 prevede la valutazione di 4 elementi fisico-chimici principali: *azoto ammoniacale*, *azoto nitrico*, *fosforo totale* e *ossigeno disciolto* (% di saturazione). I 4 parametri concorrono alla definizione del Livello di Inquinamento dai Macrodescrittori, denominato **LIMeco**.

Per ciascun campionamento, la procedura prevede che venga attribuito, ad ogni parametro, un punteggio sulla base della concentrazione osservata nel sito in esame, secondo le soglie indicate nella tabella 4.1.2/a del decreto (Tab. 7-1). Il punteggio complessivo del campione (LIMeco campionamento) è poi ottenuto come media dei punteggi dei 4 parametri.

Tab. 7-1 - Soglie per l'assegnazione dei punteggi ai singoli parametri per ottenere il punteggio LIMeco

Parametro	Punteggio	Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
		1	0,5	0,25	0,125	0
100-O2 %sat	Soglie	<= 10	<= 20	<= 40	<= 80	> 80
N-NH4 (mg/l)		< 0,03	<= 0,06	<= 0,12	<= 0,24	> 0,24
N-NO3 (mg/l)		< 0,6	<= 1,2	<= 2,4	<= 4,8	> 4,8
Fosforo totale (microg/l)		< 50	<= 100	<= 200	<= 400	> 400

Il LIMeco associato al sito di indagine viene, infine, calcolato come media dei LIMeco dei quattro campionamenti effettuati nell'arco dell'anno. Nella tabella 4.1.2./b del DM 260/2010 sono riportati i limiti di classe per l'attribuzione del giudizio di qualità.

Tab. 7-2 - Limiti di classe tra gli stati – Elementi fisico-chimici a sostegno

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

Qualora nel medesimo corpo idrico vengano monitorati più siti, il valore di LIMeco viene calcolato come media ponderata (in base alla percentuale di corpo idrico rappresentata da ciascun sito) tra i valori di LIMeco ottenuti per i diversi siti.

Nel monitoraggio operativo, il valore di LIMeco da attribuire al sito è dato dalla media dei valori di LIMeco relativi ai 3 anni di campionamento; per il monitoraggio di sorveglianza, si fa riferimento al LIMeco dell'anno di controllo o, qualora il monitoraggio venga effettuato per periodi più lunghi, alla media dei LIMeco dei vari anni.

In Tab. 7-3 e Tab. 7-4 vengono riportati i giudizi LIMeco elaborati sulla base dei risultati del monitoraggio svolto nel periodo 2009-2012 su tutti i corpi idrici regionali.

La rappresentazione delle classi di qualità calcolate applicando l'indice LIMeco segue lo schema cromatico previsto per la classificazione generale dello stato ecologico: elevato/blu, buono/verde, sufficiente/giallo, scarso/arancio, cattivo/rosso.

Tab. 7-3 - Applicazione dell'Indice LIMeco per la classificazione degli elementi fisico-chimici di base dei corpi idrici umbri – **Monitoraggio di sorveglianza**

Codice stazione	Corpo idrico	Nome corpo idrico	Naturale/HMWB/AWB	LIMeco 2009	LIMeco 2010	LIMeco 2011	LIMeco 2012	LIMeco medio	Giudizio LIMeco
ANG1	N0100201AF	Canale dell'Anguilara	AWB			0,64		0,64	buono
ARG1	N01001260301AF	Torrente Argentina intero corso	Naturale		0,80			0,80	elevato
ARN1	N010012102AF	Torrente Arnata intero corso	Naturale		0,84			0,84	elevato
ASS1	N0100110BF	Torrente Assino da T. Lana a F. Tevere	Naturale		0,80			0,80	elevato
CAI1	N010011702BF	Torrente Caina da T. Formanuova a F. Nestore	HMWB		0,27	0,16		0,22	scarso
CAL1	N01001150502AF	Torrente Caldognola intero corso	Naturale		0,92	0,91		0,92	elevato
CAP1	N01001150503AF	Torrente Rio di Capodacqua intero corso	Naturale		0,63			0,63	buono
CAR1	N0100109AF	Torrente Carpina intero corso	Naturale		0,51	0,71		0,61	buono
CHS4	N0100115AF	Fiume Chiascio dalle origini a T. Sciola	Naturale	0,81	0,75			0,78	elevato
CMP1	N010012601AF	Torrente Campiano intero corso	Naturale			0,60		0,60	buono
CRN1	N010012602AF	Fiume Corno dalle origini a T. Sordo	Naturale	0,73	0,82			0,78	elevato
CST1	N010012605AF	Fosso del Castellone intero corso	Naturale		0,83			0,83	elevato
FER1	N010011704AF	Torrente Fersinone intero corso	Naturale		0,83			0,83	elevato
LAI1	N010012612AF	Torrente L'Aia dalle origini a L. dell'Aia	Naturale		0,56			0,56	buono
MAR3	N01001150506CF	Fiume Timia-Teverone-Marroggia da L. Arezzo a T. Tessino	HMWB	0,39	0,24			0,32	scarso
MGL1	N01001220503AF	Fosso Migliari intero corso	Naturale		0,88			0,88	elevato
NER1	N0100126AF	Fiume Nera dalle origini a F. Corno	Naturale	0,58	0,82			0,70	elevato
NER4	N0100126BF	Fiume Nera da F. Corno a F. Velino	Naturale	0,58	0,81			0,70	elevato
NES3	N0100117AF	Fiume Nestore dalle origini a T. Caina	HMWB	0,25	0,49			0,37	sufficiente
PUG1	N0100116AF	Torrente Puglia intero corso	Naturale		0,61	0,52		0,57	buono
RES1	N0100112AF	Torrente Resina intero corso	Naturale		0,91			0,91	elevato
ROM0	N010012203AF	Torrente Romealla dalle origini a limite HER	Naturale		0,34	0,4		0,37	sufficiente
ROM1	N010012203BF	Torrente Romealla da limite HER a F. Paglia	Naturale		0,53	0,55		0,54	buono
SEA1	N010010602AF	Torrente Seano dal confine regionale a T. Nestore	Naturale		0,94			0,94	elevato
SER1	N010012608AF	Torrente Serra intero corso	Naturale		0,91	0,91		0,91	elevato
SNT1	I03001AF	Torrente Sentino intero corso	Naturale		0,97			0,97	elevato
SOA1	N0100104AF	Torrente Soara intero corso	Naturale		0,94			0,94	elevato
SOV1	N010010201AF	Torrente Sovara dalle origini a T. Cerfone	Naturale		0,65	0,64		0,65	buono
SRD2	N01001260203AF	Fiume Sordo intero corso	Naturale	0,53	0,60			0,57	buono
TOP4	N010011505BF	Fiume Topino da T. Caldognola a Foligno	Naturale	0,81	0,86			0,84	elevato
TSC1	N010011504AF	Fiume Tescio intero corso	Naturale		0,72	0,94		0,83	elevato
TVR5	N01001EF	Fiume Tevere da F. Chiascio a L. Corbara	Naturale	0,44	0,38			0,41	sufficiente
VEL3	N010012607BF	Fiume Velino da L. Piediluco a F. Nera	Potenziale HMWB	0,57	0,61			0,59	buono
VIG1	N010012603AF	Fiume Vigi dal confine regionale a F. Nera	Naturale		0,83			0,83	elevato

Nota: con una rigatura sono presentati i giudizi derivanti da un numero di campioni inferiore a 4

Tab. 7-4 – Applicazione dell’Indice LIMeco per la classificazione degli elementi fisico-chimici di base dei corpi idrici umbri – **Monitoraggio operativo**

Codice stazione	Corpo idrico	Nome corpo idrico	Naturale/ HMWB/ AWB	LIMeco 2009	LIMeco 2010	LIMeco 2011	LIMeco 2012	LIMeco medio	Giudizio LIMeco
CHN1	N010012205BF	Torrente Chiani da T. Astrone a F. Paglia	Naturale	0,57	0,65	0,78		0,67	elevato
CHS2	N0100115DF	Fiume Chiascio da L. Valfabbrica a F. Topino	HMWB	0,41	0,35	0,38		0,38	sufficiente
CHS3	N0100115EF	Fiume Chiascio da F. Topino a F. Tevere	Naturale	0,30	0,39	0,32		0,34	sufficiente
CHS5	N0100115BF	Fiume Chiascio da T. Sciola a L. Valfabbrica	Naturale	0,56	0,53	0,58		0,56	buono
CLT3	N0100115050606 AF	Fiume Clitunno intero corso	Naturale	0,63	0,55	0,63		0,60	buono
CRN3	N010012602BF	Fiume Corno da T. Sordo a F. Nera	Naturale	0,39	0,47	0,24		0,37	sufficiente
GEN1	N010011703AF	Torrente Genna intero corso	HMWB		0,06	0,09	0,20	0,12	cattivo
LAI2	N010012612CF	Torrente L'Aia da L. dell'Aia a F. Nera	HMWB		0,74	0,63	0,85	0,74	elevato
NER7	N0100126CF	Fiume Nera da F. Velino a limite HER	HMWB	0,31	0,43	0,38		0,37	sufficiente
NER8	N0100126FF	Fiume Nera da L. S. Liberato a F. Tevere	HMWB	0,53	0,59	0,67		0,60	buono
NES2	N0100117BF	Fiume Nestore da T. Caina a F. Tevere	HMWB	0,21	0,25	0,30		0,25	scarso
OSE1	N01001150507AF	Torrente Ose intero corso	Naturale		0,09	0,10	0,14	0,11	cattivo
PGL2	N0100122BF	Fiume Paglia da T. Romealla a F. Tevere	Naturale	0,46	0,52	0,64		0,54	buono
SAO1	N010011502AF	Torrente Saonda intero corso	Naturale		0,54	0,47	0,53	0,51	buono
TIM1	N01001150506FF	Fiume Timia-Teverone-Marroggia da F. Clitunno a F. Topino	HMWB	0,16	0,29	0,34		0,26	scarso
TOP3	N010011505DF	Fiume Topino da F. Timia-Teverone-Marroggia a F. Chiascio	Naturale	0,23	0,29	0,33		0,28	scarso
TOP5	N010011505CF	Fiume Topino da Foligno a F. Timia-Teverone-Marroggia	HMWB	0,83	0,74	0,85		0,81	elevato
TVN1	N01001150506EF	Fiume Timia-Teverone-Marroggia da T. Tatarena a F. Clitunno	HMWB	0,09	0,18	0,21		0,16	cattivo
TVR1	N01001AF	Fiume Tevere dal confine regionale a T. Cerfone	Naturale	0,62	0,80	0,59		0,67	elevato
TVR2	N01001BF	Fiume Tevere da T. Cerfone a T. Carpina	Naturale	0,46	0,55	0,5		0,50	buono
TVR4	N01001CF	Fiume Tevere da T. Carpina a Perugia	Naturale	0,64	0,56	0,57		0,59	buono
TVR6	N01001DF	Fiume Tevere da Perugia a F. Chiascio	Naturale	0,47	0,40	0,48		0,45	sufficiente
TVR7	N01001EF	Fiume Tevere da F. Chiascio a L. Corbara	Naturale	0,43	0,42	0,37		0,41	sufficiente
TVR13	N0101HF	Fiume Tevere dal punto di immissione del canale di	HMWB				0,47	0,47	N.C.
TVR9	N010_TEVERE_1 1SS5T_01	Fiume Tevere 1	HMWB	0,40	0,46	0,52		0,46	sufficiente

Nota: con una rigatura sono presentati i giudizi derivanti da un numero di campioni inferiore a 4

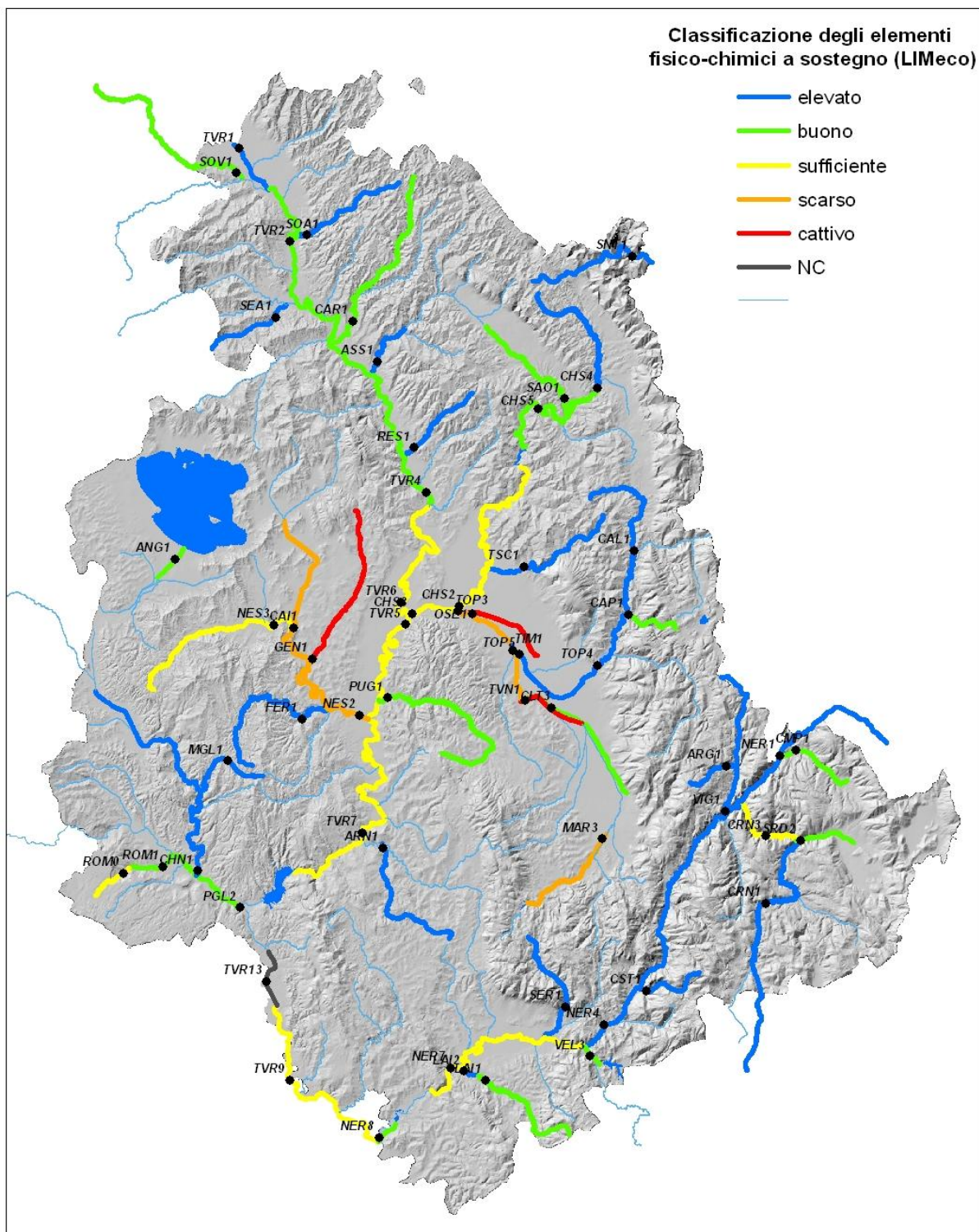


Fig. 7-2 - Rappresentazione cartografica della qualità ambientale associata agli elementi fisico-chimici a sostegno (LIMEco)

In Fig. 7-3 viene presentata la distribuzione in classi di qualità dei giudizi LIMEco elaborati per i corpi idrici monitorati nel territorio regionale.

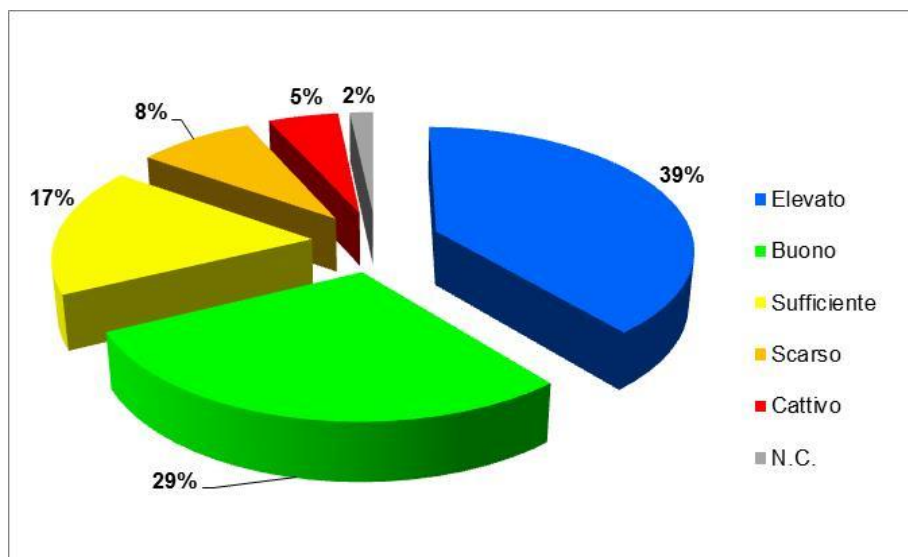


Fig. 7-3 - Distribuzione delle classi di stato ecologico dell'indice LIMeco.

Il grafico evidenzia come:

- 40 dei 58 corpi idrici monitorati (68%) mostrano una qualità dei parametri chimico-fisici di base già compatibile con l'obiettivo di qualità (classe buona o elevata). Si tratta prevalentemente di siti appartenenti alla rete di sorveglianza classificati sulla base dei dati raccolti nel corso di uno o due anni di monitoraggio.
- 10 corpi idrici (17%), prevalentemente appartenenti alla rete operativa, presentano un giudizio LIMeco sufficiente.
- 8 corpi idrici, perlopiù individuati come fortemente modificati e localizzati nel bacino del Nestore e nella Valle Umbra, mostrano uno stato dei parametri macrodescrittori fortemente compromesso (qualità scarsa o cattiva). Va comunque precisato che, in questi casi, come previsto dal DM 260/2010, al corpo idrico viene assegnato stato ecologico scarso o cattivo solo se anche gli elementi di qualità biologica confermano il giudizio negativo derivante dagli elementi fisico-chimici a sostegno.
- Un unico corpo idrico (TVR13), infine, risulta non classificato perché monitorato solo a partire dal 2012.

7.1.3.1 Analisi dei risultati per sottobacino

Nelle elaborazioni di seguito presentate viene fornita un'analisi di dettaglio dell'indice LIMeco, prendendo come riferimento i principali sottobacini idrografici individuati nel territorio regionale: Alto Tevere, Chiascio, Topino-Marroggia, Trasimeno, Nestore, Medio Tevere, Paglia, Nera e Basso Tevere. Tali sottobacini rappresentano, infatti, le unità territoriali di riferimento del Piano di Distretto e del Piano Regionale di Tutela delle Acque rispetto alle quali valutare l'efficacia delle misure di risanamento e tutela previste.

Per ogni sottobacino viene presentata una scheda di sintesi contenente:

- la localizzazione geografica dei siti di monitoraggio appartenenti alle reti operativa (in rosso) e di sorveglianza (in verde);
- la rappresentazione grafica dei valori LIMeco calcolati per ciascuna stazione e le relative classi di qualità (grafico in alto). Le stazioni vengono presentate in ordine da monte verso valle, secondo l'ordine di confluenza, al fine di poter evidenziare eventuali relazioni di causalità nella rete dei corpi idrici monitorati;
- la rappresentazione grafica dei giudizi LIMeco associati a tutti i campioni raccolti nelle diverse stazioni (grafico in basso);
- una breve discussione sull'andamento dei giudizi LIMeco, con un approfondimento circa le criticità evidenziate nelle diverse aree per i parametri monitorati.

Sottobacino Alto Tevere

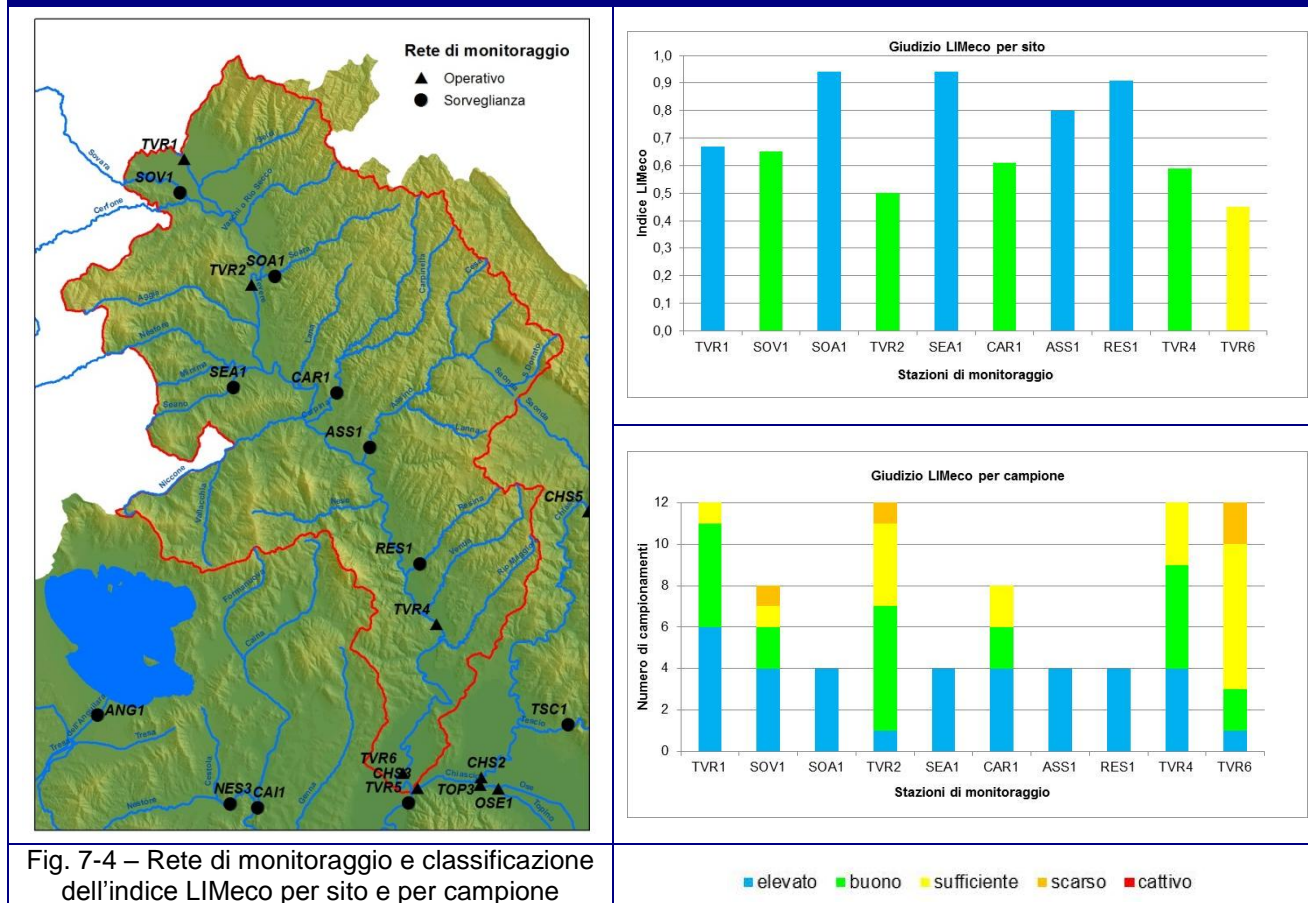


Fig. 7-4 – Rete di monitoraggio e classificazione dell'indice LIMeco per sito e per campione

Nel sottobacino Alto Tevere si osserva, in linea generale, un graduale decadimento della qualità chimico-fisica delle acque dell'asta principale del Fiume Tevere da monte verso valle, con un giudizio LIMeco che passa da elevato nel punto di ingresso del corso d'acqua in territorio regionale (TVR1), a buono nelle due stazioni intermedie (TVR2 e TVR4), fino a sufficiente nel sito TVR6, a valle del capoluogo, alla chiusura del sottobacino. Nel sito TVR1, infatti, ben 11 campioni sono stati classificati in stato buono o elevato mentre nel sito TVR6 solo 3.

Il peggioramento dei valori dell'indice lungo l'asta fluviale è determinato in misura prevalente dall'aumento delle concentrazioni dei nutrienti e, in particolare, dell'azoto ammoniacale.

Gli affluenti non sembrano invece evidenziare particolari criticità, essendo tutti classificati in stato buono o elevato sia come giudizio complessivo che per singolo campione. Le uniche eccezioni sono rappresentate dal torrente Sovara (SOV1), che ha presentato saltuariamente valori del LIMeco per singolo campione in stato scarso o sufficiente in relazione al tenore dei nutrienti, e dal torrente Carpina (CAR1) che ha presentato in alcuni campioni dell'anno 2010 criticità relativamente alle forme azotate.

Sottobacino Nestore

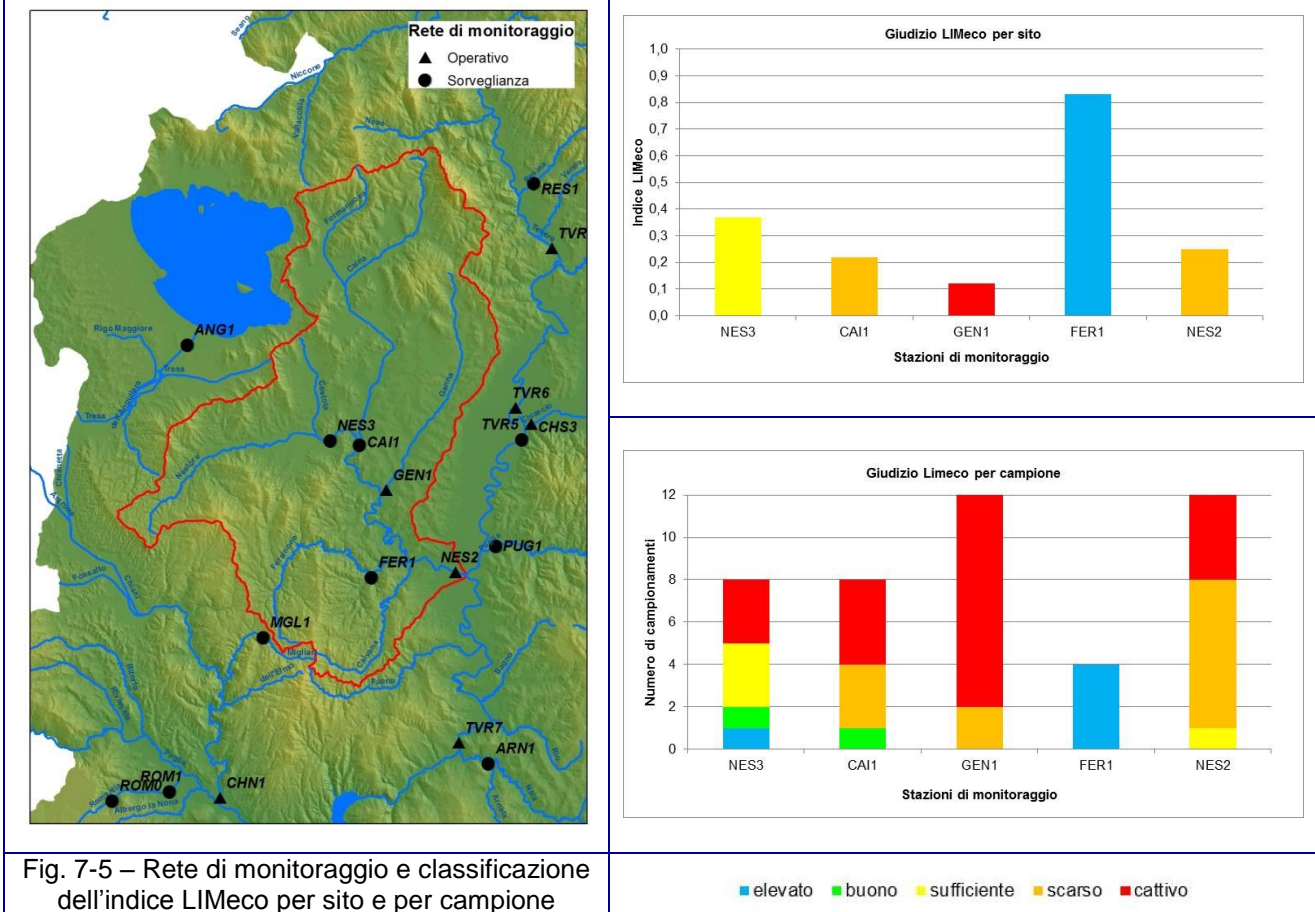


Fig. 7-5 – Rete di monitoraggio e classificazione dell'indice LIMeco per sito e per campione

Nel sottobacino Nestore sono emerse alcune tra le situazioni più critiche di tutto il territorio regionale, relative sia all'asta principale che ad alcuni dei suoi affluenti minori.

Per quanto riguarda il fiume Nestore, si evidenzia come già il corpo idrico a monte del torrente Caina (NES3) presenti complessivamente una qualità chimico-fisica non compatibile con l'obiettivo ambientale (sufficiente) e giudizi per singolo campione anche molto critici.

Il corpo idrico in chiusura di bacino (NES2), classificato in stato scarso, ha presentato nella quasi totalità dei campioni forti segni di compromissione della qualità chimico-fisica delle acque, in relazione agli elevati tenori di azoto ammoniacale e fosforo totale, ed, in misura minore, di azoto nitrico. Saltuariamente sono risultate critiche anche le condizioni di ossigenazione. La situazione conferma quanto già evidenziato dai monitoraggi svolti ai sensi delle norme precedenti.

Lo stato di alterazione del fiume Nestore è sicuramente determinato anche dalla cattiva qualità delle acque dei due affluenti principali, i torrenti Caina (CAI1) e Genna (GEN1), che hanno quasi sempre presentato giudizio LIMeco per singolo campione scarso o cattivo, fortemente legato alle elevate concentrazioni di azoto ammoniacale e fosforo totale. Nel caso del sito GEN1, addirittura, i due parametri hanno presentato sempre valori compatibili con lo stato cattivo (Livello 5); frequentemente sono risultati critici anche l'azoto nitrico e il tenore di ossigeno disciolto.

Sottobacino Topino Marroggia

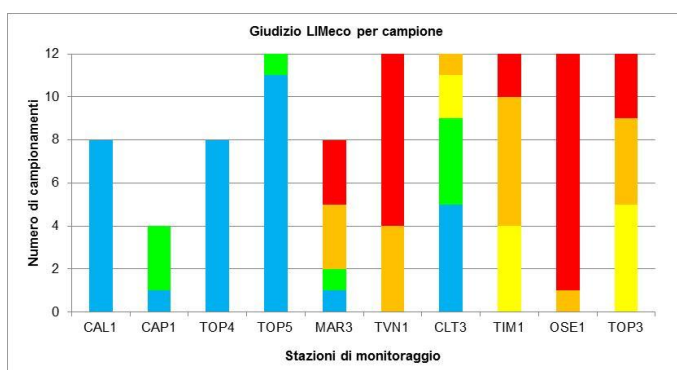
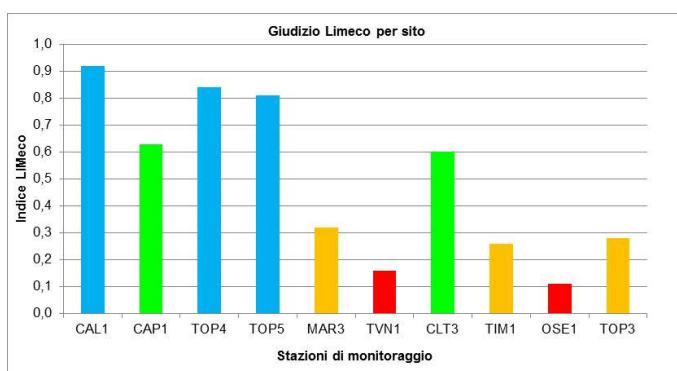
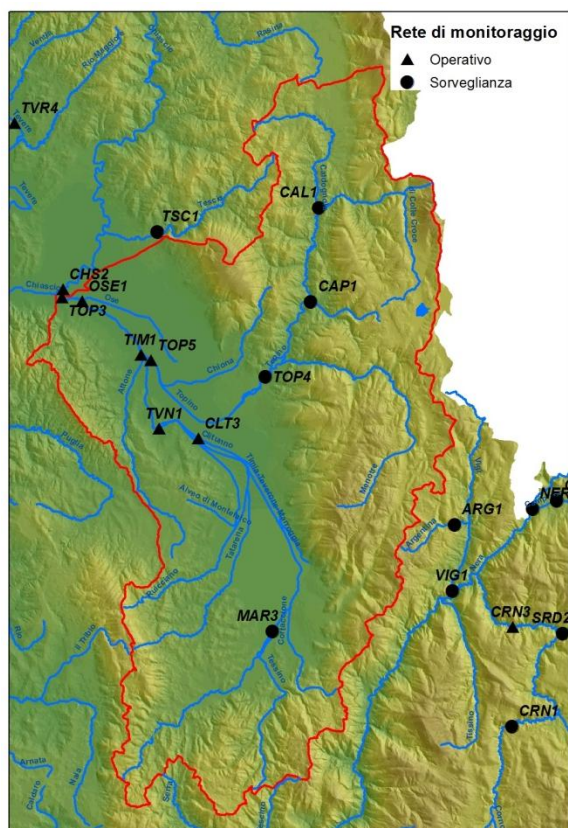


Fig. 7-6 – Rete di monitoraggio e classificazione dell'indice LIMeco per sito e per campione

■ elevato ■ buono ■ sufficiente ■ scarso ■ cattivo

La classificazione dell'indice LIMeco dei corpi idrici ricadenti nel sottobacino Topino Marroggia mostra alcune differenze significative nelle diverse aree territoriali.

Tutti i corpi idrici dell'area orientale, che hanno origine dalla dorsale appenninica e che beneficiano dell'alimentazione delle sorgenti carbonatiche (alto corso del fiume Topino, torrente Caldognola e Rio di Capodacqua), mostrano una qualità chimico-fisica delle acque complessivamente buona o elevata nella totalità dei campionamenti. I benefici effetti di tali apporti permangono lungo tutto il corso del fiume Topino fino alla confluenza con il fiume Timia, a valle dell'area urbana di Foligno (TOP5).

Decisamente più critica è invece la situazione dei corpi idrici che drenano le aree fortemente antropizzate della Valle Umbra, dove sono emerse alcune tra le situazioni più problematiche di tutto il territorio regionale.

Il sistema Timia-Teverone-Marroggia infatti mostra in tutti i siti monitorati (MAR3, TVN1, TIM1) forti indizi di compromissione della qualità chimico-fisica delle acque, in relazione alle elevate concentrazioni di tutti i nutrienti e, saltuariamente, ai ridotti tenori di ossigeno disciolto. La classificazione complessiva passa dallo stato scarso del tratto di monte (MAR3), allo stato cattivo del tratto intermedio (TVN1) e nuovamente allo stato scarso nel tratto terminale (TIM1). Il leggero miglioramento evidenziato da tutti i parametri nella stazione di chiusura (TIM1) è da mettere in relazione quasi sicuramente con l'apporto del Fiume Clitunno, unico corso d'acqua della Valle Umbra con caratteristiche di continuità ed abbondanza delle portate, che risulta classificato in stato buono.

Fortemente critica è la situazione del torrente Ose, affluente di destra del Topino poco a monte della confluenza con il Chiascio, classificato in stato cattivo nella quasi totalità dei campioni per la maggior parte dei parametri.

Le criticità sopra evidenziate per il sistema Timia-Teverone-Marroggia e il Torrente Ose condizionano fortemente la qualità complessiva del Fiume Topino nel tratto di chiusura (TOP3), che risulta infatti classificato in stato scarso e non ha mai presentato giudizio LIMeco per singolo campione superiore a sufficiente, dal momento che tutte le concentrazioni dei nutrienti, azoto ammoniacale in particolare, risultano critiche.

Sottobacino Chiascio

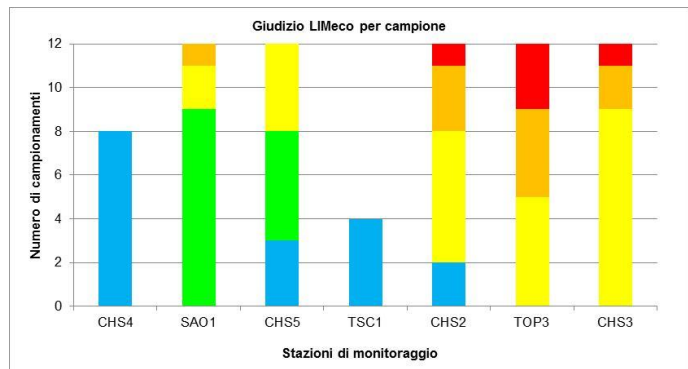
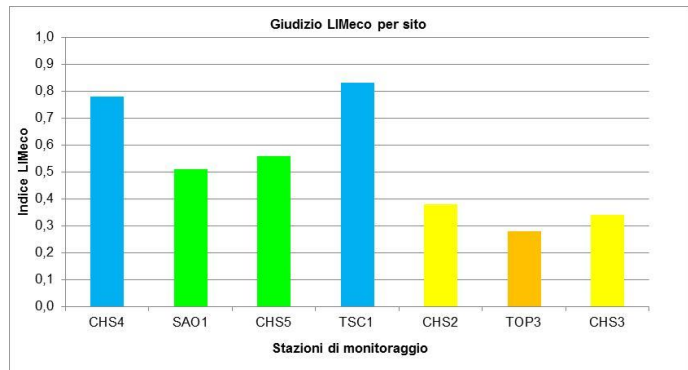
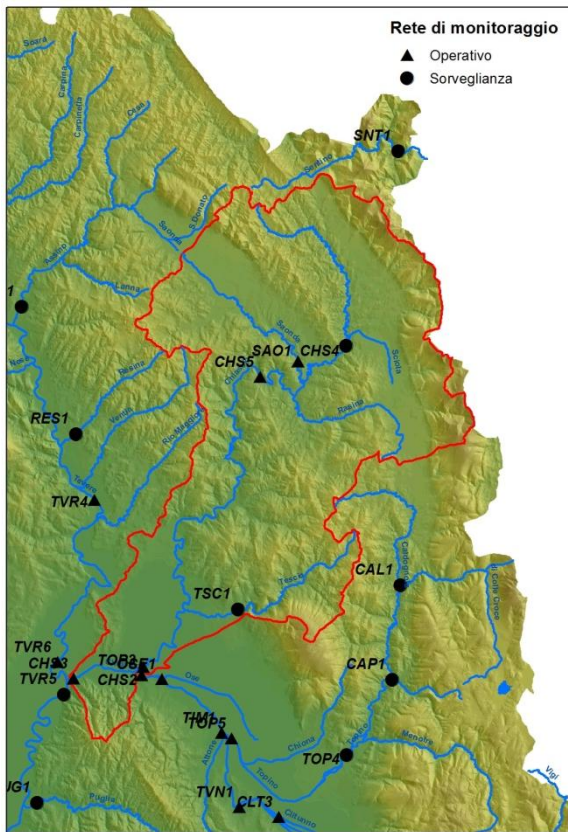


Fig. 7-7 – Rete di monitoraggio e classificazione dell'indice LIMeco per sito e per campione

■ elevato ■ buono ■ sufficiente ■ scarso ■ cattivo

Anche per il sottobacino Chiascio, l'asta fluviale principale mostra un progressivo peggioramento della qualità da monte verso valle.

Il corpo idrico più a monte (CHS4), infatti, è classificato complessivamente in stato elevato, non avendo mai presentato alcuna criticità per singolo campione.

Il corpo idrico immediatamente a valle (CHS5), in stato di qualità buono, ha evidenziato solo saltuari indizi di alterazione per alcuni campioni, probabilmente da associare all'apporto del torrente Saonda (SAO1), principale affluente di destra, che attraversa le aree antropizzate della conca eugubina e che, seppur classificato in stato buono, ha presentato elevati tenori di fosforo totale e azoto nitrico in diversi campioni.

Il peggioramento della qualità delle acque dell'asta principale è particolarmente evidente invece nelle due stazioni localizzate lungo il tratto terminale, a monte della confluenza con il Topino (CHS2) e alla chiusura del bacino (CHS3), entrambe classificate in stato sufficiente con addirittura una tendenza allo stato scarso in CHS3. Per tutti e due i corpi idrici le criticità principali sono legate alle elevate concentrazioni di azoto ammoniacale, azoto nitrico e fosforo totale, che frequentemente hanno condizionato il giudizio LIMeco per singolo campione.

Per completezza viene riportato, nei grafici, anche l'andamento del LIMeco relativo al tratto terminale del fiume Topino (TOP3), principale affluente del fiume Chiascio, i cui risultati sono presentati in dettaglio nel quadro di sintesi precedente.

Infine, il fiume Tescio (TSC1), affluente di sinistra nel medio-basso corso del fiume Chiascio e caratterizzato da un regime marcatamente intermittente che non ha sempre consentito il rispetto delle frequenze di campionamento programmate, non ha presentato alcuna criticità relativamente alla qualità chimico-fisica delle sue acque.

Sottobacino Medio Tevere

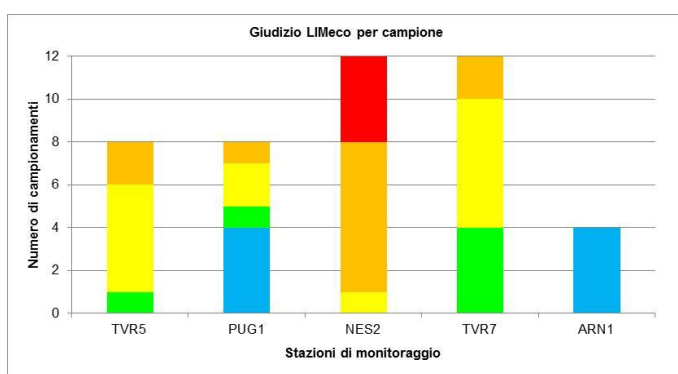
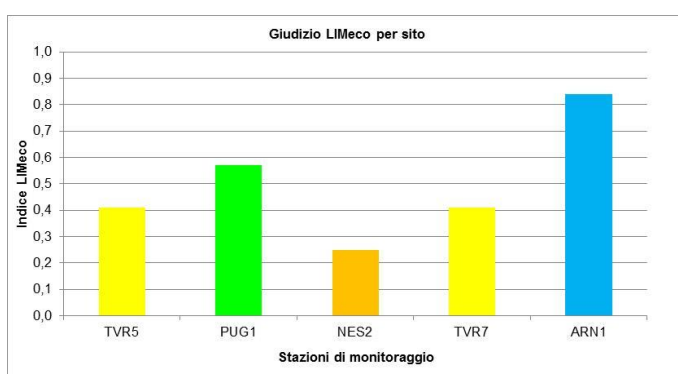
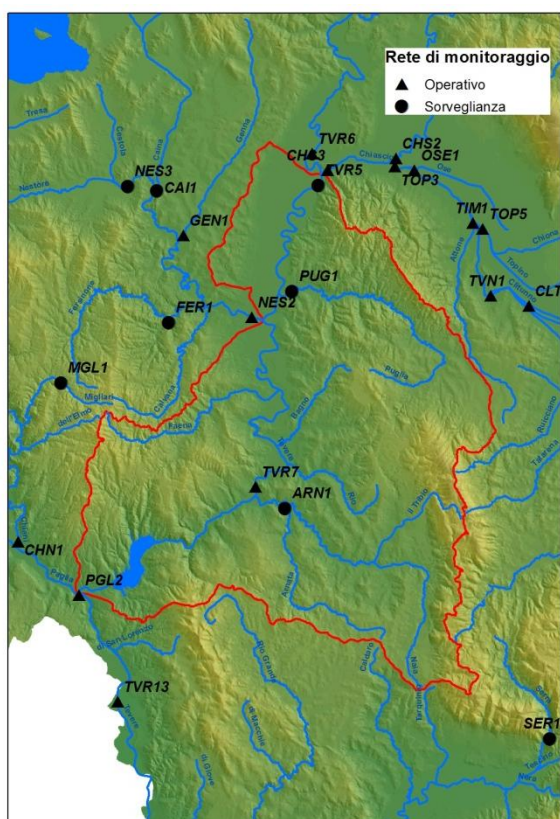


Fig. 7-8 – Rete di monitoraggio e classificazione dell'indice LIMeco per sito e per campione

■ elevato ■ buono ■ sufficiente ■ scarso ■ cattivo

Nel sottobacino Medio Tevere si osserva, in linea generale, una qualità chimico-fisica delle acque pressoché costante per il corpo idrico individuato lungo il fiume Tevere. Entrambi i siti di monitoraggio (TVR5, TVR7), infatti, sono classificati in stato sufficiente e hanno presentato moderati indizi di alterazione nel tenore dei nutrienti, in particolare per le forme azotate.

I corsi d'acqua minori, torrenti Arnata (ARN1) e Puglia (PUG1) non sembrano invece evidenziare particolari criticità, in quanto entrambi presentano giudizi LIMeco compatibili con l'obiettivo di qualità. Mentre per il torrente Arnata i campioni sono sempre risultati in stato elevato, il Puglia ha presentato alcuni campioni in stato sufficiente e scarso, legati alle concentrazioni di azoto nitrico e, in misura minore, di fosforo totale.

Per completezza viene riportato, nei grafici, anche l'andamento del LIMeco relativo al tratto terminale del fiume Nestore (NES2), principale affluente del fiume Tevere in questo sottobacino, i cui risultati sono stati già presentati in dettaglio.

Sottobacino Paglia

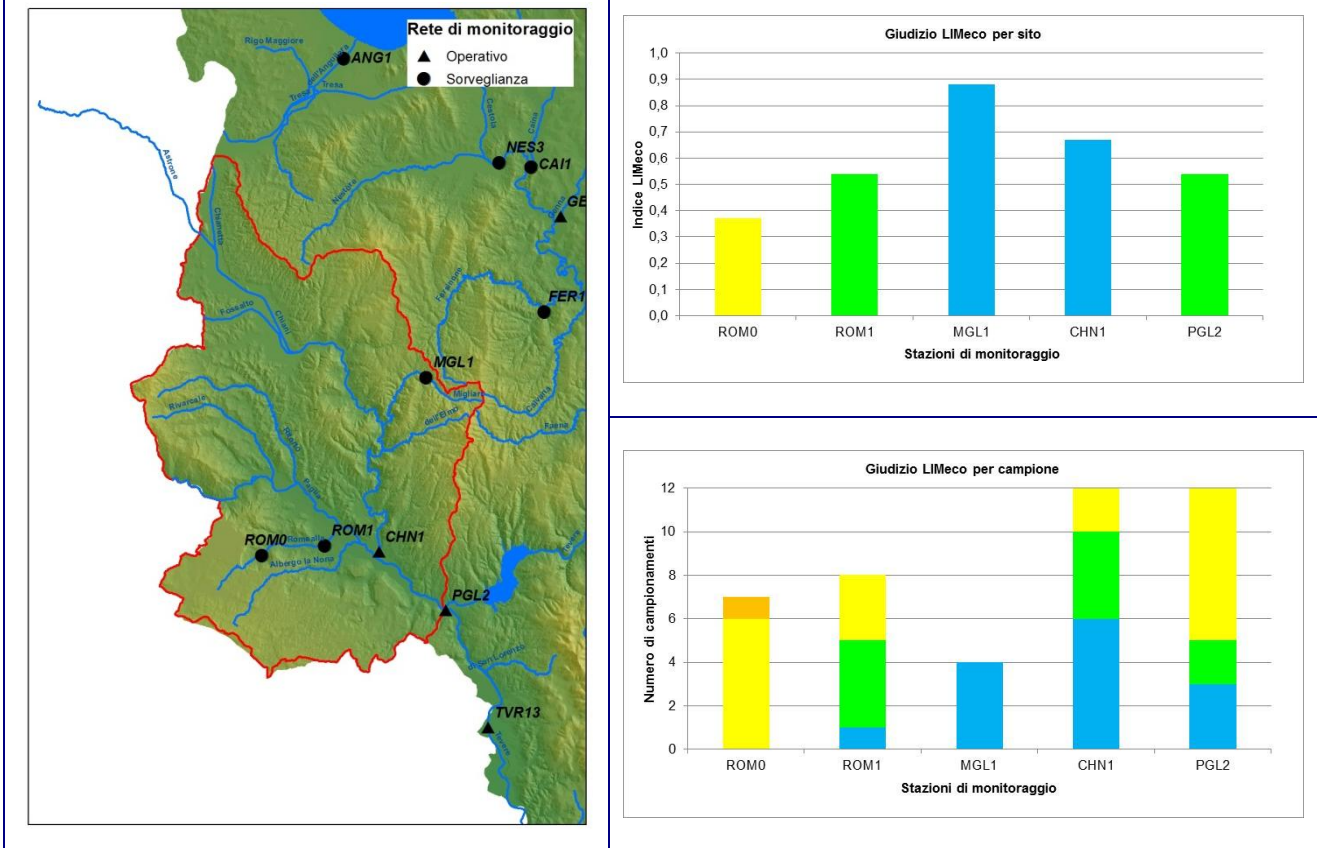


Fig. 7-9 – Rete di monitoraggio e classificazione dell'indice LIMeco per sito e per campione

I corpi idrici monitorati nel bacino del fiume Paglia presentano, in generale, una buona qualità chimico-fisica delle acque.

Il corso d'acqua principale, monitorato nel tratto finale (PGL2), viene classificato in stato buono anche se le concentrazioni di azoto ammoniacale e, in misura minore, di azoto nitrico, che in alcuni casi condizionano il giudizio per singolo campione, determinano un valore dell'indice LIMeco finale molto prossimo alla soglia di passaggio con lo stato sufficiente.

Per quanto riguarda gli altri corsi d'acqua, nessuna criticità viene evidenziata per il torrente Chiani (CHN1) e il suo affluente Migliari (MGL1), mentre il torrente Romealla, unico corpo idrico monitorato dell'area vulcanica orvietana, presenta condizioni di criticità per l'azoto nitrico che ne determinano il giudizio sufficiente già nel tratto montano (ROM0).

Sottobacino Basso Tevere

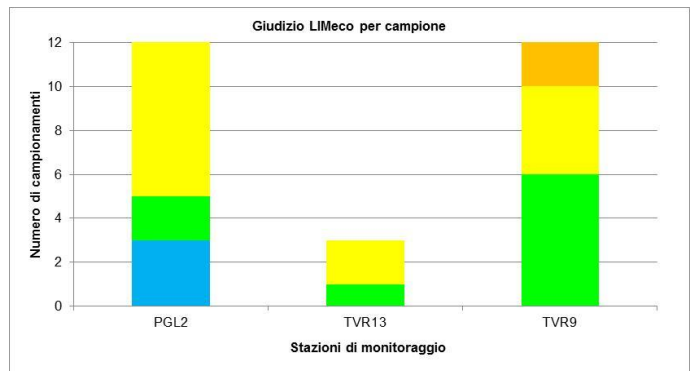
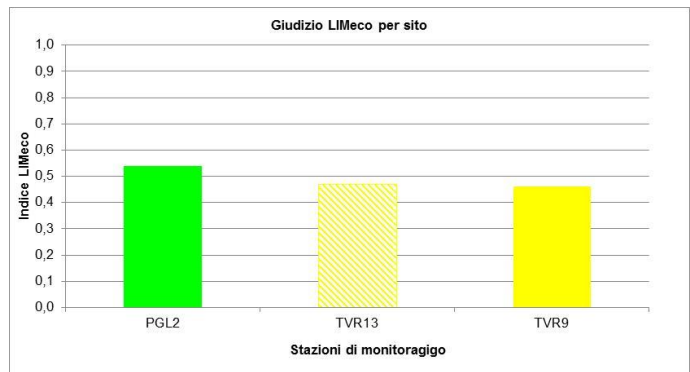
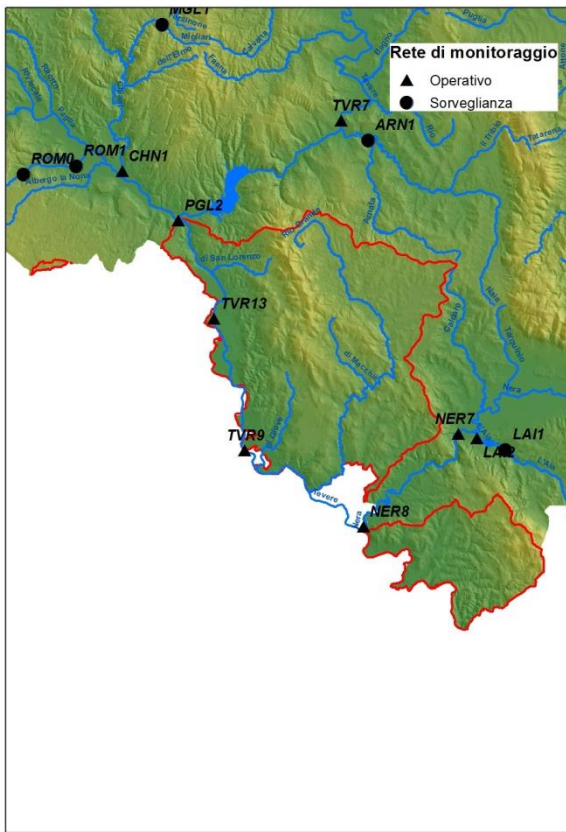


Fig. 7-10 – Rete di monitoraggio e classificazione dell'indice LIMeco per sito e per campione

■ elevato ■ buono ■ sufficiente ■ scarso ■ cattivo

I due corpi idrici monitorati nel sottobacino Basso Tevere, rispettivamente a monte (TVR13) e a valle (TVR9) della traversa di Alviano, presentano una qualità delle acque sufficiente da un punto di vista chimico-fisico, anche se la classificazione del nuovo corpo idrico "Fiume Tevere dal punto immissione della centrale di Baschi a sbarramento di Alviano" (TVR13) è ancora provvisoria, dal momento che il monitoraggio triennale è stato avviato solo a partire dall'anno 2012.

Il tratto a valle della traversa di Alviano (TVR9), mostra alcune criticità legate alle concentrazioni di azoto ammoniacale e, in misura minore, di azoto nitrico, che hanno determinato, in alcuni casi, il giudizio scarso per singolo campione.

Per completezza viene riportato, nei grafici, anche l'andamento del LIMeco relativo al tratto terminale del fiume Paglia (PGL2), principale affluente del fiume Tevere nel sottobacino, i cui risultati sono stati già presentati nella scheda precedente.

Sottobacino Nera

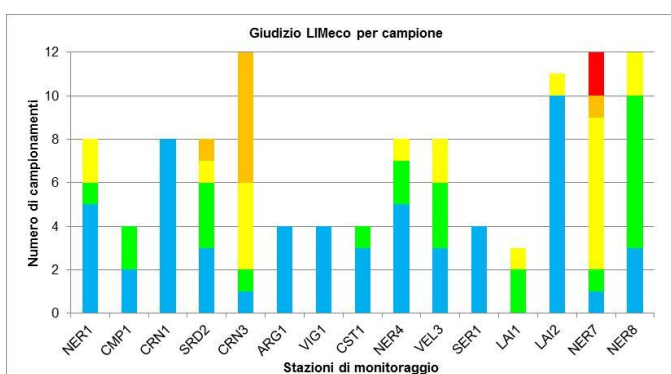
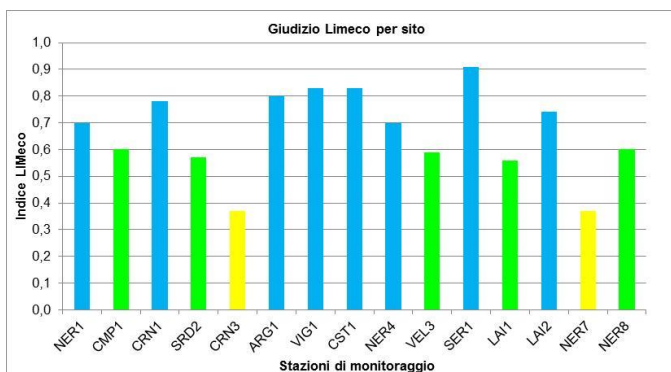
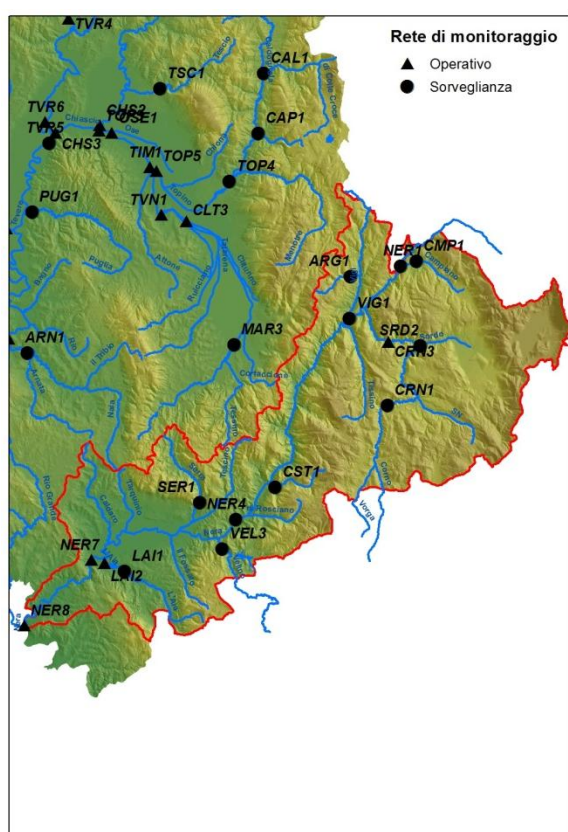


Fig. 7-11 – Rete di monitoraggio e classificazione dell'indice LIMeco per sito e per campione

■ elevato ■ buono ■ sufficiente ■ scarso ■ cattivo

La classificazione dell'indice LIMeco dei corpi idrici ricadenti nel sottobacino del fiume Nera mostra complessivamente una buona situazione dal punto di vista della qualità chimico-fisica delle acque.

Per quanto riguarda la parte montana del bacino fino alla confluenza con il fiume Velino, infatti, sia il corso d'acqua principale sia gli affluenti presentano un giudizio LIMeco buono o elevato. L'unica eccezione è rappresentata dal tratto finale del fiume Corno (CRN3), classificato in stato sufficiente per le elevate concentrazioni di azoto ammoniacale e nitrico e per i ridotti tenori di ossigeno disciolto. Alcune criticità sono state evidenziate anche per il fiume Sordo (SRD2), che, seppur in stato buono, ha presentato saltuariamente concentrazioni di azoto nitrico piuttosto elevate.

Nel tratto intermedio il fiume Nera viene monitorato con la stazione NER7, localizzata a Narni, a valle della Conca Ternana. Le concentrazioni legate ai nutrienti, in particolare azoto ammoniacale e nitrico, determinano un giudizio LIMeco del tratto sufficiente e giudizi per singolo campione saltuariamente anche scarsi o cattivi.

In questo tratto il Nera riceve le acque del fiume Velino (VEL3) e dei torrenti Serra (SER1) e L'Aia (LAI1 e LAI2), tutte caratterizzate da una buona qualità chimico-fisica.

Infine, il tratto terminale del fiume Nera (NER8), classificato in stato buono, non presenta particolari criticità, se non per alcune concentrazioni di azoto ammoniacale che tuttavia non incidono nel giudizio complessivo.

Sottobacino Trasimeno

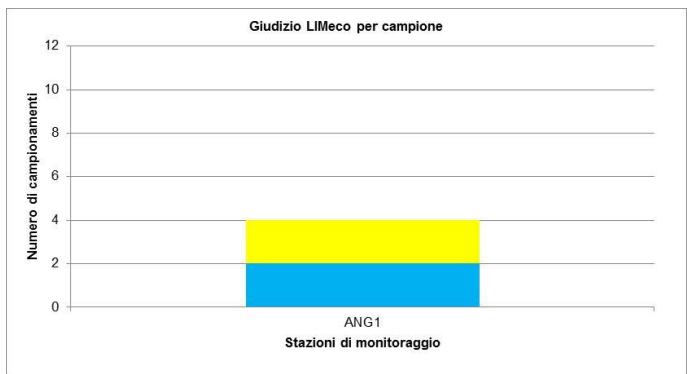


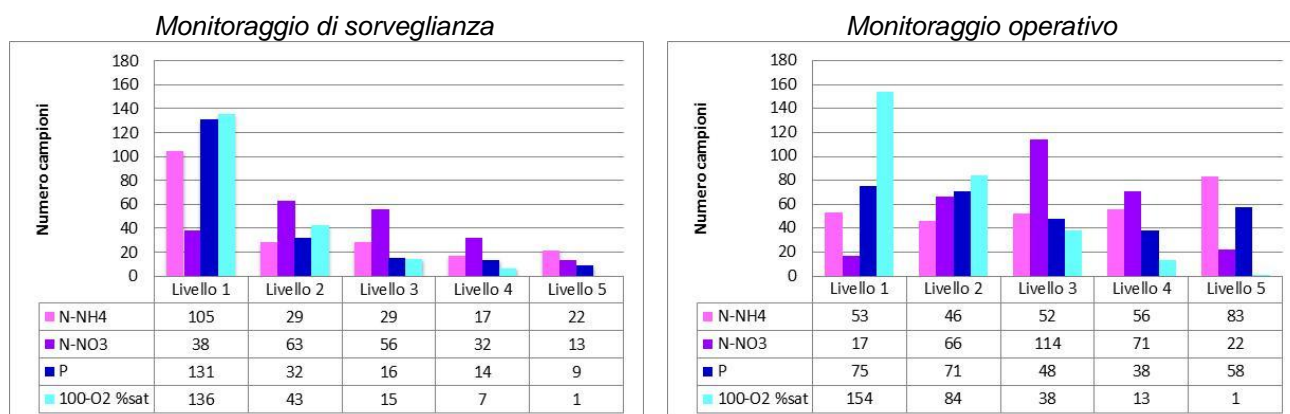
Fig. 7-12 – Rete di monitoraggio e classificazione dell'indice LIMeco per sito e per campione

■ elevato ■ buono ■ sufficiente ■ scarso ■ cattivo

Nel sottobacino Trasimeno, l'unico corpo idrico fluviale monitorato ai fini della valutazione della qualità ambientale è il Canale dell'Anguillara. Da un punto di vista chimico-fisico, il corpo idrico ha presentato giudizio LIMeco buono, ma con valori per singolo campione che oscillano tra lo stato sufficiente e lo stato elevato e che risultano fortemente dipendenti dalle variazioni stagionali e dalle condizioni di deflusso.

7.1.3.2 Analisi dei risultati per parametro macrodescrittore

Al fine di evidenziare quali sono i parametri macrodescrittori che costituiscono elemento di criticità nel territorio regionale, nei grafici di Fig. 7-13 viene rappresentata, per le reti di monitoraggio operativa e di sorveglianza, la distribuzione dei campioni nei 5 livelli di inquinamento previsti dal DM 260/2010 (tabella 4.1.2/a). Complessivamente, sono stati presi in considerazione, ai fini del calcolo del LIMeco, 290 campioni per la rete operativa e 202 campioni per la rete di sorveglianza.



Parametro	Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
100-O2 %sat	<= 10	<= 20	<= 40	<= 80	> 80
N-NH4 (mg/l)	< 0,03	<= 0,06	<= 0,12	<= 0,24	> 0,24
N-NO3 (mg/l)	< 0,6	<= 1,2	<= 2,4	<= 4,8	> 4,8
Fosforo totale (microg/l)	< 50	<= 100	<= 200	<= 400	> 400

Fig. 7-13 – Distribuzione dei campioni per livello dei parametri macrodescrittori e livelli di inquinamento previsti dal DM 260/2010 (Tab. 4.1.2/a)

In linea generale, i corpi idrici oggetto di monitoraggio operativo hanno presentato, nel corso del primo ciclo, livelli degli elementi fisico-chimici di base tendenzialmente più elevati di quelli delle stazioni della rete di sorveglianza, con particolare riferimento alle forme azotate (azoto ammoniacale e azoto nitrico).

Relativamente all'azoto ammoniacale, infatti, quasi il 50% dei campioni (139 su 290 totali rilevati) è stato associato ai livelli 4 e 5 (qualità scarsa o cattiva) e solo il 34% (99 campioni) ha presentato concentrazioni compatibili con gli obiettivi di qualità (livello 1 e 2). Analogamente, per l'azoto nitrico, il 32% dei campioni (93 campioni) ha presentato concentrazioni fortemente critiche (livello 4 e 5) e solo il 28% (83 campioni) è invece stato classificato in livello 1 o 2.

Per la rete di sorveglianza, 134 campioni su 202 (65% del totale) hanno presentato livelli di azoto ammoniacale compatibili con l'obiettivo di qualità e circa la metà dei campioni livelli buoni o elevati anche per l'azoto nitrico. Nella maggior parte dei casi, i livelli più bassi per questi due parametri sono stati registrati nei corpi idrici probabilmente a rischio.

Anche per quanto riguarda il fosforo totale, le maggiori criticità sono state rilevate nelle stazioni della rete operativa nelle quali le concentrazioni sono risultate frequentemente superiori ai valori soglia della classe sufficiente, con oltre un terzo dei campioni classificati in Livello 4 o 5.

Infine, le condizioni di ossigenazione, sintetizzate nel parametro 100-OD (% di saturazione), risultano raramente critiche, con una percentuale di campioni classificati in Livello 1 o 2 che supera l'80%, sia per la rete operativa che per la rete di sorveglianza.

A completamento dell'analisi sopra presentata, è stata effettuata un'ulteriore elaborazione finalizzata ad evidenziare le possibili correlazioni tra i diversi parametri critici e la frequenza con cui i vari macrodescrittori concorrono a determinare il giudizio per singolo campione.

A tale scopo, separatamente per i due tipi di monitoraggio, sono stati presi in considerazione i campioni in cui almeno un parametro macrodescrittore ha presentato concentrazioni ricadenti nei livelli 4 o 5, indipendentemente dal giudizio LIMeco finale. Successivamente, è stata valutata la frequenza con cui ogni parametro, da solo o in combinazione con altri, è risultato scarso o cattivo. Considerato che le condizioni di ossigenazione, quasi sempre superiori al livello sufficiente, non hanno mai influenzato il giudizio LIMeco complessivo, l'analisi è stata limitata alle sole forme azotate (N-NH4 e N-NO3) e al fosforo totale (Ptot), più frequentemente critici.

I risultati dell'analisi vengono sintetizzati nei grafici di Fig. 7-14, dove, per ciascuna rete di monitoraggio, sono riportate le percentuali di campioni in cui i tre nutrienti hanno mostrato, singolarmente o in combinazione tra loro, concentrazioni critiche.

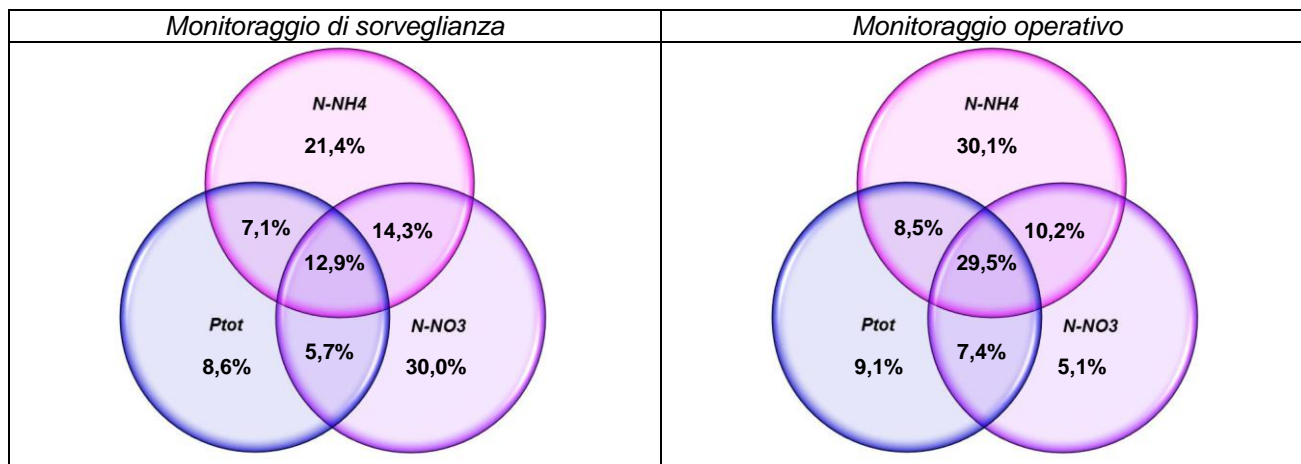


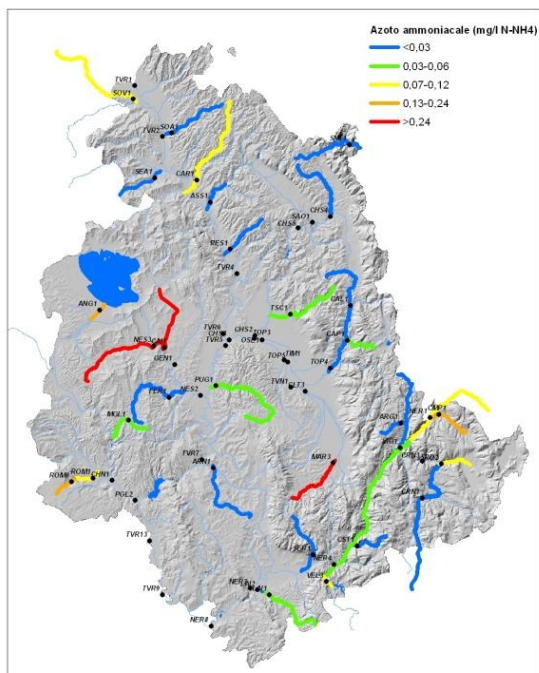
Fig. 7-14 – Percentuali di campioni che hanno presentato uno o più parametri macrodescrittori in livello 4 (scarso) o 5 (cattivo)

Per i corpi idrici oggetto di monitoraggio di sorveglianza 70 campioni hanno presentato almeno una volta uno dei 3 macrodescrittori in stato inferiore a sufficiente. Come si evince dai grafici, l'azoto nitrico è il parametro che più frequentemente (21 campioni pari al 30% dei casi) ha presentato, da solo, livello 4 (scarso) o 5 (cattivo), seguito dall'azoto ammoniacale (15 campioni pari al 21,4%); in un altro 14,3% dei campioni (pari a 10) ambedue le specie azotate hanno presentato concentrazioni critiche. Nel 12,9% dei casi, infine, tutti e tre i nutrienti determinano la scarsa qualità delle acque nei campioni considerati.

Per i corpi idrici oggetto di monitoraggio operativo, invece, sono 176 i campioni che hanno presentato almeno una volta uno dei 3 parametri in stato inferiore al sufficiente. Dall'analisi dei dati, l'azoto ammoniacale sembra essere il parametro più critico, in quanto nel 30,1% dei casi (53 campioni) ha presentato da solo livello scarso o cattivo; molto elevata è anche la percentuale di campioni (52 campioni pari al 29,5%) in cui tutti i nutrienti hanno condizionato negativamente il giudizio per singolo campione.

Al fine di localizzare le aree di maggiore criticità per ogni macrodescrittore, nelle cartografie che seguono (Fig. 7-15, Fig. 7-16, Fig. 7-17 e Fig. 7-18) viene rappresentata la distribuzione nel territorio regionale delle concentrazioni medie dei parametri analizzati nei corpi idrici monitorati. I valori medi di ogni parametro sono rappresentati secondo la medesima distribuzione in classi prevista dalla Tabella 4.1.2/a del DM 260/2010 e secondo la scala cromatica associata ai livelli LIMeco.

Monitoraggio di sorveglianza (a)



Monitoraggio operativo (b)

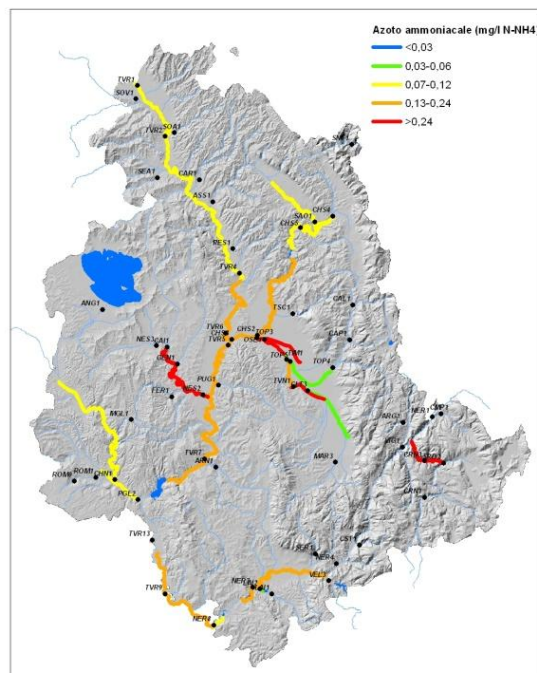
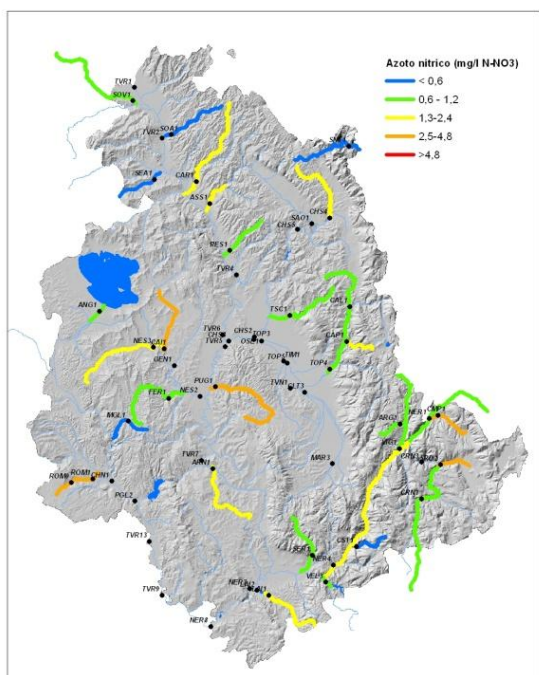


Fig. 7-15 – Concentrazioni medie rilevate nel periodo 2009-2012 – Azoto ammoniacale

Monitoraggio di sorveglianza (a)



Monitoraggio operativo (b)

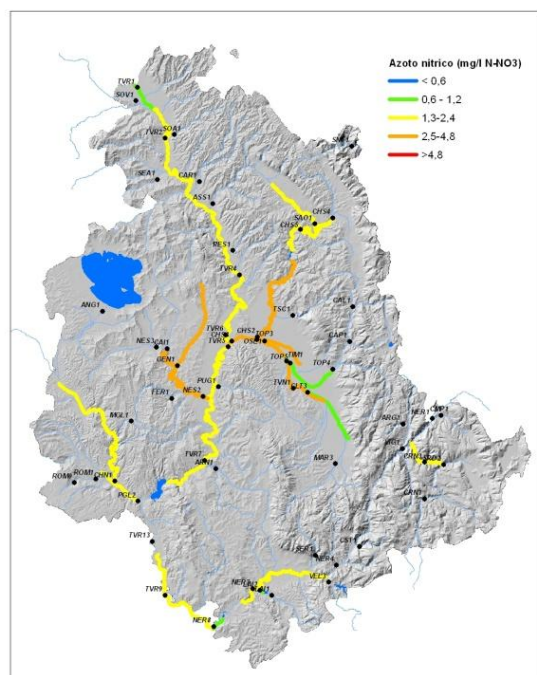
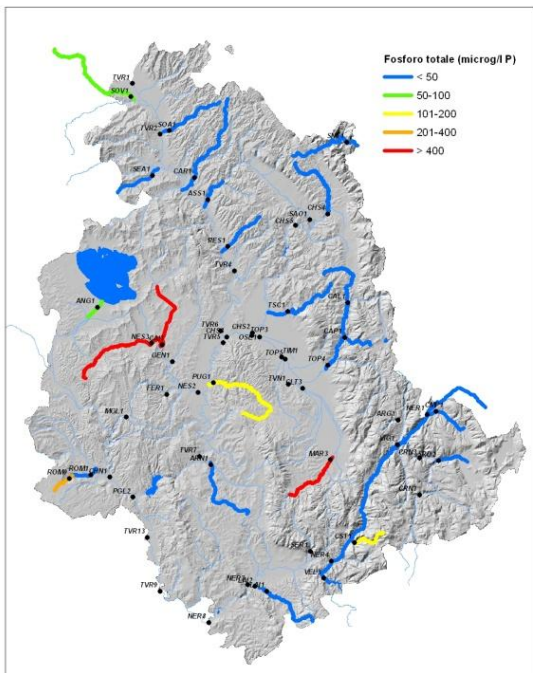


Fig. 7-16 - Concentrazioni medie rilevate nel periodo 2009-2012 – Azoto nitrico

Monitoraggio di sorveglianza (a)



Monitoraggio operativo (b)

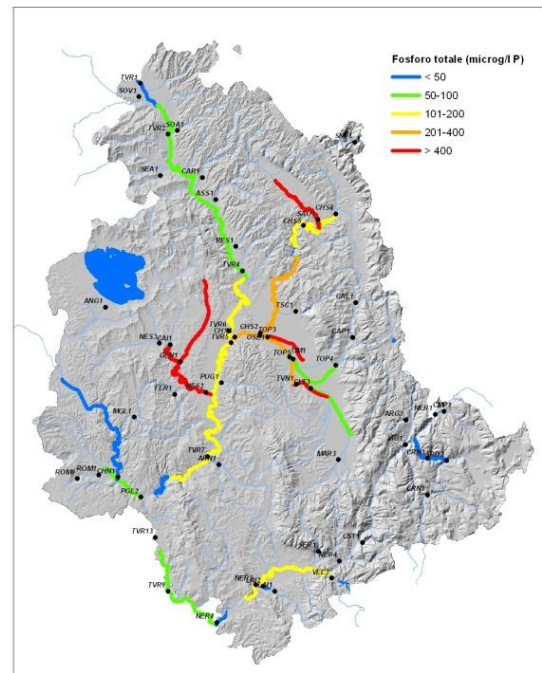
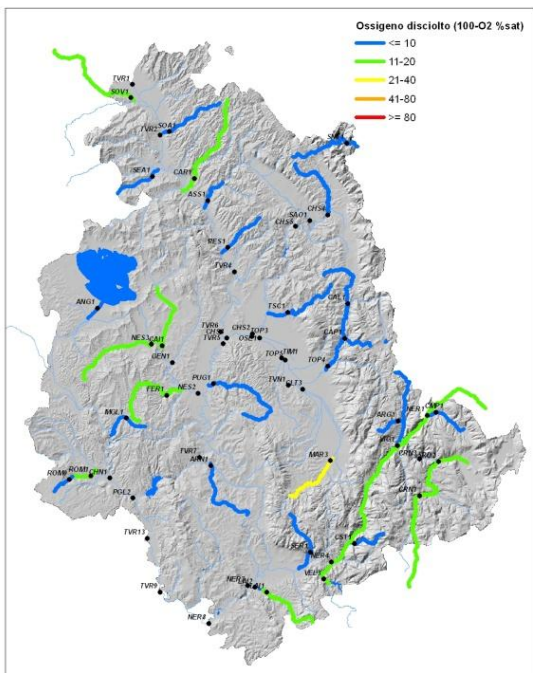


Fig. 7-17 - Concentrazioni medie rilevate nel periodo 2009-2012 – Fosforo totale

Monitoraggio di sorveglianza (a)



Monitoraggio operativo (b)

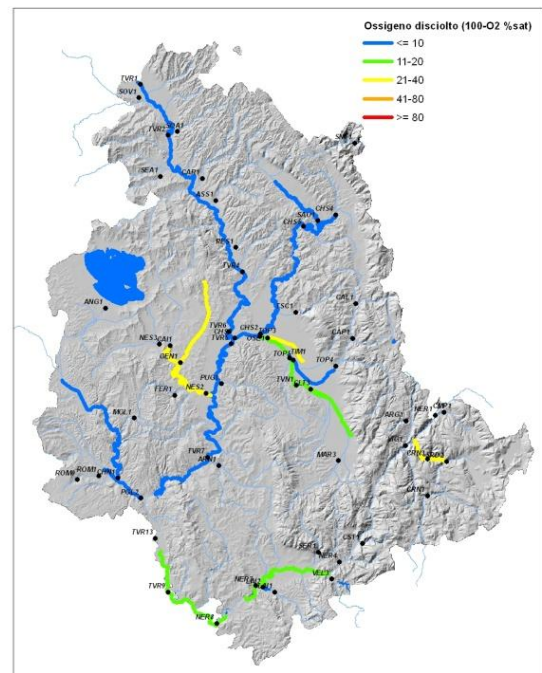
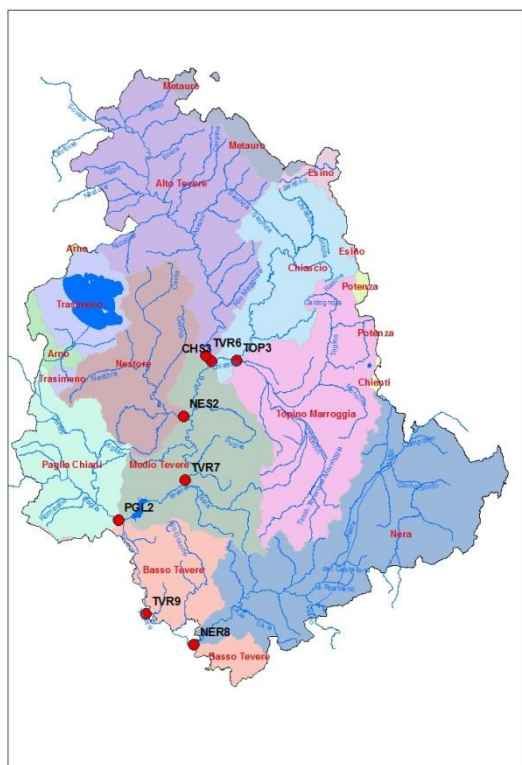


Fig. 7-18 - Concentrazioni medie rilevate nel periodo 2009-2012 – Ossigeno disciolto

Per quanto riguarda la rete operativa (Fig. 7-15 b, Fig. 7-16 b, Fig. 7-17 b e Fig. 7-18 b), la distribuzione delle concentrazioni medie conferma quanto già discusso sia nell'analisi per sottobacino che in quella per singolo parametro, evidenziando diffuse criticità per il parametro azoto ammoniacale e in secondo luogo per il fosforo totale.

Per la rete di sorveglianza (Fig. 7-15 a, Fig. 7-16 a, Fig. 7-17 a e Fig. 7-18 a), invece, le condizioni più problematiche sembrano limitate a situazioni locali.

7.1.3.3 Analisi dei parametri chimico-fisici e microbiologici per il monitoraggio delle misure di Piano



Come anticipato nella Parte I, i corpi idrici a chiusura delle principali unità territoriali di riferimento del Piano di Tutela delle Acque (Fig. 7-19) sono interessati da un monitoraggio mensile finalizzato alla valutazione dell'efficacia delle misure di tutela adottate e che comprende la determinazione di tutti gli elementi fisico-chimici di base e del parametro microbiologico *E. coli*.

Nel paragrafo viene presentata una breve sintesi dei risultati relativi al monitoraggio dei parametri BOD₅, COD ed *E.coli* che, pur non facendo parte dell'elenco dei macrodescrittori che entrano direttamente nel calcolo degli indici, sono stati comunque individuati nei piani di settore come fattori di criticità del reticolo fluviale umbro.

Il BOD₅ e il COD svolgono, infatti, un ruolo fondamentale per il bilancio ecologico di un corso d'acqua, dal momento che i livelli di ossigeno disciolto sono fortemente condizionati dalla richiesta chimica e biochimica di ossigeno necessaria per ossidare le sostanze organiche ed inorganiche presenti in acqua.

Fig. 7-19 – Stazioni di chiusura dei principali sottobacini

Nei grafici di Fig. 7-20 e Fig. 7-21 vengono riportati i valori del 75° percentile dei due parametri calcolati sulla base dei dati raccolti nel corso del primo ciclo di monitoraggio (2008-2012) nelle 8 stazioni di chiusura. In assenza di limiti normativi specifici, in ciascun grafico sono stati riportati, per fasce di colore, gli intervalli di classificazione previsti per i due parametri macrodescrittori dall'ex D.Lgs. 152/99, al fine di fornire una rapida lettura delle situazioni di maggior criticità.

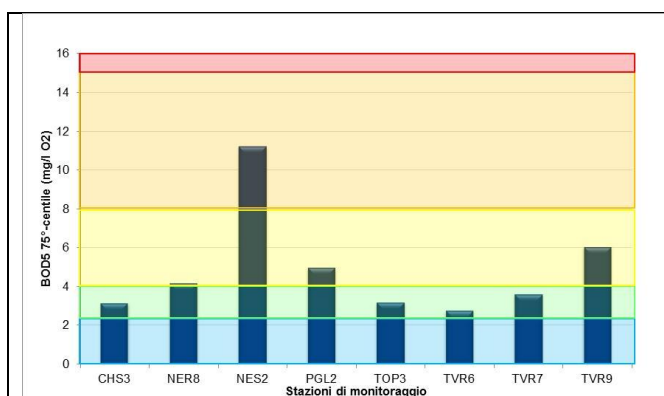


Fig. 7-20 – 75° percentile dei valori di BOD₅ rilevati nelle stazioni di chiusura delle principali unità territoriali di riferimento

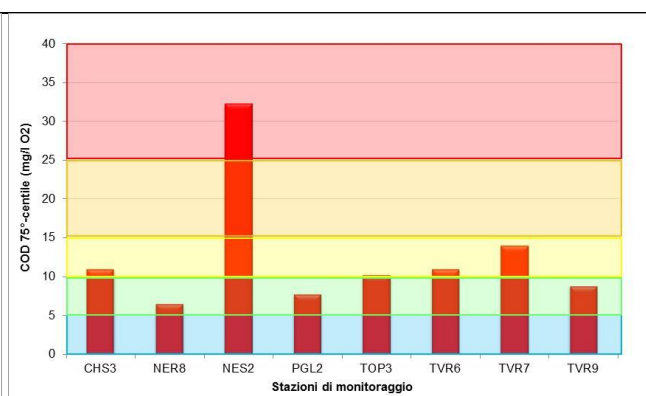


Fig. 7-21 - 75° percentile dei valori di COD rilevati nelle stazioni di chiusura delle principali unità territoriali di riferimento

Dai grafici si evidenzia che:

- Lungo l'asta del fiume Tevere (TVR6-Alto Tevere, TVR7-Medio Tevere e TVR9-Basso Tevere), i valori rilevati di BOD₅ non hanno mai evidenziato particolari criticità, essendosi sempre mantenuti in una classe di qualità buona (TVR6 e TVR7) o sufficiente (TVR9). Per il COD, sebbene siano state rilevate

saltuariamente concentrazioni anche elevate nei siti TVR6 e TVR7, il valore del 75°- centile calcolato per tutte le stazioni risulta comunque sufficiente (TVR6 e TVR7) o buono (TVR9).

- La stazione di chiusura del sottobacino Nestore (NES2) è quella che presenta le concentrazioni più significative per entrambi i parametri, con valori del 75°-centile più che doppi rispetto alle altre stazioni di monitoraggio (11 mg/l di O₂ per il BOD₅ e 32 mg/l di O₂ per il COD). I livelli associati a BOD₅ e COD assegnano al corpo idrico, rispettivamente, qualità scarsa e cattiva per i due parametri
- La stazioni di chiusura del sottobacino Topino (TOP3) non ha evidenziato particolari criticità, né per il BOD₅ né per il COD, i cui livelli risultano complessivamente buoni.
- La stazione di chiusura del sottobacino Chiascio (CHS3) ha presentato alcune criticità per il parametro COD, che ne determinano un valore del 75°- centile in classe sufficiente, mentre il livello associato al BOD₅ risulta buono.
- Per la stazione in chiusura del bacino del Paglia (PGL2), non sono state evidenziate particolari criticità, anche se le concentrazioni leggermente più elevate di BOD₅ rilevate nel corso del 2012, hanno condizionato il livello complessivo per tale parametro (sufficiente).
- Infine, la stazione localizzata a chiusura del Nera (NER8) sembra confermare anche per BOD₅ e COD la buona qualità chimico-fisica delle acque, già evidenziata dagli altri elementi generali.

Un'ultima considerazione riguarda l'andamento del parametro *E. coli*, indicatore primario di inquinamento di origine fecale, individuato come uno dei principali elementi di criticità del reticolo umbro nel Piano di Tutela delle Acque (Fig. 7-22).

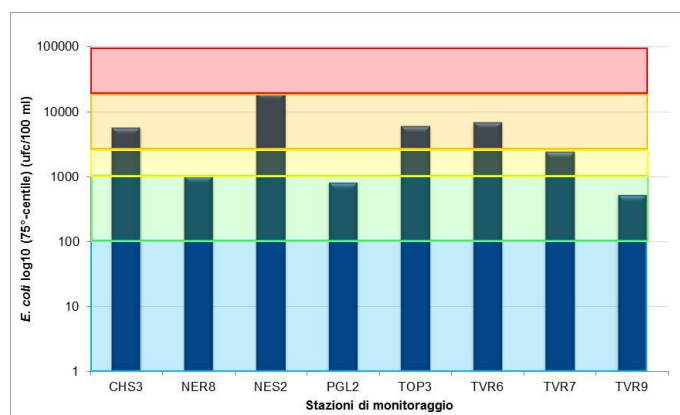


Fig. 7-22 - 75° percentile dei valori di *E.coli* rilevati nelle stazioni di chiusura delle principali unità territoriali di riferimento

Ad eccezione di poche stazioni (NER8, PGL2 e TVR9) i valori rilevati evidenziano una presenza diffusa del batterio, tale da pregiudicare fortemente la qualità microbiologica delle acque, confermando quanto rilevato con i monitoraggi pregressi. I valori del 75°-centile ricadono infatti nel livello scarso per ben quattro siti (CHS3, NES2, TOP3, TVR6) e nel livello sufficiente per il sito TVR7. Particolarmente gravosa è la situazione rilevata nel sottobacino Nestore (NES2) dove le concentrazioni massime registrate raggiungono anche i 98.000 ufc/100 ml.

7.2 Elementi chimici a sostegno (sostanze non prioritarie)

7.2.1 Metodi di campionamento

I criteri per l'individuazione dei siti di campionamento e le metodiche da applicare per la determinazione degli elementi chimici a sostegno (sostanze non prioritarie) sono contenuti nel "Protocollo per il campionamento dei parametri fisico-chimici a sostegno degli elementi biologici nei corsi d'acqua superficiali" (APAT, 2007).

Come previsto dal documento, i punti di campionamento per la rilevazione degli elementi chimici a sostegno possono non coincidere con i siti di monitoraggio biologico, ma possono essere individuati nei siti più idonei all'accertamento della loro presenza nel corpo idrico.

La determinazione delle sostanze di sintesi non prioritarie deve essere effettuata, sia per il monitoraggio operativo sia per il monitoraggio di sorveglianza, con frequenza **trimestrale**.

7.2.2 Attività svolte

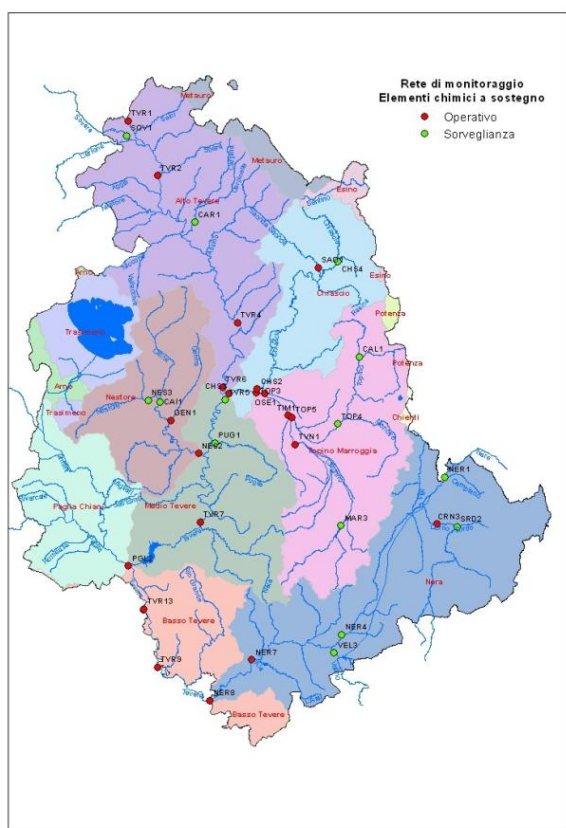


Fig. 7-23 - Rete di monitoraggio sostanze di sintesi non prioritarie

Analogamente ai parametri fisico-chimici di base, anche il campionamento degli elementi chimici a sostegno è stato avviato a partire dall'anno 2008 sui corpi idrici appartenenti al reticolo principale e, dalla metà del 2009, sui corpi idrici del reticolo minore. In totale sono state monitorate 35 stazioni e sono stati raccolti oltre 1200 campioni (Fig. 7-23).

Nel periodo 2008-2012 è stato completato il monitoraggio delle sostanze non prioritarie in tutti i corpi idrici individuati sulla base dell'analisi delle pressioni, ad eccezione del corpo idrico "Fiume Tevere dal punto di immissione della centrale di Baschi alla traversa di Alviano" (sito TVR13), monitorato solo a partire dal 2012.

Il campionamento dei parametri selezionati è stato effettuato con le modalità previste nel programma di monitoraggio e non sono state evidenziate particolari criticità in fase di rilevazione.

Va precisato che la determinazione di tali sostanze è stata effettuata con frequenza mensile anziché trimestrale.

In Tab. 7-5 viene riportato l'elenco delle 30 sostanze non prioritarie selezionate in base all'analisi delle pressioni e monitorate nel reticolo fluviale umbro, unitamente ai limiti di rilevabilità delle metodiche utilizzate e agli standard di qualità ambientale fissati dalla norma.

Tab. 7-5 - Elenco delle sostanze non prioritarie monitorate nel reticolo fluviale umbro

CAS	SOSTANZA	Unità di misura	Metodo analitico	Limite di rilevabilità	SQA-MA (tab. 1/B)
71-55-6	1,1,1 Tricloroetano	µg/l	APAT CNR IRSA 5150 Man 29 2003		
95-50-1	1,2 Diclorobenzene	µg/l	APAT CNR IRSA 5150 Man 29 2003	< 0,50	2
106-46-7	1,4 Diclorobenzene	µg/l	APAT CNR IRSA 5150 Man 29 2003	< 0,50	2
94-75-7	2,4 D	µg/l	MP-PG-C 15 rev 0 2004	< 0,05	0,5
120-83-2	2,4,6-Triclorofenolo	µg/l	APAT CNR IRSA 5070 B Man 29 2003	< 1	1
120-83-2	2,4-Diclorofenolo	µg/l	APAT CNR IRSA 5070 B Man 29 2003	< 1	1
95-57-8	2-Clorofenolo	µg/l	APAT CNR IRSA 5070 B Man 29 2003	< 1	4
108-43-0	3-Clorofenolo	µg/l	APAT CNR IRSA 5070 B Man 29 2003	< 1	2
7440-38-2	Arsenico	µg/l	UNI EN ISO 17294-2:2005	< 0,10	10
2642-71-9	Azinfos etile	µg/l	Rapporti ISTISAN 2007/31 Met ISS CAC 015	< 0,05	0,01
86-50-0	Azinfos metile	µg/l	Rapporti ISTISAN 2007/31 Met ISS CAC 015	< 0,05	0,5
25057-89-0	Bentazone	µg/l	MP-PG-C 15 rev 0 2004	< 0,05	0,5
7440-47-3	Cromo totale	µg/l	UNI EN ISO 17294-2:2005	< 0,50	7
60-51-5	Dimetoato	µg/l	Rapporti ISTISAN 2007/31 Met ISS CAC 015	< 0,05	0,5
76-44-8	Eptaclor	µg/l	Rapporti ISTISAN 2007/31 Met ISS CAC 015	< 0,01	0,005
122-14-5	Fenitroton	µg/l	Rapporti ISTISAN 2007/31 Met ISS CAC 015	< 0,05	0,01
55-38-9	Fention	µg/l	Rapporti ISTISAN 2007/31 Met ISS CAC 015	< 0,05	0,01
58-89-9	Lindano (gamma-esaclorocicloesano)	µg/l	Rapporti ISTISAN 2007/31 Met ISS CAC 015	< 0,02	0,1
330-55-2	Linuron	µg/l	Rapporti ISTISAN 2007/31 Met ISS CAC 015	< 0,05	0,5
121-75-5	Malation	µg/l	Rapporti ISTISAN 2007/31 Met ISS CAC 015	< 0,05	0,01
94-74-6	MCPA	µg/l	MP-PG-C 15 rev 0 2004	< 0,05	0,5
93-65-2	Mecoprop	µg/l	MP-PG-C 15 rev 0 2004	< 0,05	0,5
57837-19-1	Metalaxil	µg/l	Rapporti ISTISAN 2007/31 Met ISS CAC 015	< 0,02	0,1
	Metazaclor	µg/l	Rapporti ISTISAN 2007/31 Met ISS CAC 015	< 0,05	0,1
51218-45-2	Metolaclor	µg/l	Rapporti ISTISAN 2007/31 Met ISS CAC 015	< 0,05	0,1
298-00-0	Paration metile	µg/l	Rapporti ISTISAN 2007/31 Met ISS CAC 015	< 0,05	0,01
5915-41-3	Terbutilazina	µg/l	Rapporti ISTISAN 2007/31 Met ISS CAC 015	< 0,05	0,5*
30125-63-4	Terbutilazina desetil	µg/l	Rapporti ISTISAN 2007/31 Met ISS CAC 015	< 0,05	0,1
108-88-3	Toluene	µg/l	APAT CNR IRSA 5140 Man 29 2003	< 0,10	5
1330-20-7	Xileni	µg/l	APAT CNR IRSA 5140 Man 29 2003	< 0,20	5

7.2.3 Valutazione della conformità agli Standard di Qualità Ambientale (SQA)

Come anticipato al paragrafo 5, il giudizio derivante dal monitoraggio delle sostanze di sintesi non prioritarie concorre alla determinazione dello stato ecologico insieme agli elementi biologici e fisico-chimici di base.

La valutazione va effettuata sulla base della conformità delle concentrazioni medie delle sostanze di sintesi agli standard di qualità ambientale fissati dal DM 260/2010, che individua le seguenti classi:

- *Stato elevato*: la media delle concentrazioni delle sostanze di sintesi, misurate nell'arco di un anno, sono minori o uguali ai limiti di quantificazione delle migliori tecniche disponibili a costi sostenibili. Le concentrazioni delle sostanze di origine naturale ricadono entro i livelli di fondo naturale.
- *Stato buono*: la media delle concentrazioni delle sostanze chimiche, monitorate nell'arco di un anno, è conforme agli standard di qualità ambientale (SQA-MA) di cui alla tabella 1/B, lettera A.2.7 punto 2 del DM 260/2010.
- *Stato sufficiente*: la media delle concentrazioni delle sostanze chimiche, monitorate nell'arco di un anno, supera gli standard di qualità ambientale di cui alla tabella 1/B, lettera A.2.7 punto 2 del DM 260/2010.

Per la classificazione dei corpi idrici oggetto di monitoraggio operativo, deve essere utilizzato il valore peggiore della media calcolata per ciascun anno del triennio di monitoraggio.

Nel caso del monitoraggio di sorveglianza, invece, si deve fare riferimento al valore medio di un singolo anno o al valore medio annuale peggiore, qualora nell'arco dei sei anni venga programmato il monitoraggio di sorveglianza per più di un anno.

In Tab. 7-6 e in Tab. 7-7 viene presentata, per i corpi idrici oggetto di monitoraggio, la classificazione degli elementi chimici a sostegno, effettuata sulla base dei dati raccolti nel periodo 2009-2012.

La rappresentazione delle classi di qualità calcolate segue lo schema cromatico previsto per la classificazione generale dello stato ecologico: elevato/blu, buono/verde, sufficiente/giallo.

Tab. 7-6 – Classificazione degli elementi chimici a sostegno – **Monitoraggio di sorveglianza**

Stazione	Codice corpo idrico	Corpo idrico	Naturale/ HMWB/ AWB	Giudizio 2009	Giudizio 2010	Giudizio 2011	Stato elementi chimici a sostegno	Parametro che impedisce il raggiungimento dello stato elevato (MA > l.q.)
CAI1	N010011702BF	Torrente Caina da T. Formanuova a F. Nestòre	HMWB		buono	buono	BUONO	Arsenico, Cromo
CAL1	N01001150502AF	Torrente Caldognola intero corso	Naturale		buono	buono	BUONO	Arsenico, Cromo
CAR1	N0100109AF	Torrente Carpina intero corso	Naturale		buono	buono	BUONO	Arsenico, Cromo
CHS4	N0100115AF	Fiume Chiascio dalle origini a T. Sciola	Naturale	buono	buono	buono	BUONO	Arsenico
MAR3	N01001150506CF	Fiume Timia-Teverone-Marroggia da L. Arezzo a T. Tessino	HMWB	elevato	buono	elevato	BUONO	Arsenico, Clorprofam
NER1	N0100126AF	Fiume Nera dalle origini a F. Corno	Naturale	buono	buono	buono	BUONO	Arsenico
NER4	N0100126BF	Fiume Nera da F. Corno a F. Velino	Naturale	buono	buono	buono	BUONO	Arsenico
NES3	N0100117AF	Fiume Nestòre dalle origini a T. Caina	HMWB	buono	buono	buono	BUONO	Arsenico, Cromo
PUG1	N0100116AF	Torrente Puglia intero corso	Naturale		buono	buono	BUONO	Arsenico
SOV1	N010010201AF	Torrente Sovara dalle origini a T. Cerfone	Naturale		elevato	elevato	ELEVATO	
SRD2	N01001260203AF	Fiume Sordo intero corso	Naturale	buono	buono	buono	BUONO	Arsenico, Cromo
TOP4	N010011505BF	Fiume Topino da T. Caldognola a Foligno	Naturale		elevato	elevato	ELEVATO	
TVR5	N01001EF	Fiume Tevere da F. Chiascio a L. Corbara	Naturale	buono	buono	buono	BUONO	Arsenico
VEL3	N010012607BF	Fiume Velino da L. Piediluco a F. Nera	Potenziale HMWB	buono	buono	buono	BUONO	Arsenico, Cromo

Tab. 7-7 – Classificazione degli elementi chimici a sostegno – **Monitoraggio operativo**

Stazione	Codice corpo idrico	Corpo idrico	Naturale/HMWB/AWB	Giudizio 2009	Giudizio 2010	Giudizio 2011	Giudizio 2012	Stato elementi chimici a sostegno	Parametro che impedisce il raggiungimento dello stato elevato (MA > I.q.)
CHS2	N0100115DF	Fiume Chiascio da L. Valfabbrica a F. Topino	HMWB	buono	buono	buono	buono	BUONO	Arsenico, MCPA, Metolaclor
CHS3	N0100115EF	Fiume Chiascio da F. Topino a F. Tevere	Naturale	buono	buono	buono	buono	BUONO	Arsenico, Metolaclor, Terbutilazina, Pesticidi totali
CRN3	N010012602BF	Fiume Corno da T. Sordo a F. Nera	Naturale	buono	buono	buono	buono	BUONO	Arsenico, Cromo
GEN1	N010011703AF	Torrente Genna intero corso	HMWB		buono	buono	buono	BUONO	Arsenico, Cromo, Toluene
NER7	N0100126CF	Fiume Nera da F. Velino a limite HER	HMWB	buono	buono	buono	buono	BUONO	Arsenico, Cromo
NER8	N0100126FF	Fiume Nera da L. S. Liberato a F. Tevere	HMWB	buono	buono	buono	buono	BUONO	Arsenico, Cromo, Mecoprop
NES2	N0100117BF	Fiume Nestore da T. Caina a F. Tevere	HMWB	buono	buono	buono	buono	BUONO	Arsenico, Metalaxyl, Metolaclor, Terbutilazina, Mecoprop
OSE1	N01001150507AF	Torrente Ose intero corso	Naturale		buono	buono	buono	BUONO	Arsenico, Cromo
PGL2	N0100122BF	Fiume Paglia da T. Romealla a F. Tevere	Naturale	buono		buono	buono	BUONO	Arsenico, Cromo, Metolaclor, Terbutilazina
SAO1	N010011502AF	Torrente Saonda intero corso	Naturale		elevato	elevato	elevato	ELEVATO	
TIM1	N01001150506FF	Fiume Timia-Teverone-Marroggia da F. Clitunno a F. Topino	HMWB	elevato	elevato	buono	elevato	BUONO	Metolaclor, Terbutilazina
TOP3	N010011505DF	Fiume Topino da F. Timia-Teverone-Marroggia a F. Chiascio	Naturale	buono	buono	buono	buono	BUONO	Arsenico, Cromo, Metolaclor, Terbutilazina, MCPA, 2-4 D, Pesticidi totali
TOP5	N010011505CF	Fiume Topino da Foligno a F. Timia-Teverone-Marroggia	HMWB	buono	buono	buono	buono	BUONO	Arsenico, Cromo
TVN1	N01001150506EF	Fiume Timia-Teverone-Marroggia da T. Tatarena a F. Clitunno	HMWB	buono	buono	buono	buono	BUONO	Arsenico
TVR1	N01001AF	Fiume Tevere dal confine regionale a T. Cerfone	Naturale	buono	buono	buono	buono	BUONO	Arsenico, Cromo
TVR2	N01001BF	Fiume Tevere da T. Cerfone a T. Carpina	Naturale	buono	buono	buono	buono	BUONO	Arsenico, Cromo
TVR4	N01001CF	Fiume Tevere da T. Carpina a Perugia	Naturale	buono	buono	buono	buono	BUONO	Arsenico
TVR6	N01001DF	Fiume Tevere da Perugia a F. Chiascio	Naturale	buono	buono	buono	buono	BUONO	Arsenico, 2,4 D, Metolaclor, Metalaxyl
TVR7	N01001EF	Fiume Tevere da F. Chiascio a L. Corbara	Naturale	buono	buono	buono	buono	BUONO	Arsenico, Metalaxyl, Metolaclor, Terbutilazina
TVR13	N0101HF	Fiume Tevere dal punto di immissione del canale di restituzione della centrale di Baschi fino alla traversa di Alviano	HMWB				buono	NC	Terbutilazina, Metolaclor, Arsenico, Pesticidi totali
TVR9	N010_TEVERE_11 SS5T_01	Fiume Tevere 1	HMWB	buono	buono	buono	buono	BUONO	Arsenico, Cromo, Metolaclor, Terbutilazina

Nota: con rigatura i giudizi derivanti da un numero di campioni inferiore a 4

Dall'analisi dei dati, si evidenzia che tutti i corpi idrici monitorati hanno presentato valori delle sostanze di sintesi compatibili con il buono stato. La media delle concentrazioni rilevate per ciascun parametro, infatti, è sempre risultata conforme agli standard di qualità previsti dal decreto.

Ai corpi idrici *torrente Sovara intero corso* (SOV1), *torrente Saonda intero corso* (SAO1) e *Fiume Topino da Torrente Caldognola a Foligno* (TOP4), che hanno presentato medie annuali delle concentrazioni sempre inferiori ai limiti di quantificazione per tutti i parametri monitorati, viene attribuito stato elevato.

Infine, l'unico corpo idrico non classificato è il fiume Tevere a monte della traversa di Alviano (TVR13) in quanto monitorato solo a partire dal 2012.

Nella Fig. 7-24 viene mostrato il quadro delle sostanze che, pur non pregiudicando il giudizio complessivo, hanno presentato più frequentemente concentrazioni superiori al limite di rilevabilità analitica.

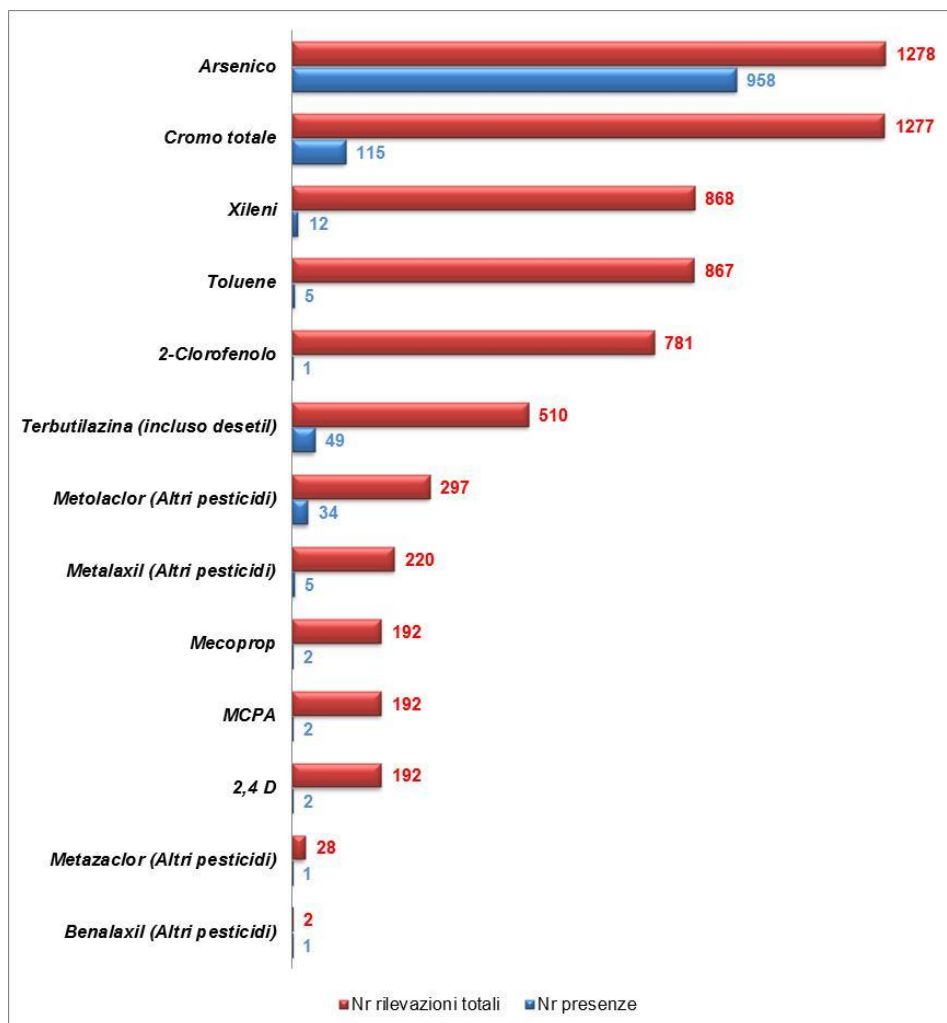


Fig. 7-24 – Numero di presenze rilevate per le sostanze di sintesi non prioritarie monitorate nei corpi idrici regionali.

Come si riconosce dal grafico, il parametro che più diffusamente ha evidenziato positività nei corpi idrici regionali è l'arsenico (958 positività su 1278 rilevazioni totali), seguito dal cromo (115 positività su 1277 campioni).

In misura minore, nei corsi d'acqua monitorati sono state rilevate tracce di alcuni pesticidi e principi attivi (terbutilazina, metolaclor, metalaxil) che, tuttavia, dato il carattere di saltuarietà di tali presenze, non è possibile ricondurre ad aree territoriali specifiche.

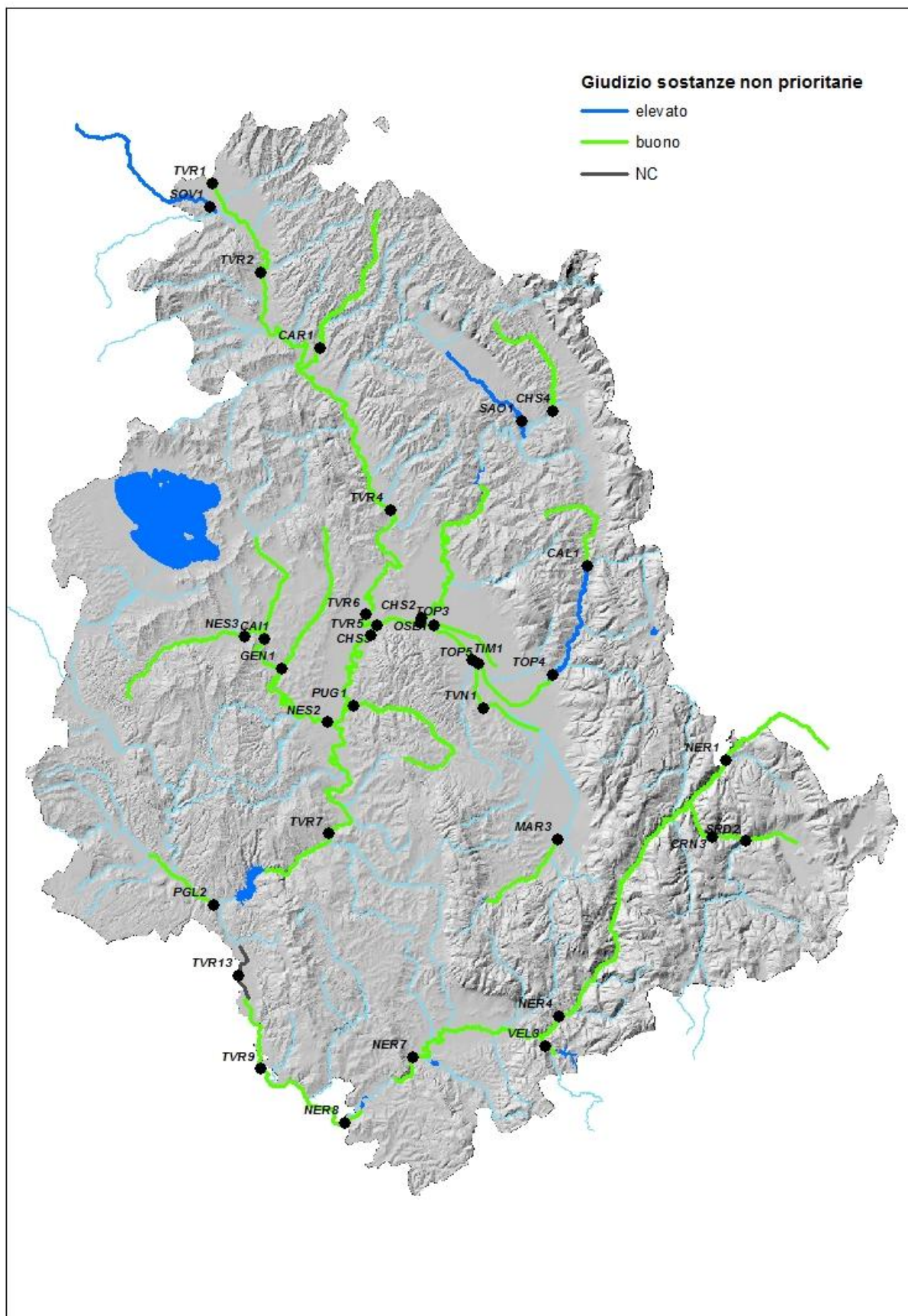


Fig. 7-25 – Rappresentazione cartografica della qualità ambientale associata agli elementi chimici a sostegno (sostanze non prioritarie)

STATO ECOLOGICO DEI CORPI IDRICI FLUVIALI

7.3 Modalità di classificazione

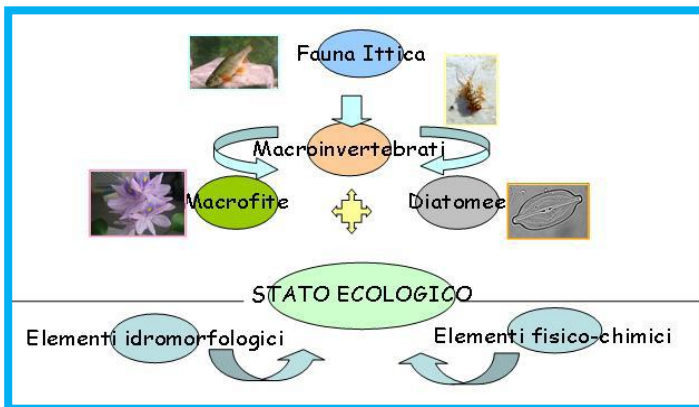


Fig. 0-1 – Schema di valutazione dello stato ecologico (Fonte: *Metodo per la valutazione e la classificazione dei corsi d'acqua utilizzando la comunità delle macrofite acquatiche*, Minciardi et al. 2009).

La qualità ecologica di un corpo idrico fluviale viene definita in base allo stato di tutte le componenti costituenti l'ecosistema acquatico (acqua, sedimenti, biota, ma anche morfologia, funzionalità e quantità), privilegiando gli elementi biotici rappresentativi dei diversi livelli trofici, quali composizione e abbondanza della flora acquatica, composizione e abbondanza dei macroinvertebrati bentonici, composizione, abbondanza e struttura di età della fauna ittica (Fig. 0-1).

Per ogni indicatore biologico monitorato, il giudizio di qualità ambientale associato deve essere espresso sotto forma di *Rapporto di Qualità Ecologica* (RQE): le comunità biologiche osservate, infatti, devono essere confrontate con quelle attese in condizioni di

disturbo antropico nullo o poco rilevante (condizioni di riferimento tipo-specifiche). L'RQE viene calcolato come valore numerico compreso tra 0 e 1: i valori prossimi a 1 corrispondono allo stato ecologico elevato, quelli prossimi a 0 allo stato ecologico cattivo. Sulla base del grado di deviazione dalle condizioni di riferimento, quindi, viene assegnato all'indicatore un giudizio corrispondente ad una delle 5 categorie di "stato ecologico": Elevato, Buono, Sufficiente, Scarso, Cattivo (Fig. 0-2).

I criteri tecnici e i valori di riferimento da adottare per la classificazione dei diversi elementi di qualità sono contenuti nel DM 260/2010.

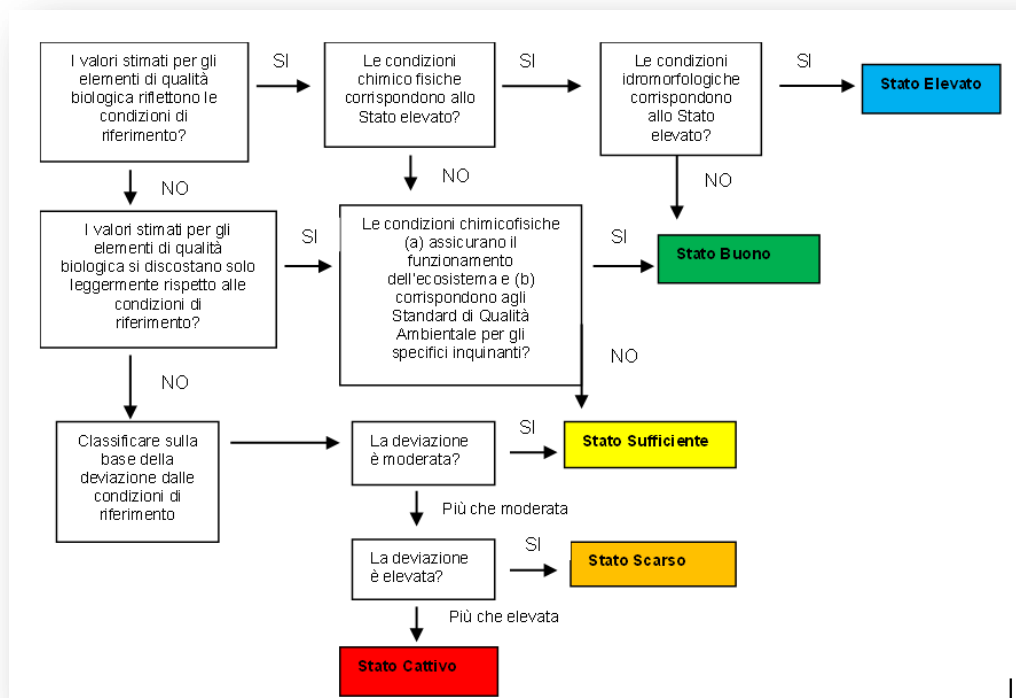


Fig. 0-2 - Schema di classificazione dello stato ecologico.

La metodologia di classificazione prevede che lo stato ecologico complessivo di un corso d'acqua venga determinato in base alla classe più bassa, risultante dai dati di monitoraggio, relativa a:

- elementi di qualità biologica (macroinvertebrati, macrofite, diatomee e fauna ittica);
- elementi di qualità fisico-chimica a sostegno (parametri macrodescrittori);
- elementi chimici a sostegno (altre sostanze non appartenenti all'elenco di priorità).

Il processo di classificazione prevede *due fasi* distinte:

- I. Nella *prima fase* (Tab. 0-1) è prevista l'integrazione tra il giudizio derivante dagli elementi di qualità biologica e il giudizio associato ai parametri macrodescrittori, secondo lo schema riportato di seguito. Come si riconosce dalla tabella, qualora lo stato delle comunità biotiche risulti superiore o uguale a sufficiente, lo stato ecologico risultante non viene declassato al di sotto del livello sufficiente anche se gli elementi fisico-chimici a sostegno risultano in stato scarso o cattivo. Inoltre, se lo stato complessivo desunto da questa prima fase risulta "elevato", è necessario provvedere ad una ulteriore conferma mediante l'esame degli elementi idromorfologici; se tale conferma dà esito negativo, il corpo idrico è declassato allo stato buono.

Tab. 0-1 – Fase I, integrazione tra gli elementi biologici, fisico-chimici e idromorfologici.

		Giudizio peggiore da Elementi biologici				
		<i>Elevato</i>	<i>Buono</i>	<i>Sufficiente</i>	<i>Scarso</i>	<i>Cattivo</i>
Elementi fisico-chimici a sostegno	<i>Elevato</i>	Elevato ⁽¹⁾	Buono	Sufficiente	Scarso	Cattivo
	<i>Buono</i>	Buono	Buono	Sufficiente	Scarso	Cattivo
	<i>Sufficiente Scarso e Cattivo</i>	Sufficiente	Sufficiente	Sufficiente	Scarso	Cattivo

(1) Lo stato elevato deve essere confermato dagli elementi idromorfologici a sostegno

- II. Nella *seconda fase* (Tab. 0-2) il giudizio emerso dal primo step deve essere integrato con quello derivante dagli elementi chimici a sostegno (sostanze non appartenenti all'elenco di priorità) secondo lo schema seguente.

Tab. 0-2 - Fase II, integrazione dei risultati della fase I con gli elementi chimici (altri inquinanti specifici).

		Giudizio della fase I				
		<i>Elevato</i>	<i>Buono</i>	<i>Sufficiente</i>	<i>Scarso</i>	<i>Cattivo</i>
Elementi chimici a sostegno (altri inquinanti specifici)	<i>Elevato</i>	Elevato	Buono	Sufficiente	Scarso	Cattivo
	<i>Buono</i>	Buono	Buono	Sufficiente	Scarso	Cattivo
	<i>Sufficiente</i>	Sufficiente	Sufficiente	Sufficiente	Scarso	Cattivo

La classificazione dello stato ecologico di ciascun corpo idrico viene poi rappresentata secondo lo schema cromatico indicato nella tabella 4.6.1/a del DM 260/2010, di seguito riportato:

Tab. 0-3 – Schema cromatico per la rappresentazione dello stato ecologico dei corpi idrici naturali (tabella 4.6.1/a del DM 260/2010)

Stato ecologico
ELEVATO
BUONO
SUFFICIENTE
SCARSO
CATTIVO

Come già anticipato, per i corpi idrici interessati da artificializzazioni (AWB) o alterazioni idromorfologiche significative (HMWB) la Direttiva prevede il raggiungimento, entro l'anno 2015, del buono stato chimico e del buon potenziale ecologico, definito in funzione degli impatti ecologici risultanti dalle alterazioni fisiche connesse agli usi specifici.

Il potenziale ecologico del corpo idrico è classificato in base al più basso dei valori riscontrati durante il monitoraggio biologico, fisico-chimico e chimico (inquinanti specifici) secondo lo schema cromatico indicato nella tabella 4.6.2/a del DM 260/2010 e di seguito riportato:

Tab. 0-4 - Schema cromatico per la rappresentazione del potenziale ecologico dei corpi idrici artificiali e fortemente modificati (tabella 4.6.2/a del DM 260/2010)

Classe del potenziale ecologico	Corpi idrici artificiali (AWB)	Corpi idrici fortemente modificati (HMWB)
Buono e oltre		
Sufficiente		
Scarso		
Cattivo		

A livello nazionale, la metodologia per la definizione del potenziale ecologico non è ancora stata messa a punto.

7.4 Lo stato ecologico dei corpi idrici fluviali umbri

La classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici fluviali umbri è stata effettuata applicando ai dati di monitoraggio raccolti gli indici e i valori di riferimento previsti nel DM 260/2010, integrati con le indicazioni tecniche fornite dagli esperti nell'ambito dei tavoli nazionali di validazione dei metodi.

I risultati di tali valutazioni sono stati successivamente rivisti sulla base di quanto emerso nell'ambito del processo di condivisione a scala di Distretto dell'Appennino Centrale, promosso dall'Autorità di Bacino del fiume Tevere nella prima metà del 2013. In tale contesto, le Agenzie Regionali interessate si sono confrontate sulle principali criticità evidenziate in fase di campionamento e classificazione, individuando le possibili soluzioni per i problemi comuni, al fine di pervenire ad una prima ipotesi di proposta di valutazione dei corpi idrici superficiali monitorati coerente a scala distrettuale. Le principali soluzioni proposte a scala di Distretto dell'Appennino Centrale e successivamente adottate dalle Regioni per il completamento del processo di valutazione della qualità dei corpi idrici fluviali riguardano:

- Classificazione dei corpi idrici fortemente modificati (HMWB) e artificiali (AWB): in attesa della pubblicazione definitiva del decreto contenente i criteri per la designazione dei corpi idrici artificiali e fortemente modificati e in assenza di indicazioni tecnico-normative circa la definizione del Potenziale Ecologico, è stato concordato che lo stato ecologico dei corpi idrici potenzialmente HMWB e AWB individuati a livello regionale venga provvisoriamente determinato sulla base dei soli parametri fisico-chimici di base (LIMeco) e chimici a sostegno (sostanze non prioritarie). Ciò in considerazione del fatto che i valori di riferimento previsti per gli elementi di qualità biologica dei corpi idrici naturali

potrebbero non risultare idonei per i corpi idrici caratterizzati da alterazioni idromorfologiche significative.







- b. Valutazione dello stato ecologico dei corpi idrici naturali in assenza di uno o più elementi programmati: come già anticipato, per alcuni corpi idrici non è stato possibile effettuare il monitoraggio e/o la valutazione di tutti gli elementi di qualità biologica previsti nel programma regionale a causa delle criticità emerse in fase di campionamento e classificazione. In questi casi, è stato concordato di determinare comunque lo stato ecologico di tali corpi idrici sulla base dei bioindicatori disponibili.







Nella tabella seguente (Tab. 0-5) vengono richiamati i giudizi relativi a ciascun elemento di qualità monitorato già discussi ai paragrafi precedenti e viene presentata la classificazione dello stato ecologico complessivo dei corpi idrici fluviali umbri monitorati nel periodo 2008-2012.







La rappresentazione delle classi di qualità segue lo schema cromatico previsto per la classificazione dello stato ecologico: elevato/blu, buono/verde, sufficiente/giallo, scarso/arancio, cattivo/rosso.

Va segnalato che per il corpo idrico “*Fiume Tevere dal punto di immissione del canale di restituzione della centrale di Baschi fino alla traversa di Alviano*”, il cui monitoraggio è stato avviato a partire dall'anno 2012, non è stato possibile esprimere alcun giudizio dal momento che i dati raccolti non sono sufficienti per poter elaborare gli indici di qualità.

Tab. 0-5 – Stato ecologico dei corpi idrici fluviali della Regione Umbria

Codice corpo idrico	Nome corpo idrico	Naturale/ HMWB/ AWB	Tipo	Stazione	S/O	Giudizio macroinver tebrati 	Giudizio diatomee 	Giudizio macrofite 	Giudizio fauna ittica 	Giudizio chimico- fisici di base (LIMeco) 	Giudizio chimici a sostegno 	STATO ECOLOGICO
N0100201AF	Canale dell'Anguillara	AWB	11IN7T	ANG1	S	NC	NC	NC		buono		BUONO
N01001260301AF	Torrente Argentina intero corso	Naturale	13SR1T	ARG1	S	elevato	elevato	elevato	elevato	elevato		ELEVATO
N010012102AF	Torrente Arnata intero corso	Naturale	11IN7T	ARN1	S	sufficiente	elevato	NC		elevato		SUFFICIENTE
N0100110BF	Torrente Assino da T. Lana a F. Tevere	Naturale	11SS3T	ASS1	S	sufficiente	elevato	elevato	buono	elevato		SUFFICIENTE
N010011702BF	Torrente Caina da T. Formanuova a F. Nestore	HMWB	11SS3T	CAI1	S	NC	NC	NC	NC	scarso	buono	SCARSO
N01001150502AF	Torrente Caldognola intero corso	Naturale	11SR2T	CAL1	S	buono	elevato	buono	buono	elevato	buono	BUONO
N01001150503AF	Torrente Rio di Capodacqua intero corso	Naturale	13SR2T	CAP1	S	buono	buono	NC	elevato	buono		BUONO
N0100109AF	Torrente Carpina intero corso	Naturale	11SS2T	CAR1	S	sufficiente	elevato	sufficiente	buono	buono	buono	SUFFICIENTE
N010012205BF	Torrente Chiani da T. Astrone a F. Paglia	Naturale	11SS3T	CHN1	O	sufficiente	elevato			elevato		SUFFICIENTE
N0100115DF	Fiume Chiascio da L. Valfabbrica a F. Topino	HMWB	11SS3T	CHS2	O	NC	NC			sufficiente	buono	SUFFICIENTE
N0100115EF	Fiume Chiascio da F. Topino a F. Tevere	Naturale	11SS5T	CHS3	O	NC	elevato	buono	sufficiente	sufficiente	buono	SUFFICIENTE
N0100115AF	Fiume Chiascio dalle origini a T. Sciola	Naturale	11SS2T	CHS4	S	sufficiente	buono	sufficiente	buono	elevato	buono	SUFFICIENTE
N0100115BF	Fiume Chiascio da T. Sciola a L. Valfabbrica	Naturale	11SS3T	CHS5	O	sufficiente	elevato			buono		SUFFICIENTE
N0100115050606AF	Fiume Clitunno intero corso	Naturale	11SR2T	CLT3	O	sufficiente		sufficiente		buono		SUFFICIENTE
N010012601AF	Torrente Campiano intero corso	Naturale	13SR2T	CMP1	S	buono	elevato	buono	elevato	buono		BUONO
N010012602AF	Fiume Corno dalle origini a T. Sordo	Naturale	13IN7T	CRN1	S	elevato	elevato	elevato	elevato	elevato		ELEVATO
N010012602BF	Fiume Corno da T. Sordo a F. Nera	Naturale	13SR3T	CRN3	O	buono	buono			sufficiente	buono	SUFFICIENTE
N010012605AF	Fosso del Castellone intero corso	Naturale	13SR2T	CST1	S	buono	elevato	elevato	elevato	elevato		BUONO
N010011704AF	Torrente Fersinone intero corso	Naturale	11IN7T	FER1	S	buono	elevato	elevato		elevato		BUONO
N010011703AF	Torrente Genna intero corso	HMWB	11SS2T	GEN1	O	NC	NC			cattivo	buono	CATTIVO
N010012612AF	Torrente L'Aia dalle origini a L. dell'Aia	Naturale	13SR2T	LAI1	S	sufficiente	elevato	NC	NC	buono		SUFFICIENTE
N010012612CF	Torrente L'Aia da L. dell'Aia a F. Nera	HMWB	13SR2T	LAI2	O	NC		NC	NC	elevato		ELEVATO
N01001150506CF	Fiume Timia-Teverone-Marroggia da L. Arezzo a T. Tessino	HMWB	11SS2T	MAR3	S	NC	NC	NC	NC	scarso	buono	SCARSO
N01001220503AF	Fosso Migliari intero corso	Naturale	11SS2T	MGL1	S	buono	buono	NC	NC	elevato		BUONO
N0100126AF	Fiume Nera dalle origini a F. Corno	Naturale	13SR3T	NER1	S	buono	buono	buono	elevato	elevato	buono	BUONO

Codice corpo idrico	Nome corpo idrico	Naturale/ HMWB/ AWB	Tipo	Stazione	S/O	Giudizio macroinver- tebrati 	Giudizio diatomee 	Giudizio macrofite 	Giudizio fauna ittica 	Giudizio chimico- fisici di base (LIMEco) 	Giudizio chimici a sostegno 	STATO ECOLOGICO
N0100126BF	Fiume Nera da F. Corno a F. Velino	Naturale	13SR4T	NER4	S	buono	elevato	elevato	elevato	elevato	buono	BUONO
N0100126CF	Fiume Nera da F. Velino a limite HER	HMWB	13SR5T	NER7	O		NC	NC		sufficiente	buono	SUFFICIENTE
N0100126FF	Fiume Nera da L. S. Liberato a F. Tevere	HMWB	11SR5F	NER8	O	NC	NC			buono	buono	BUONO
N0100117BF	Fiume Nestore da T. Caina a F. Tevere	HMWB	11SS3T	NES2	O	NC	NC	NC	NC	scarso	buono	SCARSO
N0100117AF	Fiume Nestore dalle origini a T. Caina	HMWB	11SS2T	NES3	S	NC	NC	NC	NC	sufficiente	buono	SUFFICIENTE
N01001150507AF	Torrente Ose intero corso	Naturale	11IN7T	OSE1	O	cattivo		cattivo		cattivo	buono	CATTIVO
N0100122BF	Fiume Paglia da T. Romealla a F. Tevere	Naturale	11SS4T	PGL2	O	sufficiente	buono	sufficiente	buono	buono	buono	SUFFICIENTE
N0100116AF	Torrente Puglia intero corso	Naturale	11SS3T	PUG1	S	sufficiente	elevato	elevato	buono	buono	buono	SUFFICIENTE
N0100112AF	Torrente Resina intero corso	Naturale	11IN7T	RES1	S	sufficiente	elevato	NC		elevato		SUFFICIENTE
N010012203AF	Torrente Romealla dalle origini a limite HER	Naturale	14SR2T	ROM0	S	sufficiente	buono	NC	elevato	sufficiente		SUFFICIENTE
N010012203BF	Torrente Romealla da limite HER a F. Paglia	Naturale	11SR2D	ROM1	S	sufficiente	buono	sufficiente	sufficiente	buono		SUFFICIENTE
N010011502AF	Torrente Saonda intero corso	Naturale	11SR2T	SAO1	O	sufficiente	sufficiente			buono	elevato	SUFFICIENTE
N010010602AF	Torrente Seano dal confine regionale a T. Nestore	Naturale	11IN7T	SEA1	S	sufficiente	elevato	sufficiente		elevato		SUFFICIENTE
N010012608AF	Torrente Serra intero corso	Naturale	13IN7T	SER1	S	buono	elevato	NC	buono	elevato		BUONO
I03001AF	Torrente Sentino intero corso	Naturale	13SR2T	SNT1	S	buono	elevato	elevato	buono	elevato		BUONO
N0100104AF	Torrente Soara intero corso	Naturale	11SS2T	SOA1	S	sufficiente	elevato	elevato	buono	elevato		SUFFICIENTE
N010010201AF	Torrente Sovara dalle origini a T. Cerfone	Naturale	11SS2T	SOV1	S	sufficiente	buono	NC	elevato	buono	elevato	SUFFICIENTE
N01001260203AF	Fiume Sordo intero corso	Naturale	13SR2T	SRD2	S	buono	sufficiente	buono	elevato	buono	buono	SUFFICIENTE
N01001150506FF	Fiume Timia-Teverone-Marroggia da F. Clitunno a F. Topino	HMWB	11SS3T	TIM1	O	NC		NC		scarso	buono	SCARSO
N010011505DF	Fiume Topino da F. Timia-Teverone-Marroggia a F. Chiascio	Naturale	11SR4T	TOP3	O	sufficiente	elevato	sufficiente	buono	scarso	buono	SUFFICIENTE
N010011505BF	Fiume Topino da T. Caldognola a Foligno	Naturale	11SR3D	TOP4	S	sufficiente	elevato	buono	elevato	elevato	elevato	SUFFICIENTE
N010011505CF	Fiume Topino da Foligno a F. Timia-Teverone-Marroggia	HMWB	11SR3D	TOP5	O	NC	NC			elevato	buono	BUONO
N010011504AF	Fiume Tescio intero corso	Naturale	11IN7T	TSC1	S	sufficiente	elevato	NC		elevato		SUFFICIENTE
N01001150506EF	Fiume Timia-Teverone-Marroggia da T. Tatarena a F. Clitunno	HMWB	11SS3T	TVN1	O	NC		NC		cattivo	buono	CATTIVO
N01001AF	Fiume Tevere dal confine regionale a T. Cerfone	Naturale	11SS3T	TVR1	O	sufficiente		sufficiente		elevato	buono	SUFFICIENTE

Codice corpo idrico	Nome corpo idrico	Naturale/ HMWB/ AWB	Tipo	Stazione	S/O	Giudizio macroinver tebrati 	Giudizio diatomee 	Giudizio macrofite 	Giudizio fauna ittica 	Giudizio chimico- fisici di base (LIMEco) 	Giudizio chimici a sostegno 	STATO ECOLOGICO
N01001HF	Fiume Tevere dal punto di immissione del canale di restituzione della centrale di Baschi fino alla traversa di Alviano	HMWB	11SS5T	TVR13	O		NC			NC	NC	NC
N01001BF	Fiume Tevere da T. Cerfone a T. Carpina	Naturale	11SS4T	TVR2	O	sufficiente			buono	buono	buono	SUFFICIENTE
N01001CF	Fiume Tevere da T. Carpina a Perugia	Naturale	11SS5T	TVR4	O	NC	elevato			buono	buono	BUONO
N01001DF	Fiume Tevere da Perugia a F. Chiascio	Naturale	11SS5T	TVR6	O	NC	elevato		buono	sufficiente	buono	SUFFICIENTE
N01001EF	Fiume Tevere da F. Chiascio a L. Corbara	Naturale	11SS5T	TVR5	S	NC	elevato	buono	sufficiente	sufficiente	buono	SUFFICIENTE
				TVR7	O	NC	NC		sufficiente	sufficiente	buono	
N010_TEVERE_11SS5 T_01	Fiume Tevere 1	HMWB	11SS5T	TVR9	O	NC	NC	NC	NC	sufficiente	buono	SUFFICIENTE
N010012607BF	Fiume Velino da L. Piediluco a F. Nera	Potenziale HMWB	13SS5T	VEL3	S	NC	NC	NC	NC	buono	buono	BUONO
N010012603AF	Fiume Vigi dal confine regionale a F. Nera	Naturale	13SR2T	VIG1	S	buono	elevato	elevato	elevato	elevato		BUONO

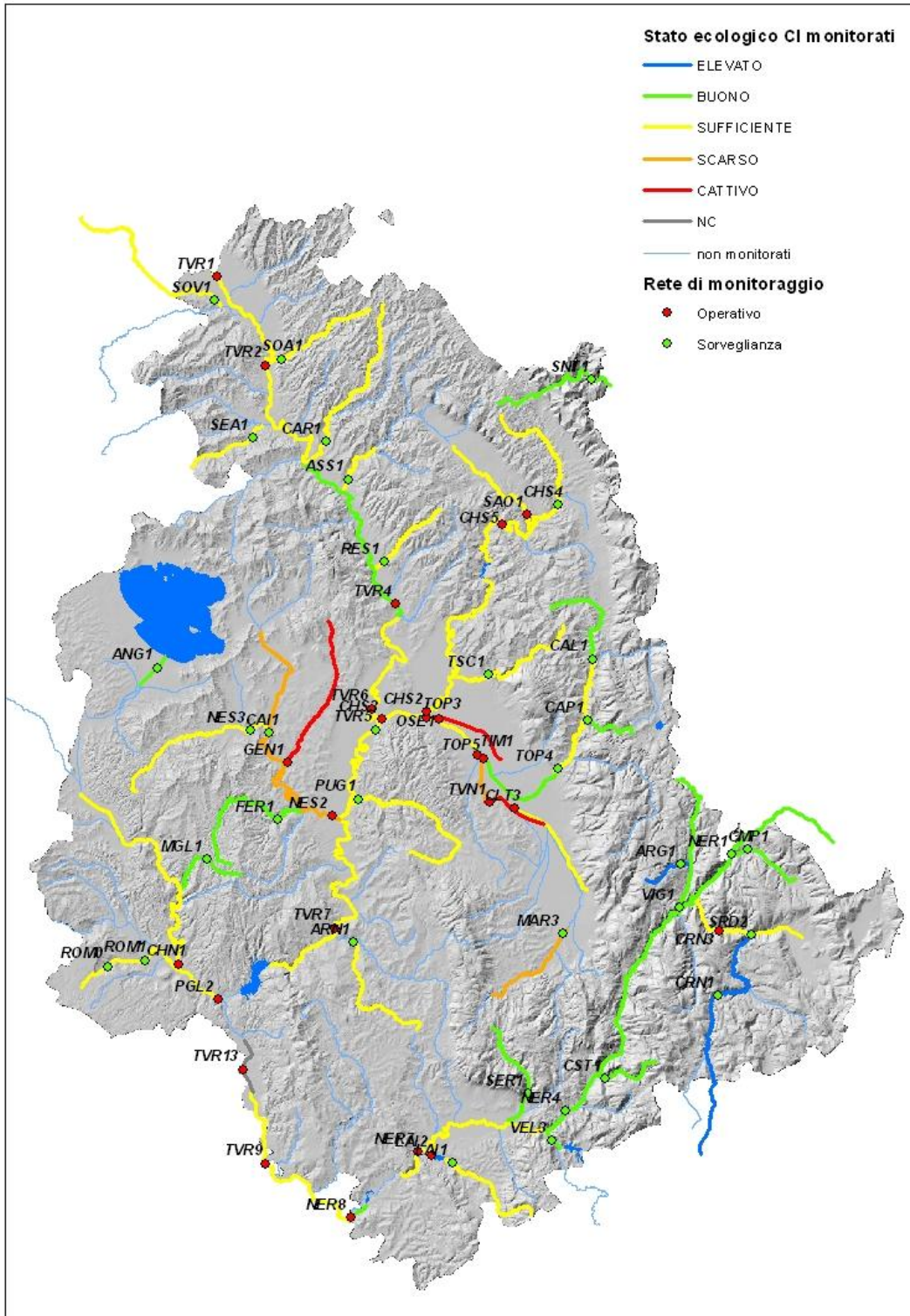


Fig. 0-3 – Stato ecologico dei corpi idrici fluviali monitorati nella Regione Umbria

Nei grafici seguenti vengono presentate le distribuzioni percentuali dei corpi idrici monitorati in classi di stato ecologico, espresse sia in termini numerici (Fig. 0-4) che di sviluppo lineare (Fig. 0-5).

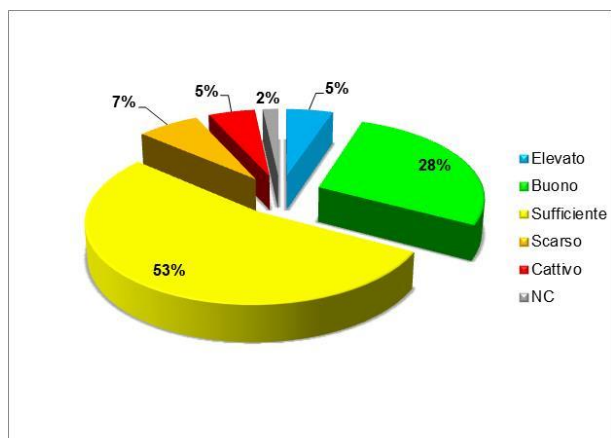


Fig. 0-4 - Distribuzione percentuale dei corpi idrici monitorati in classi di stato ecologico (n. di corpi idrici)

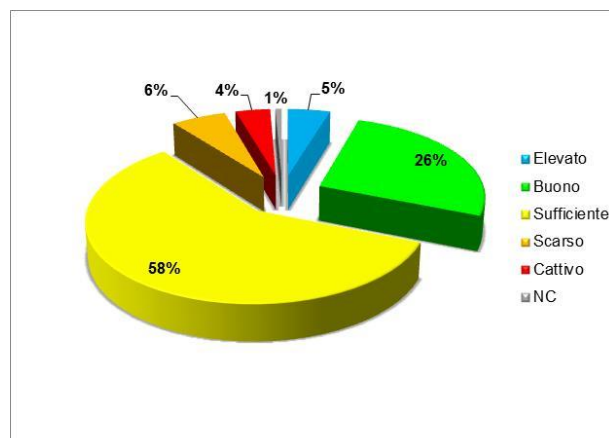


Fig. 0-5 - Distribuzione percentuale dei corpi idrici monitorati in classi di stato ecologico (Km di lunghezza)

Nel primo grafico (Fig. 0-4), i risultati del processo di classificazione evidenziano come il 33% dei 58 corpi idrici monitorati abbia raggiunto l'obiettivo di qualità ambientale fissato dalla Direttiva Quadro, con un 28% di corpi idrici classificati in stato buono (16 corpi idrici) e un 5% in stato elevato (3 corpi idrici). Più della metà dei corpi idrici presenta qualità delle acque in classe sufficiente (53% pari a 31 corpi idrici), mentre il 12% dei corpi idrici mostra stato di qualità fortemente compromesso, con 4 corpi idrici in stato scarso (7%) e 3 in stato cattivo (5%).






La distribuzione percentuale in classi di qualità dei corpi idrici, espressa in termini di chilometri di corpi idrici ricadenti in ciascuna classe rispetto alla lunghezza totale del reticolo monitorato (1.123 km) (Fig. 0-5), conferma sostanzialmente l'analisi precedente, seppur con alcune lievi variazioni. Il 31% del reticolo complessivamente monitorato risulta infatti classificato in stato elevato (5% pari a 53 km) o buono (26% pari a 296 km), mentre la percentuale del reticolo che presenta una qualità delle acque in classe sufficiente sale al 58% (655 km). Infine, il 10% del reticolo, corrispondente complessivamente a 111 km, presenta uno stato di qualità fortemente compromesso (6% in stato scarso e 4% in stato cattivo).

In considerazione della differente metodologia applicata, le elaborazioni effettuate per la valutazione dello stato ecologico dei corpi idrici naturali e di quelli interessati da alterazioni idromorfologiche (AWB e HMWB), vengono presentate separatamente.

7.4.1 Lo stato ecologico dei corpi idrici naturali

In Tab. 0-6 viene richiamata la classificazione dello stato ecologico relativa ai soli corpi idrici naturali monitorati nel territorio regionale (42 corpi idrici), integrata con l'indicazione degli elementi di qualità che hanno determinato il giudizio complessivo in caso di qualità inferiore o uguale allo stato sufficiente.

Tab. 0-6 - Stato ecologico dei corpi idrici fluviali naturali della Regione Umbria

Corpo idrico	Stazione	S/O	Giudizio macroinvertebrati 	Giudizio diatomee 	Giudizio macrofite 	Giudizio fauna ittica 	Giudizio chimico-fisici di base (LIMEco) 	Giudizio elementi chimici a sostegno 	Elemento determinante	STATO ECOLOGICO
Torrente Argentina intero corso	ARG1	S								ELEVATO
Torrente Arnata intero corso	ARN1	S							MI	SUFFICIENTE
Torrente Assino da T. Lana a F. Tevere	ASS1	S							MI	SUFFICIENTE
Torrente Caldognola intero corso	CAL1	S								BUONO
Torrente Rio di Capodacqua intero corso	CAP1	S								BUONO
Torrente Carpina intero corso	CAR1	S							MI, MA	SUFFICIENTE
Fiume Chiascio dalle origini a T. Sciola	CHS4	S							MI, MA	SUFFICIENTE
Torrente Campiano intero corso	CMP1	S								BUONO
Fiume Corno dalle origini a T. Sordo	CRN1	S								ELEVATO
Fosso del Castellone intero corso	CST1	S								BUONO
Torrente Fersinone intero corso	FER1	S								BUONO
Torrente L'Aia dalle origini a L. dell'Aia	LAI1	S							MI	SUFFICIENTE
Fosso Migliari intero corso	MGL1	S								BUONO
Fiume Nera dalle origini a F. Corno	NER1	S								BUONO
Fiume Nera da F. Corno a F. Velino	NER4	S								BUONO
Torrente Puglia intero corso	PUG1	S							MI	SUFFICIENTE
Torrente Resina intero corso	RES1	S							MI	SUFFICIENTE
Torrente Romealla dalle origini a limite HER	ROM0	S							MI, LIMeco	SUFFICIENTE
Torrente Romealla da limite HER a F. Paglia	ROM1	S							MI, MA, FI	SUFFICIENTE
Torrente Seano dal confine regionale a T. Nèstore	SEA1	S							MI, MA	SUFFICIENTE
Torrente Serra intero corso	SER1	S								BUONO
Torrente Sentino intero corso	SNT1	S								BUONO
Torrente Soara intero corso	SOA1	S							MI	SUFFICIENTE
Torrente Sovara dalle origini a T. Cerfone	SOV1	S							MI	SUFFICIENTE
Fiume Sordo intero corso	SRD2	S							D	SUFFICIENTE
Fiume Topino da T. Caldognola a Foligno	TOP4	S							MI	SUFFICIENTE
Fiume Tescio intero corso	TSC1	S							MI	SUFFICIENTE
Fiume Tevere da F. Chiascio a L. Corbara	TVR5	S							FI, LIMeco	SUFFICIENTE
Fiume Vigi dal confine regionale a F. Nera	VIG1	S								BUONO
Torrente Chiani da T. Astrone a F. Paglia	CHN1	O							MI	SUFFICIENTE
Fiume Chiascio da F. Topino a F. Tevere	CHS3	O							FI, LIMeco	SUFFICIENTE
Fiume Chiascio da T. Sciola a L. Valfabbrica	CHS5	O							MI	SUFFICIENTE
Fiume Clitunno intero corso	CLT3	O							MI, MA	SUFFICIENTE
Fiume Corno da T. Sordo a F. Nera	CRN3	O							LIMeco	SUFFICIENTE
Torrente Ose intero corso	OSE1	O							MI, MA, LIMeco	CATTIVO
Fiume Paglia da T. Romealla a F. Tevere	PGL2	O							MI, MA	SUFFICIENTE
Torrente Saonda intero corso	SAO1	O							MI, D	SUFFICIENTE
Fiume Topino da F. Timia-Teverone-Marroggia a F. Chiascio	TOP3	O							LIMeco, MI, Ma	SUFFICIENTE

Corpo idrico	Stazione	S/O	Giudizio macroinvertebrati 	Giudizio diatomee 	Giudizio macrofite 	Giudizio fauna ittica 	Giudizio chimico-fisici di base (LIMeco) 	Giudizio elementi chimici a sostegno 	Elemento determinante	STATO ECOLOGICO
Fiume Tevere dal confine regionale a T. Cerfone	TVR1	O							MI, MA	SUFFICIENTE
Fiume Tevere da T. Cerfone a T. Carpina	TVR2	O							MI	SUFFICIENTE
Fiume Tevere da T. Carpina a Perugia	TVR4	O								BUONO
Fiume Tevere da Perugia a F. Chiascio	TVR6	O							LIMeco	SUFFICIENTE
Fiume Tevere da F. Chiascio a L. Corbara	TVR5	S							FI, LIMeco	SUFFICIENTE
	TVR7	O							FI, LIMeco	

(Legenda - MI: macroinvertebrati, MA: macrofite, FI: Fauna ittica, D: Diatomee, LIMeco: Elementi fisico-chimici di base)

In base ai risultati ottenuti è stata elaborata la distribuzione percentuale in classi di stato ecologico relativa ai corpi idrici naturali (Fig. 0-6) che evidenzia come circa un terzo dei corpi idrici monitorati (14 corpi idrici pari al 33%) sembra aver raggiunto l'obiettivo di qualità ambientale fissato dalla Direttiva (5% in stato elevato e 28% in stato buono), mentre la maggior parte dei corsi d'acqua naturali mostra un giudizio di qualità sufficiente (28 corpi idrici pari al 65%). Un solo corpo idrico, il torrente Ose, presenta una forte alterazione dell'ecosistema acquatico, ricadendo in una classe di qualità cattiva.

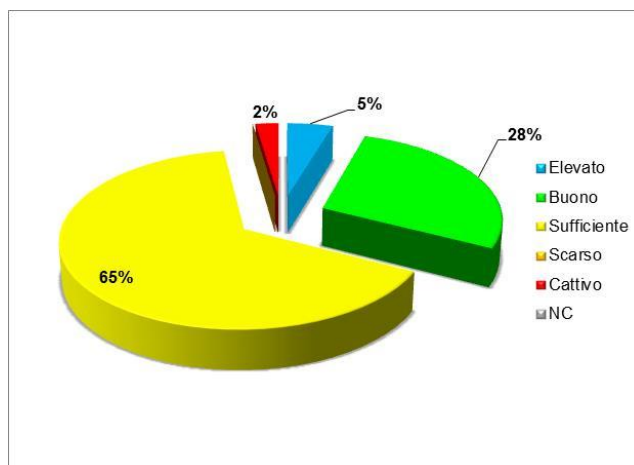


Fig. 0-6 - Distribuzione percentuale delle classi di stato ecologico dei corpi idrici naturali monitorati

Volendo approfondire l'analisi degli elementi di qualità che maggiormente determinano lo stato ecologico, nel grafico di Fig. 0-7 viene riportata, per ciascun elemento, la distribuzione in classi dei giudizi attribuiti ai corpi idrici naturali monitorati.

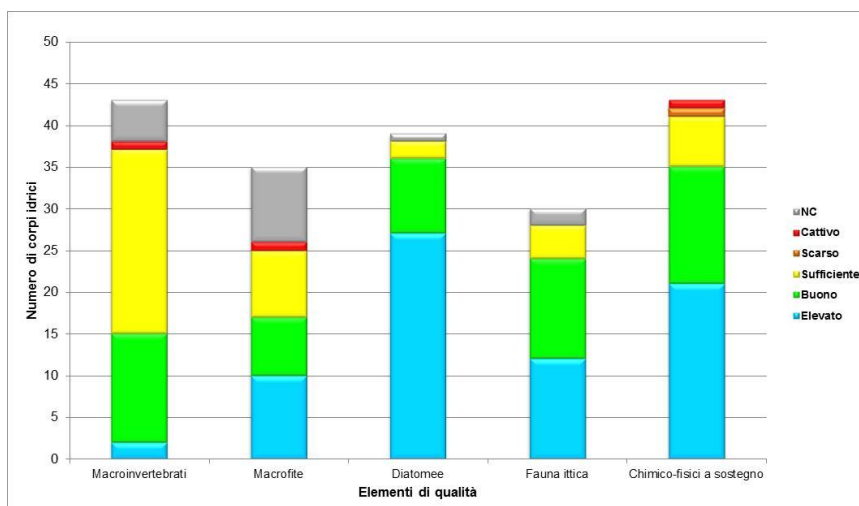


Fig. 0-7 - Distribuzione dei giudizi attribuiti agli elementi di qualità nei corpi idrici naturali

Come si riconosce dal grafico, le diatomee sono il bioindicatore che più frequentemente ha presentato valori dell'indice compatibili con gli obiettivi di qualità ambientale, dal momento che su 39 corpi idrici naturali nei quali è stata effettuata la rilevazione della comunità diatomatica, ben 36 hanno presentato giudizio di qualità buono o elevato.

Dal lato opposto, la comunità bentonica è quella che ha presentato nella maggior parte dei corpi idrici naturali monitorati giudizio inferiore o uguale allo stato sufficiente (23 corpi idrici sui 43 monitorati), determinando in molti casi anche il giudizio di stato ecologico complessivo.

Per la comunità macrofitica il grafico conferma le criticità già evidenziate in precedenza sulle difficoltà di campionamento e classificazione, con un totale di corpi idrici naturali non classificati pari a 9 su 35 monitorati.

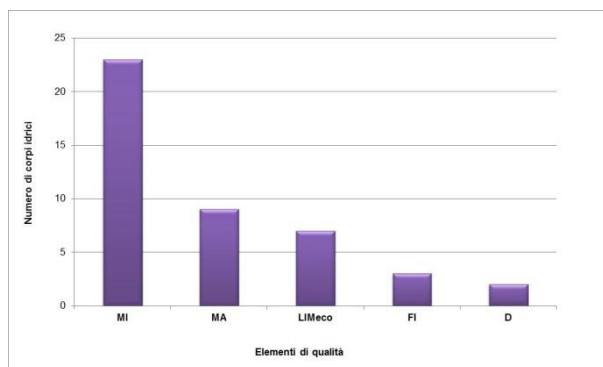
Per quanto riguarda gli elementi fisico-chimici a sostegno, in 35 casi su 43 il giudizio LIMeco risulta compatibile con gli obiettivi di qualità.

Va precisato, infine, che nel grafico non vengono riportati i giudizi derivanti dalla valutazione degli elementi chimici a sostegno (sostanze non prioritarie), per le quali il DM 260/2010 non prevede classi inferiori allo stato sufficiente e per le quali, comunque, non sono state evidenziate criticità a livello regionale (cfr. 7.2.3).

Al fine di analizzare in maniera più approfondita le motivazioni del mancato raggiungimento dell'obiettivo di qualità ambientale, per i 29 corpi idrici naturali classificati in stato inferiore o uguale a sufficiente, sono stati presi in considerazione gli elementi di qualità che hanno condizionato lo stato ecologico complessivo ed è stata effettuata un'analisi finalizzata a valutare il peso che ciascun indicatore ha presentato, da solo o in combinazione con gli altri, nella determinazione dello stato di qualità finale.

In particolare, nel grafico di Fig. 0-8 viene rappresentato, per ciascun elemento di qualità, il numero di volte in cui il singolo indicatore è risultato determinante nel giudizio complessivo.

Nel grafico di Fig. 0-9, invece, vengono presentate le diverse combinazioni in cui gli stessi indicatori, da soli o con gli altri, concorrono al giudizio di stato ecologico.



(Legenda - MI: macroinvertebrati, MA: macrofite, FI: Fauna ittica, D: Diatomee, LIMeco: Elementi fisico-chimici di base)

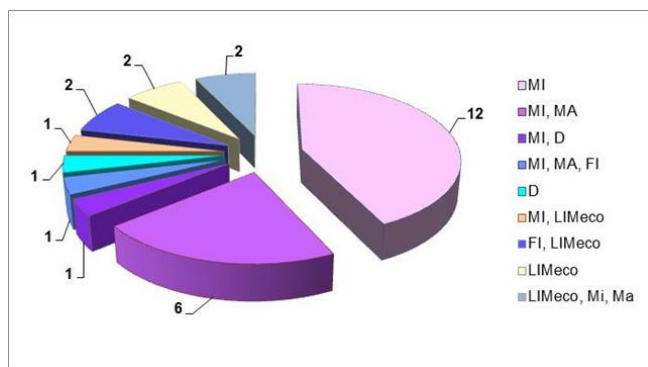


Fig. 0-9 – Combinazioni di elementi di qualità che determinano il giudizio di stato ecologico nei corpi idrici naturali (numero)

Fig. 0-8 – Numero di corpi idrici classificati in stato inferiore o uguale a sufficiente in cui ciascun elemento di qualità è risultato determinante

Dall'analisi dei grafici si evidenzia che:

- I macroinvertebrati rappresentano l'elemento di qualità che più frequentemente condiziona lo stato ecologico complessivo, determinandone il giudizio in ben 23 corpi idrici naturali su 29. In particolare, in 12 casi (ARN1, ASS1, CHN1, CHS5, LAI1, PUG1, RES1, SOA1, SOV1, TOP4, TSC1, TVR2) la comunità macrobentonica rappresenta da sola l'elemento determinante nel giudizio finale, essendo risultato il bioindicatore con lo stato di qualità peggiore, mentre in altri 6 casi (CAR1, CHS4, CLT3, PGL2, SEA1, TVR1) essa influisce nel giudizio di stato ecologico al pari della comunità macrofitica. Per gli altri 5 corpi idrici, infine, i macroinvertebrati concorrono al giudizio insieme a: diatomee (SAO1), elementi chimico-fisici di base (ROM0), macrofite e fauna ittica (ROM1) e macrofite e parametri chimico-fisici di base (OSE1 e TOP3).
- Le macrofite condizionano lo stato ecologico complessivo di 9 corpi idrici, anche se sempre in combinazione con altri elementi di qualità e mai da sole. In particolare concorrono al giudizio insieme ai macroinvertebrati in 6 casi (CAR1, CHS4, CLT3, PGL2, SEA1, TVR1), a macroinvertebrati e elementi chimico-fisici di base in 2 casi (OSE1 e TOP3) e a macroinvertebrati e fauna ittica nel tratto finale del torrente Romealla (ROM1).
- Lo stato degli elementi fisico-chimici a sostegno condiziona lo stato ecologico complessivo di 7 corpi idrici. Solo in due casi esso pregiudica, da solo, la qualità delle acque dei corpi idrici *Fiume Corno da T. Sordo a F. Nera* (CRN3) e *Fiume Tevere da Perugia a F. Chiascio* (TVR6). Concorre invece al giudizio







finale insieme agli elementi di qualità biologica nei seguenti casi: con la fauna ittica in 2 corpi idrici (CHS3, TVR5-TV7), con i macroinvertebrati nel tratto iniziale del torrente Romealla (ROM0) e con macroinvertebrati e macrofite in altri 2 corpi idrici (OSE1 e TOP3).

- La fauna ittica risulta determinante nello stato ecologico complessivo solo in tre casi ma sempre in combinazione con altri elementi: con gli elementi chimico fisici di base nei siti CHS3, TVR5-TV7 e con i macroinvertebrati e le macrofite nel sito ROM1.
- Le diatomee condizionano, da sole, lo stato ecologico di un unico corpo idrico, il fiume Sordo (SRD2) mentre concorrono nel giudizio finale del torrente Saonda (SAO1) insieme alla comunità macrobentonica.

7.4.2 Lo stato ecologico dei corpi idrici artificiali o fortemente modificati

Nella tabella seguente viene presentata la classificazione dello stato ecologico relativa ai corpi idrici artificiali o fortemente modificati monitorati nel territorio regionale (16 corpi idrici), che, come già descritto in precedenza, è stata provvisoriamente effettuata sulla base dei soli parametri fisico-chimici di base (LIMeco) e chimici a sostegno (sostanze non prioritarie). Nella tabella viene comunque riportata, in grigio, l'indicazione degli elementi di qualità biologica monitorati ma attualmente non classificati.

Tab. 0-7 – Stato ecologico dei corpi idrici fluviali artificiali (AWB) o fortemente modificati (HMWB) della Regione Umbria.

Corpo idrico	Stazione	S/O	Macroinvertebrati 	Diatomee 	Macrofite 	Fauna ittica 	Giudizio chimico-fisici di base (LIMeco) 	Giudizio elementi chimici a sostegno 	STATO ECOLOGICO
Canale dell'Anguillara	ANG1	S							BUONO
Torrente Caina da T. Formanuova a F. Nestore	CAI1	S							SCARSO
Fiume Timia-Teverone-Marroggia da L. Arezzo a T. Tessino	MAR3	S							SCARSO
Fiume Nestore dalle origini a T. Caina	NES3	S							SUFFICIENTE
Fiume Velino da L. Piediluco a F. Nera	VEL3	S							BUONO
Fiume Chiascio da L. Valfabbrica a F. Topino	CHS2	O							SUFFICIENTE
Torrente Genna intero corso	GEN1	O							CATTIVO
Torrente L'Aia da L. dell'Aia a F. Nera	LAI2	O							ELEVATO
Fiume Nera da F. Velino a limite HER	NER7	O							SUFFICIENTE
Fiume Nera da L. S. Liberato a F. Tevere	NER8	O							BUONO
Fiume Nestore da T. Caina a F. Tevere	NES2	O							SCARSO
Fiume Timia-Teverone-Marroggia da F. Clitunno a F. Topino	TIM1	O							SCARSO
Fiume Topino da Foligno a F. Timia-Teverone-Marroggia	TOP5	O							BUONO
Fiume Timia-Teverone-Marroggia da T. Tatarena a F. Clitunno	TVN1	O							CATTIVO
Fiume Tevere dal punto di immissione del canale di restituzione della centrale di Baschi fino alla traversa di Alviano	TVR13	O							NC
Fiume Tevere 1	TVR9	O							SUFFICIENTE

In base ai risultati ottenuti è stata elaborata la distribuzione percentuale in classi di stato ecologico relativa ai 16 corpi idrici artificiali o interessati da alterazioni idromorfologiche oggetto di monitoraggio (Fig. 0-10).

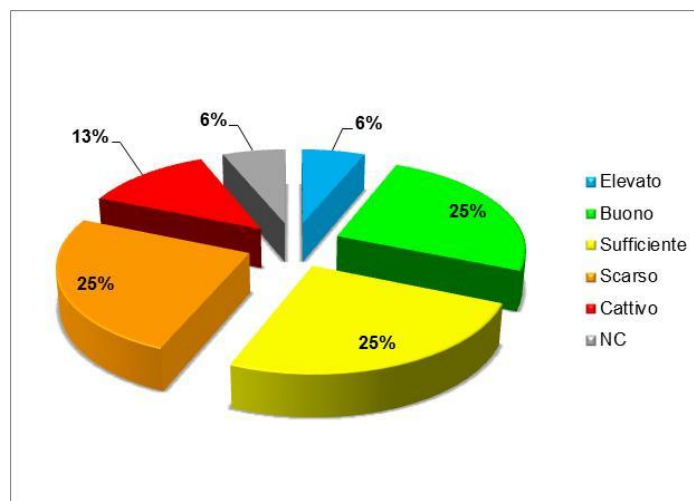


Fig. 0-10 - Distribuzione percentuale delle classi di stato ecologico dei corpi idrici AWB e HMWB monitorati

Come si evince dal grafico, il 31% dei tratti monitorati ha raggiunto l'obiettivo di qualità ambientale fissato dalla Direttiva, con 4 corpi idrici in stato buono e uno in stato elevato. Rispetto ai corpi idrici naturali, significativa è la percentuale di corpi idrici (38%) che mostra criticità legate ai parametri macrodescrittori, con ben 4 corpi idrici in stato scarso e 2 in stato cattivo. Come già anticipato, per il corpo idrico "*Fiume Tevere dal punto di immissione del canale di restituzione della centrale di Baschi fino alla traversa di Alviano*", il set di dati necessario per l'elaborazione degli indici di qualità non è ancora completo.

Relativamente alle sostanze di sintesi non prioritarie, la media delle concentrazioni rilevate per ciascun parametro è risultata sempre conforme agli standard di qualità ambientali previsti dal decreto, non pregiudicando mai lo stato ecologico complessivo.

STATO CHIMICO DEI CORPI IDRICI FLUVIALI

7.5 Metodi di campionamento

I criteri per l'individuazione dei siti di campionamento e le metodiche da applicare per la determinazione delle sostanze di sintesi prioritarie sono contenuti nel "Protocollo per il campionamento dei parametri fisico-chimici a sostegno degli elementi biologici nei corsi d'acqua superficiali" (APAT, 2007).

Come previsto dal documento, i punti di campionamento per la rilevazione delle sostanze prioritarie possono non coincidere con i siti di monitoraggio biologico, ma possono essere individuati nei siti più idonei all'accertamento della loro presenza nel corpo idrico.

La determinazione delle sostanze prioritarie deve essere effettuata, sia per il monitoraggio operativo sia per il monitoraggio di sorveglianza, con frequenza **mensile**.

7.6 Attività svolte

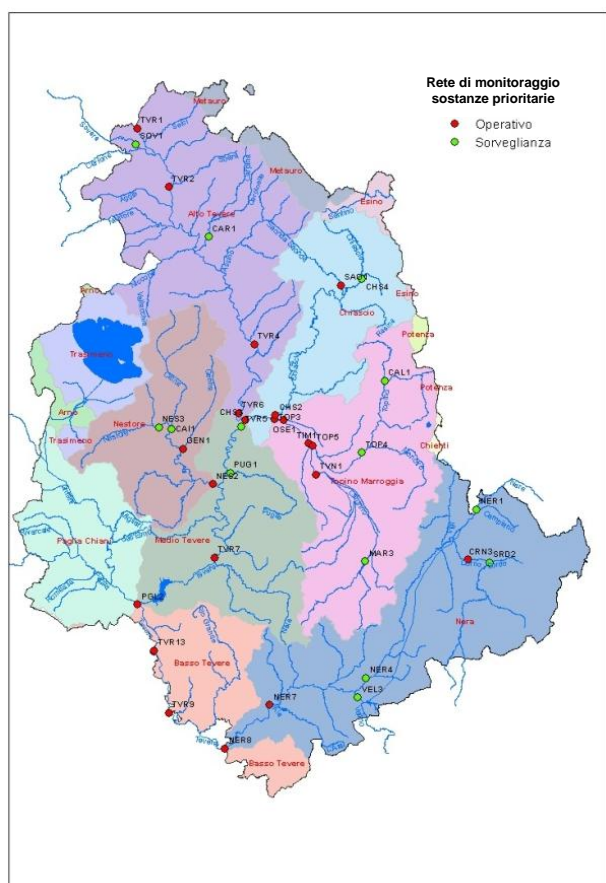


Fig. 0-1 - Rete di monitoraggio sostanze di sintesi non prioritarie

Analogamente agli elementi chimici e chimico-fisici a sostegno dello stato ecologico, anche il campionamento delle sostanze prioritarie è stato avviato a partire dall'anno 2008 sui corpi idrici appartenenti al reticolo principale e, dalla metà del 2009, sui corpi idrici del reticolo minore. In totale sono state monitorate 35 stazioni e sono stati raccolti oltre 1100 campioni

Nel periodo 2008-2012 è stato completato il monitoraggio di tutti i corpi idrici individuati sulla base dell'analisi delle pressioni, ad eccezione del corpo idrico "Fiume Tevere dal punto di immissione della centrale di Baschi alla traversa di Alviano" (sito TVR13), il cui campionamento è stato avviato a partire dal 2012.

Il rilievo dei parametri selezionati è stato effettuato con le modalità e frequenze previste nel programma di monitoraggio e non sono state evidenziate particolari criticità in fase di rilevazione.

In Tab. 0-1 viene riportato l'elenco delle 34 sostanze prioritarie selezionate in base all'analisi delle pressioni e monitorate nel reticolo fluviale umbro, unitamente ai limiti di rilevabilità delle metodiche utilizzate e agli standard di qualità ambientale fissati dalla norma.

Tab. 0-1 – Elenco delle sostanze prioritarie monitorate nel reticolo fluviale umbro

CAS	SOSTANZA	TIPO (*)	Unità di misura	Metodo analitico	Limite di rilevabilità	SQA-MA (tab. 1/A)	SQA-CMA (tab. 1/A)
107-06-2	1,2-Dicloroetano	P	µg/l	APAT CNR IRSA 5150 Man 29 2003	< 0,10	10	-
84852-15-3	4-Nonilfenolo	PP	µg/l	MP-PG-C 17 rev 0 2007	< 0,1	0,3	2
15972-60-8	Alaclor	P	µg/l	Rapporti ISTISAN 2007/31 Met ISS CAC 015	< 0,05	0,3	0,7
309-00-2	Aldrin	E	µg/l	Rapporti ISTISAN 2007/31 Met ISS CAC 015	< 0,01	Σ = 0,01	-
120-12-7	Antracene	PP	µg/l	APAT CNR IRSA 5080 Man 29 2003	< 0,005	0,1	0,4
1912-24-9	Atrazina	P	µg/l	Rapporti ISTISAN 2007/31 Met ISS CAC 015	< 0,05	0,6	2
71-43-2	Benzene	P	µg/l	APAT CNR IRSA 5140 Man 29 2003	< 0,10	10	50
50-32-8	Benzo(a)pirene	PP	µg/l	APAT CNR IRSA 5080 Man 29 2003	< 0,003	0,05	0,1
205-99-2	Benzo(b)fluorantene	PP	µg/l	APAT CNR IRSA 5080 Man 29 2003	< 0,005	Σ = 0,03	-
191-24-2	Benzo(g,h,i)perylene	PP	µg/l	APAT CNR IRSA 5080 Man 29 2003	< 0,005	Σ = 0,002	-
207-08-9	Benzo(k)fluoranthene	PP	µg/l	APAT CNR IRSA 5080 Man 29 2003	< 0,005	-	-
7440-43-9	Cadmio e composti	PP	µg/l	UNI EN ISO 17294-2:2005	< 0,10	<0,08 (**)	-
2921-88-2	Clorpirifos (Clorpirifos etile)	P	µg/l	Rapporti ISTISAN 2007/31 Met ISS CAC 015	< 0,05	0,03	0,1
75-09-2	Diclorometano	P	µg/l	APAT CNR IRSA 5150 Man 29 2003	< 0,10	20	-
60-57-1	Dieldrin	E	µg/l	Rapporti ISTISAN 2007/31 Met ISS CAC 015	< 0,01	-	-
72-20-8	Endrin	E	µg/l	Rapporti ISTISAN 2007/31 Met ISS CAC 015	< 0,02	-	-
118-74-1	Esaclorobenzene	PP	µg/l	Rapporti ISTISAN 2007/31 Met ISS CAC 015	< 0,02	0,005	0,02
608-73-1	Esaclorocicloesano	PP	µg/l			0,02	0,04
206-44-0	Fluorantene	P	µg/l	APAT CNR IRSA 5080 Man 29 2003	< 0,005	0,1	1
193-39-5	Indeno(1,2,3-cd)pyrene	PP	µg/l	APAT CNR IRSA 5080 Man 29 2003	< 0,005	-	-
465-73-6	Isodrin	E	µg/l	Rapporti ISTISAN 2007/31 Met ISS CAC 015	< 0,02	-	-
7439-97-6	Mercurio	PP	µg/l	MP-PG-C 01 rev 0 2010	< 0,05	0,03	0,06
91-20-3	Naftalene	P	µg/l	APAT CNR IRSA 5080 Man 29 2003	< 0,005	2,4	-
7440-02-0	Nichel	P	µg/l	UNI EN ISO 17294-2:2005	< 1,0	20	-
140-66-9	Ottilfenolo	P	µg/l	MP-PG-C 17 rev 0 2007	< 0,1	0,1	-
50-29-3	p,p'-DDT	E	µg/l	Rapporti ISTISAN 2007/31 Met ISS CAC 015	< 0,02	0,01	-
87-86-5	Pentaclorofenolo	P	µg/l	APAT CNR IRSA 5070 B Man 29 2003	< 1	0,4	1
7439-92-1	Piombo	P	µg/l	UNI EN ISO 17294-2:2005	< 0,10	7,2	-
122-34-9	Simazina	P	µg/l	Rapporti ISTISAN 2007/31 Met ISS CAC 015	< 0,05	1	4
127-18-4	Tetracloroetilene	E	µg/l	APAT CNR IRSA 5150 Man 29 2003	< 0,10	10	-
56-23-5	Tetracloruro di carbonio	E	µg/l	APAT CNR IRSA 5150 Man 29 2003	< 0,10	12	-
79-01-6	Tricloroetilene	E	µg/l	APAT CNR IRSA 5150 Man 29 2003	< 0,10	10	-
67-66-3	Triclorometano	P	µg/l	APAT CNR IRSA 5150 Man 29 2003	< 0,1	2,5	-
1582-09-8	Trifluralin	P	µg/l	Rapporti ISTISAN 2007/31 Met ISS CAC 015	< 0,02	0,03	-

(NOTA: (*) P=prioritarie, PP=pericolose prioritarie, E="direttive figlie", (**) limite definito in funzione della classe di durezza)

7.7 Valutazione della conformità agli Standard di Qualità Ambientale (SQA)

In conformità ai contenuti del DM 260/2010, il corpo idrico che soddisfa, per le sostanze dell'elenco di priorità, tutti gli standard di qualità ambientale fissati al punto 2, lettera A.2.6, tabella 1/A, è classificato in buono stato chimico. In caso negativo, al corpo idrico viene attribuito il giudizio di “mancato conseguimento dello stato buono”.

Gli standard di qualità per ciascuna sostanza sono definiti in termini di valore medio annuo (SQA-MA) e/o concentrazione massima ammissibile (SQA-CMA).

Lo schema cromatico da adottare per la classificazione dello stato chimico è presentata nella tabella 4.6.3/a del DM 260/2010, di seguito riportata:

Stato chimico
BUONO
MANCATO CONSEGUIMENTO DELLO STATO BUONO

Il decreto non fornisce indicazioni precise sulla metodologia di classificazione dello stato chimico in relazione al tipo di monitoraggio e pertanto, in analogia con quanto previsto per gli elementi chimici a sostegno, è stata adottata la seguente procedura:

- per i corpi idrici sottoposti a monitoraggio operativo, è stato considerato il valore peggiore della media calcolata per ciascun anno del triennio di monitoraggio;
- per i corpi idrici sottoposti a monitoraggio di sorveglianza, è stato fatto riferimento al valore medio di un singolo anno o al valore medio annuale peggiore, qualora nell'arco dei sei anni sia stato programmato il monitoraggio di sorveglianza per più di un anno.

Nelle tabelle seguenti viene presentata, per i corpi idrici oggetto di monitoraggio, la classificazione dello stato chimico, effettuata sulla base dei dati raccolti nel periodo 2009-2012.

Tab. 0-2 - Classificazione dello stato chimico dei corpi idrici fluviali – **Monitoraggio di sorveglianza**

Stazione	Codice corpo idrico	Nome corpo idrico	Naturale/ HMWB/ AWB	Giudizio 2009	Giudizio 2010	Giudizio 2011	STATO CHIMICO
MAR3	N01001150506CF	Fiume Timia-Teverone-Marroggia da L. Arezzo a T. Tessino	HMWB	buono	buono	buono	BUONO
CAI1	N010011702BF	Torrente Caina da T. Formanuova a F. Nestore	HMWB		buono	buono	BUONO
CAL1	N01001150502AF	Torrente Caldognola intero corso	Naturale		buono	buono	BUONO
CAR1	N0100109AF	Torrente Carpina intero corso	Naturale		buono	buono	BUONO
CHS4	N0100115AF	Fiume Chiascio dalle origini a T. Sciola	Naturale	buono	buono	buono	BUONO
NER1	N0100126AF	Fiume Nera dalle origini a F. Corno	Naturale	buono	buono	buono	BUONO
NER4	N0100126BF	Fiume Nera da F. Corno a F. Velino	Naturale	buono	buono	buono	BUONO
NES3	N0100117AF	Fiume Nestore dalle origini a T. Caina	HMWB	buono	buono	buono	BUONO
PUG1	N0100116AF	Torrente Puglia intero corso	Naturale		buono	buono	BUONO
SOV1	N010010201AF	Torrente Sovara dalle origini a T. Cerfone	Naturale		buono	buono	BUONO
SRD2	N01001260203AF	Fiume Sordo intero corso	Naturale	buono	buono	buono	BUONO
TOP4	N010011505BF	Fiume Topino da T. Caldognola a Foligno	Naturale		buono		BUONO
TVR5	N01001EF	Fiume Tevere da F. Chiascio a L. Corbara	Naturale	buono	buono	buono	BUONO
VEL3	N010012607BF	Fiume Velino da L. Piediluco a F. Nera	Potenziale HMWB	buono	buono	buono	BUONO

Tab. 0-3 - Classificazione dello stato chimico dei corpi idrici fluviali – **Monitoraggio operativo**

Stazione	Codice corpo idrico	Nome corpo idrico	Naturale/ HMWB/ AWB	Giudizio 2009	Giudizio 2010	Giudizio 2011	Giudizio 2012	STATO CHIMICO
GEN1	N010011703AF	Torrente Genna intero corso	HMWB		buono	buono	buono	BUONO
CHS2	N0100115DF	Fiume Chiascio da L. Valfabbrica a F. Topino	HMWB	buono	buono	buono	buono	BUONO
CHS3	N0100115EF	Fiume Chiascio da F. Topino a F. Tevere	Naturale	buono	buono	buono	buono	BUONO
CRN3	N010012602BF	Fiume Corno da T. Sordo a F. Nera	Naturale	buono	buono	buono	buono	BUONO
NER7	N0100126CF	Fiume Nera da F. Velino a limite HER	HMWB	buono	buono	buono	buono	BUONO
NER8	N0100126FF	Fiume Nera da L. S. Liberato a F. Tevere	HMWB	buono	buono	buono	buono	BUONO
NES2	N0100117BF	Fiume Nestòre da T. Caina a F. Tevere	HMWB	buono	buono	buono	buono	BUONO
OSE1	N01001150507AF	Torrente Ose intero corso	Naturale		buono	buono	buono	BUONO
PGL2	N0100122BF	Fiume Paglia da T. Romealla a F. Tevere	Naturale	buono		buono	buono	BUONO
SAO1	N010011502AF	Torrente Saonda intero corso	Naturale		buono	buono	buono	BUONO
TIM1	N01001150506FF	Fiume Timia-Teverone-Marroggia da F. Clitunno a F. Topino	HMWB	buono	buono	buono	buono	BUONO
TOP3	N010011505DF	Fiume Topino da F. Timia-Teverone-Marroggia a F. Chiascio	Naturale	buono	buono	buono	buono	BUONO
TOP5	N010011505CF	Fiume Topino da Foligno a F. Timia-Teverone-Marroggia	HMWB	buono	buono	buono	buono	BUONO
TVN1	N01001150506EF	Fiume Timia-Teverone-Marroggia da T. Tatarena a F. Clitunno	HMWB	buono	buono	buono	buono	BUONO
TVR1	N01001AF	Fiume Tevere dal confine regionale a T. Cerfone	Naturale	buono	buono	buono	buono	BUONO
TVR13	N0101HF	Fiume Tevere dal punto di immissione del canale di restituzione della centrale di Baschi fino alla traversa di Alviano	HMWB				buono	NC
TVR2	N01001BF	Fiume Tevere da T. Cerfone a T. Carpina	Naturale	buono	buono	buono	buono	BUONO
TVR4	N01001CF	Fiume Tevere da T. Carpina a Perugia	Naturale	buono	buono	buono	buono	BUONO
TVR6	N01001DF	Fiume Tevere da Perugia a F. Chiascio	Naturale	buono	buono	buono	buono	BUONO
TVR7	N01001EF	Fiume Tevere da F. Chiascio a L. Corbara	Naturale	buono	buono	buono	buono	BUONO
TVR9	N010_TEVERE_11 SS5T_01	Fiume Tevere 1	HMWB	buono	buono	buono	buono	BUONO

Dall'analisi dei risultati si evidenzia che tutti i corpi idrici monitorati hanno presentato valori delle sostanze di sintesi compatibili con il buono stato chimico. Le concentrazioni rilevate per ciascun parametro, infatti, sono sempre risultate conformi agli standard di qualità previsti dal decreto classificazione, sia in termini di concentrazione massima ammissibile che di concentrazione media annua.

Nella Fig. 0-2 viene mostrato il quadro delle sostanze che, pur non pregiudicando il giudizio complessivo, hanno presentato più frequentemente concentrazioni superiori al limite di rilevanza analitica.

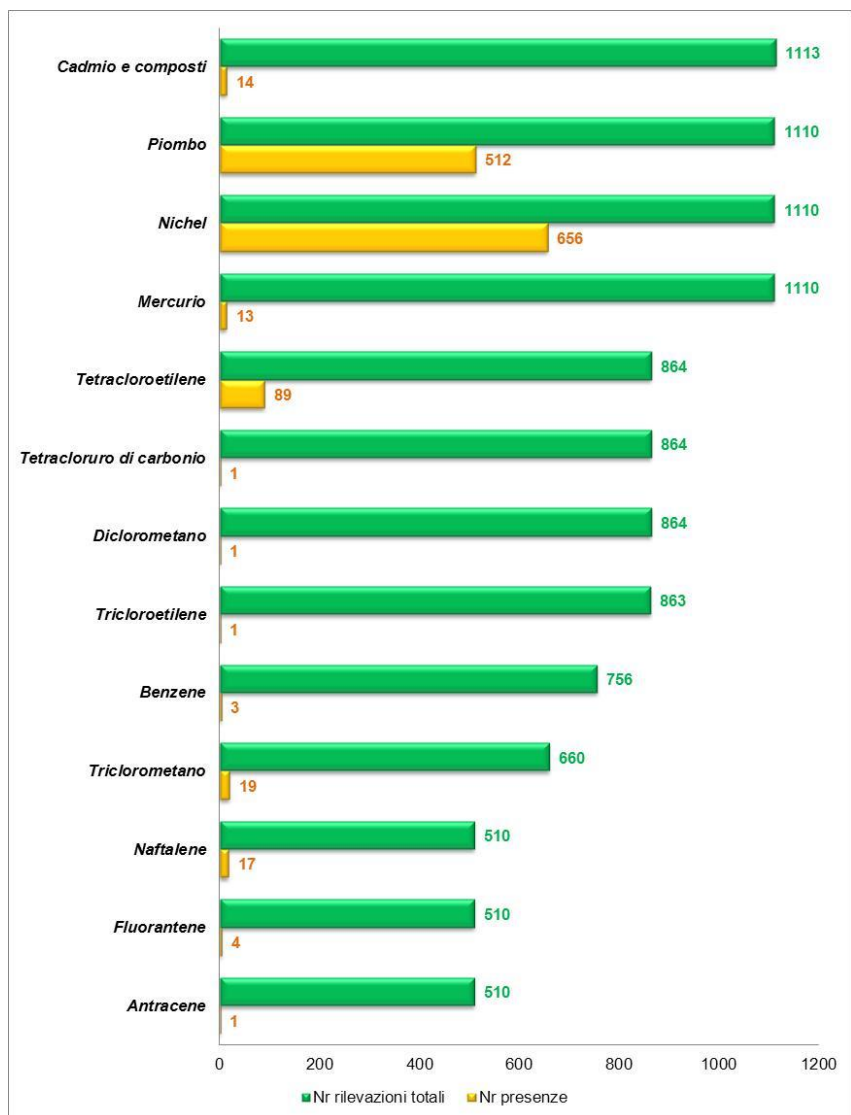


Fig. 0-2 - Numero di presenze rilevate per le sostanze di sintesi prioritarie monitorate nei corpi idrici regionali

Come si riconosce dal grafico, il parametro che più diffusamente ha evidenziato positività nei corpi idrici regionali è il nichel (656 positività su 1110 rilevazioni totali), seguito dal piombo (512 positività su 1110 campioni) e, in misura minore, dal tetracloroetilene (89 positività su 864 rilevazioni totali).

Nei corsi d'acqua monitorati sono state rilevate anche tracce di triclorometano, naftalene e cadmio, che tuttavia, dato il carattere di saltuarietà di tali presenze, non è possibile ricondurre ad aree territoriali specifiche; in ogni caso, le concentrazioni rilevate sono sempre risultate molto inferiori rispetto agli standard di qualità previsti.

Per quanto riguarda il mercurio sono stati registrati casi di presenza di un unico riscontro positivo nel corso del primo ciclo di monitoraggio, talvolta superiori anche alla SQA-CMA. Tuttavia, i dati rilevati sono stati considerati potenzialmente anomali e quindi non determinanti ai fini della classificazione dello stato chimico, in quanto considerati non rappresentativi di una reale contaminazione. La problematica sarà comunque oggetto di approfondimento nel corso del secondo ciclo di monitoraggio.

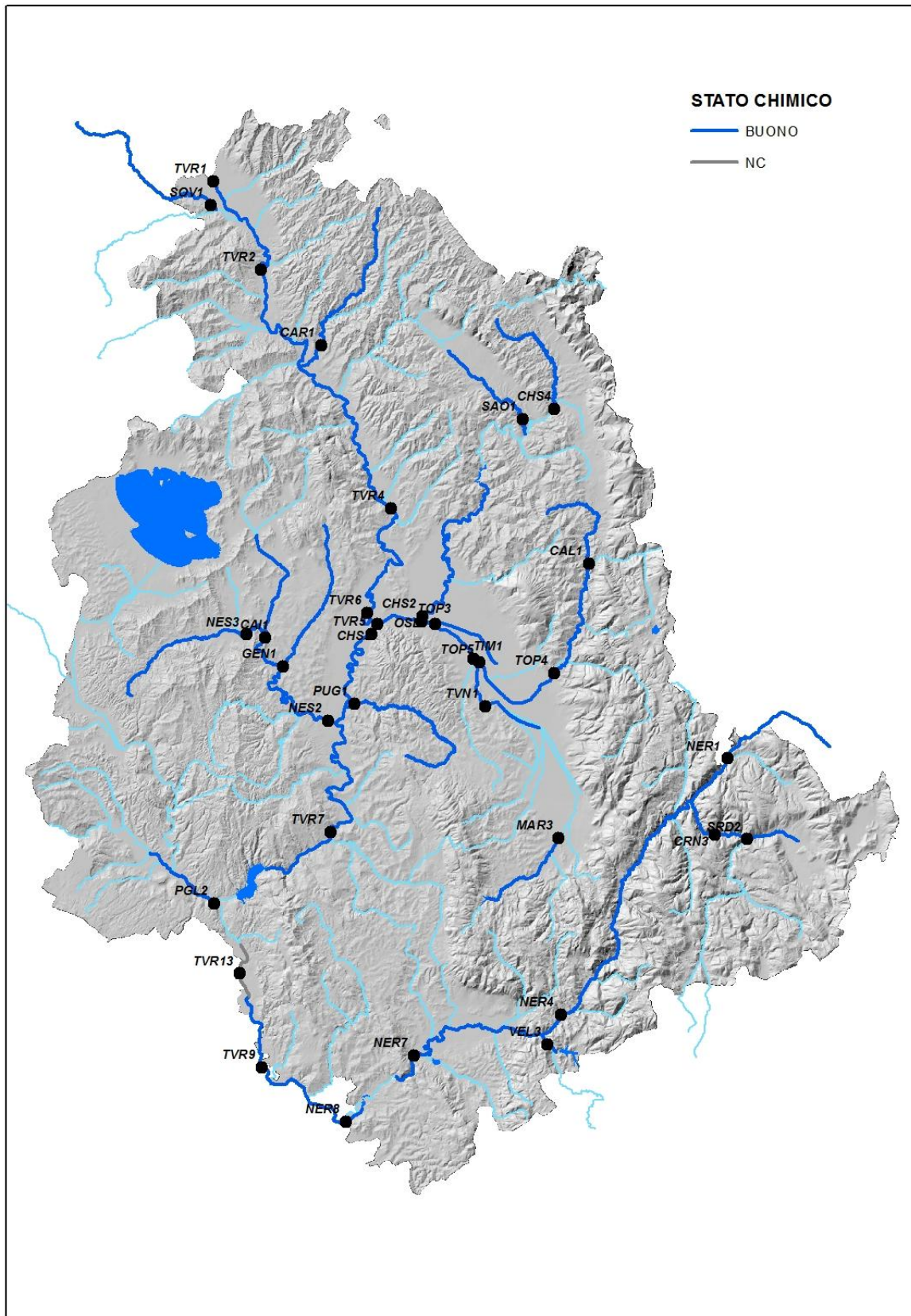


Fig. 0-3 – Stato chimico dei corpi idrici fluviali monitorati nella Regione Umbria

ANALISI DEI LIVELLI DI AFFIDABILITÀ

Il processo di valutazione dei corpi idrici fluviali è stato integrato, così come richiesto con nota n. 195/2013 dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere, con un'analisi del "livello di affidabilità" dei giudizi, così da tradurre in elementi oggettivi e omogenei sul territorio regionale le molteplici criticità evidenziate sia in fase di campionamento che di classificazione. Nell'ambito del processo di condivisione a livello di Distretto, tuttavia, non si è convenuto di dover adottare criteri comuni per la valutazione dei livelli di incertezza.

Pertanto, l'analisi del livello di affidabilità di seguito presentata è stata effettuata secondo criteri definiti a scala regionale, prendendo spunto dal documento tecnico elaborato da ARPA Piemonte "Monitoraggio triennio 2009-2011 – Proposta di classificazione dello Stato di Qualità dei corpi idrici ai sensi del Decreto 260/2010" e suggerito nella sopra citata nota.

La metodologia adottata per l'attribuzione del livello di affidabilità allo stato ecologico prevede di:

- assegnare a *ciascun elemento di qualità* monitorato un **livello di affidabilità**, dato dall'integrazione tra **robustezza** e **stabilità** del dato, secondo lo schema seguente:

AFFIDABILITA'		Stabilità	
		<i>Alta</i>	<i>Bassa</i>
Robustezza	<i>Alta</i>	Livello Alto	Livello Medio
	<i>Bassa</i>	Livello Medio	Livello Basso

- individuare l'elemento o gli elementi di qualità che determinano il giudizio complessivo
- attribuire allo stato ecologico complessivo il livello di affidabilità associato all'elemento di qualità che determina il giudizio.

In analogia con ARPA Piemonte, nella valutazione della **robustezza** si è tenuto conto, in primo luogo, dell'adeguatezza del numero di campionamenti effettuati rispetto alle frequenze previste nel programma di monitoraggio (*R_Campionamenti*). La robustezza può assumere solo due valori: *alto* e *basso*. In linea generale, qualora il numero di dati raccolti risulti inferiore ad una soglia minima fissata, l'elemento di qualità è stato ritenuto non classificabile.

Nella valutazione della **stabilità** di ciascun elemento di qualità, si è tenuto conto, invece, della collocazione del valore di RQE calcolato rispetto ai limiti di classe stabiliti dal DM 260/2010 e, quindi, dell'eventuale tendenza *borderline* del giudizio (*S_borderline*). A tal fine, sono stati utilizzati gli stessi intervalli di confidenza elaborati da ARPA Piemonte (15% della distanza media tra i limiti di classe di ciascun EQ), anche in considerazione del fatto che tali valori appaiono ragionevoli se confrontati con i livelli di incertezza sperimentali ricavati internamente al Laboratorio Multisito di ARPA Umbria mediante prove in doppio su alcuni elementi di qualità biologica.

Nella valutazione della stabilità, non si è tenuto conto invece della variabilità dei giudizi elaborati per gli elementi chimici e chimico-fisici all'interno del periodo di monitoraggio; ciò in considerazione del fatto che tale variabilità può essere valutata solo per i corpi idrici della rete operativa, per i quali si dispone di un triennio di dati e che le analisi svolte non hanno comunque evidenziato trend significativi.

La stabilità può assumere solo due valori: *alto* e *basso*. Nel caso in cui l'elemento di qualità che determina il giudizio risulti *borderline*, allo stato ecologico complessivo viene affiancata anche la relativa tendenza *borderline*.

Di seguito vengono forniti, per ciascun elemento di qualità, i criteri adottati per la definizione dei parametri di robustezza e stabilità.

In Tab. 0-6 viene infine riproposta la classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici fluviali monitorati, integrata con i giudizi di affidabilità dei diversi elementi di qualità, il livello di affidabilità complessivo e l'eventuale tendenza *borderline*.

Tab. 0-1 – Criteri di valutazione della robustezza e dell'affidabilità per la comunità macrobentonica

Macroinvertebrati	
ROBUSTEZZA	
<i>Corpi idrici guadabili (sistema di classificazione STAR_ICMi con metodo Multihabitat)</i>	<i>Corpi idrici non guadabili (sistema di classificazione ISA con campionamento mediante Substrati Artificiali)</i>
<p><i>R_Campionamenti:</i> Alto (A): campionamenti effettuati rispetto ai campionamenti previsti $\geq 75\%$ (corrispondente ad un numero di campionamenti ≥ 5 per i corpi idrici perenni e ≥ 3 per i corpi idrici temporanei) Basso (B): campionamenti effettuati rispetto ai campionamenti previsti $\geq 30\%$ e $< 75\%$. NOTA - Se i campionamenti effettuati rispetto ai campionamenti previsti risultano $< 30\%$ l'elemento non è classificabile.</p>	<p><i>R_Campionamenti:</i> Alto (A): campionamenti effettuati rispetto ai campionamenti previsti $\geq 100\%$ (corrispondente ad un numero di campionamenti =4) Basso (B): campionamenti effettuati rispetto ai campionamenti previsti $\geq 75\%$ e $< 100\%$ (corrispondente ad un numero di campionamenti =3) NOTA - Se i campionamenti effettuati risultano inferiori a 3 l'elemento non è classificabile</p>
STABILITA'	
<p><i>S_borderline:</i> Alto (A): se RQE medio $\pm 0,04$ risulta non borderline Basso (B): se RQE medio $\pm 0,04$ risulta borderline</p>	

Tab. 0-2 - Criteri di valutazione della robustezza e dell'affidabilità per la comunità macrofitica

Macrofite	
ROBUSTEZZA	
<p><i>R_Campionamenti:</i> Alto (A): campionamenti effettuati rispetto ai campionamenti previsti $\geq 100\%$ (corrispondente ad un numero di campionamenti ≥ 2) Basso (B): campionamenti effettuati rispetto ai campionamenti previsti =50% (corrispondente ad un numero di campionamenti =1)</p>	
STABILITA'	
<p><i>S_borderline:</i> Alto (A): se RQE_IBMR medio $\pm 0,02$ risulta non borderline Basso (B): se RQE_IBMR medio $\pm 0,02$ risulta borderline</p>	

Tab. 0-3 - Criteri di valutazione della robustezza e dell'affidabilità per la comunità diatomica

Diatomee	
ROBUSTEZZA	
<p><i>R_Campionamenti:</i> Alto (A): campionamenti effettuati rispetto ai campionamenti previsti $\geq 100\%$ (corrispondente ad un numero di campionamenti ≥ 2) Basso (B): campionamenti effettuati rispetto ai campionamenti previsti =50% (corrispondente ad un numero di campionamenti =1)</p>	
STABILITA'	
<p><i>S_borderline:</i> Alto (A): se ICMi medio $\pm 0,03$ risulta non borderline Basso (B): se ICMi medio $\pm 0,03$ risulta borderline</p>	

Tab. 0-4 - Criteri di valutazione della robustezza e dell'affidabilità per la fauna ittica

Fauna ittica	
ROBUSTEZZA	
<p><i>R_Campionamenti:</i> Da definire in collaborazione con la Regione Umbria</p>	
STABILITA'	
<p><i>S_borderline:</i> Da definire in collaborazione con la Regione Umbria</p>	

Tab. 0-5 - Criteri di valutazione della robustezza e dell'affidabilità per gli elementi fisico-chimici di base

Elementi fisico-chimici di base (LIMeco)	
ROBUSTEZZA	
<i>R_Campionamenti:</i> Alto (A): campionamenti effettuati rispetto ai campionamenti previsti $\geq 90\%$ Basso (B): campionamenti effettuati rispetto ai campionamenti previsti 50-90% NOTA - Se i campionamenti effettuati rispetto ai campionamenti previsti risultano $<50\%$ l'elemento non è classificabile	
STABILITA'	
<i>S_borderline:</i> Alto (A): se LIMeco $\pm 0,02$ risulta non borderline Basso (B): se LIMeco $\pm 0,02$ risulta borderline	
Elementi chimici a sostegno (sostanze non prioritarie)	
ROBUSTEZZA	
<i>R_Campionamenti:</i> Alto (A): campionamenti effettuati rispetto ai campionamenti previsti $\geq 75\%$ Basso (B): campionamenti effettuati rispetto ai campionamenti previsti 50-75% NOTA - Se i campionamenti effettuati rispetto ai campionamenti previsti risultano $<50\%$ l'elemento non è classificabile	
STABILITA'	
<i>S_borderline:</i> Non definito	

Tab. 0-6 – Stato ecologico e livelli di affidabilità

Corpo idrico	Stazione	Naturale/HM WB/AWB	Tipo	S/O	Giudizio Macroinvertebrati	Affidabilità_MI	Giudizio Diatomee	Affidabilità_D	Giudizio Macrofite	Affidabilità_MA	Giudizio Fauna Ittica	Giudizio macroscrittoria	Affidabilità_LIMeco	Giudizio Sostanze non prioritarie	Elemento Determinante	STATO ECOLOGICO	Affidabilità complessiva	Borderline con
Canale dell'Anguillara	ANG1	AWB	11IN7T	S									M			BUONO	M	
Torrente Argentina intero corso	ARG1	Naturale	13SR1T	S		A		M		A			A			ELEVATO	M	buono (DI)
Torrente Arnata intero corso	ARN1	Naturale	11IN7T	S		M		A					A	MI	SUFFICIENTE	M	buono (MI)	
Torrente Assino da T. Lana a F. Tevere	ASS1	Naturale	11SS3T	S		A		A		M			A	MI	SUFFICIENTE	A		
Torrente Caina da T. Formanuova a F. Nestore	CAI1	HMWB	11SS3T	S									A		SCARSO	M		
Torrente Caldognola intero corso	CAL1	Naturale	11SR2T	S		M		A		M			A		BUONO	M	sufficiente (MI)	
Torrente Rio di Capodacqua intero corso	CAP1	Naturale	13SR2T	S		A		A					A		BUONO	A		
Torrente Carpina intero corso	CAR1	Naturale	11SS2T	S		A		A		A			A	MI, MA	SUFFICIENTE	A		
Torrente Chiani da T. Astrone a F. Paglia	CHN1	Naturale	11SS3T	O		A		A					M	MI	SUFFICIENTE	A		
Fiume Chiascio da L. Valfabbrica a F. Topino	CHS2	HMWB	11SS3T	O									A		SUFFICIENTE	A		
Fiume Chiascio da F. Topino a F. Tevere	CHS3	Naturale	11SS5T	O				A		M			M	FI, LIMeco	SUFFICIENTE	M	scarso (LIM)	
Fiume Chiascio dalle origini a T. Sciola	CHS4	Naturale	11SS2T	S		A		A		A			A	MI, MA	SUFFICIENTE	A		
Fiume Chiascio da T. Sciola a L. Valfabbrica	CHS5	Naturale	11SS3T	O		M		A					A	MI	SUFFICIENTE	M	buono (MI)	
Fiume Clitunno intero corso	CLT3	Naturale	11SR2T	O		M				A			A	MI, MA	SUFFICIENTE	M	scarso (MI)	
Torrente Campiano intero corso	CMP1	Naturale	13SR2T	S		A		M		A			A		BUONO	A		
Fiume Corno dalle origini a T. Sordo	CRN1	Naturale	13IN7T	S		M		A		A			A		ELEVATO	M	buono (MI)	
Fiume Corno da T. Sordo a F. Nera	CRN3	Naturale	13SR3T	O		M		A					A	LIMeco	SUFFICIENTE	A		
Fosso del Castellone intero corso	CST1	Naturale	13SR2T	S		A		A		A			A		BUONO	A		
Torrente Fersinone intero corso	FER1	Naturale	11IN7T	S		A		A		A			A		BUONO	A		
Torrente Genna intero corso	GEN1	HMWB	11SS2T	O									A		CATTIVO	A		
Torrente L'Aia dalle origini a L. dell'Aia	LA1	Naturale	13SR2T	S		A		A					A	MI	SUFFICIENTE	A		
Torrente L'Aia da L. dell'Aia a F. Nera	LA2	HMWB	13SR2T	O									A		ELEVATO	M		
Fiume Timia-Teverone-Marroggia da L. Arezzo a T. Tessino	MAR3	HMWB	11SS2T	S									M		SCARSO	M	sufficiente (LIMeco)	

Corpo idrico	Stazione	Naturale/HM WB/AWB	Tipo	S/O	Giudizio Macroinvertebrati	Affidabilità_MI	Giudizio Diatomee	Affidabilità_D	Giudizio Macrofiti	Affidabilità_MA	Giudizio Fauna Ittica	Giudizio macroscrittatori	Affidabilità_LIMeco	Giudizio Sostanze non prioritarie	Elemento Determinante	STATO ECOLOGICO	Affidabilità complessiva	Borderline con
Fosso Migliari intero corso	MGL1	Naturale	11SS2T	S		A		M					A			BUONO	M	
Fiume Nera dalle origini a F. Corno	NER1	Naturale	13SR3T	S		M		A		A			A			BUONO	M	sufficiente (MI)
Fiume Nera da F. Corno a F. Velino	NER4	Naturale	13SR4T	S		A		A		A			A			BUONO	A	
Fiume Nera da F. Velino a limite HER	NER7	HMWB	13SR5T	O									A			SUFFICIENTE	A	
Fiume Nera da L. S. Liberato a F. Tevere	NER8	HMWB	11SR5F	O									A			BUONO	A	
Fiume Nestore da T. Caina a F. Tevere	NES2	HMWB	11SS3T	O									A			SCARSO	A	
Fiume Nestore dalle origini a T. Caina	NES3	HMWB	11SS2T	S									A			SUFFICIENTE	A	
Torrente Ose intero corso	OSE1	Naturale	11IN7T	O		M				M			A		MI, MA, LIMeco	CATTIVO	A	
Fiume Paglia da T. Romealla a F. Tevere	PGL2	Naturale	11SS4T	O		A		M		A			A		MI, MA	SUFFICIENTE	A	
Torrente Puglia intero corso	PUG1	Naturale	11SS3T	S		M		A		M			A		MI	SUFFICIENTE	M	scarso (MI)
Torrente Resina intero corso	RES1	Naturale	11IN7T	S		A		A					A		MI	SUFFICIENTE	A	
Torrente Romealla dalle origini a limite HER	ROM0	Naturale	14SR2T	S		M		A					A		MI, LIMeco	SUFFICIENTE	A	
Torrente Romealla da limite HER a F. Paglia	ROM1	Naturale	11SR2D	S		A		M		A			A		MI, MA, FI	SUFFICIENTE	A	
Torrente Saonda intero corso	SAO1	Naturale	11SR2T	O		M		M					M		MI, D	SUFFICIENTE	M	scarso (MI, DI)
Torrente Seano dal confine regionale a T. Nestore	SEA1	Naturale	11IN7T	S		M		A		A			A		MI, MA	SUFFICIENTE	M	scarso (MI)
Torrente Serra intero corso	SER1	Naturale	13IN7T	S		A		A					A			BUONO	A	
Torrente Sentino intero corso	SNT1	Naturale	13SR2T	S		A		A		A			A			BUONO	A	
Torrente Soara intero corso	SOA1	Naturale	11SS2T	S		A		A		A			A		MI	SUFFICIENTE	A	
Torrente Sovara dalle origini a T. Cerfone	SOV1	Naturale	11SS2T	S		A		A					M		MI	SUFFICIENTE	A	
Fiume Sordo intero corso	SRD2	Naturale	13SR2T	S		A		M		A			A		D	SUFFICIENTE	M	buono (DI)
Fiume Timia-Teverone-Marroggia da F. Clitunno a F. Topino	TIM1	HMWB	11SS3T	O									A			SCARSO	A	
Fiume Topino da F. Timia-Teverone-Marroggia a F. Chiascio	TOP3	Naturale	11SR4T	O		A		A		A			A		MI, MA, LIMeco	SUFFICIENTE	A	
Fiume Topino da T. Caldognola a Foligno	TOP4	Naturale	11SR3D	S		A		A		A			A		MI	SUFFICIENTE	A	
Fiume Topino da Foligno a F. Timia-Teverone-Marroggia	TOP5	HMWB	11SR3D	O									A			BUONO	M	
Fiume Tescio intero corso	TSC1	Naturale	11IN7T	S		A		A					A		MI	SUFFICIENTE	A	

Corpo idrico	Stazione	Naturale/HM WB/AWB	Tipo	S/O	Giudizio Macroinvertebrati	Affidabilità_MI	Giudizio Diatomee	Affidabilità_D	Giudizio Macrofite	Affidabilità_MA	Giudizio Fauna Ittica	Giudizio macroscrittitori	Affidabilità_LIMeco	Giudizio Sostanze non prioritarie	Elemento Determinante	STATO ECOLOGICO	Affidabilità complessiva	Borderline con
Fiume Timia-Teverone- Marroggia da T. Tatarena a F. Clitunno	TVN1	HMWB	11SS3T	O									M			CATTIVO	M	scarso (LIMeco)
Fiume Tevere dal confine regionale a T. Cerfone	TVR1	Naturale	11SS3T	O		M				A			M		MI, MA	SUFFICIENTE	M	scarso (MI)
Fiume Tevere da T. Cerfone a T. Carpina	TVR2	Naturale	11SS4T	O		B							M		MI	SUFFICIENTE	B	scarso (MI)
Fiume Tevere da T. Carpina a Perugia	TVR4	Naturale	11SS5T	O				A					A			BUONO	A	
Fiume Tevere da F. Chiascio a L. Corbara	TVR5	Naturale	11SS5T	S				A		A			A		FI, LIMeco	SUFFICIENTE	A	
Fiume Tevere da Perugia a F. Chiascio	TVR6	Naturale	11SS5T	O				A					A		LIMeco	SUFFICIENTE	A	
Fiume Tevere da F. Chiascio a L. Corbara	TVR7	Naturale	11SS5T	O									A		FI, LIMeco	SUFFICIENTE	A	
Fiume Tevere 1	TVR9	HMWB	11SS5T	O									A			SUFFICIENTE	A	
Fiume Tevere dal punto di immissione del canale di restituzione della centrale di Baschi fino alla traversa di Alviano	TVR13	HMWB	11SS5T	O												NC		
Fiume Velino da L. Piediluco a F. Nera	VEL3	Potenziale HMWB	13SS5T	S									A			BUONO	M	
Fiume Vigi dal confine regionale a F. Nera	VIG1	Naturale	13SR2T	S		A		A		A			A			BUONO	A	

(Legenda - MI: macroinvertebrati, MA: macrofite, FI: Fauna ittica, D: Diatomee, LIMeco: Elementi fisico-chimici di base)

Nei grafici di Fig. 0-1 viene riportato il confronto tra la distribuzione del numero di corpi idrici in classi di stato ecologico già presentata al paragrafo 8.2 (grafico di sinistra) e la stessa distribuzione integrata con i livelli di affidabilità associati ai giudizi (grafico di destra).

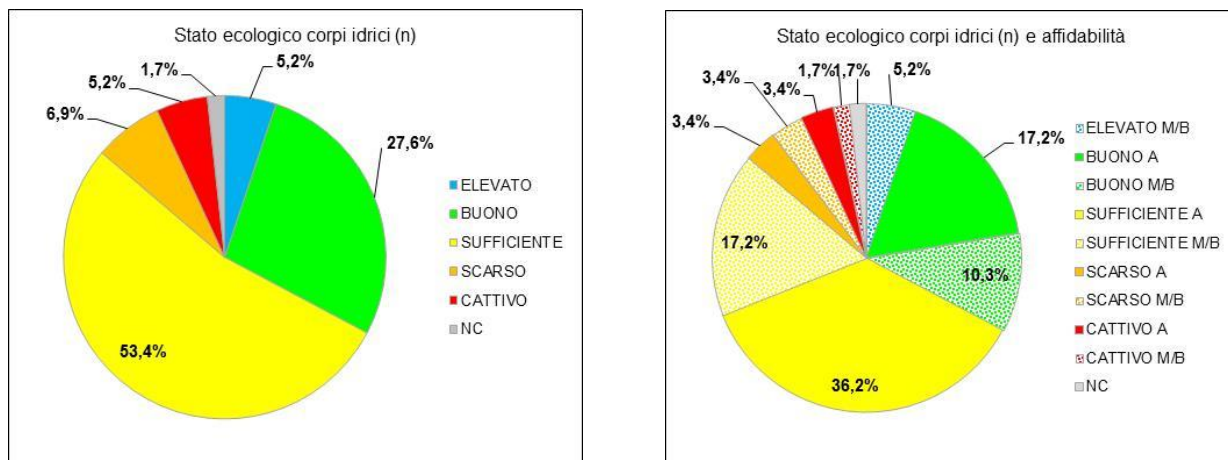


Fig. 0-1 – Stato ecologico dei corpi idrici e stato ecologico dei corpi idrici integrato con i livelli di affidabilità (A= Affidabilità alta, M= Affidabilità media, B= Affidabilità bassa)

Il grafico di destra mostra che nel 60% dei casi i giudizi elaborati presentano livelli di affidabilità alta (colore pieno), mentre nel rimanente 40% la robustezza del numero di campionamenti o la tendenza borderline riducono l’attendibilità della valutazione (colore puntinato). Le classi che in maniera più consistente presentano livelli di affidabilità medio-bassa sono quelle maggiormente rappresentate (stato sufficiente e buono).

Volendo analizzare quanto la stabilità del giudizio incida sul livello di affidabilità complessivo, nei grafici seguenti (Fig. 0-2) la stessa distribuzione dei corpi idrici in classi di stato ecologico viene integrata con la rappresentazione dei giudizi con tendenza borderline. In particolare, nel grafico di destra vengono rappresentati con colore pieno i giudizi con livelli di stabilità alta, mentre, agli estremi di ciascun settore, vengono riportati con colore rigato i giudizi con tendenza borderline verso il basso e con colore quadrettato quelli con tendenza verso l’alto.

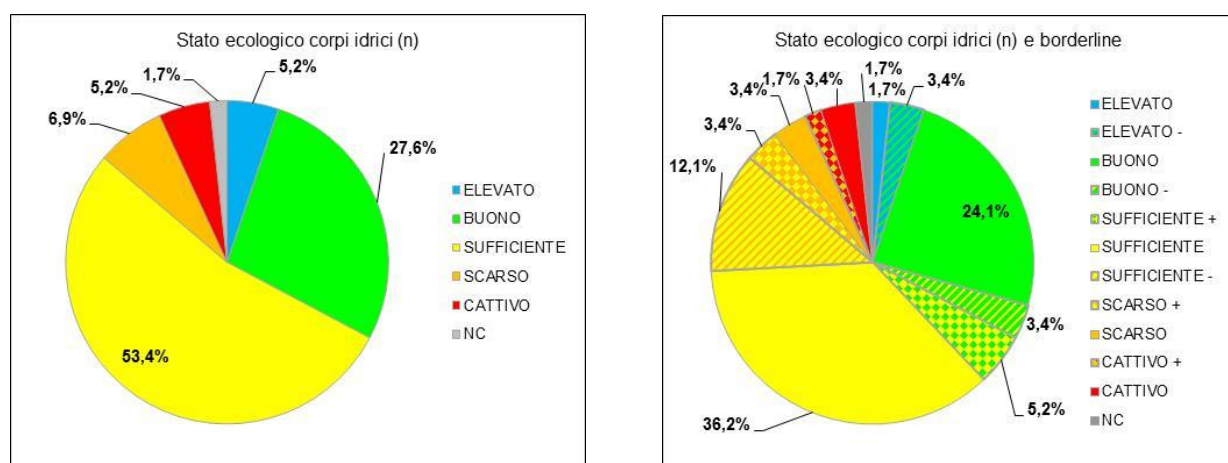


Fig. 0-2 - Stato ecologico dei corpi idrici e stato ecologico dei corpi idrici integrato con le tendenze borderline (+ = Giudizio con tendenza borderline verso l’alto, - = Giudizio con tendenza borderline verso il basso).

La principale considerazione che può essere fatta riguarda l’area relativa ai corpi idrici che risultano sulla soglia di passaggio tra la classe sufficiente e quella buona, che, qualora la tendenza borderline venisse confermata, potrebbe far variare in maniera significativa la percentuale di corpi idrici che raggiungono l’obiettivo di qualità ambientale. A tale proposito va segnalato che, in fase di avvio del secondo ciclo di monitoraggio, è stata data la priorità a quei corpi idrici classificati in stato sufficiente ma che presentano una tendenza “borderline” verso lo stato buono e che necessitano pertanto di una conferma del loro stato ecologico prima della revisione del Piano di Gestione.

ESTENSIONE DELLA CLASSIFICAZIONE ALL'INTERO RETICOLO FLUVIALE

Come descritto nella Parte I, in fase di definizione delle reti di monitoraggio, sono stati effettuati raggruppamenti di corpi idrici appartenenti allo stesso tipo e soggetti a livelli di pressione analoghi per estensione ed incidenza; per ciascun raggruppamento (o unità base di monitoraggio) è stato poi selezionato il corpo idrico rappresentativo da monitorare.

Sulla base degli stessi criteri di omogeneità adottati per la definizione dei gruppi, la classificazione dello stato ecologico e chimico è stata estesa a tutti i corpi idrici, al fine di pervenire ad una valutazione complessiva della qualità del reticolo fluviale umbro.

I risultati di tale estensione sono presentati nella Tab. 0-1 che riporta con colore pieno i giudizi calcolati per i corpi idrici monitorati e con colore tratteggiato le valutazioni derivanti dall'estensione al gruppo di monitoraggio.

La classificazione complessiva dello stato ecologico e dello stato chimico del reticolo fluviale umbro è rappresentata in Fig. 0-1.

Va infine precisato che ai corpi idrici non monitorati viene automaticamente assegnato un livello di affidabilità basso.

Tab. 0-1 – Estensione della classificazione dello stato ecologico e chimico all'intero reticolo fluviale

Codice corpo idrico	Nome corpo idrico	Tipo	Classe di rischio	Naturale/HMWB/AWB	Gruppo di monitoraggio	Stazione	S/O	STATO ECOLOGICO	STATO CHIMICO
N01001260301AF	Torrente Argentina intero corso	13SR1T	NR	Naturale	1	ARG1	S	ELEVATO	
N010012603AF	Fiume Vigi dal confine regionale a F. Nera	13SR2T	NR	Naturale	2	VIG1	S	BUONO	
N01001150504AF	Fiume Menotre intero corso	13SR2T	NR	Naturale	2			BUONO	
N010011505AF	Fiume Topino dalle origini a T. Caldognola	13SR2T	NR	Naturale	2			BUONO	
N010012605AF	Fosso del Castellone intero corso	13SR2T	NR	Naturale	3	CST1	S	BUONO	
I03001AF	Torrente Sentino intero corso	13SR2T	NR	Naturale	4	SNT1	S	BUONO	
N01001150503AF	Torrente Rio di Capodacqua intero corso	13SR2T	PR	Naturale	5	CAP1	S	BUONO	
N01001150501AF	Fosso di Colle Croce intero corso	13SR2T	PR	Naturale	5			BUONO	
N010012612AF	Torrente L'Aia dalle origini a L. dell'Aia	13SR2T	PR	Naturale	7	LAI1	S	SUFFICIENTE	
N010012606AF	Fosso di Rosciano intero corso	13SR2T	PR	Naturale	7			SUFFICIENTE	
N010012601AF	Torrente Campiano intero corso	13SR2T	PR	Naturale	8	CMP1	S	BUONO	
N01001260203AF	Fiume Sordo intero corso	13SR2T	NR	Naturale	9	SRD2	S	SUFFICIENTE	BUONO
N010012612CF	Torrente L'Aia da L. dell'Aia a F. Nera	13SR2T	R	HMWB	10	LAI2	O	ELEVATO	
N0100126AF	Fiume Nera dalle origini a F. Corno	13SR3T	NR	Naturale	11	NER1	S	BUONO	BUONO
N010012602BF	Fiume Corno da T. Sordo a F. Nera	13SR3T	R	Naturale	12	CRN3	O	SUFFICIENTE	BUONO
N0100126BF	Fiume Nera da F. Corno a F. Velino	13SR4T	NR	Naturale	13	NER4	S	BUONO	BUONO
N010_VELINO_13SS4T	Fiume Velino 4	13SS4T	NR	Naturale	14			ND	ND
N010012607BF	Fiume Velino da L. Piediluco a F. Nera	13SS5T	PR	Potenziale HMWB	15	VEL3	S	BUONO	BUONO
N0100126CF	Fiume Nera da F. Velino a limite HER	13SR5T	R	HMWB	16	NER7	O	SUFFICIENTE	BUONO
N01001150502AF	Torrente Caldognola intero corso	11SR2T	PR	Naturale	18	CAL1	S	BUONO	BUONO
N010011501AF	Fiume Sciola intero corso	11SR2T	PR	Naturale	18			BUONO	BUONO
N010011503AF	Torrente Rasina intero corso	11SR2T	PR	Naturale	18			BUONO	BUONO
N0100115050606AF	Fiume Clitunno intero corso	11SR2T	R	Naturale	19	CLT3	O	SUFFICIENTE	
N010011502AF	Torrente Saonda intero corso	11SR2T	R	Naturale	20	SAO1	O	SUFFICIENTE	BUONO
N010012203BF	Torrente Romealla da limite HER a F. Paglia	11SR2D	PR	Naturale	21	ROM1	S	SUFFICIENTE	
N010012204BF	Fosso Albergo la Nona da limite HER a F. Paglia	11SR2D	PR	Naturale	21			SUFFICIENTE	
N010011505BF	Fiume Topino da Caldognola a Foligno	11SR3D	R	Naturale	22	TOP4	S	SUFFICIENTE	BUONO

Codice corpo idrico	Nome corpo idrico	Tipo	Classe di rischio	Naturale/HMWB/AWB	Gruppo di monitoraggio	Stazione	S/O	STATO ECOLOGICO	STATO CHIMICO
N010011505CF	Fiume Topino da Foligno a F. Timia-Teverone-Marroggia	11SR3D	R	HMWB	23	TOP5	O	BUONO	BUONO
N010011505DF	Fiume Topino da F. Timia-Teverone-Marroggia a F. Chiascio	11SR4T	R	Naturale	24	TOP3	O	SUFFICIENTE	BUONO
N0100126FF	Fiume Nera da L. S. Liberato a F. Tevere	11SR5F	R	HMWB	25	NER8	O	BUONO	BUONO
N01001220503AF	Fosso Migliari intero corso	11SS2T	NR	Naturale	26	MGL1	S	BUONO	
N01001220504AF	Fosso dell'Elmo intero corso	11SS2T	NR	Naturale	26			BUONO	
N0100104AF	Torrente Soara intero corso	11SS2T	NR	Naturale	27	SOA1	S	SUFFICIENTE	
N01001150506CF	Fiume Timia-Teverone-Marroggia da L. Arezzo a T. Tessino	11SS2T	PR	HMWB	28	MAR3	S	SCARSO	BUONO
N0100117AF	Fiume Nest_re dalle origini a T. Caina	11SS2T	PR	HMWB	29	NES3	S	SUFFICIENTE	BUONO
N010012205AF	Torrente Chianetta intero corso	11SS2T	PR	HMWB	29			SUFFICIENTE	BUONO
N0100115AF	Fiume Chiascio dalle origini a T. Sciola	11SS2T	PR	Naturale	30	CHS4	S	SUFFICIENTE	BUONO
N0100121AF	Torrente Naia dalle origini a T. Tribio	11SS2T	PR	Naturale	30			SUFFICIENTE	BUONO
N010010201AF	Torrente Sovara dalle origini a T. Cerfone	11SS2T	PR	Naturale	31	SOV1	S	SUFFICIENTE	BUONO
N0100102AF	Torrente Cerfone dalle origini a T. Sovara	11SS2T	PR	Naturale	31			SUFFICIENTE	BUONO
N0100105AF	Torrente Aggia intero corso	11SS2T	PR	Naturale	31			SUFFICIENTE	BUONO
N0100106AF	Torrente Nèstore dalle origini a T. Minima	11SS2T	PR	Naturale	31			SUFFICIENTE	BUONO
N010010801AF	Torrente Vallacchia intero corso	11SS2T	PR	Naturale	31			SUFFICIENTE	BUONO
N0100108AF	Torrente Niccone intero corso	11SS2T	PR	Naturale	31			SUFFICIENTE	BUONO
N010011702AF	Torrente Caina dalle origini a T. Formanuova	11SS2T	PR	Naturale	31			SUFFICIENTE	BUONO
N0100109AF	Torrente Carpina intero corso	11SS2T	PR	Naturale	32	CAR1	S	SUFFICIENTE	BUONO
N0100101AF	Torrente Selci intero corso	11SS2T	PR	Naturale	32			SUFFICIENTE	BUONO
N010010901AF	Torrente Carpinella intero corso	11SS2T	PR	Naturale	32			SUFFICIENTE	BUONO
N010011001AF	Torrente Saonda intero corso	11SS2T	PR	Naturale	32			SUFFICIENTE	BUONO
N0100110AF	Torrente Assino dalle origini a T. Lana	11SS2T	PR	Naturale	32			SUFFICIENTE	BUONO
N0100114AF	Torrente Rio Maggiore intero corso	11SS2T	PR	Naturale	32			SUFFICIENTE	BUONO
N0100125AF	Torrente Rio Grande dalle origini a F.so di Macchie	11SS2T	PR	Naturale	32			SUFFICIENTE	BUONO
N010011703AF	Torrente Genna intero corso	11SS2T	R	HMWB	33	GEN1	O	CATTIVO	BUONO
N0100110BF	Torrente Assino da T. Lana a F. Tevere	11SS3T	PR	Naturale	34	ASS1	S	SUFFICIENTE	
N0100102BF	Torrente Cerfone da T. Sovara a F. Tevere	11SS3T	PR	Naturale	34			SUFFICIENTE	
N0100106BF	Torrente Nèstore da T. Minima a F. Tevere	11SS3T	PR	Naturale	34			SUFFICIENTE	
N0100116AF	Torrente Puglia intero corso	11SS3T	PR	Naturale	35	PUG1	S	SUFFICIENTE	BUONO
N0100121BF	Torrente Naia da T. Tribio a F. Tevere	11SS3T	PR	Naturale	35			SUFFICIENTE	BUONO
N0100125BF	Torrente Rio Grande da F.so di Macchie a F. Tevere	11SS3T	PR	Naturale	35			SUFFICIENTE	BUONO
N010011702BF	Torrente Caina da T. Formanuova a F. Nest_re	11SS3T	PR	HMWB	36	CAI1	S	SCARSO	BUONO
N010012205BF	Torrente Chiani da T. Astrone a F. Paglia	11SS3T	R	Naturale	37	CHN1	O	SUFFICIENTE	
N0100122AF	Fiume Paglia dalle origini a T. Romealla	11SS3T	R	Naturale	37			SUFFICIENTE	
N01001AF	Fiume Tevere dal confine regionale a T. Cerfone	11SS3T	R	Naturale	38	TVR1	O	SUFFICIENTE	BUONO
N0100115DF	Fiume Chiascio da L. Valfabbrica a F. Topino	11SS3T	R	HMWB	39	CHS2	O	SUFFICIENTE	BUONO
N01001150506FF	Fiume Timia-Teverone-Marroggia da F. Clitunno a F. Topino	11SS3T	R	HMWB	39	TIM1	O	SCARSO	BUONO
N01001150506EF	Fiume Timia-Teverone-Marroggia da T. Tatarena a F. Clitunno	11SS3T	R	HMWB	39	TVN1	O	CATTIVO	BUONO

Codice corpo idrico	Nome corpo idrico	Tipo	Classe di rischio	Naturale/HMWB/AWB	Gruppo di monitoraggio	Stazione	S/O	STATO ECOLOGICO	STATO CHIMICO
N01001150506DF	Fiume Timia-Teverone-Marroggia da T. Tessino a T. Tatarena	11SS3T	R	HMWB	39			CATTIVO	BUONO
N0100117BF	Fiume Nestre da T. Caina a F. Tevere	11SS3T	R	HMWB	40	NES2	O	SCARSO	BUONO
N0100122BF	Fiume Paglia da T. Romealla a F. Tevere	11SS4T	R	Naturale	41	PGL2	O	SUFFICIENTE	BUONO
N01001BF	Fiume Tevere da T. Cerfone a T. Carpina	11SS4T	R	Naturale	42	TVR2	O	SUFFICIENTE	BUONO
N0100115EF	Fiume Chiascio da F. Topino a F. Tevere	11SS5T	R	Naturale	43	CHS3	O	SUFFICIENTE	BUONO
N01001CF	Fiume Tevere da T. Carpina a Perugia	11SS5T	R	Naturale	43	TVR4	O	BUONO	BUONO
N01001DF	Fiume Tevere da Perugia a F. Chiascio	11SS5T	R	Naturale	43	TVR6	O	SUFFICIENTE	BUONO
N01001HF	Fiume Tevere dal punto immissione della centrale di Baschi a sbarramento di Alviano	11SS5T	R	HMWB	44	TVR13	O	NC	NC
N010_TEVERE_11SS5T_01	Fiume Tevere 1	11SS5T	R	HMWB	44	TVR9	O	SUFFICIENTE	BUONO
N01001GF	Fiume Tevere da L. Corbara al punto di immissione della centrale di Baschi	11SS5T	R	Potenziale HMWB	44			SUFFICIENTE	BUONO
N010012203AF	Torrente Romealla dalle origini a limite HER	14SR2T	PR	Naturale	45	ROM0	S	SUFFICIENTE	
N010012204AF	Fosso Albergo la Nona dalle origini a limite HER	14SR2T	PR	Naturale	45			SUFFICIENTE	
N010012602AF	Fiume Corno dalle origini a T. Sordo	13IN7T	PR	Naturale	46	CRN1	S	ELEVATO	
N01001260201AF	Fosso Vorgia dalle origini a F. Corno	13IN7T	PR	Naturale	46			ELEVATO	
N01001260202AF	Torrente Civita intero corso	13IN7T	PR	Naturale	46			ELEVATO	
N010012604AF	Torrente Tessino intero corso	13IN7T	PR	Naturale	46			ELEVATO	
N010012608AF	Torrente Serra intero corso	13IN7T	PR	Naturale	48	SER1	S	BUONO	
N0100115050601AF	Torrente Tessino intero corso	13IN7T	PR	Naturale	48			BUONO	
N0100115050602AF	Torrente Cortaccione intero corso	13IN7T	PR	Naturale	48			BUONO	
N010011505060301AF	Torrente Ruicciano dalle origini al limite HER	13IN7T	PR	Naturale	48			BUONO	
N0100115050603AF	Torrente Tatarena dalle origini a limite HER	13IN7T	PR	Naturale	48			BUONO	
N01001150506AF	Fiume Timia-Teverone-Marroggia dalle origini a L. Arezzo	13IN7T	PR	Naturale	48			BUONO	
N010012101AF	Torrente il Tribio dalle origini a limite HER	13IN7T	PR	Naturale	48			BUONO	
N01001260801AF	Torrente Tescino intero corso	13IN7T	PR	Naturale	48			BUONO	
N010012609AF	Torrente il Fossato intero corso	13IN7T	PR	Naturale	48			BUONO	
N010010602AF	Torrente Seano dal confine regionale a T. NPstore	11IN7T	PR	Naturale	49	SEA1	S	SUFFICIENTE	
N010010601AF	Torrente Minima dal confine regionale a T. NPstore	11IN7T	PR	Naturale	49			SUFFICIENTE	
N0100111AF	Torrente Nese intero corso	11IN7T	PR	Naturale	49			SUFFICIENTE	
N01001170201AF	Torrente Formanuova intero corso	11IN7T	PR	Naturale	49			SUFFICIENTE	
N0100112AF	Torrente Resina intero corso	11IN7T	PR	Naturale	50	RES1	S	SUFFICIENTE	
N0100103AF	Torrente Vaschi o Rio Secco intero corso	11IN7T	PR	Naturale	50			SUFFICIENTE	
N0100107AF	Torrente Lana intero corso	11IN7T	PR	Naturale	50			SUFFICIENTE	
N01001100101AF	Torrente S.Donato intero corso	11IN7T	PR	Naturale	50			SUFFICIENTE	
N010011002AF	Torrente Cesa intero corso	11IN7T	PR	Naturale	50			SUFFICIENTE	
N010011003AF	Torrente Lanna intero corso	11IN7T	PR	Naturale	50			SUFFICIENTE	
N0100113AF	Torrente Ventia intero corso	11IN7T	PR	Naturale	50			SUFFICIENTE	
N010011504AF	Fiume Tescio intero corso	11IN7T	PR	Naturale	51	TSC1	S	SUFFICIENTE	
N01001150505AF	Torrente Chiona intero corso	11IN7T	PR	Naturale	51			SUFFICIENTE	
N010011505060301BF	Torrente Ruicciano dal limite HER a T. Tatarena	11IN7T	PR	Naturale	51			SUFFICIENTE	

Codice corpo idrico	Nome corpo idrico	Tipo	Classe di rischio	Naturale/HMWB/AWB	Gruppo di monitoraggio	Stazione	S/O	STATO ECOLOGICO	STATO CHIMICO
N0100115050603BF	Torrente Tatarena da limite HER a F. Timia-Teverone-Marroggia	11IN7T	PR	Naturale	51			SUFFICIENTE	
N0100115050605AF	Fosso Alveo di Montefalco intero corso	11IN7T	PR	Naturale	51			SUFFICIENTE	
N0100115050607AF	Torrente Attone intero corso	11IN7T	PR	Naturale	51			SUFFICIENTE	
N0100119AF	Torrente Bagno intero corso	11IN7T	PR	Naturale	51			SUFFICIENTE	
N0100120AF	Torrente Rio intero corso	11IN7T	PR	Naturale	51			SUFFICIENTE	
N010012101BF	Torrente il Tribio da limite HER a T. Naia	11IN7T	PR	Naturale	51			SUFFICIENTE	
N010012102AF	Torrente Arnata intero corso	11IN7T	PR	Naturale	52	ARN1	S	SUFFICIENTE	
N0100123AF	Fosso di San Lorenzo intero corso	11IN7T	PR	Naturale	52			SUFFICIENTE	
N0100124AF	Fosso di Giove intero corso	11IN7T	PR	Naturale	52			SUFFICIENTE	
N010012501AF	Fosso di Macchie intero corso	11IN7T	PR	Naturale	52			SUFFICIENTE	
N010012610AF	Fosso Tarquinio intero corso	11IN7T	PR	Naturale	52			SUFFICIENTE	
N010012611AF	Fosso Caldaro intero corso	11IN7T	PR	Naturale	52			SUFFICIENTE	
N010011704AF	Torrente Fersinone intero corso	11IN7T	PR	Naturale	53	FER1	S	BUONO	
N010011701AF	Torrente Cestola intero corso	11IN7T	PR	Naturale	53			BUONO	
N010011705AF	Torrente Calvana intero corso	11IN7T	PR	Naturale	53			BUONO	
N0100118AF	Fosso Faena intero corso	11IN7T	PR	Naturale	53			BUONO	
N010012201AF	Fosso Rivarcale intero corso	11IN7T	PR	Naturale	53			BUONO	
N010012202AF	Torrente Ritorto intero corso	11IN7T	PR	Naturale	53			BUONO	
N01001220502AF	Torrente Fossalto dal confine regionale a T. Chiani	11IN7T	PR	Naturale	53			BUONO	
N010020101AF	Torrente Tresa dalle origini a deviazione	11IN7T	PR	Naturale	53			BUONO	
N010020102AF	Fosso Rigo Maggiore dalle origini a deviazione	11IN7T	PR	Naturale	53			BUONO	
N0100201AF	Fosso dell'Anguilara-Moiano	11IN7T	PR	Naturale	53			BUONO	
N0100201BF	Canale dell'Anguilara	11IN7T	PR	AWB	54	ANG1	S	BUONO	
N01001150507AF	Torrente Ose intero corso	11IN7T	R	Naturale	55	OSE1	O	CATTIVO	BUONO
N01001220501AF	Fosso Astrone dalle origini a T. Chiani	11IN7T	R	Naturale	56			ND	ND
N0020101AF	Fosso Rigo Maggiore da deviazione a T. Tresa	11IN7T	PR	Potenziale HMWB	57			NC	NC
N00201AF	Torrente Tresa da deviazione a confine regionale	11IN7T	PR	HMWB	57			NC	NC
N0100126DF	Fiume Nera da limite HER a L. S. Liberato	11SR5F	R	Naturale	58			NC	NC
N0100115BF	Fiume Chiascio da T. Sciola a L. Valfabbrica	11SS3T	PR	Naturale	59	CHS5	O	SUFFICIENTE	
N01001EF	Fiume Tevere da F. Chiascio a L. Corbara	11SS5T	R	Naturale	60	TVR7	O	SUFFICIENTE	BUONO

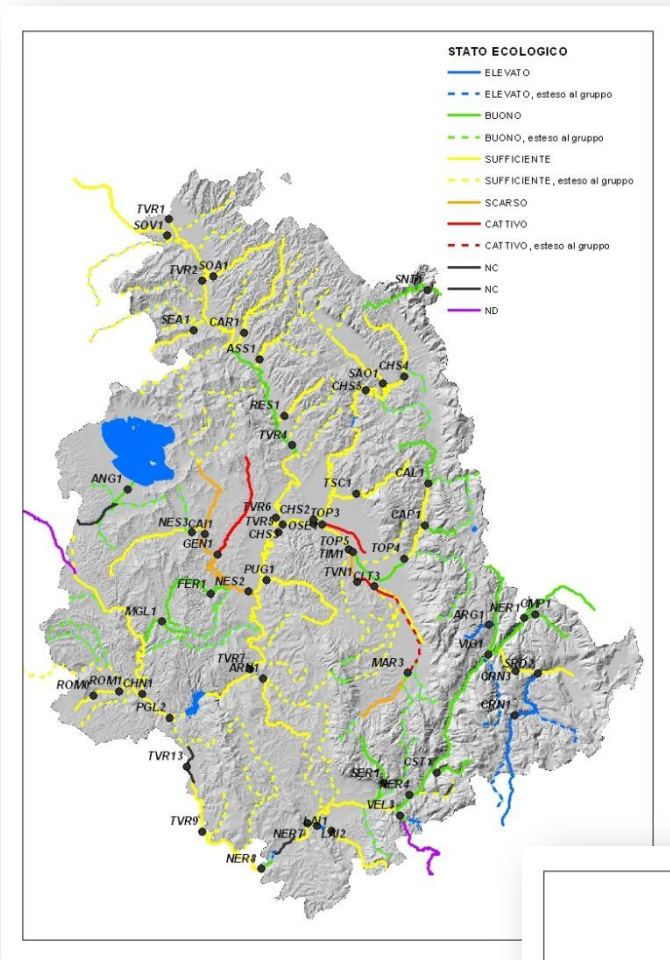
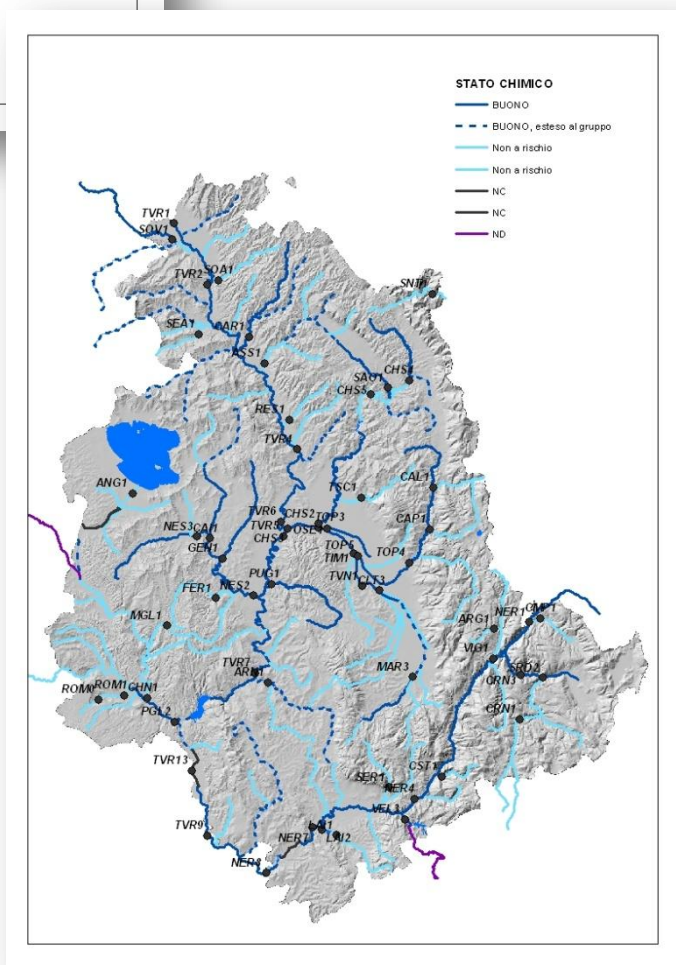


Fig. 0-1 – Estensione dello stato ecologico e chimico all'intero reticolo fluviale



Nei grafici di seguito riportati vengono presentate le distribuzioni percentuali dei corpi idrici in classi di stato ecologico, sia in termini numerici (Fig. 0-2) che di sviluppo lineare (Fig. 0-3).

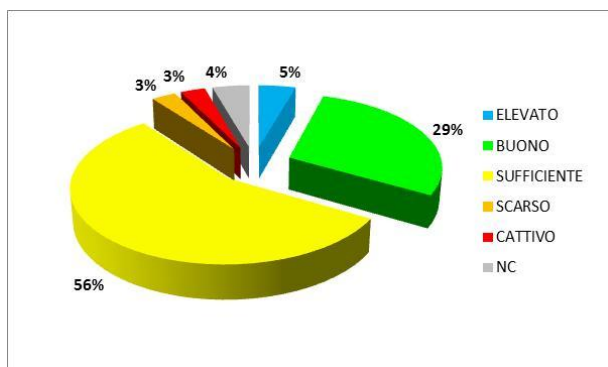


Fig. 0-2 - Distribuzione percentuale dei corpi idrici monitorati in classi di stato ecologico (n. di corpi idrici)

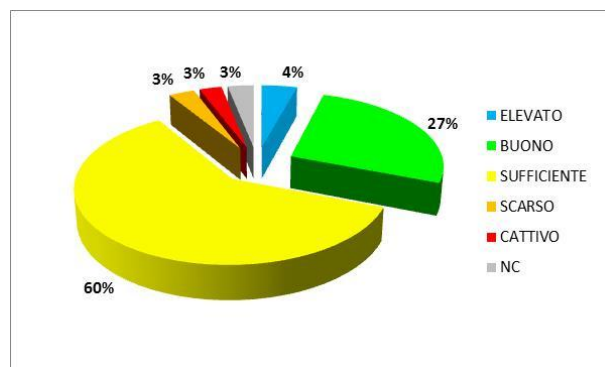


Fig. 0-3 - Distribuzione percentuale dei corpi idrici monitorati in classi di stato ecologico (Km di lunghezza)

I risultati del processo di classificazione evidenziano come il 34% dei 135 corpi idrici appartenenti al reticolo regionale presenti qualità compatibile con gli obiettivi ambientali fissati dalla Direttiva Quadro, con un 29% di corpi idrici classificati in stato buono (39 corpi idrici per 587 km sui 2.204 km totali del reticolo regionale) e un 5% in stato elevato (6 corpi idrici per 94 km). Più della metà dei corpi idrici presenta una qualità delle acque in classe sufficiente (56% pari a 76 corpi idrici), corrispondente ad uno sviluppo lineare di 1.327 km. Infine, il 6% dei corpi idrici presenta uno stato di qualità fortemente compromesso, con 4 corpi idrici in stato scarso e 4 in stato cattivo, corrispondenti complessivamente a 127 km.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Con la fine dell'anno 2012 è stato portato a termine il primo ciclo di monitoraggio dei corpi idrici fluviali individuati nel territorio regionale. Tutte le attività di campionamento, analisi e valutazione sono state condotte applicando le metodologie innovative introdotte dalla Direttiva Acque 2000/60/CE, che prevedono l'analisi integrata di tutti gli elementi di qualità che compongono l'ecosistema acquatico.

L'applicazione del nuovo sistema di classificazione previsto dalla Direttiva 2000/60/CE, sebbene abbia rappresentato un percorso articolato e, per alcuni aspetti, ancora incompleto, ha comunque consentito di analizzare gli ecosistemi acquatici umbri in tutta la loro complessità, di approfondire la conoscenza delle comunità animali e vegetali che li caratterizzano e di evidenziare le relazioni tra i diversi elementi di qualità che concorrono alla variabilità delle condizioni ambientali.

Tutti i dati raccolti in questi anni sono stati elaborati per valutare, con diversi livelli di affidabilità, lo stato ecologico e chimico dell'intero reticolo, fornendo una base per la pianificazione delle misure di tutela e risanamento a livello regionale e di Distretto.

La classificazione dello **stato ecologico** elaborata per i 58 corpi idrici fluviali monitorati evidenzia come 19 corpi idrici (33%) abbiano raggiunto l'obiettivo di qualità ambientale fissato dalla Direttiva Quadro (stato buono o elevato) mentre più della metà degli stessi (53%, pari a 31 corpi idrici) presenta segni di alterazione dell'ecosistema acquatico, principalmente riferibili alle comunità biotiche animali e vegetali, tali da determinare uno stato ecologico "sufficiente" e, di conseguenza, il mancato raggiungimento dell'obiettivo. Solo il 12% dei corpi idrici presenta, infine, uno stato di qualità fortemente compromesso, con 4 corpi idrici in stato scarso e 3 in stato cattivo, pregiudicato tanto dalla qualità dei parametri chimico-fisici quanto dallo stato degli elementi biologici.

Limitatamente ai 42 *corpi idrici naturali* monitorati, si evidenzia come un terzo di essi presenti qualità ecologica compatibile con l'obiettivo ambientale (stato buono o elevato), mentre molto significativa risulta la percentuale (28 corpi idrici) classificata in stato sufficiente. I macroinvertebrati rappresentano l'elemento di qualità che più spesso ha presentato indizi di alterazione sia nella composizione che nella struttura della comunità osservata, determinando lo stato ecologico complessivo in ben 23 corpi idrici. In molti casi, tuttavia, i macroinvertebrati hanno condizionato il giudizio finale al pari delle altre comunità animali e vegetali e degli elementi fisico-chimici di base. Dal lato opposto, le diatomee sono il bioindicatore che più frequentemente ha presentato valori dell'indice compatibili con gli obiettivi di qualità ambientale.

Per i 16 *corpi idrici individuati come artificiali o fortemente modificati* e oggetto di monitoraggio, la valutazione di stato ecologico è stata provvisoriamente effettuata sulla base dei soli parametri fisico-chimici di base (LIMeco) e chimici a sostegno (sostanze non prioritarie), in attesa che vengano definiti a scala nazionale i criteri per la determinazione del potenziale ecologico. I risultati del monitoraggio svolto nel periodo 2008-2012 mostrano come una percentuale significativa di questi corpi idrici presenti una qualità chimico-fisica delle acque alterata o fortemente alterata, tale da determinare uno stato sufficiente (4 corpi idrici), scarso (4) o cattivo (2), che pregiudicherebbe il raggiungimento dell'obiettivo indipendentemente dall'esito del monitoraggio biologico.

Per quanto riguarda la qualità chimico-fisica delle acque rilevata in tutti i corpi idrici monitorati nel territorio regionale, sono state evidenziate, nelle stazioni della rete operativa, diffuse criticità relative al parametro azoto ammoniacale e, in secondo luogo, al fosforo totale; per i corpi idrici appartenenti alla rete di sorveglianza, invece, le condizioni più problematiche sembrano limitate a situazioni locali.

Sulla base dei criteri di omogeneità adottati per la definizione dei gruppi e delle reti di monitoraggio, la classificazione dello stato ecologico è stata estesa anche ai corpi idrici non monitorati, al fine di pervenire ad una valutazione complessiva della qualità del reticolo umbro. I risultati mostrano che 45 dei 135 corpi idrici fluviali individuati nel territorio regionale, pari al 31% dello sviluppo complessivo del reticolo idrografico, presentano qualità compatibile con gli obiettivi previsti dalla norma. Oltre la metà dei corpi idrici (56%) viene classificata, invece, in stato sufficiente, mentre solo il 6% presenta uno stato ecologico fortemente compromesso (stato scarso o cattivo).

Per quanto riguarda lo **stato chimico**, il monitoraggio delle sostanze microinquinanti prioritarie non ha evidenziato alcuna criticità e tutti i corpi idrici monitorati sono stati classificati in stato buono.

In conclusione, le valutazioni condotte sullo stato di qualità ambientale dei corpi idrici fluviali umbri consentono di evidenziare che:

- I corpi idrici localizzati nell'area sud-orientale della regione, che beneficiano dell'alimentazione delle sorgenti carbonatiche della dorsale appenninica, presentano una buona qualità delle acque, sia dal punto di vista chimico-fisico che biologico, confermando quanto già emerso nei monitoraggi pregressi.
- Oltre la metà dei corpi idrici, classificati in stato sufficiente per la compromissione delle comunità animali e vegetali e della qualità chimico-fisica delle acque, presenta criticità diffuse probabilmente da imputarsi a pressioni di tipo qualitativo (eccessiva presenza di nutrienti provenienti da fonti di inquinamento di tipo diffuso e puntuale, carenza di fasce filtro, necessità di ottimizzazione dei sistemi di collettamento e trattamento dei reflui civili ed industriali, ecc.) e quantitativo (scarsità di deflusso legata sia a condizioni naturali che antropiche, talvolta insufficiente a garantire la naturale funzionalità degli ambienti fluviali).
- I corpi idrici che drenano le aree caratterizzate da forti pressioni antropiche quali-quantitative presentano significative alterazioni dell'ecosistema acquatico, rilevate sia dallo stato delle comunità biotiche che dalle condizioni di ossigenazione e dal tenore dei nutrienti. Ciò risulta particolarmente evidente per i corpi idrici appartenenti al reticolo della Valle Umbra (sistema Timia-Teverone-Marroggia) e per quelli del bacino del Nestore (tratto terminale del fiume Nestore e torrenti Caina e Genna). Per tutti questi motivi, questi corsi d'acqua presentano ancora forti criticità che potrebbero pregiudicare il raggiungimento dell'obiettivo di buono stato ambientale entro l'anno 2015.

BIBLIOGRAFIA

- AFNOR – 2003: Qualité de l'eau: Détermination de l'indice biologique macrophytique en rivière (IBMR) – NF T 90-395.
- Aleffi M., 2008: Biologia ed Ecologia delle Briofite – Antonio Delfino Editore, 434 pp.
- APAT, 2007: Protocollo di campionamento dei macroinvertebrati bentonici dei corsi d'acqua guadabili.
- APAT, 2007: Protocollo di campionamento e analisi della fauna ittica dei sistemi lotici.
- APAT, 2007: Protocollo di campionamento e analisi delle diatomee bentoniche dei corsi d'acqua.
- APAT, 2007: Protocollo di campionamento e analisi per le macrofite delle acque correnti.
- APAT, 2007: Protocollo per il campionamento dei parametri fisico-chimici a sostegno degli elementi biologici nei corsi d'acqua superficiali.
- ARPA Umbria, 2007: La tipizzazione dei corsi d'acqua della Regione Umbria ai sensi della Direttiva 2000/60/CE.
- ARPA Umbria, 2008: Definizione della rete di monitoraggio dei corpi idrici superficiali della regione Umbria ai sensi della Direttiva 2000/60/CE (DLgs 152/06 e s.m.i.).
- ARPA Umbria, 2008: Proposta rete di monitoraggio dei corpi idrici superficiali della regione Umbria ai sensi della Direttiva 2000/60/CE (DLgs 152/06 e s.m.i.).
- ARPA Umbria, 2010: Prima valutazione dello stato di qualità dei corpi idrici fluviali ai sensi della Direttiva 2000/60/CE (DLgs. 152/06 e s.m.i.).
- Bona, F., E. Falasco, S. Fassina, B. Griselli & G. Badino, 2007. Characterization of diatom assemblages in mid-altitude streams of NW Italy. *Hydrobiologia* 583: 265–274.
- Bourrelly P., 1966: Les algues d'eau douce. - Éditions N. Boubée & Cie. Tome I-II-III.
- Buffagni A., 1997: Mayfly Community Composition And The Biological Quality Of Streams in: MTL, Fribourg - 1997. P. Landolt & M. Sartori (Eds). *Ephemeroptera & Plecoptera: Biology-Ecology-Systematics*.
- Buffagni A., 1999: Qualità ecologica, pregio naturalistico e integrità della comunità degli Efemerotteri. Un indice per la classificazione dei fiumi italiani. *Acqua & Aria*, 8: 99-107.
- Buffagni A., 2002: Uso degli Efemerotteri come indicatori ambientali nell'area del Parco del Ticino e considerazioni conclusive. In *Atlante della Biodiversità nel Parco Ticino*. Consorzio Lombardo Parco della Valle del Ticino (Ed), Nodo libri, Como. Vol 2: 74-86.
- Campaioli S., Ghetti P. F., Minelli A. & Ruffo S., 1994: Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane. Vol. I. Provincia Autonoma di Trento, Museo di Storia Naturale di Trento.
- Campaioli S., Ghetti P. F., Minelli A. & Ruffo S., 1999: Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane. Vol. II. Provincia Autonoma di Trento, Museo di Storia Naturale di Trento.
- Carletti, S.; Carosi, A.; Corboli, M.; Faina, L.; Giovinazzo, G.; La Porta, G.; Lorenzoni, M.; Mearelli, M., Pedicillo, G., 2003: Caratterizzazione morfologica della popolazione di trota fario presente nel torrente Monterivoso. In: *Il recupero del ceppo autoctono della trota fario nel bacino idrografico del fiume Nera*. Eds: M. Lorenzoni, A. Carosi, F. Panara, Provincia di Terni, 182 pp.
- Carosi, A., Angeli, V., Bicchi, A., Ghetti, L., Pedicillo, G., Lorenzoni, M., 2006: Distribuzione e abbondanza di *Barbus barbus* (Linnaeus, 1758) nel bacino del fiume Tevere in Umbria. *Quaderni ETP - Journal of Freshwater biology*, n. 34/2006, pp. 241-249.

Casagrande L., Cencetti C., De Rosa P., Fredduzzi A., Martinelli A., Minelli A.: L'utilizzo dei GFOSS nel calcolo dell'Indice di Qualità Morfologica (IQM) dei corsi d'acqua, Geomatics Workbooks n° 10 - FOSS4G-it: Trento 2011.

Casas C., Brugués M., Cros R.M., Sergio C., 2006: Handbook of mosses of the Iberian peninsula and the Balearic islands – Institut d'Estudis Catalans, 349 pp.

Cortini Pedrotti C., 2001: Flora dei muschi d'Italia – Ed. Antonio Delfino, Vol I – II 1235 pp.

Della Bella V., Pace G., Barile M., Zedde A., Puccinelli A., Ciadamidaro S., Danieli P.P., Andreani P., Aulicino F.A., Belfiore C., Mancini L., 2012. Benthic diatom assemblages and their response to human stress in small-sized volcanic-siliceous streams of central Italy (Mediterranean eco-region). *Hydrobiologia* (2012) 695:207–222.

Della Bella V., Puccinelli C., Mancini L., 2006. Diatomee. In: Battisti C. (Ed), Biodiversità, gestione, conservazione di un'area umida del litorale laziale: la Palude di Torre Flavia. Provincia di Roma, Gangemi, 302 pp.

Dufrêne, M. & P. Legendre, 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs* 67: 345–366.

ENEA, 2009: Metodo per la valutazione e classificazione dei corsi d'acqua utilizzando la comunità delle macrofite acquatiche, RT/2009/23.

European Union, 2000. Parliament and Council Directive 2000/60/EC of 23rd October 2000. Establishing a framework for community action in the field of water policy. Official Journal PE-CONS 3639/1/00 REV 1, 2000. European Union, Brussels.

Falasco E., Piano E., Bona F., 2013. Guida al riconoscimento e all'ecologia delle principali diatomee fluviali dell'Italia Nord occidentale. *Biologia Ambientale*, 27 (1), 292 pp.

Fitter R., Fitter A., Farrel A., 2006: Guide des graminées, carex, joncs et fougères – Les Guides du Naturaliste - Delachaux et Niestlé, 256 pp.

IRSA – CNR, 2007: Notiziario dei metodi analitici – Macroinvertebrati acquatici e Direttiva 2000/60/EC (WFD).

IRSA – CNR, 2008: Notiziario dei metodi analitici, numero speciale – Condizioni di riferimento per fiumi e laghi – Classificazione dei fiumi sulla base dei macroinvertebrati acquatici - Direttiva 2000/60/EC (WFD).

ISPRA, 2009: Contributo alla metodologia per la designazione dei corpi idrici artificiali e dei corpi idrici fortemente modificati.

Istituto di Ricerca sulle Acque (CNR), 2008: Notiziario dei Metodi Analitici. Direttiva 2000/60/EC (WFD) – Condizioni di riferimento per fiumi e laghi - Classificazione dei fiumi sulla base dei macroinvertebrati acquatici.

John D. M., Whitton B.A., Brook A.J., 2005: The Freshwater Algal Flora of the British Isles – Cambridge University Press, 702 pp.

Krammer, K. & H. Lange-Bertalot, 1986. Bacillariophyceae 1. Teil: Naviculaceae. In Ettl, H., J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (eds), Süßwasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart: 876 pp.
Krammer, K. & H. Lange-Bertalot, 1988. Bacillariophyceae 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In Ettl, H., J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (eds), Süßwasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart: 596 pp.

Krammer, K. & H. Lange-Bertalot, 1991a. Bacillariophyceae 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In Ettl, H., J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (eds), Süßwasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart: 576 pp.

- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot, 1991b. Bacillariophyceae 4. Teil: Achnantheaceae. Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema. In Ettl, H., G. Gärtner, J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (eds), Süßwasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart: 437 pp.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot, 2000. Bacillariophyceae 5. Teil: English and French translation of the keys. In Büdel, B., G. Gärtner, L. Krienitz & G. M. Lokhorst (eds), Süßwasserflora von Mitteleuropa Stuttgart. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart: 311 pp.
- Mancini L., Sollazzo C., 2009: Metodo per la valutazione dello stato ecologico delle acque correnti: comunità diatomiche - ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ, Rapporti ISTISAN 09/19.
- Mearelli, M., Lorenzoni, M., Giovinazzo, G., Petesse, M.L., 1994: Carta ittica della regione Umbria: metodologie adottate e risultati. Riv. Idrobiol., 33 (1/3), 129-149.
- Merryweather J., Hill M., 1992: The Fern Guide, An Introductory Guide to the Ferns, Clubmosses, Quillworts and Horsetails of the British Isles. In: Field studies 8 (1992), 101-188.
- Minciardi M.R., Spada C.D., Rossi G.L., Angius R., Orrù G., Mancini L., Pace G., Marcheggiani S., Puccinelli C., 2009: Metodo per la valutazione e la classificazione dei corsi d'acqua utilizzando la comunità delle macrofite acquatiche – ENEA, 35 pp.
- Molses I., Casas C., Brugués M., Cros R.M., 2003: Flora dels Briòfits dels Països Catalans - Institut d'Estudis Catalans, 279 pp.
- Paton J. A., 1999: The Liverwort Flora of the British Isles – Harley Books, 626 pp.
- Pignatti S., 1982: Flora d'Italia. - Edagricole, 3 voll.
- Prygiel, J. & M. Coste, 2000. Guide méthodologique pour la mise en oeuvre de l'Indice Biologique Diatomées NF T 90–354. Agences de l'Eau, Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Cemagref: 134 pp.
- Regione Umbria e ARPA Umbria, 2011: Studio del corpo idrico generato dalla traversa sul Fiume Tevere in località Alviano.
- Rinaldi M., Surian N., Comiti F., Bussetini M., 2011: IDRAIM – sistema di valutazione IDRomorfologica, Analisi e Monitoraggio dei corsi d'acqua Manuale tecnico – operativo per la valutazione ed il monitoraggio dello stato morfologico dei corsi d'acqua - Versione 1.
- Ruffo S. (coordinatore), 1977-1985: Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. CNR, Collana del Progetto Finalizzato "Promozione della qualità dell'ambiente", AQ/1/233.
- Sansoni G., 1988: Atlante per il riconoscimento dei macroinvertebrati dei corsi d'acqua italiani. Provincia Autonoma di Trento, Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale.
- Smith A.J.E., 1999: The Liverwort of Britain & Ireland – Cambridge University Press, 362 pp.
- Smith A.J.E., 2004: The Moss Flora of Britain & Ireland - Cambridge University Press, 1012 pp.
- Smith A.J.E., 2008: The Moss Flora of Britain - Cambridge University Press, 1012 pp.
- Tachet H., Bournaud M. & Richoux P., 1984: Introduction a l'étude des macroinvertebrates des eaux douces. 2° edition. Association Francaise de Limnologie.
- UNI EN 14184:2004: Linee guida per la valutazione delle macrofite acquatiche nelle acque correnti.
- UNI EN 14996 2006: Qualità dell'acqua – Linea guida per assicurare la qualità delle valutazioni biologiche ed ecologiche nell'ambiente acquatico.
- UNI EN 27828,1996: Qualità dell'acqua. Metodi di campionamento biologico. Guida al campionamento di macro-invertebrati bentonici mediante retino manuale.

UNI EN 28265,1995: Qualità dell'acqua. Progettazione e utilizzo di campionatori quantitativi di macro-invertebrati bentonici su substrati rocciosi in acque dolci poco profonde.

Wirth V., Düll R., Llimona X., Ros R.M., Werner O., 2004: Guia de campo de los Líquenes, Musgos y Hepáticas – Omega ediciones, 589 pp.

Zerunian S., Goltara A., Schipani I., Boz B., 2009: Adeguamento dell'Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche alla Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE. Biol. Amb., 23 (2), 1-16.

Zerunian, S., 2004: Proposta di un Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche viventi nelle acque interne italiane. Biol. Amb., 18 (2), 25-30.

Zerunian, S., 2007: Primo aggiornamento dell'Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche. In: La fauna ittica dei corsi d'acqua: qualità ambientale, ricerca e conservazione della biodiversità. Eds: S. Zerunian, P. Genoni, Biol. Amb., 21 (2), 43-47.