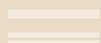


# VALUTAZIONE DELLO STATO ECOLOGICO E CHIMICO DEI CORPI IDRICI LACUSTRI DELL'UMBRIA

*Direttiva 2000/60/CE*

Settembre 2014





# VALUTAZIONE DELLO STATO ECOLOGICO E CHIMICO DEI CORPI IDRICI LACUSTRI DELL'UMBRIA

*Direttiva 2000/60/CE*

Autori

**Fedra Charavgis - Alessandra Cingolani**

Coordinamento

Giancarlo Marchetti - Alessandra Santucci

Contributi

Elisabetta Ciccarelli - Barbara Todini  
Stefania Bracchi - Margherita Di Brizio - Lucia Ghetti  
Massimo Lorenzoni - Egiziana Rinaldi - Valentina Stufara

Settembre 2014

---

**Fedra Charavgis e Alessandra Cingolani** hanno equamente contribuito a questo lavoro

---

**F. Charavgis - A. Cingolani - G. Marchetti - A. Santucci**  
Arpa Umbria - Unità operativa tecnica

**S. Bracchi - E. Ciccarelli - M. Di Brizio - E. Rinaldi - B. Todini**  
Arpa Umbria - Unità operativa Laboratorio Multisito

**V. Stufara**  
Arpa Umbria - Dipartimento provinciale di Terni

**M. Lorenzoni**  
Università degli Studi di Perugia - Dipartimento di Dipartimento di Chimica, Biologia e Biotecnologie

**L. Ghetti**  
Regione Umbria - Sezione Tutela del Patrimonio Ittico e Pesca Sportiva



## **PREFAZIONE**

Con la pubblicazione dei risultati relativi alla qualità ambientale dei corpi idrici lacustri, che segue la valutazione dei corpi idrici fluviali completata nel corso del 2013, si conclude il processo di classificazione delle acque superficiali regionali, svolto secondo i criteri dettati dalla Direttiva Quadro sulle Acque (WFD 2000/60).

Tutte le attività di campionamento, analisi e valutazione sono state condotte applicando le nuove metodologie introdotte dalla normativa nazionale in recepimento della WFD e dai successivi decreti attuativi.

Il nuovo sistema di classificazione ha consentito di esprimere, al termine del primo ciclo di monitoraggio, un giudizio di qualità sui nostri corpi idrici lacustri attraverso l'analisi integrata di tutti gli elementi che compongono l'ecosistema acquatico e di individuare le principali criticità che impediscono il raggiungimento degli obiettivi fissati dalla Direttiva.

Tuttavia, l'attuazione dell'intero processo ha rappresentato un percorso molto articolato e, per alcuni aspetti, tuttora incompleto. Ancora di più che per le acque fluviali, la classificazione dei corpi idrici lacustri regionali ha fatto emergere i limiti e le criticità di un sistema di valutazione che, oltre a presentare una notevole complessità ed onerosità delle procedure di campionamento ed analisi e a richiedere un elevato livello di specializzazione professionale del personale coinvolto, appare ancora per molti aspetti in fase di sperimentazione. Da una parte, infatti, l'assenza di manuali tecnici e linee guida specifiche rendono difficoltosa la piena attuazione dei contenuti normativi; dall'altra, permangono ancora alcune perplessità circa l'applicazione di indici e condizioni di riferimento tarati, nella maggior parte dei casi, su ambienti acquatici appartenenti ad ecoregioni diverse da quella mediterranea.

Per questi motivi, sebbene le conoscenze acquisite attraverso le nuove procedure abbiano comunque consentito di analizzare i nostri laghi in tutta la loro complessità e di approfondire la conoscenza delle comunità animali e vegetali che li caratterizzano, i giudizi elaborati presentano ancora un carattere provvisorio. Nel prossimo triennio di monitoraggio, pertanto, l'impegno di ARPA Umbria sarà rivolto all'ulteriore approfondimento delle conoscenze acquisite, anche con l'ausilio di metodologie più consolidate a livello nazionale.

Un ringraziamento va alle strutture dell'Agenzia coinvolte nelle attività di definizione della qualità ambientale dei corpi idrici lacustri, dalle varie Sezioni del Laboratorio Multisito che hanno eseguito le complesse attività di monitoraggio, al Servizio Qualità delle Acque che ha effettuato la valutazione dei risultati. A tutti loro va il merito per la qualità della presente pubblicazione.

Il Direttore Tecnico  
Giancarlo Marchetti



## Sommario

1	PREMESSA.....	9
2	IL QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO.....	10
3	CARATTERIZZAZIONE DEI CORPI IDRICI LACUSTRI REGIONALI.....	11
3.1	Tipizzazione e individuazione dei corpi idrici.....	11
3.2	Corpi idrici artificiali e fortemente modificati.....	14
3.2.1	<i>Metodologia di designazione</i> .....	14
3.2.2	<i>Applicazione della procedura di designazione a livello regionale</i> .....	16
4	RETI E PROGRAMMI DI MONITORAGGIO.....	17
4.1	Le reti di monitoraggio operativo e di sorveglianza.....	17
4.2	Il programma di monitoraggio 2008-2012.....	19
5	MONITORAGGIO E CLASSIFICAZIONE DEGLI ELEMENTI DI QUALITA' BIOLOGICA.....	22
5.1	Fitoplancton.....	22
5.1.1	<i>Metodo di campionamento</i> .....	22
5.1.2	<i>Attività svolte</i> .....	23
5.1.3	<i>Classificazione della comunità fitoplanctonica</i> .....	25
5.2	Macrofite.....	32
5.2.1	<i>Metodo di campionamento</i> .....	32
5.2.2	<i>Attività svolte</i> .....	34
5.2.3	<i>Classificazione della comunità macrofittica</i> .....	35
5.3	Fauna ittica.....	36
5.3.1	<i>Metodo di campionamento</i> .....	36
5.3.2	<i>Attività svolte</i> .....	37
5.3.3	<i>Classificazione della comunità ittica</i> .....	38
6	MONITORAGGIO E CLASSIFICAZIONE DEGLI ELEMENTI DI QUALITA' CHIMICA E CHIMICO-FISICA A SOSTEGNO DEGLI ELEMENTI BIOLOGICI.....	42
6.1	Elementi fisico-chimici di base.....	42
6.1.1	<i>Metodo di campionamento</i> .....	42
6.1.2	<i>Attività svolte</i> .....	43
6.1.3	<i>Applicazione dell'indice di Livello Trofico dei laghi per lo stato ecologico (LTLecco)</i> .....	44
6.2	Elementi chimici a sostegno (sostanze non prioritarie).....	48
6.2.1	<i>Metodo di campionamento</i> .....	48
6.2.2	<i>Attività svolte</i> .....	49
6.2.3	<i>Valutazione della conformità agli Standard di Qualità Ambientale (SQA)</i> .....	50
7	STATO ECOLOGICO DEI CORPI IDRICI LACUSTRI.....	53
7.1	Modalità di classificazione.....	53
7.2	Lo stato ecologico dei corpi idrici lacustri umbri.....	55
8	STATO CHIMICO DEI CORPI IDRICI LACUSTRI.....	62
8.1	Metodi di campionamento.....	62
8.2	Attività svolte.....	62
8.3	Valutazione della conformità agli Standard di Qualità Ambientale (SQA).....	63
9	ANALISI DEI RISULTATI PER CORPO IDRICO.....	67
9.1	Lago Trasimeno.....	68
9.1	Lago Piediluco 1.....	88
9.1	Lago Piediluco 2.....	105
9.1	Palude di Colfiorito.....	122
9.1	Invaso di Corbara.....	130
9.1	Invaso di Arezzo.....	143
9.1	Invaso dell'Aia.....	151
9.1	Invaso di S. Liberato.....	161
10	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	171



## 1 PREMESSA

Nel rapporto viene presentata la prima classificazione dello stato ecologico e chimico dei corpi idrici lacustri 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 valutazione della qualità ambientale svolte nei laghi regionali nel periodo 2008-2012 in adempimento ai nuovi indirizzi politici europei in materia di protezione degli ecosistemi acquatici. Tutti i risultati elaborati andranno poi a costituire il quadro conoscitivo necessario per l'aggiornamento del Piano di Tutela regionale e dei Piani di Gestione Distrettuali (Nota MATTM n. 10745/TRI/III del 13/04/2012).

Considerata la complessità del nuovo sistema di classificazione, la relazione si pone come obiettivo principale quello di fornire uno strumento di lettura dei dati raccolti 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 2008; 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 richiamati, in sintesi, i risultati dei processi di tipizzazione, individuazione dei corpi idrici lacustri, analisi delle pressioni e di rischio, tutti elementi propedeutici alla definizione dei programmi di monitoraggio.

Nella seconda parte, per ciascun elemento di qualità monitorato, viene fornito un quadro esplicativo sui metodi di campionamento previsti dalla norma, sulle attività svolte e sugli indici di classificazione applicati.

Infine, viene presentata la valutazione complessiva dello stato ecologico e chimico dei corpi idrici lacustri umbri, ottenuta integrando i giudizi derivanti dai singoli elementi di qualità. In considerazione delle differenti caratteristiche ecologiche e ambientali dei corpi idrici lacustri regionali, si è ritenuto opportuno affiancare alla valutazione generale anche un'analisi di dettaglio della qualità ambientale dei singoli laghi attraverso schede monografiche di approfondimento.

Il documento, insieme al rapporto sulla valutazione dei corpi idrici fluviali completata nel corso del 2013<sup>1</sup>, 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 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.

---

<sup>1</sup>Valutazione dello stato ecologico e chimico dei corpi idrici fluviali dell'Umbria- Direttiva 2000/60/CE, ARPA Umbria, 2013.

## 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, finalizzato alla protezione e miglioramento dello stato dei corpi idrici e delle zone umide associate, alla promozione di un utilizzo sostenibile delle risorse idriche e alla mitigazione degli effetti delle inondazioni e della siccità.

A differenza delle precedenti politiche di tutela delle acque, che si limitavano a considerare la qualità quasi esclusivamente da un punto di vista chimico in relazione ai diversi usi antropici, il nuovo sistema pone al centro dell'attenzione l'analisi dell'intero ecosistema acquatico, privilegiando 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** e 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 i diversi tipi di corpo idrico (DM n. 131/2008).

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

- 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);
- stato chimico, basato sulla conformità agli standard di qualità ambientale fissati per le sostanze prioritarie e pericolose.

Un discorso a parte riguarda i corpi idrici artificiali (AWB) o interessati da alterazioni idromorfologiche significative (HMWB) per i quali la norma 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 DM n. 56 del 14 aprile 2009, mentre i criteri per la classificazione dello stato di qualità sono contenuti nel DM n. 260 dell'8 novembre 2010.

### 3 CARATTERIZZAZIONE DEI CORPI IDRICI LACUSTRI REGIONALI

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

#### 3.1 Tipizzazione e individuazione dei corpi idrici

Il D.Lgs 152/06 definisce come "lago" un corpo idrico naturale lentico, superficiale, interno, fermo, di acqua dolce e dotato di significativo bacino scolante. Non sono considerati ambienti lacustri tutti gli specchi d'acqua derivanti da attività estrattive, gli ambienti di transizione, quali sbarramenti fluviali di tratti di corsi d'acqua in cui la corrente rallenta fino ad un tempo di ricambio inferiore ad una settimana e gli ambienti che mostrano processi di interrimento avanzati che si possono definire come zone umide. Vengono invece definiti "invasi" i corpi idrici fortemente modificati, naturali-ampliati o artificiali.

Gli specchi lacustri devono essere classificati in **tipi** sulla base di descrittori abiotici rappresentati da una serie di variabili morfometriche, geologiche e chimico-fisiche. La metodologia di tipizzazione, descritta in dettaglio nel decreto attuativo DM 131/08 e illustrata in Fig. 3.1-1, deve essere applicata ai laghi di superficie  $\geq 0,2 \text{ km}^2$  e agli invasi di superficie  $\geq 0,5 \text{ km}^2$ .

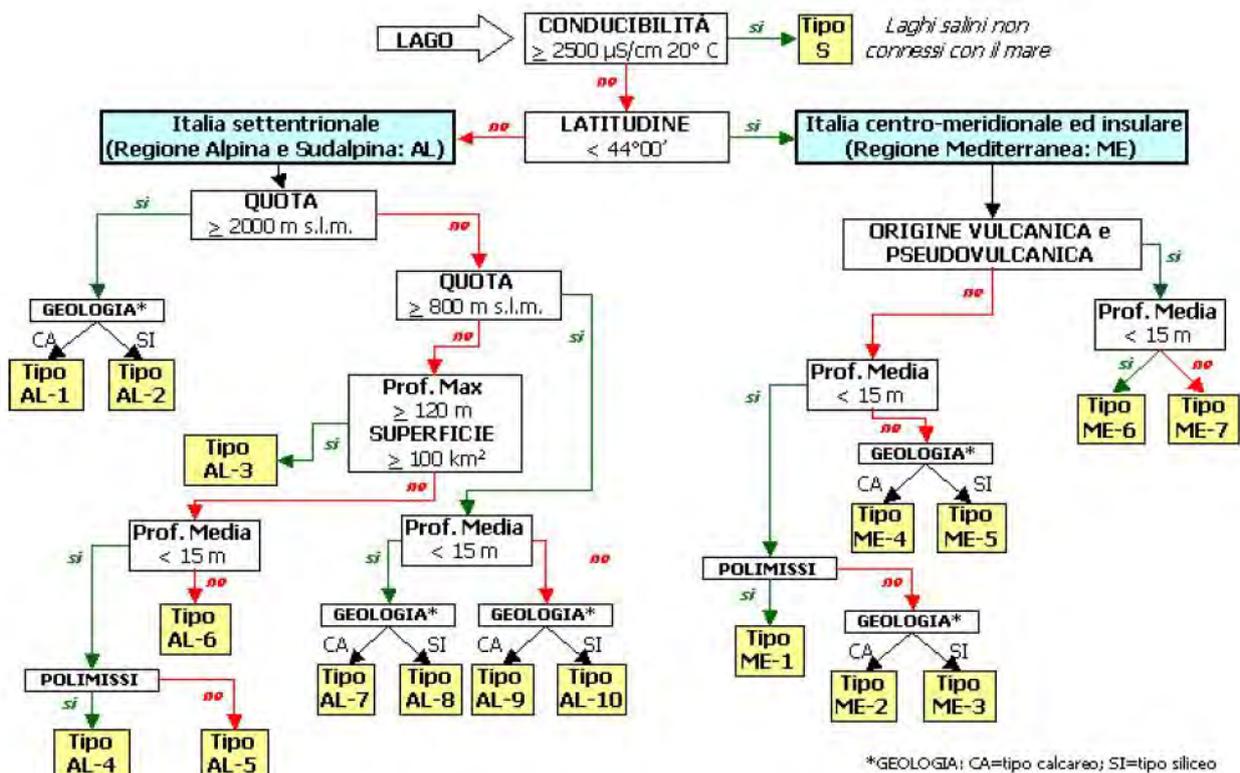


Fig. 3.1-1 – Griglia operativa di tipizzazione dei laghi e invasi italiani (DM 131/08)

Al processo di tipizzazione segue poi l'identificazione dei **corpi idrici**, che rappresentano l'unità base del monitoraggio a cui fare riferimento per valutare la conformità rispetto agli obiettivi ambientali; i corpi idrici devono essere individuati in funzione dello stato di qualità pregresso, del tipo e delle pressioni esistenti sul territorio.

In una prima fase sono stati identificati<sup>2</sup>, nel territorio regionale, 10 corpi idrici lacustri, comprendenti laghi naturali, invasi e ambienti di particolare rilevanza paesaggistico-naturalistica, tutti ricadenti nell'ecoregione Mediterranea e appartenenti a tre tipi: ME-1, ME-2, ME-4.

<sup>2</sup>La tipizzazione dei laghi e degli invasi della Regione Umbria ai sensi della Direttiva 2000/60/CE, ARPA Umbria, 2007.

Nel corso del 2011, uno studio<sup>3</sup> approfondito dell'area interessata dalla traversa sul fiume Tevere in località Alviano ha messo in evidenza, tuttavia, l'inadeguatezza dell'attribuzione dell'invaso omonimo 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, in parziale connessione idraulica con la prima. Alla luce dei risultati di tali valutazioni, l'invaso di Alviano è stato eliminato dall'elenco dei corpi idrici lacustri e, contestualmente, il tratto "Fiume Tevere compreso tra il punto d'immissione del canale di restituzione della centrale di Baschi e la traversa di Alviano" è stato individuato come nuovo corpo idrico fluviale. Ad oggi risultano, quindi, presenti nel territorio umbro **9 corpi idrici lacustri** appartenenti a **3 tipi** (Tab. 3.1-1 e Fig. 3.1-2).

Ciascun corpo idrico è coincidente con un intero lago, ad eccezione del Lago di Piediluco, che, per le sue caratteristiche fisiche e idromorfologiche, è stato suddiviso in due corpi idrici distinti: Piediluco 1, corrispondente alla porzione occidentale del lago, più profonda e fortemente influenzata dalla regolazione idroelettrica, e Piediluco 2, comprendente la porzione a lento ricambio del settore orientale e dei bracci meridionali e caratterizzata da minore profondità.

Tab. 3.1-1 –Corpi idrici lacustri umbri e relativi tipi

Nome corpo idrico	Codice corpo idrico	Lago/ Invaso	Profondità media (m)	Profondità massima (m)	Volume (Mm <sup>3</sup> )	Area dello specchio lacustre (Km <sup>2</sup> )	Superficie del bacino (Km <sup>2</sup> )	Tipo
Lago dell'Aia	N010012612BL	Invaso	3	-	2	0,64	89	ME-1
Lago di Arezzo	N01001150506BL	Invaso	6	26	6,3	0,47	24	ME-2
Palude di Colfiorito	N01003AL	Lago	-	-	-	0,84	11	ME-1
Lago di Corbara	N01001FL	Invaso	11	30	192	10	6.075	ME-4
Lago Piediluco 1	N01004AL	Lago	10,8	19,5	18	0,81	2.097	ME-2
Lago Piediluco 2	N01004BL	Lago		12,5		0,85		ME-2
Lago S. Liberato	N0100126EL	Invaso	4,8	9	6	0,62	4.300	ME-1
Lago Trasimeno	N01002AL	Lago	2,5	4,5	586	124	384	ME-1
Lago di Valfabbrica	N0100115CL	Invaso	23,5 <sup>(*)</sup>	-	200 <sup>(*)</sup>	0,88	463	ME-4

(\*) Dati di progetto; invaso non a regime

Come si riconosce dalla tabella:

- all'interno della tipologia **ME-1** ricade la maggior parte dei corpi idrici umbri, in quanto caratterizzati da profondità media della cuvetta lacustre inferiore a 15 m e da assenza di stratificazione termica stabile;
- nella tipologia **ME-2** sono stati inseriti i due corpi idrici individuati nel lago di Piediluco e l'invaso di Arezzo, poiché caratterizzati da profondità media della cuvetta lacustre inferiore a 15 m e da presenza di stratificazione termica stabile, con substrato prevalentemente calcareo;
- gli invasi di Valfabbrica e Corbara, infine, appartengono alla tipologia **ME-4**, dal momento che presentano profondità media della cuvetta lacustre superiore o uguale a 15 m e substrato prevalentemente calcareo.

Analogamente a quanto previsto per i corpi idrici fluviali, ai fini della classificazione dello stato ecologico, il DM 260/2010 prevede il raggruppamento dei tipi lacustri in **macrotipi**, individuati, nell'ambito del processo di intercalibrazione europea della Direttiva Acque, sulla base del tipo di appartenenza, della sottocategoria del corpo idrico (lago/invaso) e delle caratteristiche di profondità e polimissia. L'elenco dei 5 macrotipi presenti nel territorio regionale è riportato in Tab. 3.1-2 e rappresentato in Fig. 3.1-3.

Tab. 3.1-2 – Macrotipi individuati nel territorio regionale

Macrotipo	Descrizione macrotipo	Corpi idrici
<b>L3</b>	Laghi con profondità media <15 m, non polimittici	Lago Piediluco 1, Lago Piediluco 2
<b>L4</b>	Laghi polimittici	Lago Trasimeno, Palude di Colfiorito
<b>I1</b>	Invasi dell'ecoregione Mediterranea con profondità media >15 m	Invaso di Corbara, Invaso di Valfabbrica
<b>I3</b>	Invasi con profondità media <15 m, non polimittici	Lago di Arezzo
<b>I4</b>	Invasi polimittici	Invaso dell'Aia, Invaso di San Liberato

<sup>3</sup>Studio del corpo idrico generato dalla traversa sul Fiume Tevere in località Alviano, Regione Umbria e ARPA Umbria, 2011

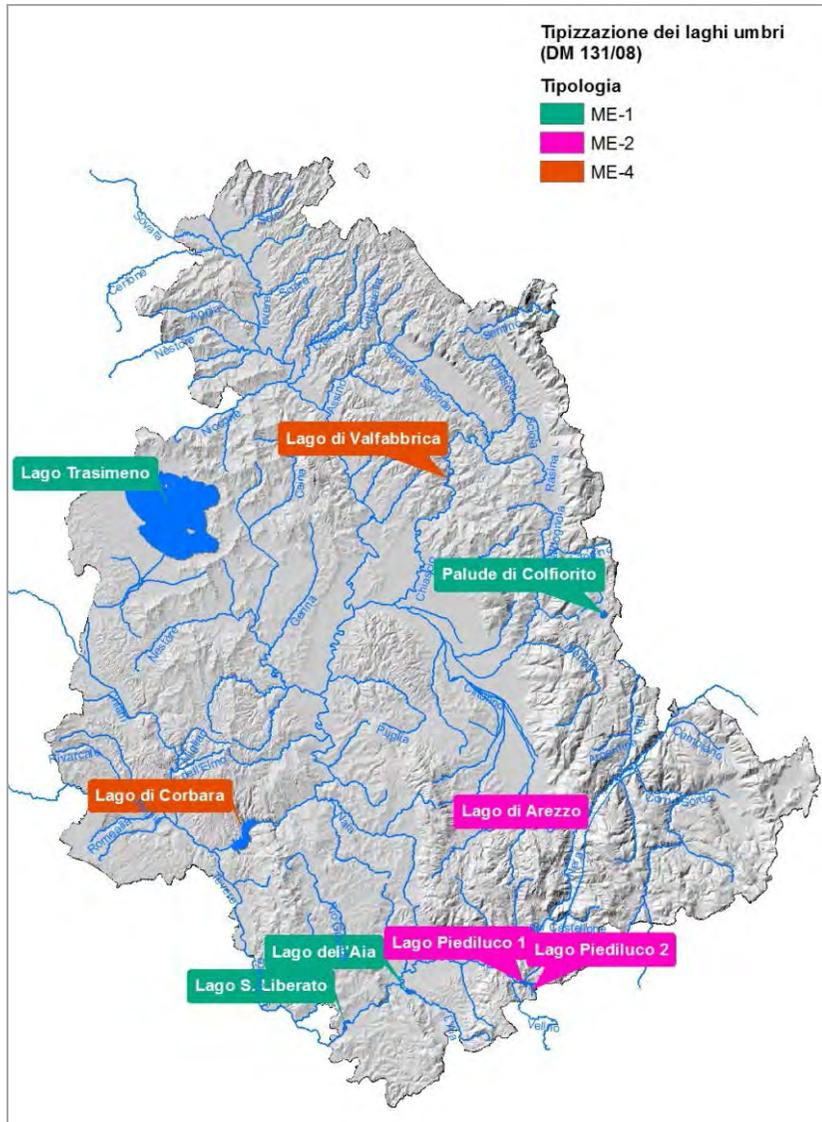


Fig. 3.1-2 – Tipi lacustri

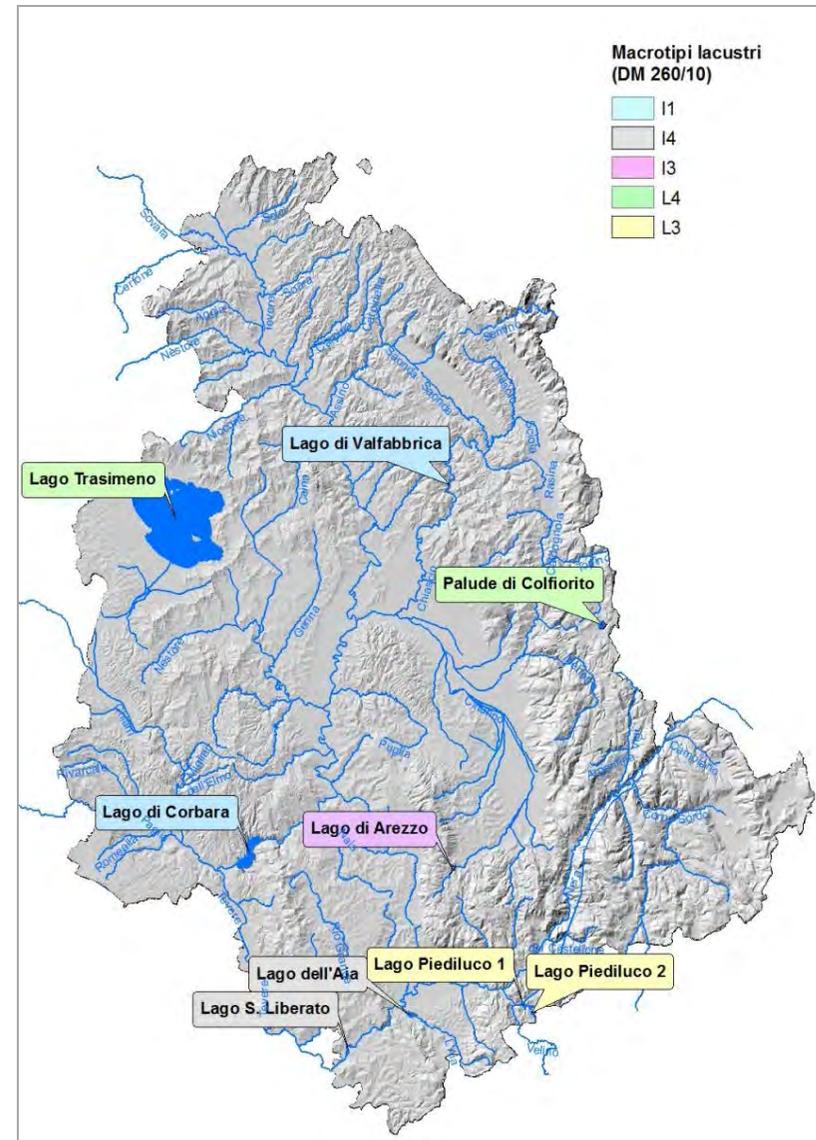


Fig. 3.1-3 – Macrotypi lacustri

### 3.2 Corpi idrici artificiali e fortemente modificati

#### 3.2.1 Metodologia di designazione

Per *corpo idrico fortemente modificato (HMWB)* s'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 e permanenti.

Per *corpo idrico artificiale (AWB)* s'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 dal CNR-ISE 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 adottato con DM n. 156 del 27 novembre 2013.

La designazione dei corpi idrici fortemente modificati e artificiali si articola in due livelli successivi (Fig. 3.2-1), 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.

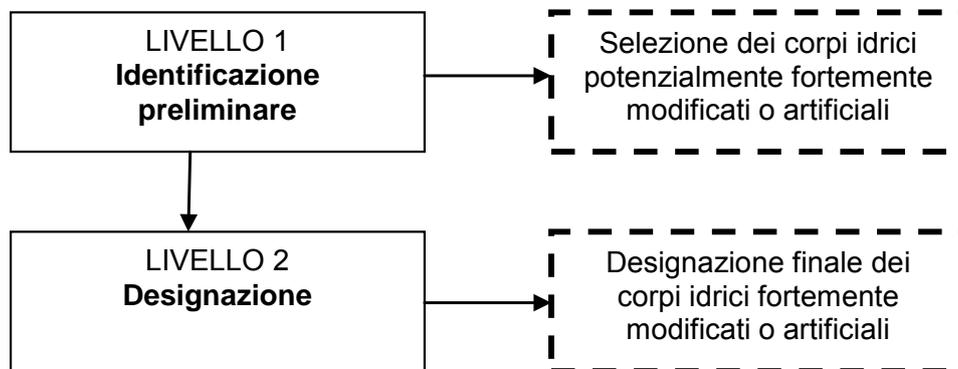


Fig. 3.2-1 - Procedura per la designazione dei corpi idrici artificiali e fortemente modificati

Il **livello 1** prevede una serie di step successivi che sono schematizzati in Fig. 3.2-2.

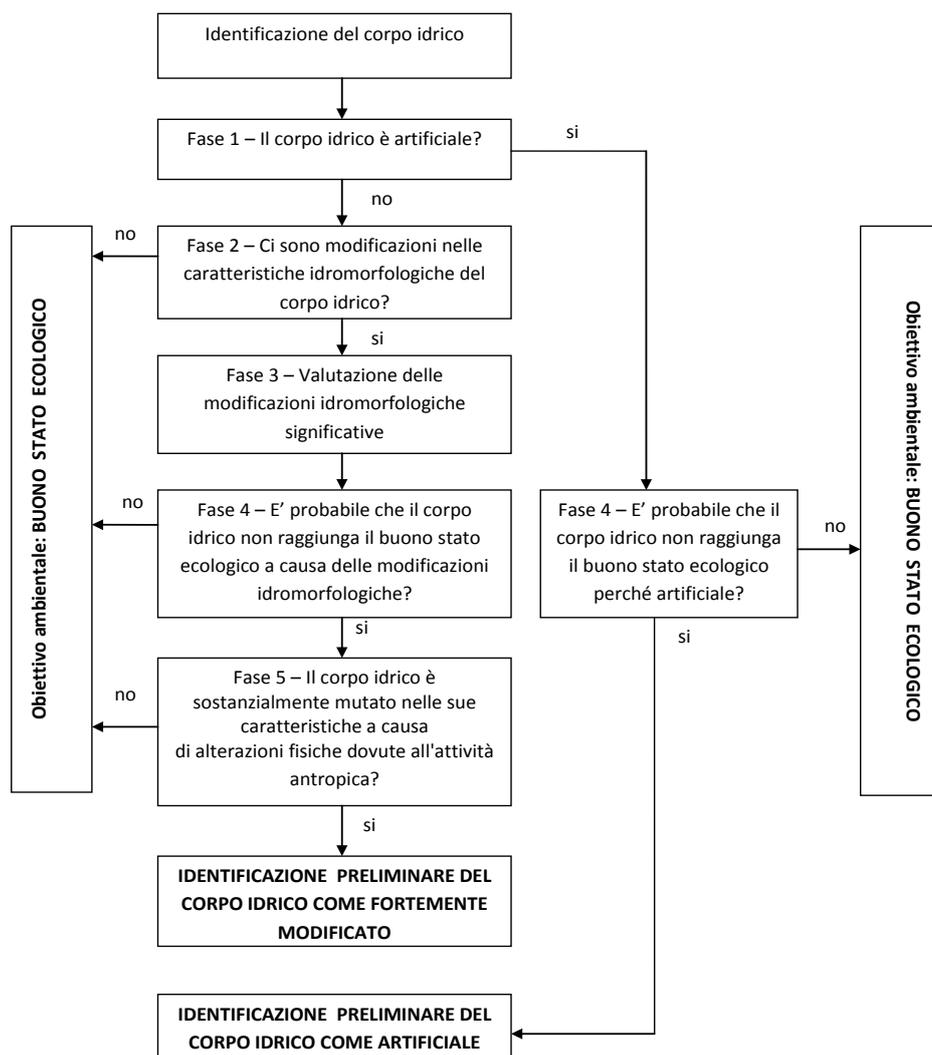


Fig. 3.2-2 - Schema per l'individuazione preliminare dei corpi idrici HMWB e AWB – Livello 1

Per quanto riguarda gli HMWB, in via preliminare devono essere individuati tutti i corpi idrici interessati da alterazioni idromorfologiche significative che ne modificano sostanzialmente il carattere di naturalità (fase 2). L'entità delle modificazioni morfologiche e idrologiche deve essere poi stimata attraverso l'utilizzo di una serie di indicatori tra quelli individuati nella metodologia di designazione (fase 3). Nella fase successiva (fase 4) 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, occorre valutare se la sostanziale modifica delle caratteristiche del corpo idrico derivi dall'attività antropica (fase 5).

Nel caso della presenza di sbarramenti su un fiume, prima dell'applicazione della procedura occorre stabilire se il corpo idrico a monte dello sbarramento sia ancora da considerare fluviale ovvero se abbia cambiato categoria e sia ascrivibile alla nuova categoria di "lago". Qualora il corpo idrico risulti lacustre, ossia si tratti di un vaso, è identificato preliminarmente come fortemente modificato senza che venga applicato il livello 1. Gli invasi sono, infatti, dei corpi idrici con caratteristiche idromorfologiche alterate in maniera significativa e permanente, profonda ed estesa, e pertanto soddisfano i criteri delle fasi 4 e 5 del livello 1. Per tali corpi idrici si procede, quindi, direttamente all'applicazione del livello 2.

Per quanto riguarda invece l'individuazione preliminare degli AWB, l'unica fase prevista dal livello 1 è quella relativa alla valutazione del rischio di raggiungimento del buono stato ecologico (fase 4).

Il **livello 2** prevede la designazione definitiva dei corpi idrici come HMWB o AWB. A tale scopo 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 156/2013 rimanda alle linee guida europee.

### 3.2.2 Applicazione della procedura di designazione a livello regionale

In attuazione delle linee guida europee, sono stati individuati, in via preliminare, i corpi idrici lacustri interessati da alterazioni idromorfologiche significative. Successivamente, l'applicazione delle nuove procedure nazionali non ha comportato variazioni sostanziali della designazione preliminare di livello 1 già effettuata, che fornisce così un quadro esaustivo delle caratteristiche di naturalità/artificialità dei corpi idrici lacustri regionali sintetizzabile come segue:

- i 2 corpi idrici lago Trasimeno e palude di Colfiorito sono individuati come **naturali**;
- i 5 corpi idrici appartenenti alla sottocategoria invasi (Aia, San Liberato, Arezzo, Corbara e Valfabbrica) sono automaticamente designati come **HMWB**;
- i 2 corpi idrici individuati nel lago di Piediluco, specchio d'acqua interessato da forte regolazione del regime idrologico per usi idroelettrici e immissioni significative legate all'ampliamento artificiale del bacino, sono individuati come **HMWB**;
- nessuno dei corpi idrici lacustri è identificabile come **AWB**.

Tutti i corpi idrici individuati come HMWB (Fig. 3.2-3) dovranno essere sottoposti alla valutazione tecnico-economica di livello 2 per la designazione definitiva.

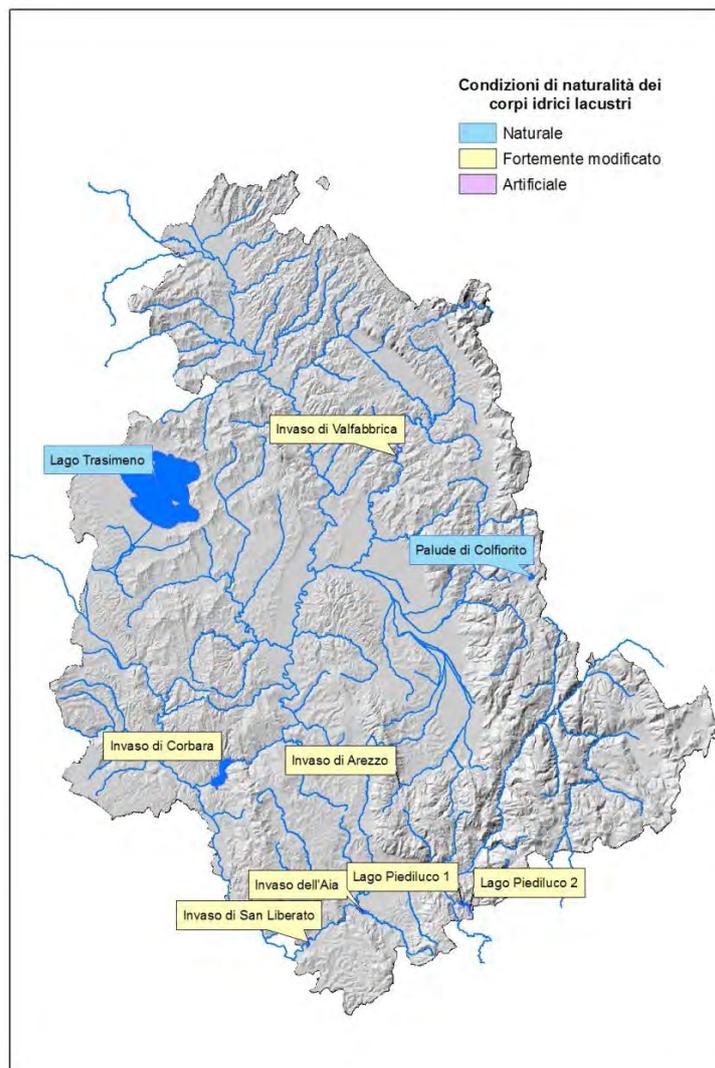


Fig. 3.2-3 – Corpi idrici lacustri naturali e fortemente modificati – designazione di Livello 1

## 4 RETI E PROGRAMMI DI MONITORAGGIO

### 4.1 Le reti di monitoraggio operativo e di sorveglianza

Ai fini della definizione delle reti regionali di monitoraggio, tutti i corpi idrici fluviali e lacustri sono stati sottoposti all'**analisi delle pressioni** significative gravanti sui relativi sottobacini, come previsto dal DM 56/2009<sup>4</sup>.

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 rilascio 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. 4.1-1).

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, che, per la categoria laghi, ha portato all'individuazione di:

- **6 corpi idrici "a rischio"** di raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale (Lago Trasimeno, Palude di Colfiorito, Lago Piediluco 1, Lago Piediluco 2, Lago di Corbara e Lago di Arezzo);
- **3 corpi idrici "probabilmente a rischio"** che comprendono sia laghi non monitorati ai sensi delle precedenti norme (Invaso di Valfabbrica) sia laghi per i quali si disponeva di informazioni solo parziali (Invaso dell'Aia e S. Liberato).

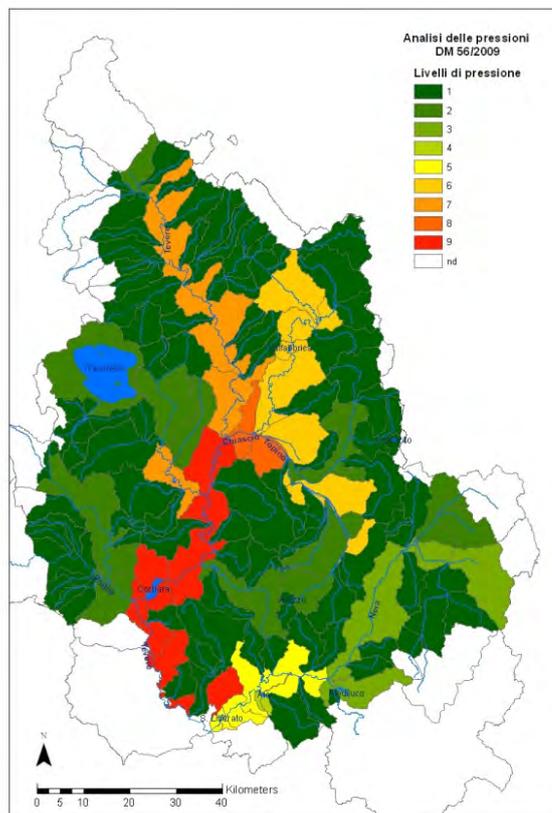


Fig. 4.1-1 -Analisi delle pressioni (DM 56/2009)

Sulla base di tali considerazioni, è stata messa a punto la rete di monitoraggio regionale dei corpi idrici lacustri, che si articola in una rete operativa, finalizzata al monitoraggio dei corpi idrici a rischio, e in una rete di sorveglianza, per il monitoraggio conoscitivo di quelli probabilmente a rischio. La rete si compone complessivamente di **10 stazioni**, delle quali **3** attive per il monitoraggio di **sorveglianza** e **7** per il monitoraggio **operativo** (Tab. 4.1-1).

Tab. 4.1-1 – Reti di monitoraggio operativo e di sorveglianza dei corpi idrici lacustri

Codice stazione	Sito di monitoraggio	Codice corpo idrico	Nome corpo idrico	Coordinate*		Sorv/ Oper
				x	y	
AIA1	Aia centro lago	N010012612BL	Invaso dell'Aia	298504	4710240	S
ARE1	Arezzo dallo sbarramento	N01001150506BL	Invaso di Arezzo	305272	4731316	O
CLF1	Colfiorito dalla riva	N010012607AF	Palude di Colfiorito	327032	4766118	O
CRB1	Corbara centro lago	N01001FL	Invaso di Corbara	273766	4731785	O
LIB1	San Liberato centro lago	N0100126EL	Invaso di S. Liberato	289275	4704796	S
PIE8	Piediluco centro lago	N01004AL	Lago Piediluco 1	315714	4711474	O
PIE9	Piediluco braccio meridionale	N01004BL	Lago Piediluco 2	316588	4710382	O
TRS30	Trasimeno centro lago	N01002AL	Lago Trasimeno	265265	4782047	O
TRS35	Trasimeno Oasi La Valle	N01002AL	Lago Trasimeno	268858	4776391	O
VLF1	Valfabbrica dalla riva	N0100115CL	Invaso di Valfabbrica	304371	4785530	S

\*Sistema di riferimento UTM WGS84 Zone33N

<sup>4</sup> Definizione della rete di monitoraggio dei corpi idrici superficiali della Regione Umbria ai sensi della Direttiva 2000/60/CE (D. Lgs. 152/06 e s.m.i.), ARPA Umbria, 2008

Ciascuna stazione è rappresentativa della qualità ambientale di un intero corpo idrico; fa eccezione il Lago Trasimeno per il quale, in relazione alle sue dimensioni e alle sue caratteristiche morfologiche, è stata prevista l'attivazione di due stazioni di monitoraggio (TRS30 e TRS35), con la finalità di verificare l'omogeneità del corpo idrico designato.

Solo 3 stazioni sono di nuova attivazione (VLF1, TRS35, PIE9), mentre le altre coincidono con quelle già attive per il monitoraggio della qualità ambientale dei laghi significativi ai sensi del D. Lgs. 152/99 e s.m.i.

Le reti di monitoraggio operativo e di sorveglianza dei corpi idrici lacustri sono rappresentate in Fig. 4.1-2.

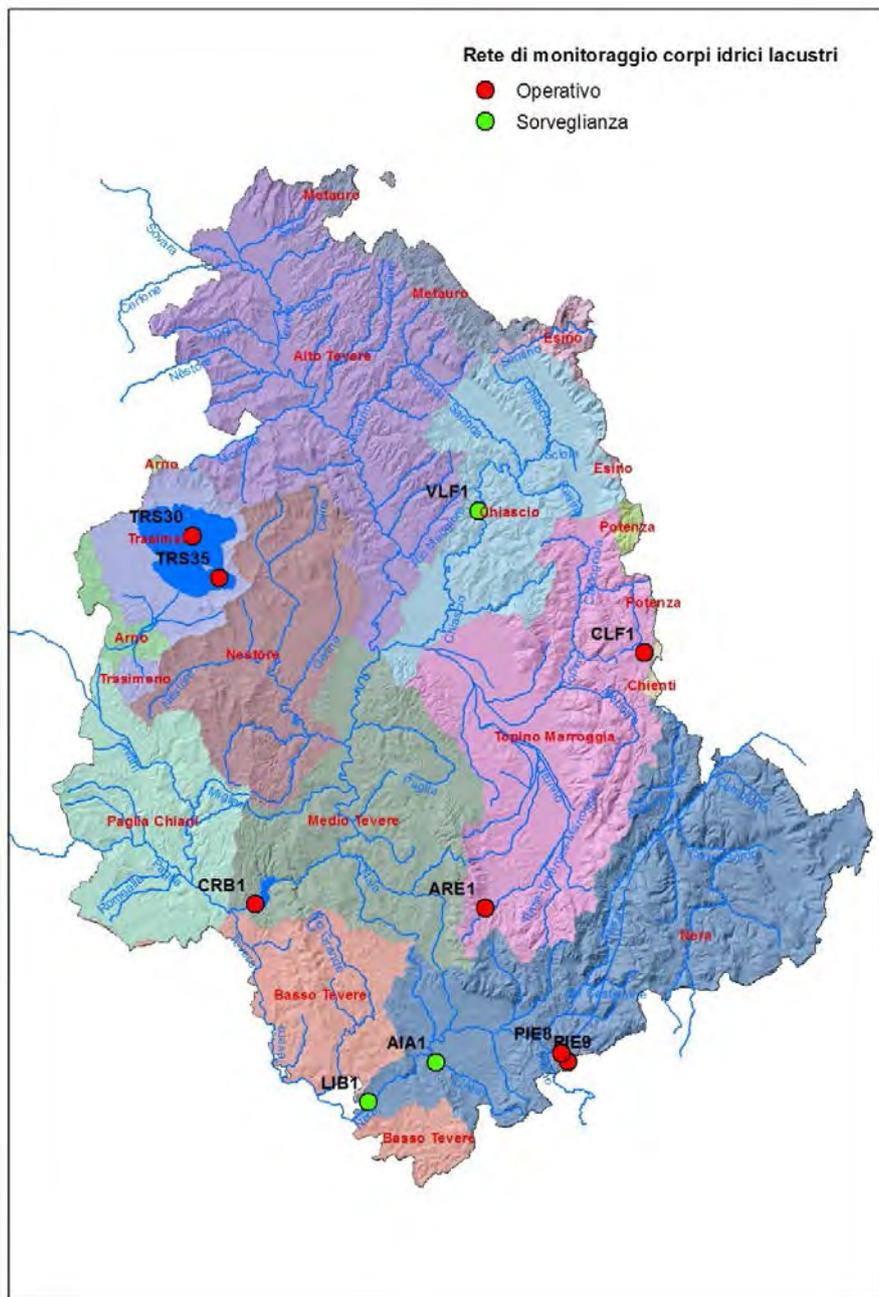


Fig. 4.1-2 – Rete regionale di monitoraggio dei corpi idrici lacustri della Regione Umbria

## 4.2 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.

Analogamente a quanto stabilito per i corpi idrici fluviali, la normativa prevede per i corpi idrici lacustri la rilevazione di elementi di qualità biologica, chimica, chimico-fisica ed idromorfologica.

Gli **elementi di qualità biologica** previsti dalla norma includono fitoplancton, macrofite, macroinvertebrati e fauna ittica, da monitorare con criteri differenziati in funzione del tipo di rete e della categoria del corpo idrico (lago/invaso):

- per il monitoraggio di sorveglianza, il DM 56/2009 prevede la rilevazione di tutti gli elementi di qualità biologica nei corpi idrici naturali e la rilevazione della sola comunità fitoplanctonica negli invasi. Per questi ultimi, infatti, non viene richiesto il monitoraggio delle comunità macrofite e macrobentonica, mentre quello della comunità ittica è indicato come facoltativo. Il ciclo di monitoraggio è sessennale, fatta eccezione per il fitoplancton, per il quale, in assenza di dati pregressi utili a fornire una classificazione attendibile, è prevista una campagna preliminare di monitoraggio, per un totale di almeno 18 campioni da prelevare in circa 3 anni.
- per il monitoraggio operativo è prevista la possibilità di effettuare una selezione dei bioindicatori da monitorare, tenendo conto della sensibilità di ciascun elemento di qualità alle pressioni agenti sul corpo idrico. Anche in questo caso, per gli invasi, il monitoraggio della comunità macrofite e macrobentonica non è richiesto, mentre quello della fauna ittica è indicato come facoltativo. Il ciclo di monitoraggio è annuale per il fitoplancton e almeno triennale per gli altri bioindicatori.

A livello regionale, 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. Le frequenze annue di campionamento previste per ciascun bioindicatore sono conformi a quanto riportato nel DM 56/2009 (par. A.3.5, tab. 3.6).

Rispetto al programma di monitoraggio definito in via preliminare<sup>5</sup>, sono state introdotte alcune modifiche<sup>6</sup>, in relazione alla campionabilità e rappresentatività di alcuni bioindicatori. In particolare, relativamente all'invaso di Valfabbrica attualmente non ancora in esercizio, si è ritenuto opportuno, in accordo con i competenti uffici della Regione Umbria, interrompere il campionamento degli elementi di qualità biologica in relazione alle condizioni idrologiche dell'invaso che non consentono uno sviluppo significativo delle comunità.

Anche 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 prevedono 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 bimestrale (per tener conto della variabilità stagionale) e preferibilmente in maniera congiunta al campionamento degli elementi biologici.

Gli elementi da monitorare comprendono tutti i parametri necessari alla determinazione di:

- condizioni termiche
- ossigenazione
- conducibilità
- stato dei nutrienti
- stato di acidificazione.

Per quanto riguarda gli inquinanti specifici, il DM 56/2009 prevede il monitoraggio 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*.

---

<sup>5</sup> Proposta rete di monitoraggio dei corpi idrici superficiali della Regione Umbria ai sensi della 2000/60/CE (D.Lgs. 152/06), ARPA Umbria, 2008

<sup>6</sup> Prima valutazione dello stato di qualità dei corpi idrici lacustri ai sensi della Direttiva 2000/60/CE (D.Lgs. 152/06), ARPA Umbria, 2011

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.

Per tutti gli elementi di qualità chimica e chimico-fisica il ciclo di monitoraggio è sessennale per i corpi idrici sottoposti a sorveglianza e annuale per i corpi idrici appartenenti alla rete operativa.

A livello regionale, il programma di monitoraggio degli elementi di qualità chimica e chimico-fisica è stato definito sulla base dei criteri dettati dalla norma, dai Protocolli nazionali di campionamento e tenendo conto dei risultati dell'analisi delle pressioni.

Relativamente agli **elementi di qualità idromorfologica**, il DM 56/2009 prevede, sia per la rete di sorveglianza che operativa, la rilevazione in continuo del livello idrometrico e la determinazione, con ciclo sessennale, dei principali parametri morfologici (linea di costa, area litorale, substrato, profondità...).

A livello regionale, non è stato avviato un vero e proprio monitoraggio sistematico degli elementi idromorfologici con i criteri richiesti dalla normativa; ad oggi, i dati disponibili comprendono la rilevazione del livello in continuo sui principali laghi e invasi effettuata dal competente servizio regionale.

In Tab. 4.2-1 viene riportato in dettaglio il programma di monitoraggio degli elementi di qualità biologica, chimica e chimico-fisica previsti per ciascun corpo idrico e ciascuna rete.

Tab. 4.2-1 – Programma di monitoraggio dei corpi idrici lacustri (frequenze di campionamento nell'arco di un anno)

Nome corpo idrico	Codice stazione	Sorveglianza/ Operativo	Elementi di qualità biologica			Elementi di qualità chimica e chimico-fisica			
			Fitoplancton (6 volte/anno)	Macrofite (1 volta/anno)	Fauna ittica (1 volta/anno)	Chimico-fisici di base (6 volte/anno)	Sostanze non prioritarie (12 volte/anno)	Sostanze prioritarie (12 volte/anno)	Gruppi di inquinanti specifici monitorati
Lago Trasimeno	TRS30	O							metalli
	TRS35	O							
Lago Piediluco 1	PIE8	O							metalli, fenoli, VOC e BTEX
Lago Piediluco 2	PIE9	O							metalli, fenoli, VOC e BTEX
Invaso di Arezzo	ARE1	O							
Palude di Colfiorito	CLF1	O							
Invaso di Corbara	CRB1	O							metalli, fenoli, VOC e BTEX, IPA e pesticidi, fenossiacidi
Invaso dell'Aia	AIA1	S							metalli, fenoli
Invaso di S. Liberato	LIB1	S							metalli, fenoli, VOC e BTEX,
Invaso di Valfabbrica	VLF1	S							metalli

## 5 MONITORAGGIO E CLASSIFICAZIONE DEGLI ELEMENTI DI QUALITÀ BIOLOGICA

### 5.1 Fitoplancton

Il fitoplancton è costituito da minuscoli organismi fotosintetici (microalghe) che vivono in sospensione nelle acque di laghi, fiumi e mari; esso costituisce il nutrimento di base senza il quale non sarebbe possibile un'equilibrata sopravvivenza delle altre forme di vita acquatica. La produzione primaria fitoplanctonica costituisce, infatti, un importante anello della catena alimentare nelle acque dolci e marine, garantendo il flusso di materia ed energia necessario per il mantenimento degli eterotrofi, che si nutrono a spese di sostanze organiche già elaborate dagli autotrofi. Un eccessivo sviluppo algale determina uno scadimento rapido della qualità delle acque innescando processi di eutrofizzazione che potrebbero compromettere l'equilibrio dell'ecosistema acquatico.

Il fitoplancton comprende numerosissime specie che si differenziano per dimensione, morfologia, fisiologia ed ecologia; nelle acque interne i principali gruppi sono rappresentati da cianofitiche, clorofitiche, diatomee, criptofitiche, dinoflagellati e crisofitiche, dei quali viene di seguito fornita una breve descrizione (Tonoli, 1964).

Le Cianofitiche sono comunemente denominate alghe verdi-azzurre in relazione al colore dei loro pigmenti, ben distinguibile dal verde-giallo delle altre alghe. Costituiscono un gruppo primitivo affine ai batteri: le specie appartenenti a questo *phylum* sono, infatti, frequentemente *eterotrofe* ed alcune di esse (alcune specie di *Anabaena* e di *Aphanizomenon*) hanno capacità azoto-fissatrice. Le cellule sono solitarie o riunite in colonie globose o filamentose e di solito non oltrepassano i 25 µm di diametro. Non possiedono mai i flagelli. Alcuni dei generi più importanti e frequenti nel plancton lacustre sono: *Planktothrix*, *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Microcystis*, *Chroococcus*, presenti in forma coloniale e talora con intense fioriture, specie in condizioni di elevato carico organico.

Le Clorofitiche, dette anche alghe verdi, hanno un colore verde brillante e un corredo pigmentario del tutto simile a quello delle piante superiori; sono infatti capaci di elaborare le stesse sostanze. Comprendono organismi unicellulari (*Chlorella*, *Chlamydomonas*, ecc), forme coloniali (*Eudorina*, *Pandorina*, *Volvox*, *Pediastrum*, *Gonium*, ecc.) ed alghe con caratteristiche tipiche - le Coniugate - che si trovano soltanto nelle acque dolci. A quest'ultimo gruppo appartengono specie unicellulari (*Closterium*, *Cosmarium*, *Staurastrum*) e specie pluricellulari, filamentose, non ramificate (*Spirogyra*, *Mougeotia*, ecc.).

Le Diatomee (o Bacillariofitiche) sono caratterizzate da un corpo cellulare racchiuso tra due teche silicee, o frustuli. Questa particolarità fa sì che le loro esigenze nutritive comprendano anche la silice (SiO<sub>2</sub>) in forma solubile, la cui concentrazione in acqua ne regola l'abbondanza e la distribuzione. In certi ambienti, la scarsità di silice può essere addirittura determinante nel precludere l'insediamento di diatomee o nel regolarne le dimensioni del popolamento durante il ciclo stagionale. A questo gruppo appartengono organismi unicellulari, come *Synedra*, *Achnanthes*, *Cymbella*, *Cyclotella*, ecc. e forme coloniali, spesso riunite a catena, come *Fragilaria*, *Asterionella*, *Tabellaria*, *Melosira*, ecc. Molte specie, che sono in grado di strisciare, possiedono un rafe, una stretta fessura che corre lungo l'asse longitudinale della valva e che si approfondisce fino ad arrivare a contatto del citoplasma.

Le Criptofitiche sono alghe unicellulari prive di membrana e possiedono due flagelli lunghi all'incirca come la cellula stessa. I pigmenti presenti nei cloroplasti conferiscono a queste alghe un colore variabile tra il verde oliva e il rosso bruno. Nel plancton lacustre pochi sono i generi presenti; i più comuni sono *Cryptomonas* e *Rhodomonas*.

I Dinoflagellati (o Dinofitiche) sono alghe per lo più unicellulari dotati di una corazza, più o meno spessa ed ornata, di natura cellulosa, che presenta sempre un solco spirale o trasversale, dove trova posto uno dei due flagelli. Sono più frequenti in piccoli ambienti di pozza che in grandi laghi. I generi più comuni in acqua dolce sono *Peridinium*, *Ceratium*, *Gymnodinium*, *Glenodinium*, ecc.

Le Crisofitiche hanno una tipica colorazione bruna-dorata, possono essere provviste di flagelli e si ritrovano preferibilmente in acque correnti fredde, in sorgenti, e nei laghi durante la primavera e l'autunno. Sono prive di parete cellulare o protette da una membrana sottile ricoperta da delicate piastre silicee; sono per lo più solitarie o coloniali. I generi planctonici più comuni sono *Mallomonas*, *Dinobryon*, *Sinura*, *Uroglena*, *Tribonema*, ecc.

#### 5.1.1 Metodo di campionamento

I criteri per l'individuazione dei siti di campionamento e le metodiche da applicare per la rilevazione della comunità fitoplanctonica, messi a punto a scala nazionale, sono contenuti nel "Protocollo per il campionamento di fitoplancton in ambiente lacustre" (APAT, 2007).

La metodologia prevede la raccolta di campioni destinati alla determinazione della componente algale, rappresentativi delle comunità fitoplanctoniche presenti in momenti stagionali diversi e all'analisi della clorofilla "a", con la finalità di confrontare tra loro ambienti lacustri di diversa tipologia e caratteristiche trofiche.

Poiché le associazioni fitoplanctoniche variano con una periodicità stagionale abbastanza precisa e ripetibile da un anno all'altro, è possibile ottimizzare lo sforzo di raccolta ed analisi dei campioni scegliendo opportunamente i mesi in cui effettuare il prelievo, in modo da limitare il campionamento ai periodi realmente significativi. Sulla base dei dati relativi alla successione delle associazioni fitoplanctoniche, disponibili per i laghi italiani, il Protocollo suggerisce di effettuare almeno 6 campionamenti nel corso dell'anno, ripartiti come segue:

- 1 campione da prelevare nel periodo 1 Gennaio – 15 Marzo, rappresentativo delle comunità invernali;
- 1 campione da prelevare nel periodo 1 Aprile - 15 Maggio, rappresentativo delle comunità primaverili;
- 1 campione da prelevare nel periodo 1 Luglio – 31 Agosto, rappresentativo delle comunità estive;
- 1 campione da prelevare nel periodo 15 Ottobre – 30 Novembre, rappresentativo delle comunità autunnali;
- 1 campione aggiuntivo da prelevare nel periodo 15 Maggio – 15 Giugno, rappresentativo della fase di transizione dalla comunità primaverile a quella estiva;
- 1 campione aggiuntivo da prelevare nel periodo 1-30 Settembre, come rappresentativo della fase di transizione dalla comunità estiva a quella autunnale.

Il sito di prelievo deve essere localizzato nel punto di massima profondità del corpo idrico lacustre, in modo da essere rappresentativo delle condizioni medie dell'ambiente ed in posizione centrale rispetto allo sviluppo della superficie lacustre, così da non essere influenzato da fenomeni che si svolgono lungo le fasce litorali. Anche negli invasi va rispettato il principio di rappresentatività del punto di massima profondità, tenendo comunque conto che questo non deve essere influenzato dalle opere di prelievo e/o di immissione idraulica.

Per ciascun punto di prelievo, il Protocollo richiede la raccolta di **campioni integrati** di fitoplancton nello strato d'acqua all'interno del quale si svolgono i processi di fotosintesi, corrispondente allo spessore della zona eufotica, determinata in via approssimativa dai valori di disco di Secchi (Zs) attraverso la relazione:  $Z_{eu} = 2,5 * Z_s$ . Il campione integrato si ottiene o con l'uso di un tubo di lunghezza proporzionale allo strato d'acqua che si vuole campionare o di un campionatore che integra il campione durante la risalita lungo la colonna d'acqua, miscelando uguali quantità d'acqua prelevate a profondità successive. In alternativa è possibile prelevare campioni puntiformi, di volume uguale, da profondità diverse e mescolarli successivamente.

Il campione prelevato viene poi preparato per l'osservazione al microscopio degli organismi raccolti.



Fig. 5.1-1–Procedura di campionamento e riconoscimento della comunità fitoplanctonica

### 5.1.2 Attività svolte

Il monitoraggio della comunità fitoplanctonica è stato avviato, sia per la rete di sorveglianza sia per la rete operativa, a partire dall'anno 2008 in tutti i siti individuati, ad eccezione dell'invaso di San Liberato, il cui campionamento è stato attivato nel mese di luglio 2009.

Sulla base delle indicazioni contenute nel Protocollo nazionale di riferimento, i rilievi sono stati effettuati nell'arco del medesimo anno, con le frequenze previste nel programma adottato. In totale sono state monitorate 9 stazioni (Fig. 5.1-2) e sono stati raccolti circa 200 campioni.



Fig. 5.1-2 – Rete di monitoraggio fitoplancton

In ogni rilievo, è stata effettuata la raccolta del campione integrato, la fissazione dello stesso in campo con Lugol ed il trasporto in laboratorio per il successivo riconoscimento e conteggio al microscopio ottico delle specie algali e l'analisi della clorofilla a.

Ad ogni campionamento, sono state determinate, per ogni specie rilevata, le dimensioni cellulari necessarie al calcolo del biovolume algale, inteso come il volume cellulare di ogni organismo e/o individuo fitoplanctonico. Il biovolume di una comunità algale, infatti, è spesso correlato con i parametri ecofisiologici della comunità stessa, come il contenuto in pigmenti, il tasso di crescita ed i rapporti trofici con altri livelli della rete alimentare lacustre.

Ai fini del calcolo del biovolume, le specie campionate sono state assimilate a forme geometriche semplici le cui dimensioni sono state misurate al microscopio mediante l'utilizzo di un oculare micrometrico o mediante un sistema di analisi di immagine. Nel caso di cellule di forma complessa o di forme coloniali, il biovolume totale è stato ottenuto scomponendo le cellule in parti paragonabili a solidi semplici e calcolando poi la somma dei singoli biovolumi ottenuti. In alcuni casi, per la difficoltà nell'identificare la singola cellula, si è ritenuto opportuno fare riferimento all'intera colonia o a porzioni fisse di filamenti.

In assenza di specifiche indicazioni nazionali, per il calcolo del biovolume di ciascuna specie rilevata sono state utilizzate le formule disponibili in letteratura.

Considerato che il volume cellulare di una specie algale può variare a seconda delle stagioni in cui viene effettuato il campionamento, per ogni specie sono state effettuate misure ripetute nell'arco di un anno solare e, alla fine di ogni anno, per ogni punto di prelievo e relativamente ad ogni specie, è stata calcolata la media delle misure lineari e il biovolume cellulare medio. Secondo le indicazioni fornite dagli esperti (Biologia Ambientale n. 2/1997, G. Morabito), tale valore può essere considerato valido, per le specie sviluppatesi nell'ambiente in cui sono state effettuate le misurazioni, per un periodo di due o tre anni.

Da un punto di vista operativo, le criticità principali emerse in questo primo ciclo di monitoraggio sono riconducibili a:

- assenza di dati pregressi raccolti nell'ambito di monitoraggi istituzionali da parte dell'Agenzia,
- 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,
- problematiche legate alla determinazione del biovolume algale, in relazione all'assenza di dati di letteratura per la maggior parte delle specie campionate nei laghi umbri e alla difficoltà di stimare la terza dimensione.

In considerazione dell'innovazione e della complessità delle metodiche analitiche, nelle fasi di avvio del monitoraggio, ARPA Umbria si è avvalsa del supporto del Dipartimento di Chimica, Biologia e Biotecnologie dell'Università di Perugia, che da anni svolge attività di ricerca sul popolamento planctonico dei laghi umbri.

Per tutti questi motivi, le elaborazioni effettuate vanno intese come una prima applicazione del Protocollo nazionale che fornisce un quadro preliminare sulle comunità fitoplanctoniche dei laghi umbri, ma che necessita di ulteriori approfondimenti delle conoscenze acquisite nel prossimo triennio di monitoraggio.

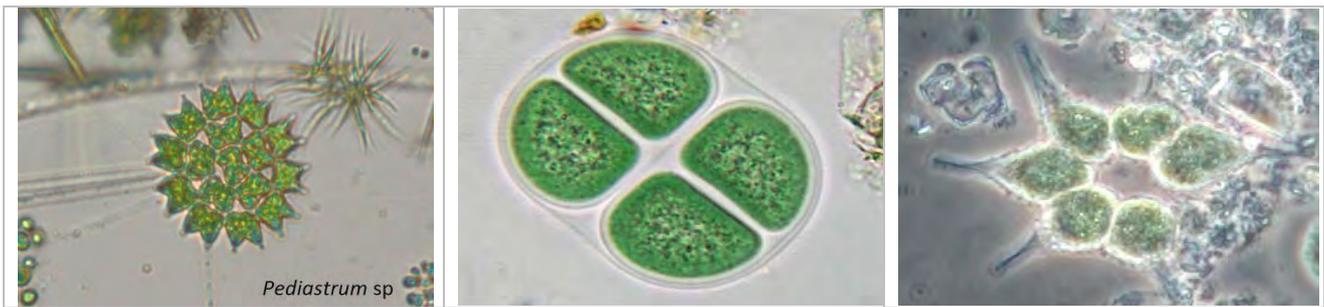


Fig. 5.1-3 - Esempi di specie algali rilevate nei corpi idrici lacustri

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

### 5.1.3 Classificazione della comunità fitoplanctonica

La valutazione della qualità ecologica di laghi e invasi basata sulla composizione della comunità fitoplanctonica deve essere effettuata attraverso l'applicazione dell'**Indice Complessivo per il Fitoplancton (ICF)**. L'indice viene calcolato come media dei valori di due sub-indici (DM 260/2010, tab. 4.2.1/a), l'*Indice medio di biomassa* e l'*Indice di composizione*, determinati a loro volta sulla base di più indici componenti, definiti in funzione del macrotipo lacustre. I criteri per il calcolo di ciascun indice e sub-indice, contenuti nel documento "*Indici per la valutazione ecologica dei laghi*" (CNR-ISE, 03.11), vengono sinteticamente richiamati di seguito:

- *Indice medio di biomassa*: deve essere calcolato, per tutti i macrotipi, come media degli RQE normalizzati relativi ai subindici *Concentrazione media annua di clorofilla "a"* e *Biovolume medio annuo*.
- *Indice di composizione*: è ottenuto attraverso il calcolo di indici elaborati a livello europeo in maniera differenziata per i diversi macrotipi. In particolare, nel caso del macrotipo L1, l'Indice di composizione corrisponde all'RQE normalizzato dell'indice *PTIspecies*, nel caso dei macrotipi L2, L3, L4, I2, I3 e I4 corrisponde all'RQE normalizzato del *PTlot*, mentre nel caso del macrotipo I1 è ottenuto come media degli RQE normalizzati dell'indice *MedPTI* e della *Percentuale di cianobatteri caratteristici di acque eutrofe*. In linea generale, i sub-indici *PTIspecies*, *PTlot* e *MedPTI* sono basati sulle esigenze trofiche delle specie algali e sono calcolati come media dei valori trofici attribuiti alle singole specie rilevate, ponderata sul biovolume (ed eventualmente su valori indicatori). I pesi trofici e i valori indicatori delle unità tassonomiche che entrano nel calcolo dei tre sub-indici sono riportati nel rapporto del CNR-ISE. Condizione necessaria per l'applicazione di ciascun sub-indice è che la somma dei biovolumi delle specie indicatrici raggiunga almeno il 70% del totale.

In Tab. 5.1-1 viene riportato lo schema generale per il calcolo dell'Indice Complessivo per il Fitoplancton.

Tab. 5.1-1 - Componenti degli indici da mediare per il calcolo dell'ICF (DM 260/2010, Tab. 4.2.1/a)

Macrotipi	Indice medio di biomassa*		Indice di composizione**	
L2, L3, L4, I2, I3, I4	Concentrazione media di clorofilla "a"	Biovolume medio	PTlot	
L1	Concentrazione media di clorofilla "a"	Biovolume medio	PTIspecies	
I1	Concentrazione media di clorofilla "a"	Biovolume medio	MedPTI	Percentuale di cianobatteri caratteristici di acque eutrofe

\*Calcolato come media degli RQE normalizzati degli indici componenti sottostanti

\*\*Corrispondente all'RQE normalizzato del singolo indice componente sottostante, o calcolato come media degli RQE normalizzati dei due indici componenti sottostanti per il solo macrotipo I1

Per ciascun subindice, il DM 260/2010 definisce sia i valori di riferimento utili al calcolo del Rapporto di Qualità Ecologica sia i limiti di classe per ciascun macrotipo lacustre.

Per gli invasi, a causa della loro non naturalità idromorfologica, non è prevista la possibilità di raggiungere la classe di qualità elevata.

L'ICF deve essere determinato sulla base dei dati raccolti in un anno di campionamento.

Ai fini della classificazione, deve poi essere calcolato il valore medio dei tre ICF relativi al triennio di campionamento nel caso del monitoraggio operativo, mentre nel monitoraggio di sorveglianza, il giudizio si basa sull'ICF calcolato nell'anno di campionamento. Solo nel primo ciclo di monitoraggio, nel caso in cui non si disponga di conoscenze pregresse sulla comunità fitoplanctonica, la prima classificazione deve basarsi sul valore medio di un triennio anche per il monitoraggio di sorveglianza.

I limiti di classe da utilizzare per la determinazione del giudizio di qualità associato alla comunità fitoplanctonica, definiti in tab. 4.2.1/b del DM 260/2010, sono riportati in Tab. 5.1-2.

Tab. 5.1-2 - Limiti di classe, espressi come RQE dell'Indice complessivo per il fitoplancton

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

L'applicazione dell'indice ICF è stata effettuata per tutti i corpi idrici lacustri monitorati nel territorio regionale anche mediante l'utilizzo dei fogli di calcolo più aggiornati messi a disposizione dal CNR-ISE alla pagina <http://www.ise.cnr.it/wfd>.

Di seguito vengono presentati, per ogni corpo idrico e per ogni anno di monitoraggio, i grafici relativi ai principali elementi che concorrono alla valutazione della comunità fitoplanctonica elencati di seguito:

- clorofilla media annua* (Fig. 5.1-4): ad ogni valore è stato associato il colore corrispondente al giudizio determinato sulla base dei limiti di classe riportati in tabella 4.2.1/c del DM 260/2010;
- biovolume medio annuo* (Fig. 5.1-5): ad ogni valore è stato associato il colore corrispondente al giudizio determinato sulla base dei limiti di classe riportati in tabella 4.2.1/d del DM 260/2010;
- indici PTlot e MedPTI* (Fig. 5.1-6): ad ogni valore è stato associato il colore corrispondente al giudizio determinato sulla base dei limiti di classe riportati nelle tabelle 4.2.1/g e 4.2.1/f del DM 260/2010. Si ricorda che l'indice PTlot trova applicazione in tutti i laghi umbri, ad eccezione dell'invaso di Corbara, unico corpo idrico appartenente al macrotipo I1, a cui è stato applicato il MedPTI;
- percentuale in biovolume delle specie indicatrici* (Fig. 5.1-7) utilizzate per il calcolo degli indici di composizione PTlot e MedPTI, con l'indicazione della soglia minima prevista dal Report CNR-ISE.

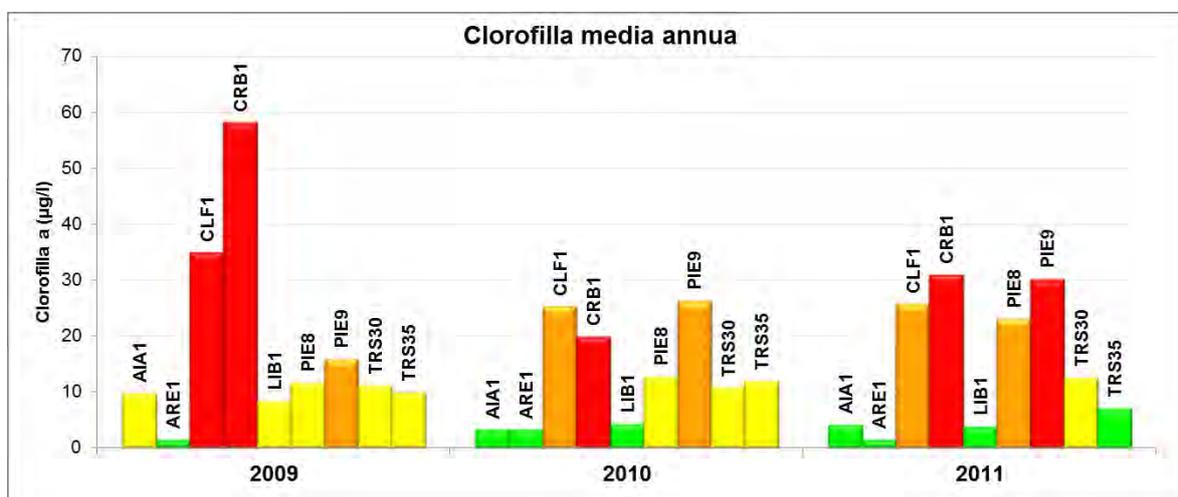


Fig. 5.1-4—Clorofilla media annua rilevata nei corpi idrici lacustri nel periodo di monitoraggio 2009-2011

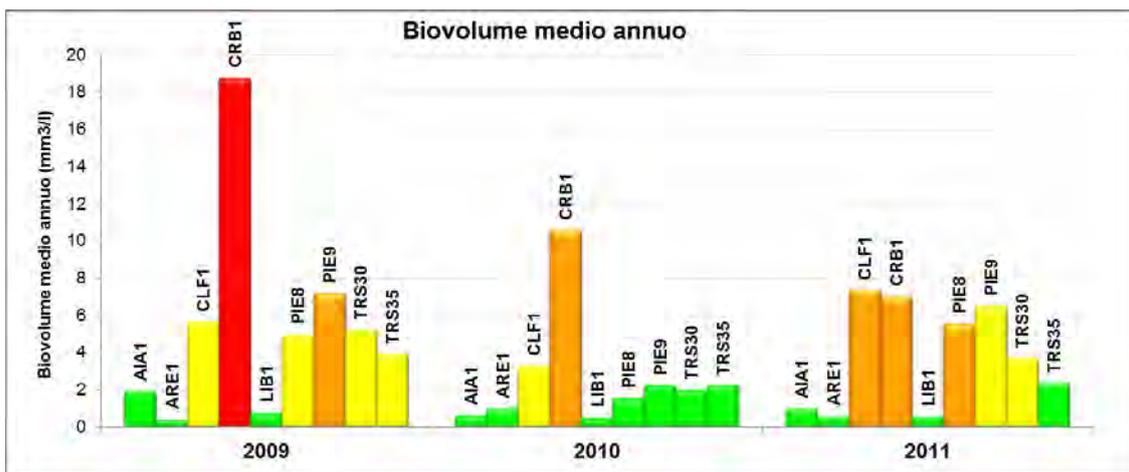


Fig. 5.1-5 - Biovolume medio annuo rilevato nei corpi idrici lacustri nel periodo di monitoraggio 2009-2011

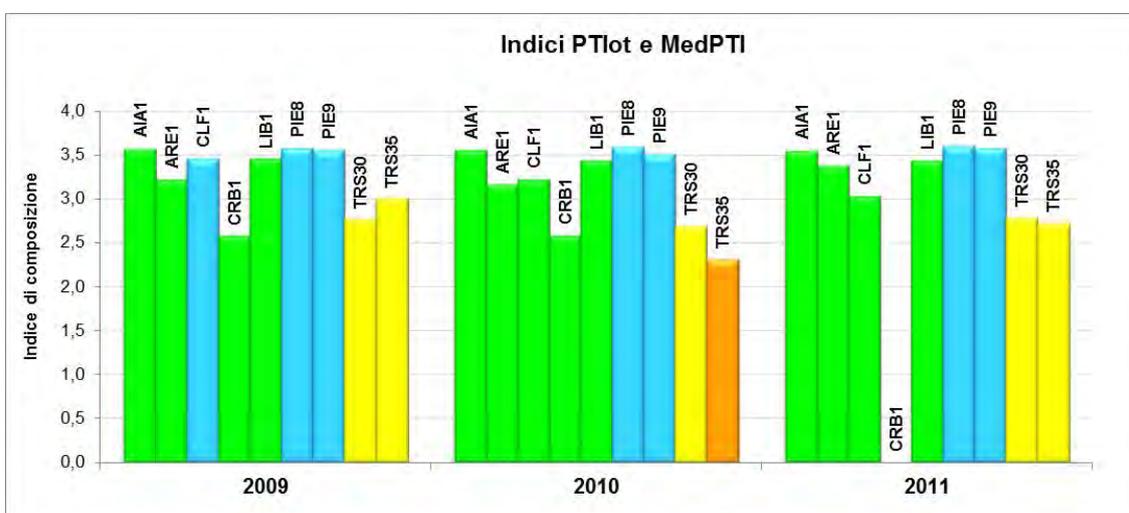


Fig. 5.1-6 – Valori degli indici PTIot e MedPTI calcolati nei corpi idrici lacustri nel periodo 2009-2011

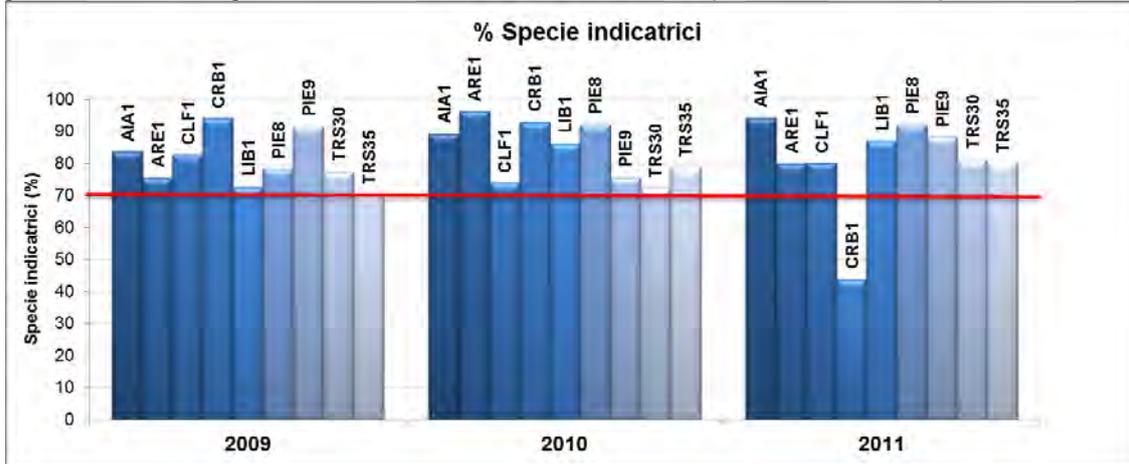


Fig. 5.1-7 – Percentuale in biovolume delle specie indicatrici rilevata nei corpi idrici lacustri nel periodo di monitoraggio 2009-2011

Nelle tabelle seguenti vengono invece presentati, per ciascun anno di monitoraggio, i risultati dell'applicazione dei subindici componenti (indice medio di biomassa e indice di composizione) e dell'indice ICF, espressi come RQE normalizzati.

Tab. 5.1-3- Indice Complessivo del Fitoplancton – anno 2009

Stazione	Codice corpo idrico	Nome corpo idrico	Naturale/HMWB	S/O	Macrotipo	Indice medio di Biomassa	Indice di Composizione	ICF 2009	ICF 2009 Giudizio
AIA1	N010012612BL	Invaso dell'Aia	HMWB	S	I4	0,59	1,00	0,79	buono
ARE1	N01001150506BL	Invaso di Arezzo	HMWB	O	I3	1,00	0,71	0,86	buono
CLF1	N01003AL	Palude di Colfiorito	Naturale	O	L4	0,28	0,90	0,59	sufficiente
CRB1	N01001FL	Invaso di Corbara	HMWB	O	I1	0,12	0,80	0,46	sufficiente
LIB1	N0100126EL	Invaso S. Liberato	HMWB	S	I4	0,77	0,89	0,83	buono
PIE8	N01004AL	Lago Piediluco 1	HMWB	O	L3	0,45	1,00	0,73	buono
PIE9	N01004BL	Lago Piediluco 2	HMWB	O	L3	0,37	1,00	0,68	buono
TRS30	N01002AL	Lago Trasimeno	Naturale	O	L4	0,45	0,46	0,46	sufficiente
TRS35	N01002AL	Lago Trasimeno	Naturale	O	L4	0,51	0,59	0,55	sufficiente

Tab. 5.1-4- Indice Complessivo del Fitoplancton – anno 2010

Stazione	Codice corpo idrico	Nome corpo idrico	Naturale/HMWB	S/O	Macrotipo	Indice medio di Biomassa	Indice di Composizione	ICF 2010	ICF 2010 Giudizio
AIA1	N010012612BL	Invaso dell'Aia	HMWB	S	I4	1,00	1,00	1,00	buono
ARE1	N01001150506BL	Invaso di Arezzo	HMWB	O	I3	0,92	0,68	0,80	buono
CLF1	N01003AL	Palude di Colfiorito	Naturale	O	L4	0,37	0,72	0,54	sufficiente
CRB1	N01001FL	Invaso di Corbara	HMWB	O	I1	0,18	0,80	0,49	sufficiente
LIB1	N0100126EL	Invaso S. Liberato	HMWB	S	I4	0,92	0,88	0,90	buono
PIE8	N01004AL	Lago Piediluco 1	HMWB	O	L3	0,57	1,00	0,78	buono
PIE9	N01004BL	Lago Piediluco 2	HMWB	O	L3	0,41	0,96	0,69	buono
TRS30	N01002AL	Lago Trasimeno	Naturale	O	L4	0,57	0,42	0,49	sufficiente
TRS35	N01002AL	Lago Trasimeno	Naturale	O	L4	0,54	0,20	0,37	scarso

Tab. 5.1-5- Indice Complessivo del Fitoplancton – anno 2011

Stazione	Codice corpo idrico	Nome corpo idrico	Naturale/HMWB	S/O	Macrotipo	Indice medio di Biomassa	Indice di Composizione	ICF 2011	ICF 2011 Giudizio
AIA1	N010012612BL	Invaso dell'Aia	HMWB	S	I4	0,85	0,99	0,92	buono
ARE1	N01001150506BL	Invaso di Arezzo	HMWB	O	I3	1,00	0,81	0,91	buono
CLF1	N01003AL	Palude di Colfiorito	Naturale	O	L4	0,29	0,61	0,45	sufficiente
CRB1	N01001FL	Invaso di Corbara	HMWB	O	I1	0,20	ND	ND	ND
LIB1	N0100126EL	Invaso S. Liberato	HMWB	S	I4	0,95	0,88	0,92	buono
PIE8	N01004AL	Lago Piediluco 1	HMWB	O	L3	0,34	1,00	0,67	buono
PIE9	N01004BL	Lago Piediluco 2	HMWB	O	L3	0,39	1,00	0,69	buono
TRS30	N01002AL	Lago Trasimeno	Naturale	O	L4	0,47	0,47	0,47	sufficiente
TRS35	N01002AL	Lago Trasimeno	Naturale	O	L4	0,64	0,43	0,54	sufficiente

Come si riconosce dai grafici e dalle tabelle, nella maggior parte dei casi il giudizio annuale dell'indice ICF risulta determinato dalle concentrazioni di clorofilla media annua e dal biovolume medio annuo, che presentano valori dell'indice medio di biomassa frequentemente più penalizzanti di quelli dell'indice di composizione. Quest'ultimo mostra, infatti, valori sempre compatibili con la classe buona o elevata nell'intero triennio in tutti i corpi idrici lacustri, ad eccezione del Lago Trasimeno, la cui composizione in specie assegna al corpo idrico stato sufficiente in tutto il periodo di monitoraggio.

Infine, in Tab. 5.1-6 e in Fig. 5.1-8, vengono riportati i giudizi finali, derivanti dalla media degli indici ICF calcolati nei tre anni di monitoraggio.

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

Complessivamente, in nessuno dei corpi idrici monitorati si osservano variazioni significative dell'Indice Fitoplanctonico nel corso del triennio.

Tab. 5.1-6- Classificazione della comunità fitoplanctonica dei corpi idrici lacustri – anni 2009-2011

Nome corpo idrico	Codice corpo idrico	Naturale/HMWB	Stazione	S/O	Macrotipo	ICF 2009 Giudizio	ICF 2010 Giudizio	ICF 2011 Giudizio	RQE medio	ICF giudizio complessivo 2009-2011
Invaso dell'Aia	N010012612BL	HMWB	AIA1	S	I4				0,90	BUONO
Invaso di Arezzo	N01001150506BL	HMWB	ARE1	O	I3				0,86	BUONO
Palude di Colfiorito	N01003AL	Naturale	CLF1	O	L4				0,53	SUFFICIENTE
Invaso di Corbara	N01001FL	HMWB	CRB1	O	I1				0,48	SUFFICIENTE
Invaso S. Liberato	N0100126EL	HMWB	LIB1	S	I4				0,88	BUONO
Lago Piediluco 1	N01004AL	HMWB	PIE8	O	L3				0,73	BUONO
Lago Piediluco 2	N01004BL	HMWB	PIE9	O	L3				0,69	BUONO
Lago Trasimeno	N01002AL	Naturale	TRS30	O	L4				0,47	SUFFICIENTE
			TRS35						0,49	

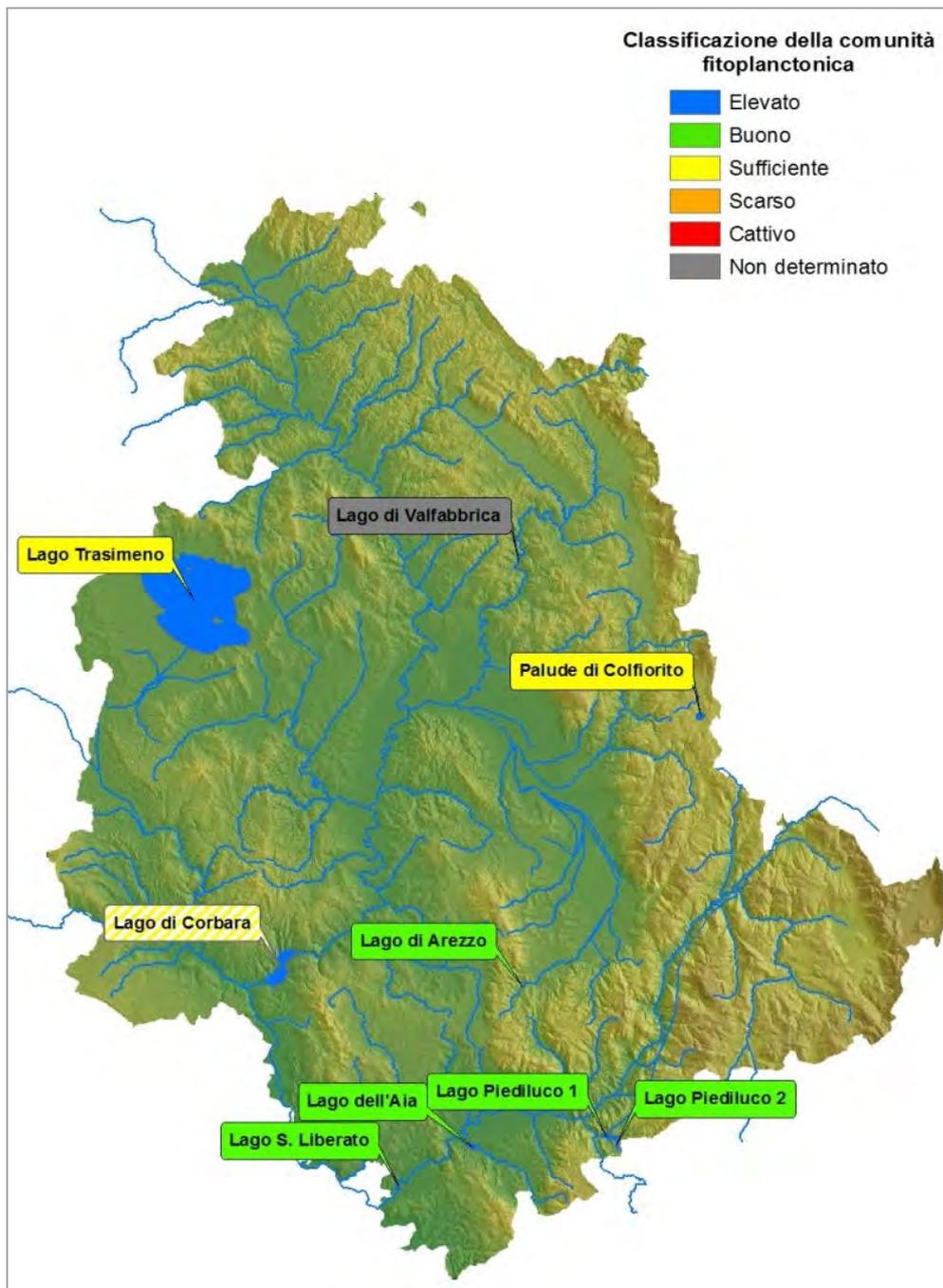


Fig. 5.1-8 – Classificazione della comunità fitoplanctonica dei corpi idrici lacustri – anni 2009-2011

In Fig. 5.1-9 viene rappresentata la distribuzione delle classi di ICF per macrotipo.

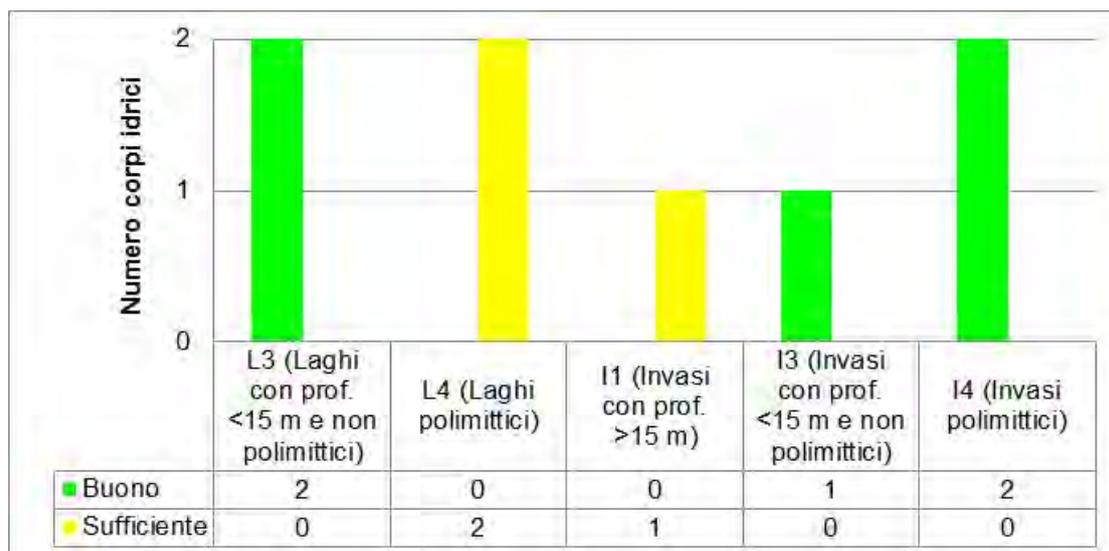


Fig. 5.1-9 – Distribuzione delle classi di ICF per macrotipo

In generale, l'analisi dei risultati relativi al primo ciclo di monitoraggio mostra che:

- I corpi idrici appartenenti allo stesso macrotipo presentano omogeneità nel giudizio associato alla comunità fitoplanctonica;
- Tutti i corpi idrici appartenenti ai macrotipi L3 (Lago di Piediluco 1 e 2), I3 (Invaso di Arezzo) e I4 (Invaso dell'Aia e Invaso di San Liberato) presentano una qualità compatibile con gli obiettivi previsti dalla norma (stato buono);
- Tutti i corpi idrici appartenenti ai macrotipi L4 (Lago Trasimeno e Palude di Colfiorito) e I1 (Invaso di Corbara) presentano, invece, uno stato della comunità fitoplanctonica sufficiente che pregiudica il raggiungimento degli obiettivi, indipendentemente dagli altri elementi di qualità monitorati.

In conclusione, nella valutazione della comunità fitoplanctonica, sono emerse varie criticità, principalmente legate sia alla determinazione dei biovolumi cellulari (cfr. par. 5.1.2) sia all'applicazione degli indici PTlot e MedPTI. Oltre alle difficoltà legate alle procedure di calcolo dei due sub-indici, infatti, rimangono ancora perplessità circa l'interpretazione del criterio soglia del 70% di specie indicatrici. Come già anticipato condizione necessaria per la determinazione dei sub-indici è che la somma dei biovolumi delle specie indicatrici identificate raggiunga almeno il 70% del totale; quando non è possibile l'identificazione a livello di specie, il metodo consente di fare riferimento ai pesi trofici e ai valori indicatori dei generi corrispondenti (ove presenti).

Nel caso dei laghi umbri, la percentuale in biovolume delle specie indicatrici è sempre risultata superiore alla soglia, ad eccezione della stazione CRB1 nell'anno 2011 (43,92%); pertanto, non è stato possibile procedere al calcolo dell'ICF dell'invaso di Corbara per questo anno.

I dettagli relativi alla struttura della comunità fitoplanctonica campionata e ai risultati delle elaborazioni effettuate vengono presentati nelle schede monografiche riportate al paragrafo 9.

## 5.2 Macrofite

Le macrofite sono rappresentate da specie vegetali visibili ad occhio nudo che colonizzano le zone umide, i laghi, le paludi, gli stagni, i canali e i corsi d'acqua e costituiscono la componente produttiva primaria macroscopica dei sistemi acquatici.

La comunità macrofittica rappresenta un buon indicatore della qualità ambientale degli ecosistemi lacustri: la loro presenza, distribuzione e abbondanza dipende, oltre che dalla disponibilità di luce, anche da una serie di parametri ambientali intrinseci al bacino quali le caratteristiche fisico-chimiche delle acque, la natura del sedimento e le oscillazioni del livello idrometrico.

La capacità di bio-indicazione di questa comunità si estende anche alle modificazioni antropiche indotte sul bacino idrografico, dal momento che la loro composizione nello specchio lacustre risulta estremamente sensibile all'uso del suolo sia lungo la linea di costa sia nel bacino contribuyente. A questo si deve aggiungere la relativa facilità con cui le macrofite possono essere individuate e classificate, l'assenza di mobilità che ne consente l'uso per la valutazione di uno specifico sito ed infine il ciclo vitale annuale o pluriennale che permette di valutare l'effetto dei fattori di stress nel tempo.

Le macrofite lacustri possono essere classificate in base ad elementi strutturali, forme di crescita o caratteri funzionali in 6 categorie, delle quali viene di seguito fornita una breve descrizione.

**Idrofite:** sono le macrofite realmente acquatiche e includono specie che vivono completamente sommerse o sulla superficie dell'acqua; comprendono alghe, briofite, pteridofite acquatiche e angiosperme acquatiche. E' possibile distinguere tra:

- idrofite sommerse, che comprendono specie di piante vascolari solitamente radicate al substrato. In alcuni casi possono essere liberamente flottanti (es. *Ceratophyllum*), ma in generale il loro apparato fogliare si trova sotto la superficie dell'acqua. Possono crescere a diverse profondità e includono diversi generi di piante e diverse forme di crescita (es. famiglie *Callitrichaceae*, *Haloragaceae*, *Potamogetonaceae*, *Hydrocharitaceae*). Vengono incluse in questo gruppo anche *Characeae* e *Bryophyte*, specie di piante non vascolari sommerse.
- idrofite radicate a foglie flottanti che comprendono specie radicate nel sedimento ma con apparato fogliare sulla superficie dell'acqua (es. *Nymphaea*, *Nuphar* alcune specie di *Potamogeton*, come *P. nodosus* e *P. natans*). Possono colonizzare le acque fino a profondità moderate e resistono a condizioni di bassa trasparenza.
- idrofite non radicate e flottanti, che includono specie che si muovono liberamente spinte dal vento e dalle correnti d'acqua. Prediligono sistemi lentici o in lento movimento (es. famiglie *Lemnaceae*, *Araceae*, *Azollaceae* ecc.).

**Elofite:** comprendono piante radicate in un substrato sommerso, aventi solo la parte basale in acqua ma emergenti per la maggior parte del corpo (es. *Phragmites*, *Carex*, *Cyperus*, *Scirpus*, *Iris*, *Typha* ecc.).

**Anfifite:** includono specie che possono colonizzare anche substrati non costantemente sommersi. Questo gruppo presenta spesso dimorfismo in funzione della profondità dell'acqua presente nel sito colonizzato (*Sagittaria*, *Alisma*, *Sparganium*).

**Pioniere di greto o sopra-acquatiche:** sono piante da intendere ancora nel gruppo delle macrofite ma che hanno anche un significativo contingente di specie che costituiscono le cenosi erbacee pioniere di greto. Si tratta, infatti, di quelle piante che colonizzano ambienti alveali frequentemente rimaneggiati dalle morbide del corso d'acqua, che tollerano temporanei periodi di sommersione ma che spesso non sono neanche particolarmente igrofile (*Chenopodium*, *Polygonum*, *Bidens*).

### 5.2.1 Metodo di campionamento

I criteri per l'individuazione dei siti di campionamento e le metodiche da applicare per la rilevazione delle idrofite sono contenuti nel "Protocollo di campionamento di macrofite acquatiche in ambiente lacustre" (APAT, 2007).

Il procedimento d'indagine per ciascun corpo idrico si compone di 4 fasi:

- a) Raccolta preliminare di informazioni circa la presenza di macrofite.
- b) Individuazione dei siti in base alle informazioni raccolte nel corso della fase 1 e all'esito di perlustrazioni propedeutiche al campionamento.
- c) Descrizione delle caratteristiche ambientali dei siti e del territorio a ridosso dei siti medesimi (uso del suolo, presenza di darsene, porti, scarichi, tagli di vegetazione,...).
- d) Esecuzione delle osservazioni o dei campionamenti lungo i transetti.

Le fasi di sopralluogo e campionamento devono essere eseguite nel periodo maggio-settembre, cercando di effettuare le osservazioni nel periodo di massima espansione della flora macrofittica.

Per ciascun corpo idrico il sito di campionamento deve essere selezionato in una porzione continua di riva, di ampiezza variabile, al cui interno è possibile individuare una comunità macrofittica omogenea in termini di composizione specifica e che si estende fino ad una profondità costante.

All'interno del sito devono essere individuati transetti regolarmente distribuiti e disposti ortogonalmente alla linea di costa. Il numero minimo di transetti per sito è variabile tra 1 e 6 ed è fissato in base all'estensione del sito stesso secondo il seguente criterio:

- 1 transetto fino ad una estensione di 50 m;
- 2 transetti fino ad un'estensione compresa tra 50 e 200 m;
- 4 transetti per un'estensione compresa tra 200 m e 1000 m;
- 6 transetti per un'estensione superiore a 1000 m.

I limiti estremi dei transetti, così come i margini del sito cui appartengono, devono essere rilevati mediante GPS e riportati su una cartografia in scala 1:5000 o 1:10000 utilizzando un sistema informativo geografico con riferimenti UTM32-WGS84.

L'ispezione viene effettuata ancorando la barca in più punti successivi lungo il transetto, individuati secondo intervalli di profondità. Per intervallo di profondità si intende una porzione di transetto compresa tra la profondità  $x$  e la profondità  $x + 1$  metro; il primo intervallo è quello compreso tra 0 m (riva) e la profondità di 1 metro.

In ciascun intervallo devono essere effettuati 4 osservazioni o campionamenti: uno verso prua ed uno verso poppa da ciascun lato della barca (Fig. 5.2-1).

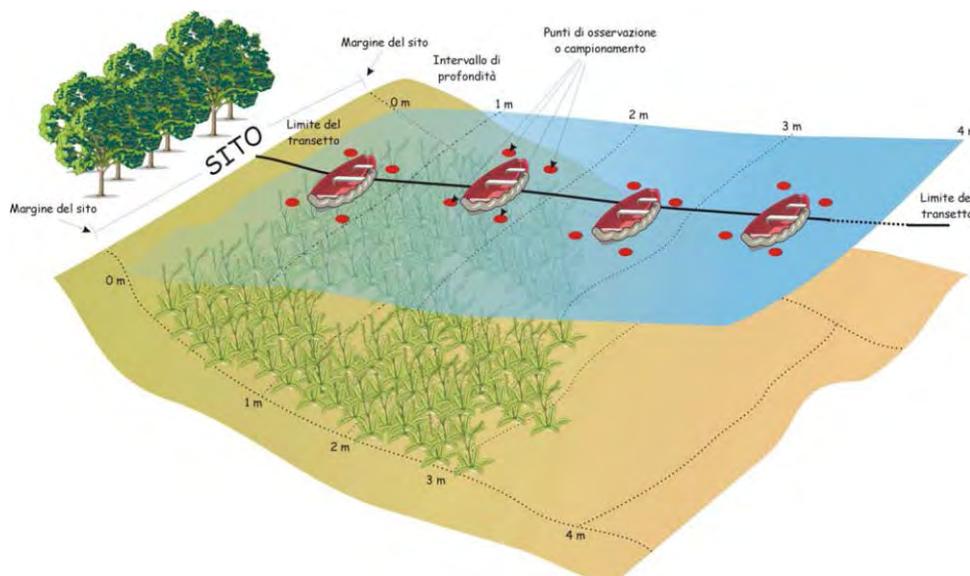


Fig. 5.2-1 - Schema della metodologia di campionamento delle macrofite acquatiche

L'ispezione del transetto si esegue partendo dalla riva e procedendo verso il lago e termina quando non si rileva vegetazione in nessun punto per due intervalli di profondità consecutivi oppure quando è stata raggiunta la massima profondità del lago.

Il campionamento deve consentire il rilievo delle specie idrofittiche presenti (sommerse, radicate con foglie natanti o natanti) e l'individuazione della specie più abbondante, sulla base della frequenza registrata.

In acque poco profonde e sufficientemente trasparenti può bastare la semplice osservazione senza o con batiscafo. Si fa ricorso all'osservazione con la telecamera o al campionamento con il rastrello quando a causa della profondità o della scarsa trasparenza non si può accertare la presenza della vegetazione, oppure quando con il solo batiscafo non si distinguono le specie che compongono la comunità.

## 5.2.2 Attività svolte

Nel periodo giugno-luglio 2010 è stato effettuato il rilievo della comunità macrofittica nei corpi idrici Trasimeno, Piediluco 1 e Piediluco 2.

Secondo quanto previsto dal Protocollo di campionamento, sono stati individuati, in fase preliminare, **3 siti e 18 transetti nel lago Trasimeno e 5 siti e 27 transetti nel lago di Piediluco**, lungo i quali effettuare l'osservazione e i rilievi delle specie vegetali (Fig. 5.2-2).

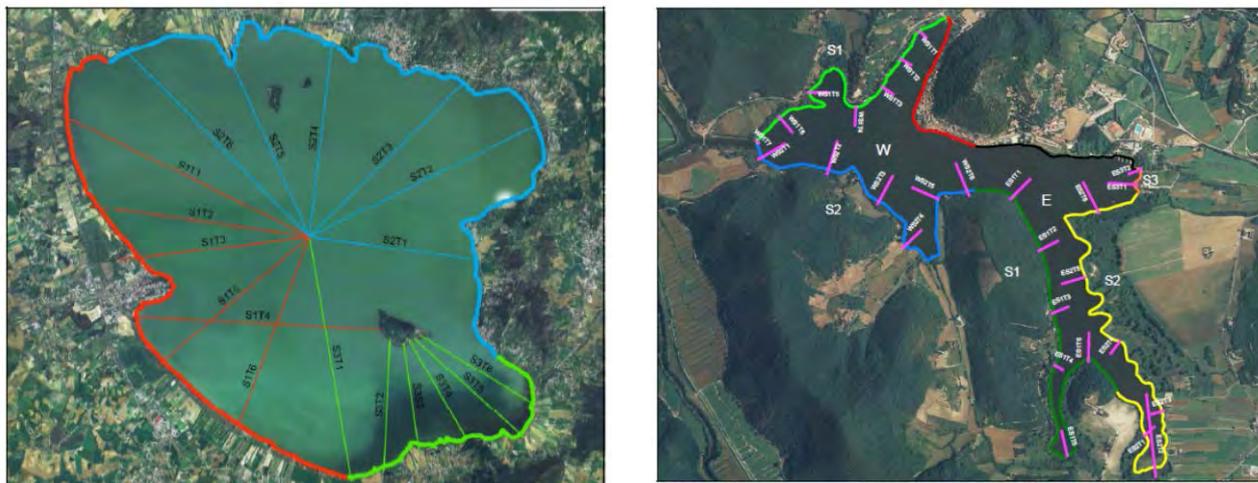


Fig. 5.2-2 – Siti e transetti individuati nel Lago Trasimeno e nel Lago di Piediluco per il monitoraggio della comunità macrofittica

I campionamenti sono stati effettuati mediante una piccola imbarcazione a motore che ha consentito lo spostamento lungo i transetti individuati e ad ogni intervallo di profondità (uno ogni metro) sono stati eseguiti i 4 rilievi previsti.

La raccolta delle specie è stata condotta in quasi tutti i punti attraverso l'utilizzo di un rastrello a 13 denti, legato ad una corda metrata, mediante la quale sono state registrate le diverse profondità. La scarsa trasparenza dell'acqua, infatti, ha comportato difficoltà nell'impiego degli altri strumenti suggeriti dal Protocollo, quali telecamera subacquea e batiscopio.



Fig. 5.2-3 – Procedura di campionamento e riconoscimento della comunità macrofittica

Contestualmente alla fase di campionamento sono state compilate apposite schede di campo, contenenti una serie di informazioni sulle caratteristiche ambientali dei siti indagati.

Complessivamente sono stati effettuati 952 rilievi così ripartiti:

- 392 rilievi su 98 punti distribuiti da riva fino alla profondità di 4,70 m nel lago Trasimeno;
- 560 rilievi su 140 punti distribuiti da riva fino ad una profondità di 9 m nel lago di Piediluco.

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



Fig. 5.2-4 - Esempi di specie vegetali rilevate nei corpi idrici lacustri

Da un punto di vista operativo l'applicazione rigorosa del Protocollo di campionamento ha evidenziato diverse criticità:

- Per il Trasimeno, lago laminare caratterizzato da fondali poco profondi, le maggiori difficoltà sono emerse nella scelta dei punti da campionare lungo i transetti, alle diverse profondità. Date le sue caratteristiche batimetriche, infatti, lungo lo stesso transetto la profondità può rimanere invariata per tratti di svariate centinaia di metri, se non per chilometri; intervalli così lunghi possono essere caratterizzati da diverse tipologie vegetazionali e da differenti tassi di copertura. Da ciò risulta evidente che un unico punto di campionamento, scelto in maniera "casuale", non può essere rappresentativo di un'area così vasta e diversificata. Sarebbe pertanto opportuno, nel caso dei laghi laminari, intensificare il campionamento, creando, magari, classi di profondità più ristrette (ad esempio di mezzo metro) e/o definendo con più rigore e precisione le modalità di esecuzione.
- Per il lago di Piediluco, caratterizzato da sponde ripide e forti variazioni di profondità lungo i transetti, la difficoltà principale riscontrata su quasi tutto lo specchio lacustre ha riguardato il corretto posizionamento dell'imbarcazione utilizzata per i prelievi, la cui larghezza è risultata spesso superiore all'intervallo di profondità che individua i due punti di prelievo consecutivi.
- Un'ultima considerazione riguarda le modalità di rilievo delle specie definite dal metodo, che non prevedendo la registrazione dell'abbondanza o del grado di copertura, costringe, di fatto, a dedurre tali parametri solamente dalla frequenza di rilevamento della specie. Tale operazione rappresenta sicuramente una forzatura, poiché frequenza ed abbondanza non sono necessariamente correlate. Sarebbe pertanto auspicabile l'integrazione del protocollo di campionamento con il rilievo dell'abbondanza, al fine di caratterizzare meglio la comunità presente.

### 5.2.3 Classificazione della comunità macrofita

Come previsto dal DM 260/2010, allo stato attuale gli indici proposti per la classificazione della comunità macrofita (MTIspecies e MacroIMMI) non trovano applicazione ai laghi dell'ecoregione mediterranea, di cui il lago Trasimeno e il lago di Piediluco fanno parte. Per questo motivo, benché i dati raccolti siano stati comunque utilizzati ai fini di una caratterizzazione delle comunità rilevate (par. 9), non è possibile, al momento, valutare lo stato ecologico associato alle macrofite rilevate nei due laghi.

### 5.3 Fauna ittica

La fauna ittica può essere considerata un buon indicatore dello stato ecologico di un ecosistema acquatico, dal momento che è in grado di rispondere a stress ambientali di varia natura e rappresenta un sistema di sintesi degli effetti sulle altre componenti biotiche e abiotiche.

La composizione e struttura delle comunità ittiche negli ecosistemi lacustri dipendono da una molteplicità di fattori variabili su scala spaziale e temporale, quali le caratteristiche fisico-chimiche delle acque e le condizioni di trofia, le alterazioni idromorfologiche e le attività antropiche.

#### 5.3.1 Metodo di campionamento

I criteri per l'individuazione dei siti di campionamento e le metodiche da applicare per la rilevazione delle comunità ittiche sono contenuti nel "Protocollo di campionamento della fauna ittica dei laghi italiani" (APAT, 2007).

Il metodo prevede l'utilizzo dell'elettropesca in zona litorale e di reti branchiali multimaglia (RBM) in zona pelagica, con la raccomandazione di eseguire i campionamenti con i due metodi nello stesso periodo:

- L'elettropesca deve essere effettuata in prossimità della riva fino ad una profondità massima di 1,5 m, mediante l'utilizzo di un'imbarcazione; il campionamento prevede l'impiego di un elettrostorditore per la cattura dei pesci, che devono poi essere analizzati sul posto e rilasciati immediatamente.
- Le reti branchiali multimaglia sono invece strumenti di cattura passivi composti da una serie di pannelli di dimensioni standard, ciascuno con una diversa dimensione della maglia della rete, in modo tale che possano essere catturati pesci di taglie differenti. Le reti branchiali multimaglia possono essere distinte in reti "da fondo" e "pelagiche": le prime sono collocate a stretto contatto con il fondo lacustre, mentre le seconde sono sostenute alla profondità voluta da galleggianti collegati ai capi della rete da una cima (Fig. 5.3-1). Il Protocollo riporta nel dettaglio i criteri tecnici relativi alle caratteristiche delle reti e al loro impiego (numero di reti e tempo di posa). Il campione prelevato con le reti multimaglia deve essere analizzato a terra e possibilmente al coperto non più tardi di 12 ore rispetto al momento del salpaggio della rete. Nel caso in cui non venga immediatamente analizzato, tutto il materiale dovrebbe essere conservato in cella frigorifera ad una temperatura di 3-4 °C circa.

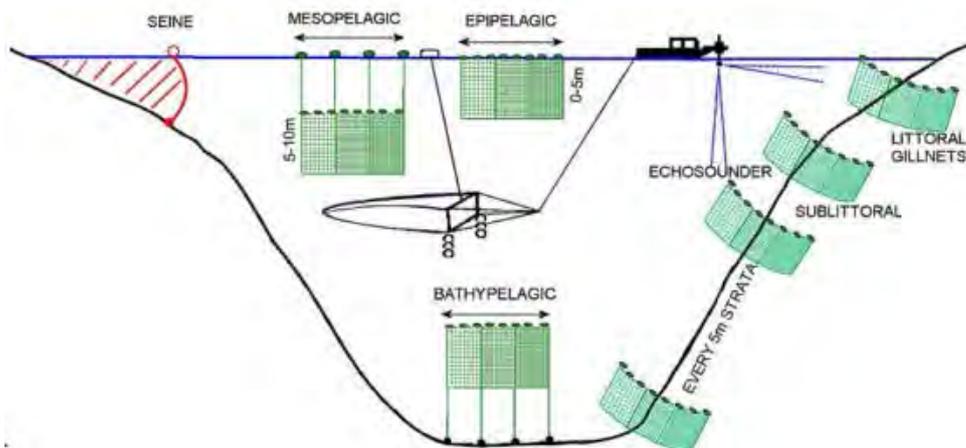


Fig. 5.3-1 - Rappresentazione schematica della metodologia di posa per le reti multimaglia "da fondo" e "pelagiche".

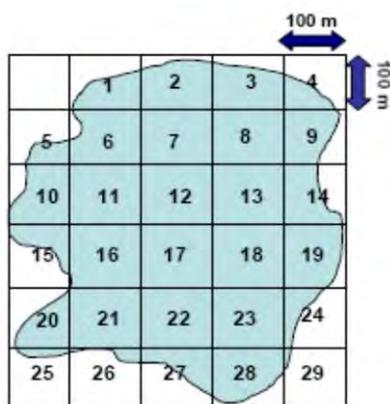


Fig. 5.3-2 - Esempio di divisione in zone di campionamento di un bacino lacustre con superficie inferiore a 2 km<sup>2</sup>

Tutti i campionamenti devono essere effettuati a partire dal mese di Luglio fino alla prima metà del mese di Ottobre.

Se la superficie del lago è inferiore a 2 km<sup>2</sup>, l'area di campionamento deve essere suddivisa in quadrati con lato pari a 100 m; se il lago è superiore a 2 km<sup>2</sup>, l'area deve essere suddivisa in quadrati con lato di 250 metri (Fig. 5.3-2).

La scelta dei punti di campionamento per ciascuna metodica deve tenere conto delle caratteristiche morfologiche del lago (superficie, perimetro e profondità) e della tipologia di ambiente lacustre (substrato roccioso, fangoso, sabbioso, zona a canneto, rami sommersi, etc..).

Per ogni stazione di monitoraggio deve essere compilato un apposito "registro di cattura" contenente sia le caratteristiche degli strumenti utilizzati sia i parametri necessari per la stima della frequenza e abbondanza delle diverse specie ittiche e della struttura dei singoli popolamenti.

In particolare, per ogni esemplare catturato, vanno annotate le seguenti informazioni:

- strumento di campionamento (RBMF o RBMP);
- apertura della maglia della rete;
- specie ittica;
- lunghezza totale;
- peso totale;
- sesso (solo per i pesci catturati con RBM);
- età;
- eventuali altre informazioni (malformazioni, ferite, parassiti, contenuto stomacale etc.).

### 5.3.2 Attività svolte

Nel periodo luglio-ottobre 2012 è stato effettuato il rilievo della comunità ittica nei laghi Trasimeno e Piediluco.

Il campionamento è stato eseguito mediante reti branchiali multimaglia da fondo e, nel caso del lago di Piediluco, caratterizzato da maggiori profondità, anche mediante reti branchiali multimaglia pelagiche.

In considerazione di alcune criticità legate all'utilizzo dell'elettrostorditore, in particolare nei laghi laminari caratterizzati da elevata conducibilità come il Trasimeno, si è ritenuto opportuno non applicare la tecnica dell'elettropesca per il campionamento della fauna ittica dei corpi idrici umbri.

Il numero di strati, di stazioni di campionamento ed reti da utilizzare per ciascuno strato sono stati definiti in base alla superficie lacustre e alla profondità massima rilevata:

- Nel caso del **Trasimeno** (Fig. 5.3-3), che presenta una superficie maggiore di 50 Km<sup>2</sup>, il lago è stato suddiviso in 3 sottobacini dei quali uno (Z1) con profondità massima di 3 m e gli altri due (Z2 e Z3) di 6 m. Ogni sottobacino è stato trattato come un lago indipendente. Nella Z1 sono state posizionate 12 RBM bentoniche, mentre in ciascuna delle zone più profonde (Z2 e Z3) le reti collocate sono state 24 (12 nella parte con profondità fino a 3 metri e le altre 12 nel fondo con profondità fino a 6 m). Complessivamente sono state campionate 60 stazioni.
- Nel lago di **Piediluco** (Fig. 5.3-4) sono state posizionate 32 RBM bentoniche, 8 per ciascuno dei 4 strati individuati in base alla profondità (fino a 3, 6, 12 e 18 m). Sono state poste, inoltre, nel punto di massima profondità del lago, 3 coppie di RBM pelagiche a diversa altezza della colonna d'acqua (strati 0-6m, 6-12m, 12-18m). In totale sono state quindi individuate 38 stazioni di campionamento.

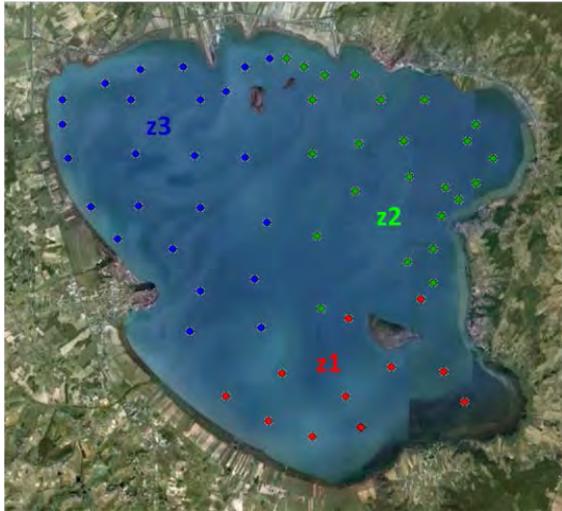


Fig. 5.3-3–Punti di campionamento individuati nel Lago Trasimeno per il monitoraggio della fauna ittica



Fig. 5.3-4–Punti di campionamento individuati nel Lago Piediluco per il monitoraggio della fauna ittica

Il posizionamento delle stazioni è stato effettuato in modo casuale e le reti sono state lasciate in posa per 12 ore. Per ogni pesce catturato sono stati misurati la lunghezza totale ( $\pm 0.1$  cm), il peso ( $\pm 0.1$  g) ed è stato prelevato un campione di scaglie per la determinazione dell'età (Bagenal, 1978).

### 5.3.3 Classificazione della comunità ittica

La valutazione della qualità ecologica di laghi e invasi basata sulla composizione della comunità ittica deve essere effettuata attraverso l'applicazione dell'indice **Lake Fish Index (LFI)**. Si tratta di un indice multimetrico applicabile ad ogni lago dell'Ecoregione Alpina e dell'Ecoregione Mediterranea con superficie superiore a  $0,5 \text{ Km}^2$ .

Ai fini del calcolo dell'indice, i laghi italiani sono stati suddivisi in sei tipologie diverse, ognuna delle quali caratterizzata da una specifica comunità ittica di riferimento, nella quale vengono distinte specie chiave e specie tipo-specifiche. I due laghi umbri monitorati (Trasimeno e Piediluco) rientrano nella categoria dei "Laghi poco profondi dell'Ecoregione Mediterranea", per i quali viene riportata in Tab. 5.3-1 la comunità di riferimento.

Tab. 5.3-1 - Specie chiave e tipo-specifiche della categoria dei laghi poco profondi dell'Ecoregione Mediterranea.

<b>Specie chiave</b>	luccio ( <i>Esox lucius</i> )
	scardola ( <i>Scardinius erythrophthalmus</i> )
	tinca ( <i>Tinca tinca</i> )
<b>Specie tipo-specifiche</b>	alborella ( <i>Alburnus alburnus alborella</i> )
	carpa ( <i>Cyprinus carpio</i> )
	latterino ( <i>Atherinaboyerii</i> )
	pesce persico ( <i>Perca fluviatilis</i> )
	rovella ( <i>Rutilus rubilio</i> )

L'indice LFI è composto da cinque differenti metriche:

- *m1 -abbondanza relativa delle specie chiave*: è espressa come numero di individui catturati per ogni specie chiave durante il campionamento, che viene considerato come una singola Unità di Sforzo.
- *m2 -struttura di popolazione delle specie chiave*: la struttura di popolazione deve essere valutata mediante il PSD-Proportional Stock Density Index (Anderson & Neumann 1996), un indice che permette di derivare un giudizio sulla struttura a partire dalla lunghezza totale degli individui campionati. L'indice può essere applicato solo se viene raggiunto un numero minimo di esemplari (30 per il luccio, 100 per la scardola e 25 per la tinca); qualora non venga catturato un numero sufficiente di esemplari, il punteggio della metrica è 0.
- *m3 - successo riproduttivo delle specie chiave e tipo-specifiche*: il successo riproduttivo è verificato se nel corso del monitoraggio sono catturati giovani di età 0+-1+ delle specie chiave e tipo-specifiche.
- *m4 - diminuzione del numero delle specie chiave e tipo-specifiche*: viene valutato considerando il numero di specie presenti (chiave e tipo-specifiche) rispetto alla comunità ittica di riferimento.
- *m5 - presenza di specie ittiche aliene*: la metrica considera la presenza (%) di specie di recente comparsa sul totale delle specie ittiche presenti. Devono essere conteggiate solo le specie ittiche aliene i cui individui appartengono ad almeno due classi di età di cui una sub-adulta (0+ e 1+) e una adulta (2+ o superiore). Ai fini dell'LFI sono considerate specie ittiche aliene per l'Ecoregione mediterranea tutte quelle non comprese nel seguente elenco o altrimenti introdotte nelle singole Ecoregioni dopo il 1950: agone (*Alosa fallax lacustris*), alborella (*Alburnus alburnus alborella*), alborella meridionale (*Alburnus albidus*), anguilla (*Anguilla anguilla*), barbo (*Barbus plebejus*), barbo canino (*Barbus meridionalis*), cagnetta (*Salaria fluviatilis*), carpa (*Cyprinus carpio*), carpione del Garda (*Salmo carpio*), cobite mascherato (*Sabanejewia larvata*), cobite (*Cobitis taenia*), coregone lavarello (*Coregonus lavaretus*), ghiozzo di Canestrini (*Padogobius nigricans*), ghiozzetto di laguna (*Knipowitschia panizai*), lasca (*Chondrostoma genei*), latterino (*Atherina boyeri*), luccio (*Esox lucius*), persico trota (*Micropterus salmoides*), pesce persico (*Perca fluviatilis*), rovello (*Rutilus rubilio*), scardola (*Scardinius erythrophthalmus*), spinarello (*Gasterosteus aculeatus*), tinca (*Tinca tinca*); scazzone (*Cottus gobio*), triotto (*Rutilus erythrophthalmus*); trota (*Salmo trutta lacustris*), trota vairone (*Leuciscus souffia*).

Per ciascuna metrica, il decreto definisce sia i valori di riferimento utili al calcolo del Rapporto di Qualità Ecologica sia i limiti di classe per l'attribuzione del giudizio di qualità.

Il valore del Rapporto di Qualità Ecologica finale RQE *tot* per la valutazione dello stato di qualità della fauna ittica è calcolato come media aritmetica dei valori dei singoli RQE.

I limiti di classe da utilizzare per la determinazione del giudizio di qualità associato alla comunità ittica, definiti in tab. 4.2.1/r del decreto, sono riportati in Tab. 5.3-2.

Tab. 5.3-2 - Limiti di classe, espressi come RQE<sub>tot</sub> per la valutazione dello stato della fauna ittica nei laghi con superficie > 0,5 Km<sup>2</sup>.

Limiti di classe (RQE <sub>tot</sub> )			
Elevato/Buono	Buono/Sufficiente	Sufficiente/Scarso	Scarso/Cattivo
0,8	0,6	0,4	0,2

Ai fini dell'applicazione dell'LFI ogni lago deve essere considerato come un unico specchio d'acqua. Nei laghi con superficie superiore a 50 Km<sup>2</sup>, il cui campionamento presuppone la suddivisione in sottobacini, il valore finale degli RQE deve essere calcolato come media aritmetica degli RQE calcolati per ogni sottobacino.

I risultati dell'applicazione dei subindici componenti e dell'indice finale LFI effettuata sulla base dei dati raccolti nell'anno 2012 vengono presentati separatamente per i laghi Trasimeno e Piediluco, in considerazione del diverso numero di sottobacini individuati nei due specchi lacustri: per il lago Trasimeno, infatti, gli RQE sono stati determinati in ognuno dei tre sottobacini campionati e l'RQE *tot* è stato calcolato come media aritmetica dei tre valori mentre per Piediluco è stato determinato un unico RQE.

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

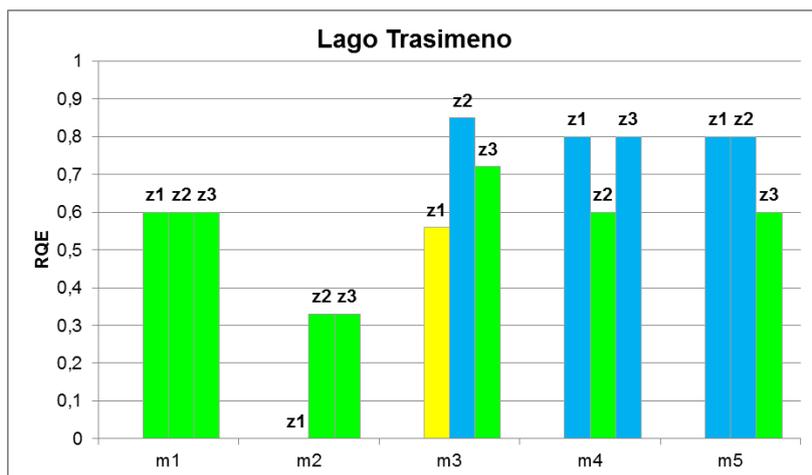


Fig. 5.3-5 – Metriche componenti l'indice LFI e relative classi di qualità calcolate per il Lago Trasimeno

Tab. 5.3-3 – Classificazione della fauna ittica del lago Trasimeno

Corpo idrico	Codice corpo idrico	Sottobacino	RQE m1	RQE m2	RQE m3	RQE m4	RQE m5	RQE	RQE tot	Giudizio
Lago Trasimeno	N01002AL	z1	0,60	0,00	0,56	0,80	0,80	0,55	0,6	BUONO
		z2	0,60	0,33	0,85	0,60	0,80	0,64		
		z3	0,60	0,33	0,72	0,80	0,60	0,61		

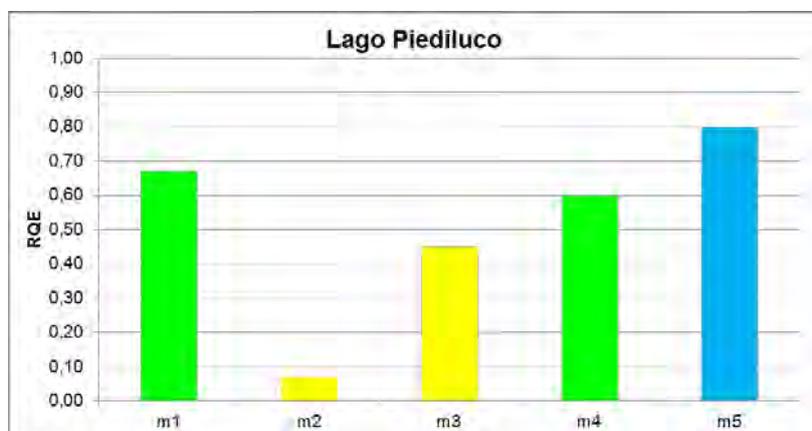


Fig. 5.3-6 – Metriche componenti l'indice LFI e relative classi di qualità calcolate per il Lago Piediluco

Tab. 5.3-4 - Classificazione della fauna ittica del lago Piediluco

Corpo idrico	Codice corpo idrico	Sottobacino	RQE m1	RQE m2	RQE m3	RQE m4	RQE m5	RQE	RQE tot	Giudizio
Lago Piediluco 1	N01004AL	p1	0,67	0,07	0,45	0,60	0,80	0,52	0,5	SUFFICIENTE
Lago Piediluco 2	N01004BL									

La prima applicazione dell'LFI ai laghi umbri mostra come il lago Trasimeno abbia presentato una qualità compatibile con l'obiettivo fissato dalla Direttiva anche se il valore dell'RQE calcolato (0,6) corrisponde al limite di passaggio tra lo stato buono e lo stato sufficiente.

Per Piediluco, invece, lo stato ecologico determinato sulla base della composizione e struttura della fauna ittica classifica il lago in stato sufficiente.

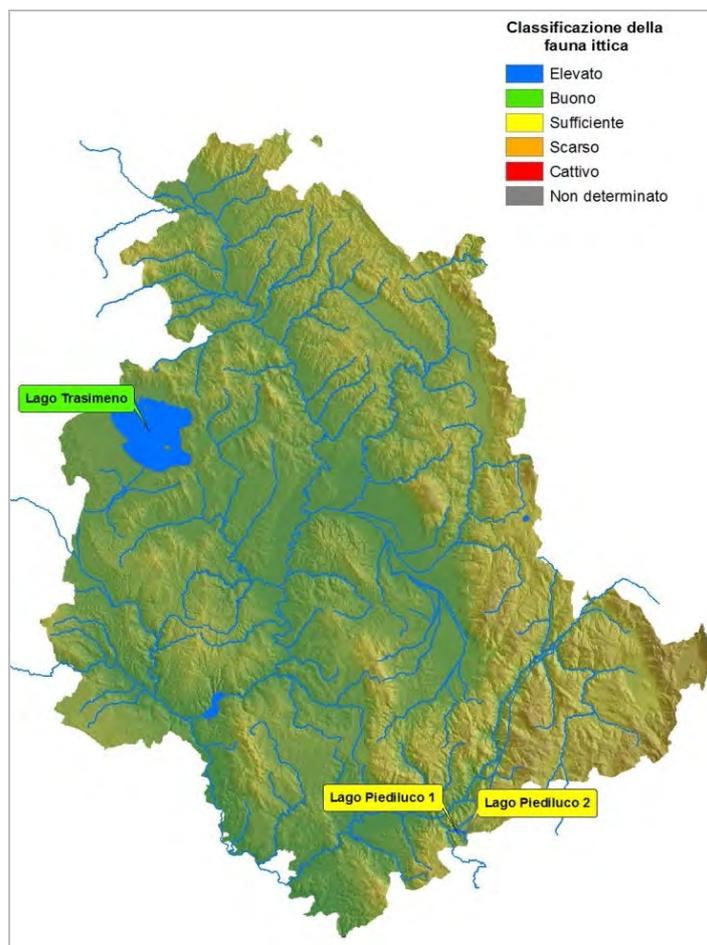


Fig. 5.3-7 – Classificazione della fauna ittica dei corpi idrici lacustri umbri

I risultati ottenuti hanno permesso di evidenziare alcuni aspetti che andrebbero approfonditi prima dell'utilizzo definitivo dell'LFI come indice per la valutazione della qualità dei laghi italiani:

- sebbene lo sforzo di campionamento sia molto elevato, esso non consente di catturare tutte le specie presenti nel corpo idrico lacustre. Con le reti utilizzate, inoltre, sono stati prelevati soprattutto esemplari di piccole dimensioni: ciò implica, da una parte, il sacrificio per alcune specie di un gran numero di pesci che ancora non hanno raggiunto la maturità sessuale e, dall'altra, la penalizzazione delle specie di taglia media più elevata (carpa, tinca, luccio e, tra le alloctone, carassio dorato);
- per i laghi come il Trasimeno, per i quali si dispone di numerosi dati relativi al pescato commerciale, le informazioni raccolte potrebbero essere utilizzate in modo più efficace ed essere integrate nella valutazione dell'indice;
- la lista delle specie tipo-specifiche di riferimento per i laghi umbri include praticamente solo specie alloctone (alborella, carpa, latterino, pesce persico); la rovella, unica indigena, si è estinta sia nel Trasimeno (Lorenzoni e Ghetti, 2011) che a Piediluco (La Porta et al., 2010). Sembra venir meno, dunque, l'aspetto naturalistico-conservazionistico dell'indice. Inoltre, la lista delle specie non alloctone dell'Ecoregione mediterranea non comprende il cavedano, che è invece indigeno in Umbria.

La prima applicazione dell'indice LFI ai laghi umbri ha permesso di sperimentare il grado di affidabilità del metodo previsto per la fauna ittica, fornendo un giudizio complessivo sullo stato di qualità del lago Trasimeno e del lago Piediluco. Tuttavia, le elaborazioni effettuate hanno evidenziato la necessità di proseguire nella fase di sperimentazione e validazione dell'indice per renderlo pienamente utilizzabile come indicatore dello stato ecologico dei bacini lacustri in Italia.

I dettagli relativi ai risultati delle elaborazioni effettuate vengono presentati nelle schede monografiche riportate al paragrafo 9.

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

### 6.1 Elementi fisico-chimici di base

#### 6.1.1 Metodo di campionamento

Il “Protocollo per il campionamento dei parametri chimico-fisici a sostegno degli elementi biologici in ambiente lacustre” (APAT, 2007) integra, completandole, le metodologie di campionamento ed analisi degli elementi di qualità biologica attraverso la determinazione di elementi generali (*elementi fisico-chimici di base*).

Contestualmente alla raccolta del campione di fitoplancton e, qualora possibile, del macrobenthos, deve essere effettuata la determinazione della trasparenza (disco di Secchi) e dei parametri temperatura, ossigeno disciolto, pH e conducibilità mediante sonda multiparametrica.

Sulla base dei profili termici rilevati, inoltre, devono essere valutati eventuali processi di stratificazione in atto e, per ciascuna stazione, devono essere prelevati campioni d'acqua a profondità discrete rappresentativi dei diversi strati (epilimnio, metalimnio, ipolimnio e mixolimnio), nei quali effettuare la rilevazione dei seguenti parametri chimico-fisici di base:

- alcalinità totale
- azoto ammoniacale
- azoto nitrico
- azoto totale
- fosforo
- fosforo totale
- silice

La scelta del punto di campionamento deve tenere conto principalmente della profondità dei laghi e del loro stato naturale, artificiale o fortemente modificato.

Nei laghi naturali il campionamento deve essere effettuato nel punto di massima profondità, scelto come rappresentativo delle condizioni medie dell'ambiente e la stazione dovrebbe essere localizzata in posizione centrale rispetto allo sviluppo della superficie lacustre, in modo da non essere influenzata da fenomeni che si svolgono lungo le fasce litorali.

Negli invasi va rispettato il principio di rappresentatività del punto di massima profondità, tenendo comunque conto che questo non deve essere influenzato dalle opere di prelievo e/o di immissione idraulica.

Nel caso in cui il lago/invaso presenti una conformazione tale da determinare la suddivisione in sottobacini con caratteristiche idrologiche, idrodinamiche e trofiche differenti, sarà necessario prevedere una stazione di campionamento per ogni sottobacino individuato.

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 **bimestrale**.

## 6.1.2 Attività svolte

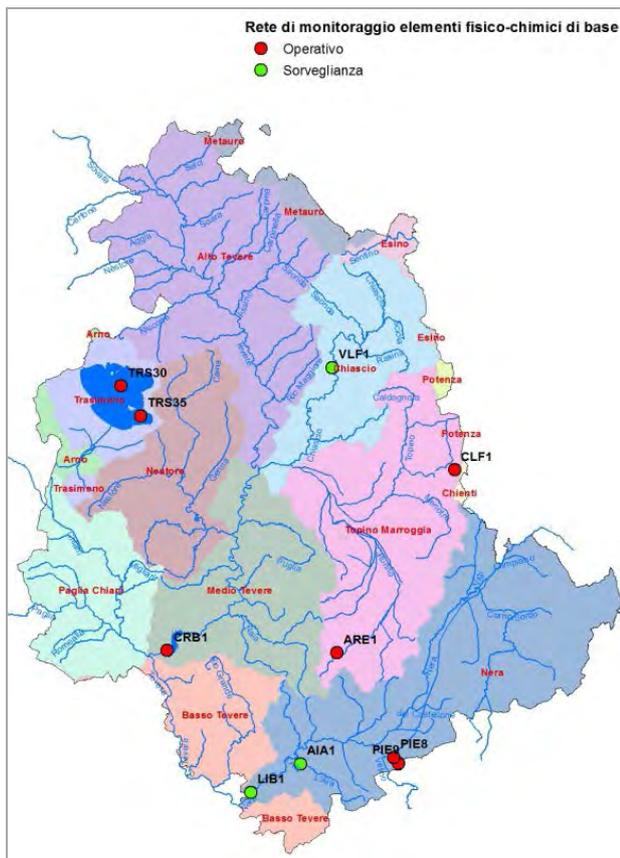


Fig. 6.1-1 - Rete di monitoraggio degli elementi fisico-chimici di base

Nel periodo 2008-2012 è stata effettuata, contestualmente alla determinazione del fitoplancton, la rilevazione bimestrale degli elementi fisico-chimici di base in tutti i corpi idrici lacustri individuati nel territorio regionale.

L'unica eccezione è rappresentata dall'invaso di Valfabbrica, non ancora in esercizio, per il quale i campionamenti sono stati effettuati solo in condizioni idrologiche favorevoli al prelievo.

In totale sono state monitorate 10 stazioni (Fig. 6.1-1) e sono stati prelevati circa 450 campioni.

Conformemente a quanto previsto dal Protocollo, nei corpi idrici caratterizzati da maggiori profondità è stata effettuata la determinazione dei profili termici mediante sonda multiparametrica, al fine di individuare le profondità di campionamento rappresentative degli strati diversamente omogenei. Per i corpi idrici meno profondi, invece, la scelta delle profondità di prelievo è stata effettuata sulla base delle conoscenze pregresse (Tab. 6.1-1).

Tab. 6.1-1 – Modalità di campionamento degli elementi fisico-chimici di base nei corpi idrici lacustri umbri

Codice stazione	Codice corpo idrico	Corpo idrico	Tipo	Macrotipo	S/O	Frequenza (n volte/anno)	Profondità di prelievo
AIA1	N010012612BL	Invaso dell'Aia	ME-1	I4	S	6 campionamenti	In superficie
ARE1	N01001150506BL	Invaso di Arezzo	ME-2	I3	O	6 campionamenti	In superficie A metà In profondità
CLF1	N01003AL	Palude di Colfiorito	ME-1	L4	O	6 campionamenti	In superficie
CRB1	N01001FL	Invaso di Corbara	ME-4	I1	O	6 campionamenti	In superficie A metà In profondità
LIB1	N0100126EL	Invaso S. Liberato	ME-1	I4	S	6 campionamenti	In superficie
PIE8	N01004AL	Lago Piediluco 1	ME-2	L3	O	6 campionamenti	In superficie A metà In profondità
PIE9	N01004BL	Lago Piediluco 2	ME-2	L3	O	6 campionamenti	In superficie A metà In profondità
TRS30	N01002AL	Lago Trasimeno	ME-1	L4	O	6 campionamenti	In superficie A metà In profondità
TRS35	N01002AL	Lago Trasimeno	ME-1	L4	O	6 campionamenti	In superficie
VLF1	N0100115CL	Invaso di Valfabbrica	ME-4	I1	S	6 campionamenti*	In superficie

\*limitatamente alle condizioni idrologiche tali da consentire l'esecuzione del prelievo

### 6.1.3 Applicazione dell'indice di Livello Trofico dei laghi per lo stato ecologico (LTLecco)

Ai fini della classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici lacustri, il DM 260/2010 prevede la valutazione di 3 elementi fisico-chimici principali: *fosforo totale*, *trasparenza* e *ossigeno ipolimnico*, che concorrono alla definizione del Livello Trofico dei laghi, denominato LTLecco.

Sulla base delle concentrazioni rilevate di fosforo totale, trasparenza e ossigeno ipolimnico, nelle tabelle 4.2.2/a, 4.2.2/b, 4.2.2/c del decreto vengono individuati tre livelli corrispondenti alle classi elevata, buona, e sufficiente; ad ogni livello è associato un punteggio da assegnare al parametro, come di seguito specificato.

I livelli per il *fosforo totale* (Tab. 6.1-2), sono riferiti alla concentrazione media, ottenuta come media ponderata rispetto ai volumi o all'altezza degli strati, nel periodo di piena circolazione alla fine della stagione invernale.

Tab. 6.1-2 – Individuazione dei livelli per il fosforo totale ( $\mu\text{g/l}$ )

Valore di fosforo per macrotipi		Livello 1	Livello 2	Livello 3
	Punteggio	5	4	3
L1, L2, I1, I2		$\leq 8^{(*)}$	$\leq 15$	$> 15$
L3, L4, I3, I4		$\leq 12^{(**)}$	$\leq 20$	$> 20$

(\*) Valori di riferimento  $< 5 \mu\text{g/l}$

(\*\*) Valori di riferimento  $< 10 \mu\text{g/l}$

I valori di *trasparenza* per l'individuazione dei livelli (Tab. 6.1-3) sono ricavati mediante il calcolo della media dei valori riscontrati nel corso dell'anno di monitoraggio.

Tab. 6.1-3 – Individuazione dei livelli per la trasparenza (m)

Valore di trasparenza per macrotipi		Livello 1	Livello 2	Livello 3
	Punteggio	5	4	3
L1, L2, I1, I2		$\geq 10^{(*)}$	$\geq 5,5$	$< 5,5$
L3, L4, I3, I4		$\geq 6^{(**)}$	$\geq 3$	$< 3$

(\*) Valori di riferimento  $> 15 \text{ m}$

(\*\*) Valori di riferimento  $> 10 \text{ m}$

Infine, la concentrazione dell'*ossigeno ipolimnico* per la definizione dei livelli (Tab. 6.1-4) deve essere calcolata come media ponderata rispetto al volume degli strati e i valori da utilizzare sono quelli misurati nell'ipolimnio alla fine del periodo di stratificazione.

Tab. 6.1-4 – Individuazione dei livelli per l'ossigeno disciolto (%saturazione)

Valore di ossigeno disciolto per macrotipo		Livello 1	Livello 2	Livello 3
	Punteggio	5	4	3
Tutti		$> 80\%^{(*)}$	$> 40\%$ $< 80\%$	$\leq 40\%$

(\*) Valori di riferimento  $> 90\%$

Per i corpi idrici in sorveglianza, la classe dell'LTLecco deriva dalla somma dei punteggi attribuiti ai parametri che compongono l'indice sulla base dei valori medi di concentrazione annuali.

Per la rete operativa, invece, la classificazione deriva dalla somma dei punteggi attribuiti ai parametri che compongono l'indice sulla base delle medie dei valori misurati nei tre anni di monitoraggio.

I limiti per l'attribuzione del giudizio di qualità sono definiti nella tabella 4.2.2/d di seguito riportata (Tab. 6.1-5).

Tab. 6.1-5 – Limiti di classe in termini di LTLecco (tabella 4.2.2/d del DM 260/2010)

<b>Classificazione stato</b>	<b>Limiti di classe</b>	<b>Limiti di classe in caso di trasparenza ridotta per cause naturali</b>
Elevato	15	10
Buono	12-14	8-9
Sufficiente	<12	<8

Come si evidenzia dalla tabella, non vengono fornite soglie per le classi di qualità inferiori allo stato sufficiente, che rappresenta così il giudizio peggiore per la classificazione della qualità chimico-fisica delle acque lacustri. Pertanto, ai fini della valutazione dello stato ecologico complessivo del corpo idrico, la discriminazione tra gli stati sufficiente-scarso-cattivo è determinata esclusivamente dal giudizio degli elementi biologici.

I valori di riferimento per i parametri di classificazione possono essere derogati nel caso di caratteristiche naturali peculiari dei corpi idrici o in condizioni specifiche stabilite dal decreto qualora coesistano le seguenti condizioni:

- gli elementi di qualità biologica del corpo idrico sono risultati in stato buono o elevato;
- il superamento dei valori tabellari è dovuto alle caratteristiche peculiari del corpo idrico;
- non sono presenti pressioni che comportino l'aumento di nutrienti ovvero siano state messe in atto tutte le necessarie misure per ridurre adeguatamente l'impatto delle pressioni presenti.

Limitatamente al parametro trasparenza, i limiti previsti dalla tabella 4.2.2/b possono essere derogati qualora l'autorità competente verifichi che la diminuzione di trasparenza è principalmente causata dalla presenza di particolato minerale sospeso dipendente dalle caratteristiche naturali del corpo idrico. In questo caso, i limiti di classe per l'attribuzione del giudizio vengono riportati nell'ultima colonna della tabella 4.2.2/d.

Qualora nel medesimo corpo idrico vengano monitorate più stazioni, ai fini della classificazione si deve considerare lo stato peggiore tra quelli attribuiti alle singole stazioni.

Nella Tab. 6.1-6 vengono riportati i giudizi LTLecco elaborati sulla base dei risultati del monitoraggio svolto nel periodo 2009-2012 nei corpi idrici regionali.

Per i corpi idrici sottoposti a monitoraggio operativo, la classificazione è stata effettuata in base alla media dei valori misurati in un triennio per ogni singolo parametro.

Per i corpi idrici oggetto di monitoraggio di sorveglianza, invece, è stato fatto riferimento ai valori di un singolo anno alla media dei valori annuali, se il corpo idrico è stato monitorato per più anni (Invaso dell'Aia e Invaso di San Liberato).

Tab. 6.1-6 – Applicazione dell'Indice LTLecco per la classificazione degli elementi fisico-chimici di base dei corpi idrici lacustri umbri

Corpo idrico	Codice corpo idrico	Macrotipo	Naturale/HMWB	Codice stazione	S/O	Periodo di riferimento	Profondità di prelievo	Fosforo		Trasparenza		Ossigeno disciolto ipolimnico		Punteggio	Giudizio LTLecco	Giudizio LTLecco in caso di deroga alla Trasparenza
								Valore medio (µg/l)	Punteggio	Valore medio (m)	Punteggio	Valore medio (%sat)	Punteggio			
Invaso dell'Aia	N010012612BL	I4	HMWB	AIA1	S	2009-2011	Superficie	110	3	0,8	3	99	5	11	SUFFICIENTE	
Invaso di Arezzo	N01001150506BL	I3	HMWB	ARE1	O	2011-2012	Superficie Metà Profondità	12	5	3*	4	10	3	12	BUONO	
Palude di Colfiorito	N01003AL	L4	Naturale	CLF1	O	2009-2011	Superficie	43	3	0,6	3	30	3	9	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE
Invaso di Corbara	N01001FL	I1	HMWB	CRB1	O	2010-2012	Superficie Metà Profondità	117	3	1,3	3	29	3	9	SUFFICIENTE	
Invaso di S.Liberato	N0100126EL	I4	HMWB	LIB1	S	2010-2011	Superficie	29	3	0,5	3	89	5	11	SUFFICIENTE	
Lago Piediluco 1	N01004AL	L3	HMWB	PIE8	O	2009-2011	Superficie Metà Profondità	24	3	1,6	3	14	3	9	SUFFICIENTE	
Lago Piediluco 2	N01004BL	L3	HMWB	PIE9	O	2009-2011	Superficie Metà Profondità	21	3	1,4	3	23	3	9	SUFFICIENTE	
Lago Trasimeno	N01002AL	L4	Naturale	TRS30	O	2010-2012	Superficie Metà Profondità	40	3	0,8	3	94	5	11	SUFFICIENTE	BUONO
				TRS35	O	2010-2012	Superficie	28	3	0,9	3	109	5	11		
Invaso di Valfabbrica	N0100115CL	I1	HMWB	VLF1	S	-	-								ND	

\*Per la valutazione di tale parametro sono stati utilizzati solo i dati raccolti nel punto di massima profondità in condizioni idrologiche favorevoli alla lettura del disco Secchi.

Nella figura seguente viene rappresentata la distribuzione dell'indice LTLecco nel territorio regionale mentre nel grafico di Fig. 6.1-3 viene rappresentata la distribuzione delle classi di LTLecco per macrotipo.

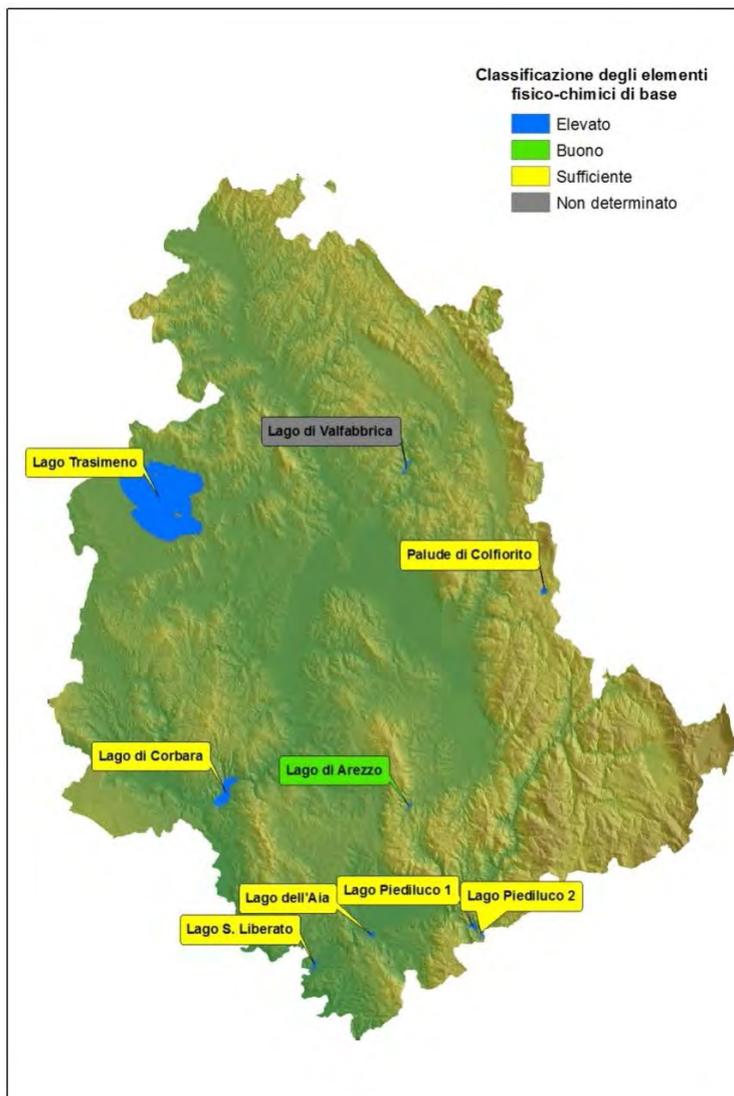


Fig. 6.1-2 – Classificazione degli elementi di qualità fisico-chimica dei corpi idrici lacustri

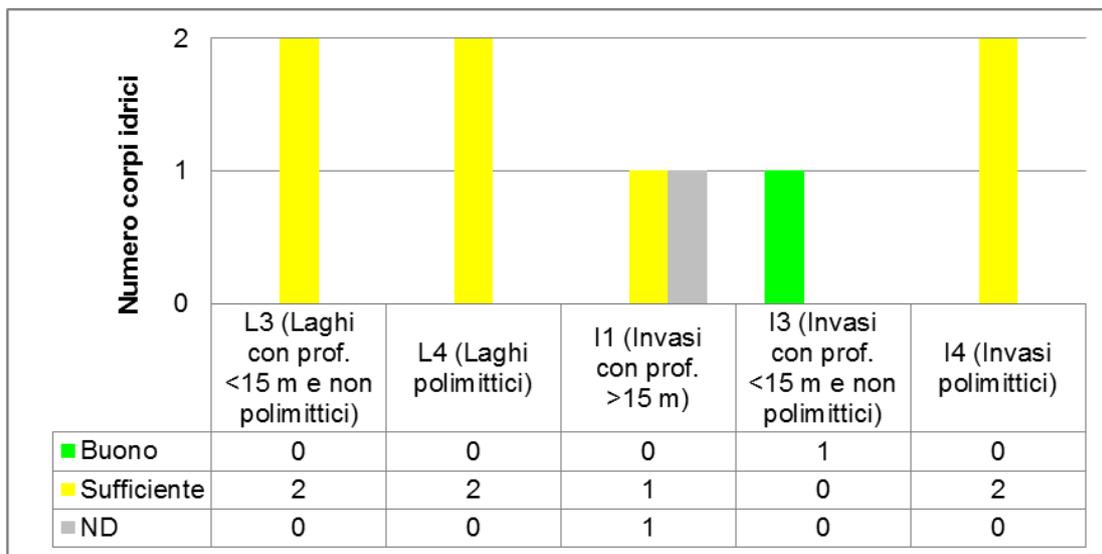


Fig. 6.1-3 – Distribuzione delle classi di LTLecco per macrotipo

Nei grafici di Fig. 6.1-4 e Fig. 6.1-5 viene riportato rispettivamente il punteggio trofico calcolato per ciascun macrodescrittore ed il punteggio complessivo che determina il Livello Trofico (LTLecco) dei corpi idrici lacustri umbri.

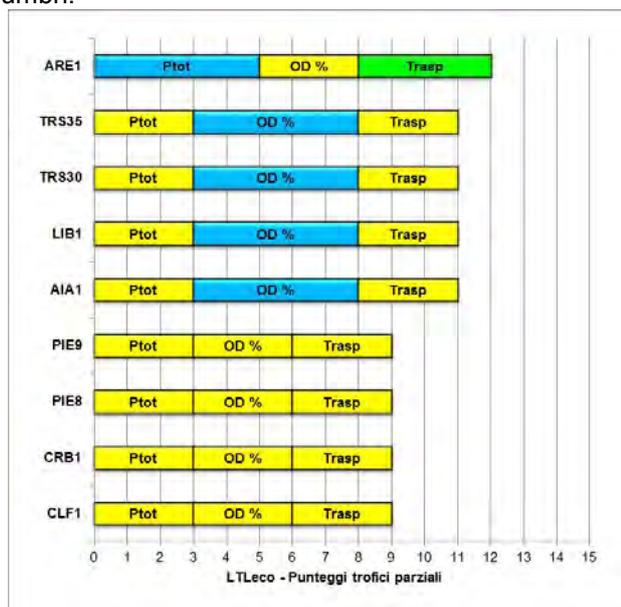


Fig. 6.1-4 – Punteggi trofici parziali associati ai singoli parametri macrodescrittore monitorati nei corpi idrici lacustri

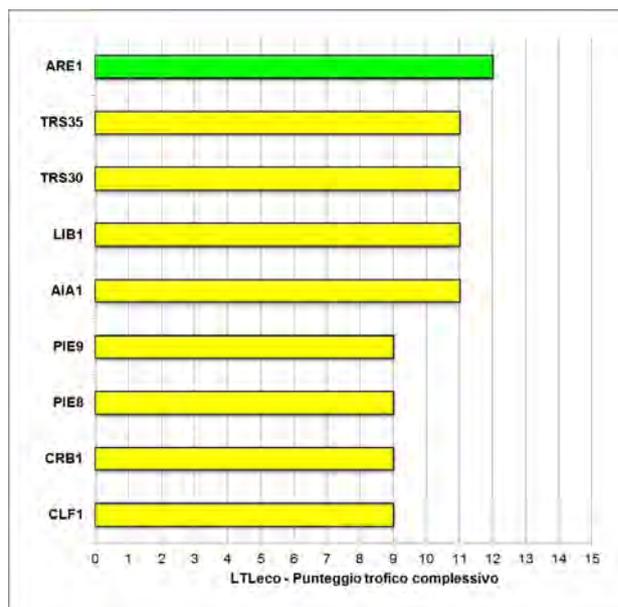


Fig. 6.1-5 – Punteggio trofico complessivo(LTLecco) dei corpi idrici lacustri

Al termine del primo ciclo di monitoraggio solo l'Invaso di Arezzo risulta classificato in stato buono, mentre tutti gli altri corpi idrici monitorati sono caratterizzati da una qualità chimico-fisica delle acque sufficiente, determinata in misura prevalente dai parametri trasparenza e fosforo, che hanno presentato quasi ovunque valori medi compatibili con il livello 3. Per quanto riguarda l'ossigeno disciolto i punteggi migliori sono stati registrati negli invasi dell'Aia e di S. Liberato e nel Lago Trasimeno.

Nel caso del Lago Trasimeno e della Palude di Colfiorito, caratterizzati da ridotte profondità e assenza di processi di stratificazione termica, il parametro trasparenza potrebbe essere negativamente influenzato da fenomeni fisici naturali legati alla risospensione dei sedimenti anche in presenza di modesti moti ondosi. Per questo motivo, l'indice LTLecco dei due laghi è stato ricalcolato nell'ipotesi che l'autorità competente intenda avvalersi della deroga per la trasparenza. I risultati delle nuove elaborazioni presentati nell'ultima colonna di Tab. 6.1-6 mostrano che solo il lago Trasimeno verrebbe classificato in stato buono per gli elementi chimico-fisici di base, mentre non ci sarebbe alcuna variazione per la Palude di Colfiorito.

In fase di valutazione, sono emerse alcune criticità legate all'applicazione dell'indice LTLecco ai laghi poco profondi e polimittici, tipici dell'area mediterranea. In questi casi, infatti, risulta piuttosto difficile individuare i periodi di massima circolazione e di massima stratificazione, indispensabili per l'attribuzione dei livelli di ossigeno disciolto e fosforo totale. Per poter procedere al calcolo dell'indice, si è quindi ritenuto opportuno fare riferimento ai dati raccolti nei mesi in cui questi processi si verificano tipicamente alle nostre latitudini.

I dettagli relativi all'andamento delle concentrazioni rilevate e ai risultati delle elaborazioni effettuate vengono presentati nelle schede monografiche riportate al paragrafo 9.

## 6.2 Elementi chimici a sostegno (sostanze non prioritarie)

### 6.2.1 Metodo 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 chimico-fisici a sostegno degli elementi biologici in ambiente lacustre" (APAT, 2007). Analogamente agli elementi fisico-chimici di base, la scelta del punto di campionamento deve tenere conto principalmente della profondità dei laghi e del loro stato naturale, artificiale o fortemente modificato.

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** lungo la colonna d'acqua.

## 6.2.2 Attività svolte



Fig. 6.2-1- Rete di monitoraggio sostanze di sintesi non prioritarie

Analogamente ai parametri fisico-chimici di base, il monitoraggio degli elementi chimici a sostegno è stato avviato a partire dall'anno 2008 in tutti i corpi idrici per i quali l'analisi delle pressioni ha evidenziato un rischio di presenza di tali sostanze. In totale sono state monitorate 6 stazioni e sono stati raccolti circa 270 campioni (Fig. 6.2-1); per l'invaso di Valfabbrica, non ancora in esercizio, il campionamento è stato effettuato solo in condizioni idrologiche favorevoli al prelievo.

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, contestualmente alle sostanze prioritarie, con frequenza mensile anziché trimestrale.

In Tab. 6.2-1 viene riportato l'elenco delle 28 sostanze non prioritarie selezionate in base all'analisi delle pressioni e monitorate nei corpi idrici lacustri regionali, unitamente ai limiti di rilevabilità delle metodiche utilizzate e agli standard di qualità ambientale fissati dalla norma.

Tab. 6.2-1 - Elenco delle sostanze non prioritarie monitorate nei corpi idrici lacustri umbri

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

CAS	SOSTANZA	Unità di misura	Metodo analitico	Limite di rilevabilità	SQA-MA (tab. 1/B)
55-38-9	Fention	µg/l	Rapporti ISTISAN 2007/31 Met ISS CAC 015	< 0,05	0,01
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
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	Terbutilazinadesetil	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

### 6.2.3 Valutazione della conformità agli Standard di Qualità Ambientale (SQA)

Secondo quanto stabilito dal DM 260/2010, 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 decreto, 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. 6.2-2 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. 6.2-2 - Classificazione degli elementi chimici a sostegno

Nome corpo idrico	Codice corpo idrico	Naturale/HMWB	Stazione	S/O	Set di parametri previsti nel programma	Giudizio 2009	Giudizio 2010	Giudizio 2011	Giudizio 2012	STATO ELEMENTI CHIMICI A SOSTEGNO	Parametro che impedisce il raggiungimento dello stato elevato (MA >I.q.)
Invaso di Corbara	N01001FL	HMWB	CRB1	O	A1, A2, A3, A4, C					<b>BUONO</b>	Cromo, Arsenico, Metolachlor
Lago Piediluco 1	N01004AL	HMWB	PIE8	O	A1, A2, A3, A4					<b>BUONO</b>	Cromo, Arsenico
Lago Piediluco 2	N01004BL	HMWB	PIE9	O	A1, A2, A3, A4					<b>BUONO</b>	Cromo, Arsenico
Lago Trasimeno	N01002AL	Naturale	TRS30	O	A1					<b>BUONO</b>	Cromo, Arsenico
Invaso dell'Aia	N010012612BL	HMWB	AIA1	S	A1, A2, A4					<b>BUONO</b>	Cromo, Arsenico, Xileni
Invaso S. Liberato	N0100126EL	HMWB	LIB1	S	A1, A2, A3, A4					<b>BUONO</b>	Cromo, Arsenico
Invaso di Valfabbrica	N0100115CL	HMWB	VLF1	S	A1					<b>ND</b>	

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

Legenda: A1: Metalli, A2: Fenoli, A3: Composti Organo Alogenati Volatili, Aromatici Volatili, A4: Pesticidi, Idrocarburi Policiclici Aromatici, C: Erbicidi acidi

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.

Nella Fig. 6.2-2 viene mostrato il quadro delle sostanze che, pur non pregiudicando il giudizio complessivo, hanno presentato più frequentemente concentrazioni superiori al limite di rilevabilità analitica.

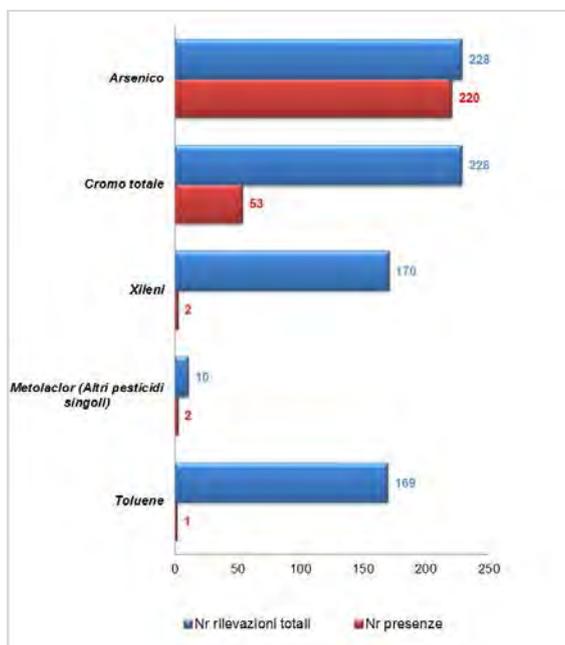


Fig. 6.2-2 - Positività rilevate per le sostanze di sintesi non prioritarie monitorate nei corpi idrici regionali

Come si riconosce dal grafico, i parametri che più diffusamente hanno evidenziato positività nei corpi idrici lacustri monitorati sono l'arsenico (220 positività su 228 rilevazioni totali) e il cromo totale (53 positività su 228 campioni).

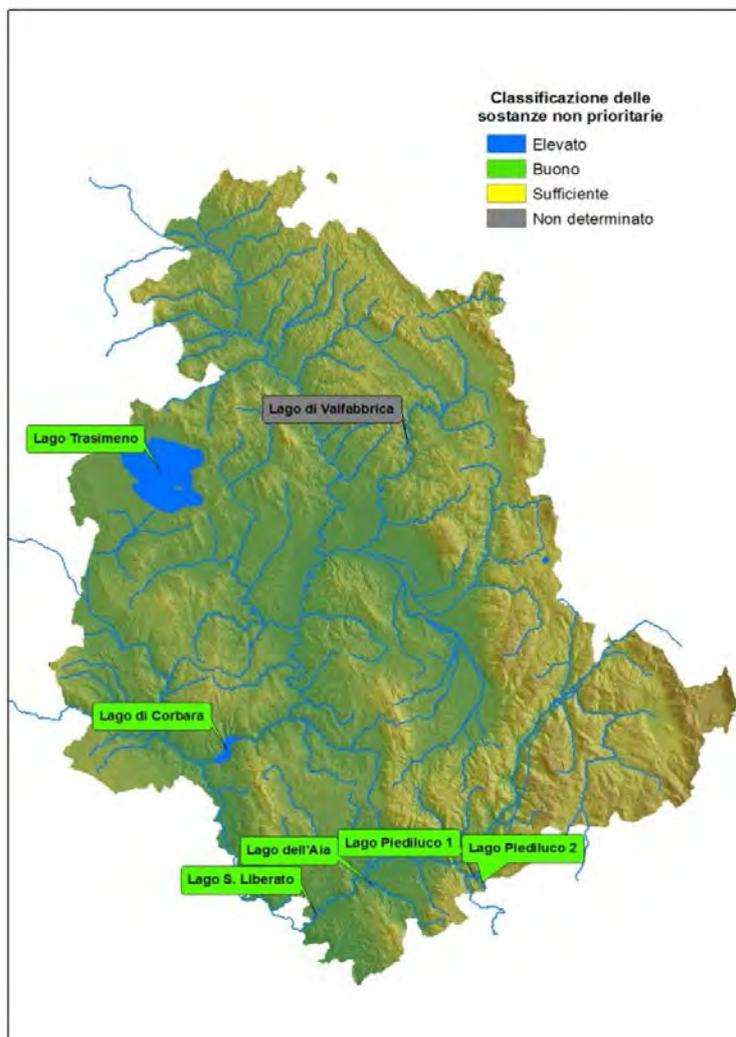


Fig. 6.2-3 – Classificazione degli elementi chimici a sostegno (sostanze non prioritarie)

## 7 STATO ECOLOGICO DEI CORPI IDRICI LACUSTRI

### 7.1 Modalità di classificazione

La qualità ecologica di un corpo idrico lacustre viene definita in base allo stato di tutte le componenti costituenti l'ecosistema acquatico (acqua, biota, ma anche morfologia, funzionalità e quantità), privilegiando gli elementi biotici rappresentativi dei diversi livelli trofici, quali composizione e abbondanza delle macrofite acquatiche, composizione e abbondanza del fitoplancton, composizione, abbondanza e struttura di età della fauna ittica (Fig. 7.1-1).

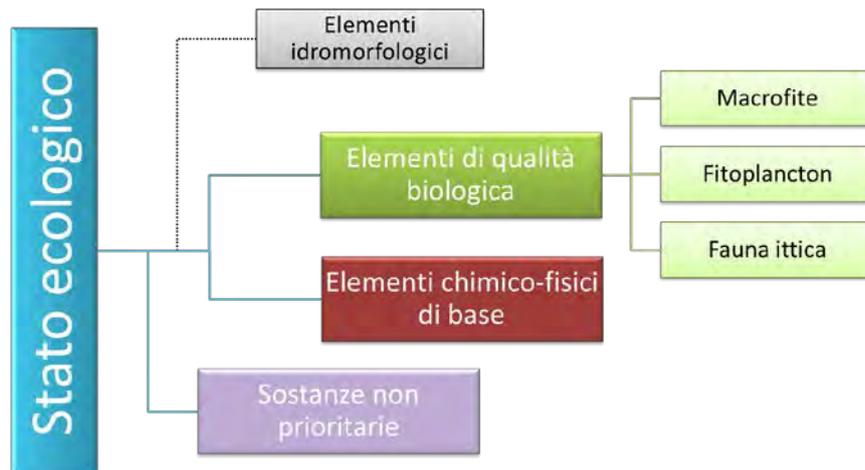


Fig. 7.1-1– Elementi di qualità che concorrono alla definizione dello stato ecologico dei corpi idrici lacustri

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 espresso 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. 7.1-2).

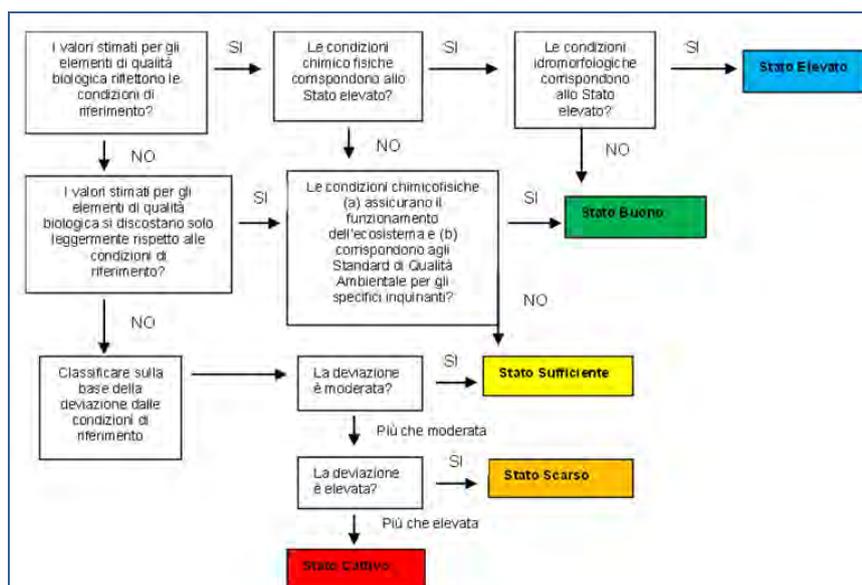


Fig. 7.1-2 - Schema di classificazione dello stato ecologico

La metodologia di classificazione prevede che lo stato ecologico complessivo di un corpo idrico lacustre venga determinato in base alla classe più bassa, risultante dai dati di monitoraggio, relativa a:

- elementi di qualità biologica (macrofite, fitoplancton 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. 7.1-1) 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. 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. 7.1-1- 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 <sup>(1)</sup>	Buono	Sufficiente	Scarso	Cattivo
	<i>Buono</i>	Buono	Buono	Sufficiente	Scarso	Cattivo
	<i>Sufficiente</i>	Sufficiente	Sufficiente	Sufficiente	Scarso	Cattivo

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

- II. Nella *seconda fase* il giudizio emerso dal primo step deve essere integrato con quello derivante dalle sostanze non appartenenti all'elenco di priorità (Tab. 7.1-2).

Tab. 7.1-2 - 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	<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. 7.1-3– Schema cromatico per la rappresentazione dello stato ecologico dei corpi idrici naturali (tabella 4.6.1/a del DM 260/2010)

<i>Classe di stato ecologico</i>	<i>Corpi idrici naturali</i>
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. 7.1-4 - Schema cromatico per la rappresentazione del potenziale ecologico dei corpi idrici artificiali e fortemente modificati (tabella 4.6.2/a del DM 260/2010)

<b>Classe di potenziale ecologico</b>	<b>Corpi idrici artificiali (AWB)</b>	<b>Corpi idrici fortemente modificati (HMWB)</b>
Buono e oltre		
Sufficiente		
Scarso		
Cattivo		

## 7.2 Lo stato ecologico dei corpi idrici lacustri umbri

Lo stato ecologico dei corpi idrici lacustri umbri è stato elaborato 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 di validazione dei metodi.

In assenza di indicazioni nazionali circa la definizione dei potenziali ecologici, i corpi idrici fortemente modificati individuati nel territorio regionale sono stati classificati con la medesima metodologia adottata per i corpi idrici naturali. Va comunque precisato che, almeno per la comunità fitoplanctonica, il decreto fornisce già criteri di valutazione differenziati per la categoria "invasi", a cui appartiene la maggior parte dei corpi idrici HMWB umbri.

Nella tabella seguente (Tab. 7.2-1) 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 lacustri umbri monitorati nel periodo 2009-2012.

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.

Tab. 7.2-1 – Stato ecologico dei corpi idrici lacustri umbri

Nome corpo idrico	Codice corpo idrico	Naturale/ HMWB/ AWB	Tipo	Macrotipo	Stazione	S/O	Giudizio fitoplancton 	Giudizio macrofite 	Giudizio fauna ittica 	Giudizio chimico- fisici di base (LTLeco) 	Giudizio chimici a sostegno 	STATO ECOLOGICO
Invaso dell'Aia	N010012612BL	HMWB	ME-1	I4	AIA1	S						SUFFICIENTE
Invaso di Arezzo	N01001150506BL	HMWB	ME-2	I3	ARE1	O						BUONO
Palude di Colfiorito	N01003AL	Naturale	ME-1	L4	CLF1	O						SUFFICIENTE
Invaso di Corbara	N01001FL	HMWB	ME-4	I1	CRB1	O						SUFFICIENTE
Invaso di S.Liberato	N0100126EL	HMWB	ME-1	I4	LIB1	S						SUFFICIENTE
Lago Piediluco 1	N01004AL	HMWB	ME-2	L3	PIE8	O						SUFFICIENTE
Lago Piediluco 2	N01004BL	HMWB	ME-2	L3	PIE9	O						SUFFICIENTE
Lago Trasimeno	N01002AL	Naturale	ME-1	L4	TRS30	O						SUFFICIENTE
					TRS35	O						
Invaso di Valfabbrica	N0100115CL	HMWB	ME-4	I1	VLF1	S						ND

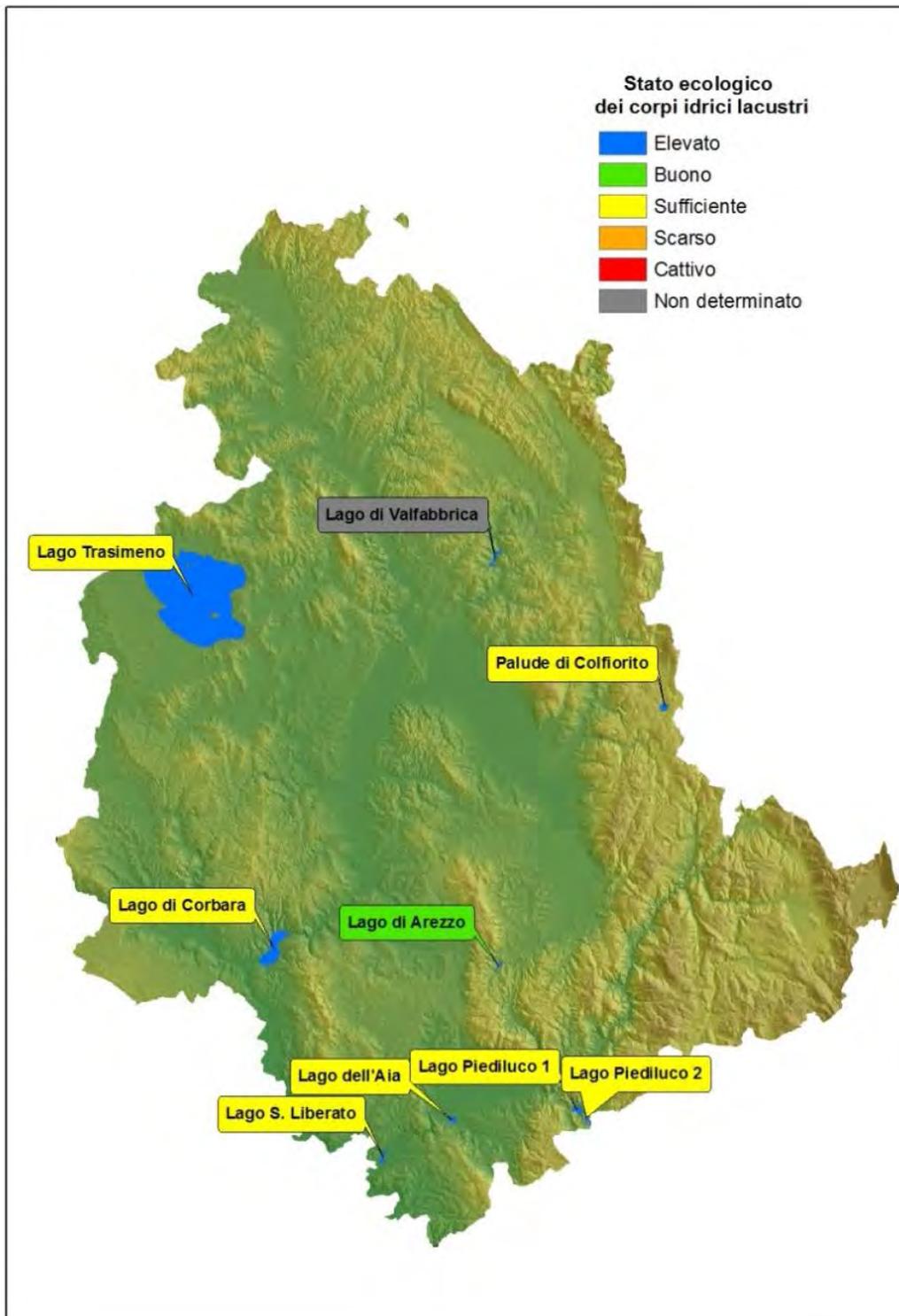


Fig. 7.2-1 – Stato ecologico dei corpi idrici lacustri umbri

I risultati del processo di classificazione evidenziano come l'Invaso di Arezzo risulti classificato in stato ecologico buono, compatibile con l'obiettivo di qualità ambientale fissato dalla Direttiva Quadro, mentre tutti gli altri corpi idrici lacustri monitorati presentano alcune criticità che ne determinano lo stato sufficiente.

Volendo approfondire l'analisi degli elementi di qualità che maggiormente determinano lo stato ecologico, nel grafico di Fig. 7.2-2 viene riportata, per ciascun elemento, la distribuzione dei giudizi attribuiti ai corpi idrici monitorati.

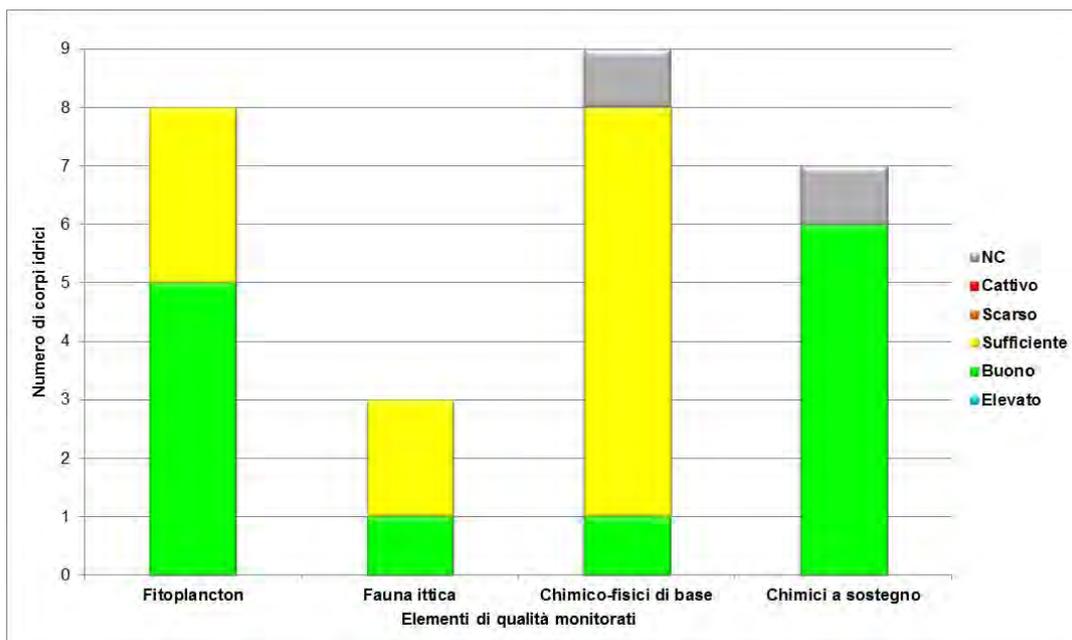


Fig. 7.2-2 - Distribuzione dei giudizi attribuiti agli elementi di qualità

Il grafico evidenzia che:

- il *fitoplancton* ha presentato indizi di alterazione della comunità in 3 degli 8 corpi idrici monitorati (lago Trasimeno, palude di Colfiorito e invaso di Corbara); in tutti gli altri casi, invece, la composizione e struttura della popolazione algale risultano compatibili con l'obiettivo di qualità. Va comunque ricordato che la valutazione di tale bioindicatore, introdotto per la prima volta nella rete regionale di monitoraggio istituzionale, ha evidenziato numerose problematiche (par. 5.1.3) e che le elaborazioni effettuate vanno quindi intese come una prima applicazione del Protocollo nazionale.
- lo stato ecologico determinato sulla base della composizione e struttura della *fauna ittica* evidenzia alcune criticità per i due corpi idrici individuati nel lago di Piediluco (stato sufficiente). Nel caso del lago Trasimeno l'indice LFI classifica il corpo idrico in stato buono, anche se il valore elaborato risulta molto prossimo alla soglia di passaggio con lo stato sufficiente.
- i *parametri chimico-fisici di base* hanno condizionato quasi sempre lo stato ecologico complessivo, determinando la classe sufficiente in 7 dei 9 corpi idrici monitorati. Il giudizio va comunque letto anche considerando le difficoltà emerse in fase di valutazione di tali parametri relativamente all'applicazione dell'indice LTLecco in laghi poco profondi e/o polimitici e alla valutazione della trasparenza per il Lago Trasimeno e la Palude di Colfiorito.
- per quanto riguarda il giudizio determinato dagli *elementi chimici a sostegno* dello stato ecologico (sostanze non prioritarie), infine, si rileva come tutti i corpi idrici monitorati risultino compatibili con l'obiettivo di qualità.

Nel grafico non vengono riportati i giudizi associati alla *comunità macrofitica*, che, sebbene contribuisca a fornire un quadro conoscitivo sugli aspetti vegetazionali dei laghi Trasimeno e Piediluco, non può essere utilizzata ai fini della valutazione dello stato ecologico per l'assenza di indici tarati sui laghi mediterranei.

In Fig. 7.2-3 viene illustrata la classificazione complessiva dello stato ecologico dei corpi idrici fluviali e lacustri del territorio regionale. Le linee tratteggiate rappresentano i corpi idrici fluviali non direttamente monitorati ma valutati in funzione del gruppo di monitoraggio di appartenenza<sup>7</sup>.

Nel grafico in basso a destra viene presentata la distribuzione percentuale delle classi di stato ecologico, da cui si evidenzia come, al termine del primo ciclo di monitoraggio, il 32% dei corpi idrici superficiali ha raggiunto l'obiettivo di qualità ambientale, il 57% presenta giudizio sufficiente e solo il 6% presenta forti criticità tali da compromettere il raggiungimento degli obiettivi (stato scarso o cattivo).

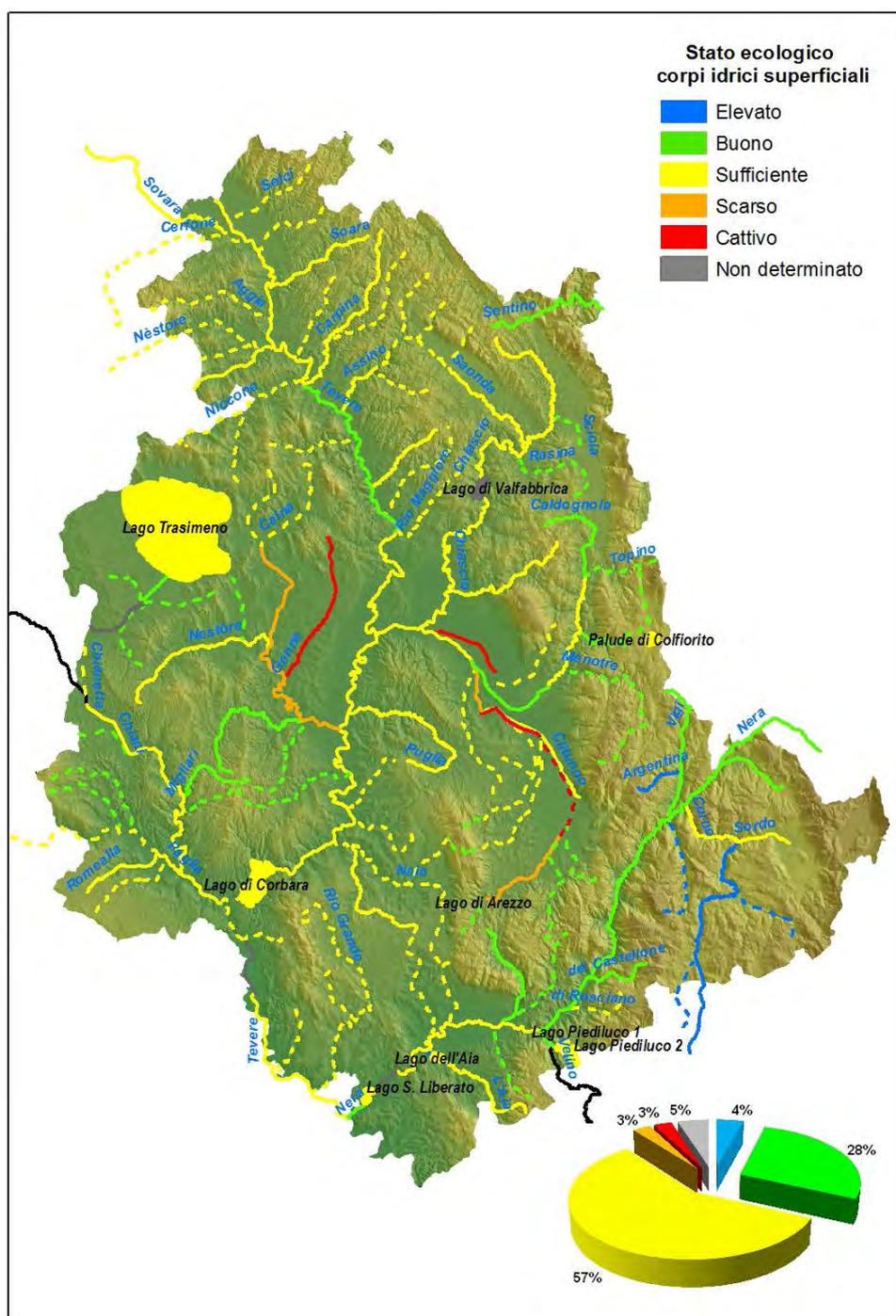


Fig. 7.2-3 – Stato ecologico dei corpi idrici superficiali umbri

<sup>7</sup> Valutazione dello stato ecologico e chimico dei corpi idrici fluviali dell'Umbria - Direttiva 2000/60/CE, ARPA Umbria, 2013

Al fine di fornire un quadro delle possibili relazioni tra la qualità dei corpi idrici lacustri e quella dei corpi idrici fluviali ad essi idraulicamente connessi, nella rappresentazione schematica di Fig. 7.2-4 viene messo a confronto lo stato ecologico di ciascun corpo idrico lacustre con quello dei relativi corpi idrici fluviali immissari ed emissari.

Va precisato che sia il Canale dell'Anguillara, affluente del Lago Trasimeno, sia tutti gli emissari esaminati sono stati individuati come corpi idrici artificiali e/o soggetti a forti alterazioni idromorfologiche (in applicazione al DM n. 156 del 27/11/2013). In accordo con quanto stabilito a livello di Distretto dell'Appennino Centrale, tali corpi idrici sono stati classificati solo sulla base del giudizio derivante dagli elementi fisico-chimici di base e, pertanto, l'assenza di valutazioni sulle comunità biotiche che li caratterizzano rende difficile l'interpretazione delle relazioni ecologiche esistenti tra i diversi ecosistemi.



Fig. 7.2-4 - Rappresentazione schematica dello stato ecologico dei corpi idrici lacustri in relazione a quello dei corpi idrici fluviali ad essi idraulicamente connessi

In generale, dall'analisi dei giudizi elaborati non sempre si evidenzia uno stretto collegamento tra la qualità dei corpi idrici immissari ed emissari e quella dello specchio d'acqua interessato, ma è comunque possibile effettuare alcune considerazioni:

- **Lago Trasimeno:** il lago presenta un giudizio di qualità sufficiente sia per i parametri chimico-fisici di base, sia per il fitoplancton. Il suo principale immissario (*Canale dell'Anguillara*), individuato come corpo idrico artificiale (AWB), risulta classificato in stato buono sulla base del giudizio associato ai parametri macrodescrittori. Il bacino dell'Anguillara rappresenta, però, solo una piccola frazione (20% circa) del bacino complessivo afferente al lago; pertanto, la qualità delle acque lacustri risulta influenzata da una più ampia serie di fattori, non direttamente riconducibili al solo apporto dell'immissario.
- **Lago di Piediluco:** il collegamento idraulico tra il fiume Velino e il lago di Piediluco risulta estremamente complesso. Il corso d'acqua, infatti, collegato al corpo idrico Piediluco 1 mediante un canale artificiale, funge alternativamente da immissario ed emissario, in relazione al regime giornaliero di funzionamento della centrale idroelettrica di Monte Sant'Angelo. Alle oscillazioni del livello del lago determinate dalla gestione idroelettrica, si aggiunge anche il contributo del Canale Medio Nera, non individuato come corpo idrico significativo ai sensi del D.Lgs. 152/06, ma che apporta al lago circa 15 m<sup>3</sup>/s derivati dal bacino del fiume Nera a monte di Triponzo. La complessità del sistema appena descritto rende difficile anche l'analisi delle eventuali relazioni ecologiche esistenti tra i diversi ecosistemi acquatici. I risultati

delle elaborazioni effettuate, infatti, mostrano che i corpi idrici individuati nel lago di Piediluco presentano uno stato ecologico sufficiente (determinato dalla comunità ittica e dagli elementi fisico-chimici di base) mentre il Fiume Velino a valle del lago (*Fiume Velino da L. Piediluco a F. Nera*), individuato come corpo idrico fortemente modificato e classificato in base ai soli parametri chimico-fisici, viene valutato in stato buono. La classificazione del corpo idrico fluviale di monte (*Fiume Velino 4*), non monitorato dalla Regione Umbria, è in fase di acquisizione.

- *Invaso di Corbara*: il medio corso del Fiume Tevere, nel quale è localizzato lo sbarramento da cui ha origine l'invaso di Corbara, non presenta variazioni dello stato ecologico procedendo da monte verso valle. Tutti gli elementi di qualità biologica e chimico-fisica rilevati sia lungo l'asta fluviale che nello specchio d'acqua, mostrano, infatti, giudizi concordi, classificando l'intero tratto in uno stato sufficiente.
- *Invaso di Arezzo*: lo stato ecologico dei corpi idrici monitorati nel tratto del sistema Timia-Teverone-Marroggia fino alla confluenza con il torrente Tessino, sembra presentare un peggioramento da monte a valle. Il corpo idrico immissario dell'invaso (*Fiume Timia-Teverone-Marroggia dalle origini a L. Arezzo*), non direttamente monitorato, viene classificato in stato buono analogamente all'invaso, che presenta una buona struttura e composizione della comunità fitoplanctonica e una buona qualità chimico-fisica delle acque. Il corpo idrico a valle (*Fiume Timia-Teverone-Marroggia da L. Arezzo a T. Tessino*), fortemente modificato, è invece caratterizzato da elevati tenori dei nutrienti, che condizionano la qualità chimico-fisica delle acque, determinando un giudizio scadente. Le criticità riscontrate in questo tratto sono probabilmente condizionate sia dal carattere intermittente del corso d'acqua sia dall'aumento del carico antropico nell'area valliva.
- *Invaso dell'Aia*: l'invaso, generato dallo sbarramento del torrente omonimo, presenta uno stato di qualità sufficiente, omogeneo con quello del corpo idrico immissario. Il giudizio attribuito allo specchio d'acqua risulta determinato dai valori della trasparenza e dalle concentrazioni di fosforo totale, mentre per il corpo idrico immissario (*Torrente L'Aia dalle origini a L. dell'Aia*) l'elemento che condiziona la qualità complessiva è rappresentato dalla comunità macrobentonica, la cui struttura e composizione potrebbe essere influenzata anche dal carattere intermittente del corso d'acqua. Il corpo idrico emissario (*Torrente L'Aia da L. dell'Aia a F. Nera*), individuato come fortemente modificato e classificato quindi solo in base ai parametri chimico-fisici di base, risulta invece in stato elevato. Va precisato l'invaso viene alimentato anche dalle acque del fiume Nera derivate nel tratto di attraversamento della Conca Ternana attraverso il Canale Recentino, non individuato come corpo idrico significativo ai sensi del D.Lgs. 152/06.
- *Invaso di S. Liberato*: la qualità del corpo idrico emissario (*F. Nera da L. San Liberato a F. Tevere*), classificato in stato buono sulla base dei soli elementi fisico-chimici di base, risulta più elevata di quella dello specchio d'acqua (stato sufficiente). Per quest'ultimo, infatti, il mancato raggiungimento dell'obiettivo di qualità è determinato dai valori della trasparenza e dalle concentrazioni di fosforo totale. Il Fiume Nera a monte dell'invaso (*F. Nera da limite HER a L. San Liberato*) risulta invece non monitorato per le difficoltà legate all'individuazione di un sito di campionamento rappresentativo.
- *Invaso di Valfabbrica*: lo stato di qualità del corpo idrico immissario (*Fiume Chiascio da T. Sciola a L. Valfabbrica*) e di quello emissario (*Fiume Chiascio da L. Valfabbrica a F. Topino*) risulta omogeneo (qualità sufficiente). Nel tratto di monte è la comunità macrobentonica a determinare il giudizio, mentre nel corpo idrico di valle, fortemente modificato, le elevate concentrazioni dei nutrienti condizionano la qualità complessiva delle acque. La classificazione dell'invaso sarà effettuata quando saranno disponibili dati raccolti in condizioni di esercizio della diga.
- *Palude di Colfiorito*: la palude, classificata in stato sufficiente, non presenta né immissari né emissari significativi.

## 8 STATO CHIMICO DEI CORPI IDRICI LACUSTRI

Come già anticipato, la Direttiva 2000/60 individua un elenco di sostanze microinquinanti che, per il loro carattere di persistenza e nocività, sono classificate come prioritarie; la presenza o meno di tali sostanze nella matrice acquosa determina il giudizio di stato chimico del corpo idrico.

### 8.1 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).

Analogamente agli elementi chimici e fisico-chimici a sostegno dello stato ecologico, la scelta del punto di campionamento deve tenere conto principalmente della profondità del lago e del suo stato naturale, artificiale o fortemente modificato.

La determinazione delle sostanze prioritarie deve essere effettuata, sia per il monitoraggio operativo sia per il monitoraggio di sorveglianza, con frequenza **mensile** lungo la colonna d'acqua.

### 8.2 Attività svolte



Fig. 8.2-1 - Rete di monitoraggio delle sostanze di sintesi non prioritarie

Come per gli elementi di qualità fisico-chimica, il monitoraggio delle sostanze prioritarie è stato avviato a partire dall'anno 2008 in tutti i corpi idrici individuati sulla base dell'analisi delle pressioni, ad eccezione dell'invaso di Valfabbrica, non ancora in esercizio.

In totale sono state monitorate 6 stazioni e sono stati raccolti circa 270 campioni (Fig. 8.2-1).

La rilevazione dei parametri è stata effettuata con le modalità e le frequenze previste nel programma di monitoraggio e non sono state evidenziate particolari criticità in fase di campionamento e analisi.

In Tab. 8.2-1 viene riportato l'elenco delle 34 sostanze prioritarie selezionate in base all'analisi delle pressioni e monitorate nei corpi idrici lacustri regionali, unitamente ai limiti di rilevabilità delle metodiche utilizzate e agli standard di qualità ambientale fissati dalla norma.

Tab. 8.2-1 - Elenco delle sostanze prioritarie monitorate nei corpi idrici lacustri umbri

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

NOTA: (\*)limite definito in funzione della classe di durezza

### 8.3 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, per alcune sostanze, di 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:

<b>Stato chimico</b>
<b>BUONO</b>
<b>MANCATO CONSEGUIMENTO DELLO STATO BUONO</b>

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, monitorati per più di un anno, è stato fatto riferimento al valore medio annuale peggiore del periodo di campionamento.

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. 8.3-1 - Classificazione dello stato chimico dei corpi idrici lacustri

Nome corpo idrico	Codice corpo idrico	Naturale/HMWB	Stazione	S/O	Set di parametri previsti nel programma	Giudizio 2009	Giudizio 2010	Giudizio 2011	Giudizio 2012	STATO CHIMICO
Invaso di Corbara	N01001FL	HMWB	CRB1	O	A1, A2, A3, A4, C					BUONO
Lago Piediluco 1	N01004AL	HMWB	PIE8	O	A1, A2, A3, A4					BUONO
Lago Piediluco 2	N01004BL	HMWB	PIE9	O	A1, A2, A3, A4					BUONO
Lago Trasimeno	N01002AL	Naturale	TRS30	O	A1					BUONO
Invaso dell'Aia	N010012612BL	HMWB	AIA1	S	A1, A2, A4					BUONO
Invaso S. Liberato	N0100126EL	HMWB	LIB1	S	A1, A2, A3, A4					BUONO
Invaso di Valfabbrica	N0100115CL	HMWB	VLF1	S	A1					ND

Nota: con rigatura i giudizi derivanti da un numero di campioni inferiore a 12

Legenda: A1: Metalli, A2: Fenoli, A3: Composti Organo Alogenati Volatili, Aromatici Volatili, A4: Pesticidi, Idrocarburi Policiclici Aromatici, C: Erbicidi acidi

Dall'analisi dei dati, si evidenzia che **tutti i corpi idrici monitorati hanno presentato valori delle sostanze prioritarie compatibili con il buono stato chimico**. La media delle concentrazioni rilevate per ciascun parametro, infatti, è sempre risultata conforme agli standard di qualità previsti dalla tabella 1/A, lettera A.2.6, punto 2, del DM 260/2010.

Nella Fig. 8.3-1 viene mostrato il quadro delle sostanze che, pur non pregiudicando il giudizio complessivo, hanno presentato più frequentemente concentrazioni superiori al limite di rilevabilità analitica.

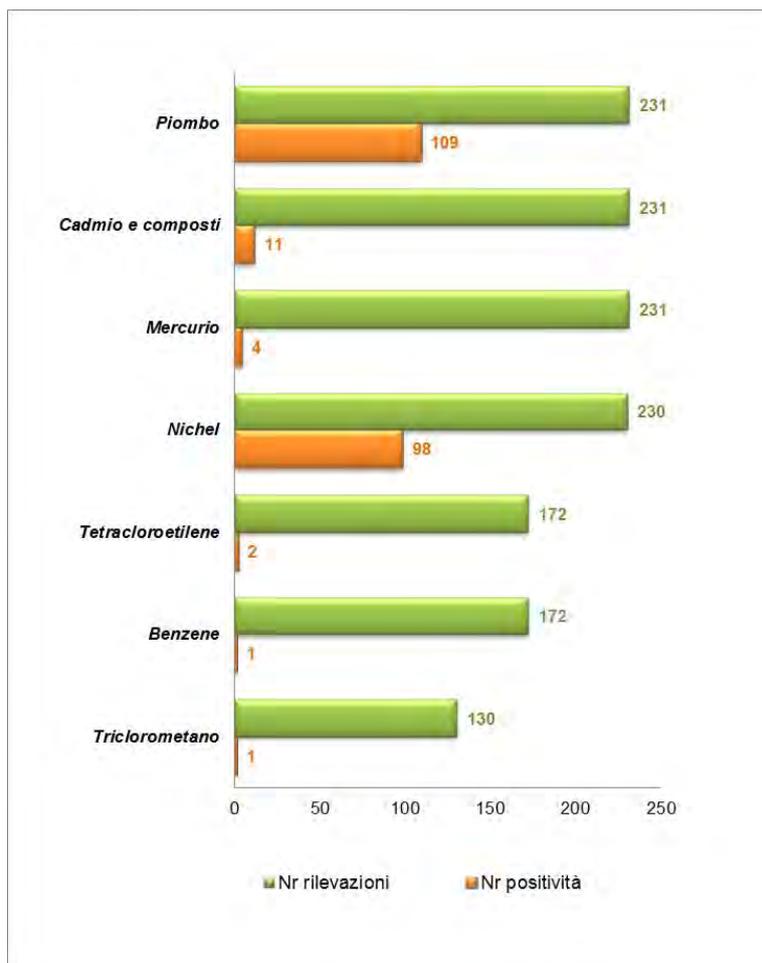


Fig. 8.3-1 – Positività rilevate per le sostanze di sintesi prioritarie monitorate nei corpi idrici lacustri

Come si riconosce dal grafico, i parametri che più diffusamente hanno evidenziato positività nei corpi idrici regionali sono il piombo (109 positività su 231 rilevazioni totali) e il nichel (98 positività su 230 rilevazioni totali), sostanze peraltro già evidenziate nel monitoraggio dei corpi idrici fluviali.

Negli specchi lacustri campionati sono state rilevate anche tracce di cadmio, mercurio e tetracloroetilene, che tuttavia, dato il carattere di saltuarietà di tali presenze, non è possibile ricondurre ad aree territoriali specifiche.

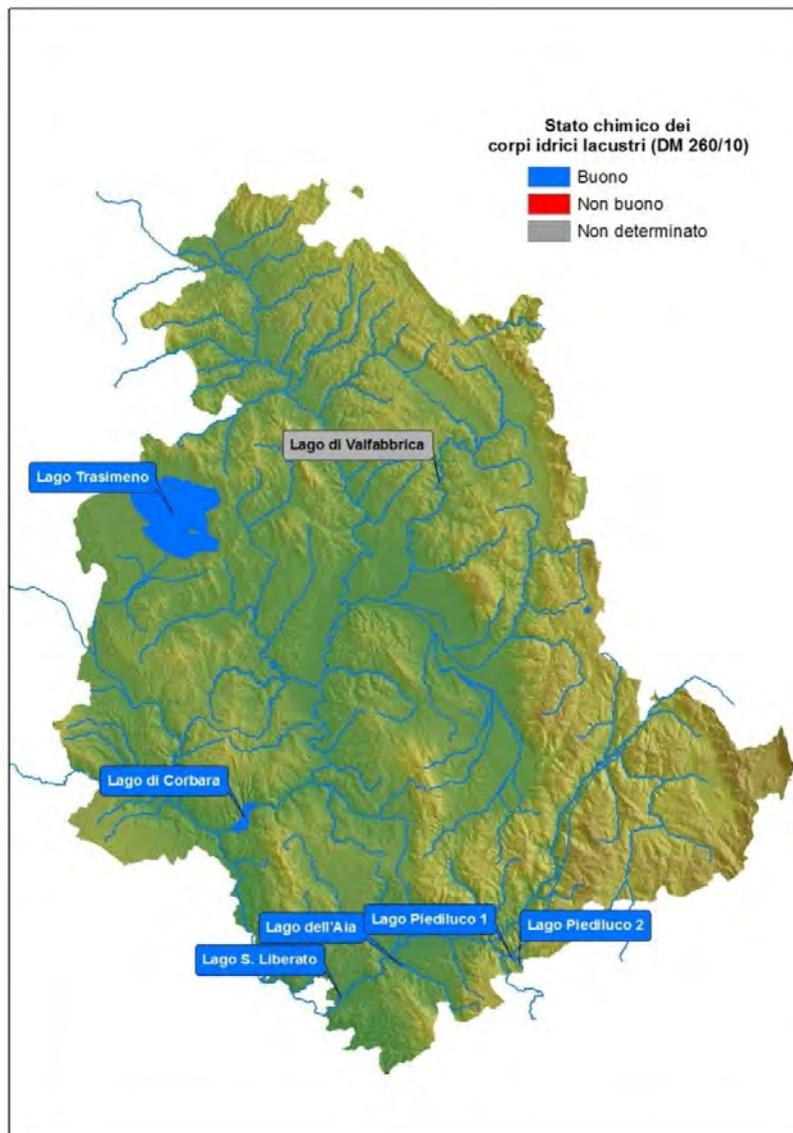


Fig. 8.3-2 – Stato chimico dei corpi idrici lacustri umbri

## 9 ANALISI DEI RISULTATI PER CORPO IDRICO

I corpi idrici lacustri individuati nel territorio regionale rappresentano ecosistemi con caratteristiche ecologiche e ambientali molto differenti fra loro, tali da rendere non esaustiva una trattazione unitaria dei risultati del monitoraggio a scala regionale. Per questo motivo, si è ritenuto opportuno affiancare alla valutazione generale presentata nei paragrafi precedenti un'analisi di dettaglio della qualità ambientale dei singoli corpi idrici.

Nel paragrafo viene quindi proposto, per ciascuno specchio d'acqua, un approfondimento relativo alle caratteristiche generali del lago, alle attività di monitoraggio svolte e ai risultati delle classificazioni effettuate.

La trattazione viene articolata sotto forma di schede monografiche distinte per corpo idrico e strutturate per aree tematiche in funzione degli elementi di qualità monitorati. Lo schema generale di ogni scheda è il seguente:

- Informazioni generali, quali dati geometrici del corpo idrico, tipo lacustre, livello di pressione antropica, classe di rischio, ecc.;
- Inquadramento territoriale dello specchio d'acqua e del bacino afferente;
- Classificazione dello stato ecologico corredata da un'analisi di dettaglio delle attività svolte e delle elaborazioni effettuate per ogni elemento di qualità monitorato (fitoplancton, macrofite, fauna ittica, macrodescrittori, sostanze non prioritarie);
- Classificazione dello stato chimico;
- Risultati di eventuali studi specifici di approfondimento.

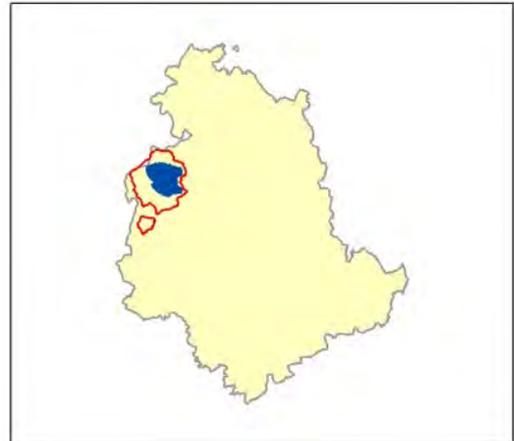
Ogni scheda è concepita per poter essere letta singolarmente e indipendentemente dalla parte generale del rapporto; per questo motivo vengono anche richiamati alcuni degli elementi della metodologia di classificazione già presentati in precedenza, rinviando alla parte generale per tutti gli approfondimenti relativi alle modalità di campionamento e valutazione.

Per quanto riguarda i due corpi idrici individuati nel lago di Piediluco, l'analisi della comunità macrofita e quella della fauna ittica vengono presentate in maniera identica nelle due schede. Tale scelta deriva dal fatto che, nel caso delle macrofite, lo sviluppo areale della vegetazione acquatica rende difficile una trattazione separata della comunità rilevata nei due corpi idrici; pertanto, l'analisi delle specie identificate e delle relative frequenze viene presentata in maniera unitaria, al fine di fornire un quadro complessivo della variabilità dell'indicatore esaminato nell'intero lago. Nel caso della fauna ittica, invece, è la stessa metodologia di classificazione che stabilisce di considerare ogni lago come un unico corpo idrico.

L'unico specchio d'acqua per il quale non viene presentata una scheda monografica è l'invaso di Valfabbrica, dal momento che il corpo idrico, non ancora in esercizio, viene campionato solo in condizioni idrologiche favorevoli e limitatamente agli elementi chimici e fisico-chimici; in assenza di un set completo di dati di monitoraggio, quindi, non è possibile esprimere alcun giudizio di qualità

## LAGO TRASIMENO

**CORPO IDRICO:** Lago Trasimeno  
**CODICE CORPO IDRICO:** N01002AL  
**CATEGORIA (Naturale/HMWB):** Naturale  
**TIPO:** ME-1  
**MACROTIPO:** L4  
**LIVELLO DI RISCHIO (R/NR/PR):** R  
**LIVELLO DI PRESSIONE (1-9):** 2  
**MONITORAGGIO:** Operativo  
**SUPERFICIE (km<sup>2</sup>):** 124  
**PROFONDITA' MASSIMA (m):** 6  
**PROFONDITA' MEDIA (m):** 4,6  
**VOLUME DI INVASO (Mm<sup>3</sup>):** 586  
**AREA TOTALE DEL BACINO (km<sup>2</sup>):** 384  
**UNITA' TERRITORIALE:** Trasimeno  
**RILEVANZA NATURALISTICA:** Parco regionale, Sito di  
 Importanza Comunitaria e Zona di Protezione Speciale



### LAGO TRASIMENO > Inquadramento territoriale



Fig. 9.1-1 – Inquadramento territoriale

Il lago Trasimeno, con i suoi 124 km<sup>2</sup> di superficie e i suoi 53 km di sviluppo spondale (corrispondenti alla quota di invaso di 258 m s.l.m.) rappresenta il quarto lago italiano ed il primo dell'area peninsulare. Al suo interno sono presenti tre isole (Polvese, Maggiore e Minore), che ricoprono una superficie totale di circa 1 km<sup>2</sup>.

Il lago è caratterizzato da acque poco profonde con massimi di pochi metri e sponde con pendenze minime. Il volume delle sue acque, in condizioni idrologiche normali, è circa 590 Mm<sup>3</sup>.

Il bacino naturale presenta una superficie di circa 306 km<sup>2</sup> quasi interamente ricadente in territorio umbro.

La morfologia è prevalentemente collinare, con aree pianeggianti di modesta estensione localizzate in prossimità dello specchio lacustre nella porzione occidentale del bacino.

Dal punto di vista litologico nella parte occidentale del bacino prevalgono terreni torbiditici caratterizzati da arenarie prevalenti con presenza di livelli marnosi scistosi. Nella porzione orientale invece affiorano terreni fluvio-lacustri.

L'idrologia del lago, chiuso e senza immissari naturali significativi, è sempre stata fortemente dipendente dall'andamento pluviometrico. Nella sua storia infatti il lago è stato soggetto a ripetuti fenomeni di impaludamento in periodi di crisi idrica e ad esondazioni in periodi particolarmente piovosi. Tali fenomeni hanno richiesto l'intervento dell'uomo per la regimazione delle sue acque, con l'ampliamento artificiale del bacino da una parte e la realizzazione di un emissario dall'altra.

Il bacino del lago Trasimeno, infatti, è stato ampliato artificialmente di circa 78 km<sup>2</sup> mediante il collegamento al reticolo idrografico dei torrenti Rigo Maggiore, Tresa, Moiano e Maranzano. Una paratoia sul T. Tresa rappresenta lo spartiacque in grado di far defluire le acque del sistema Tresa-Rigo Maggiore-Maranzano-Moiano alternativamente nella Valdichiana (Lago di Chiusi) o nel bacino del Lago Trasimeno, tramite il

## LAGO TRASIMENO > Inquadramento territoriale

Canale Anguillara, suo immissario.

Dall'altra parte il Trasimeno è collegato al reticolo idrografico del fiume Nestore tramite lo scolmatore artificiale, noto come emissario, realizzato nel 1898 con funzione di regimazione delle piene. Negli ultimi decenni, tuttavia, tale collegamento non è più entrato in funzione dal momento che non è stato più raggiunto il livello di sfioro. La scarsità di precipitazioni ha infatti determinato una progressiva riduzione del livello idrometrico del lago che nel settembre 2012 ha raggiunto il valore minimo di -150 cm.

I trend pluviometrici negativi degli anni recenti (Fig. 9.1-2), hanno sicuramente condizionato l'ecosistema lacustre, concentrando sul lago gli impatti derivanti dal carico civile e dalle attività antropiche tipiche dell'area, quali agricoltura, zootecnia, turismo.

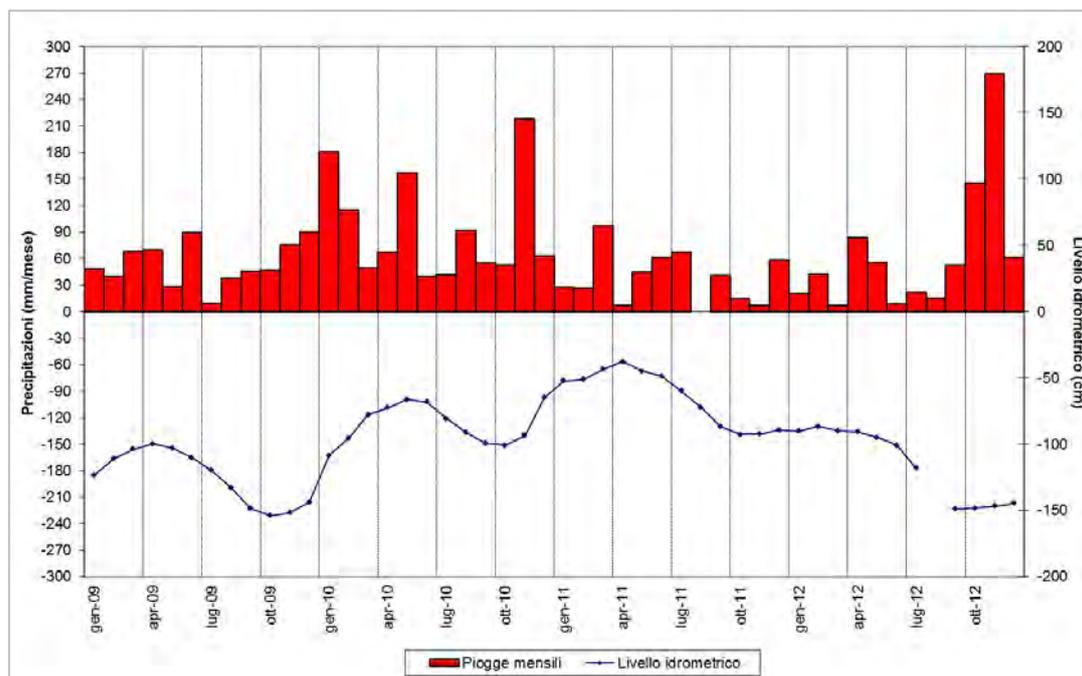
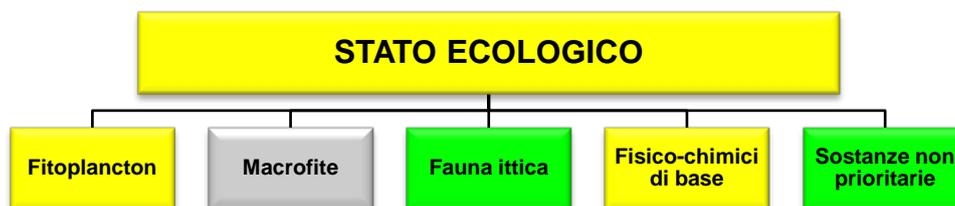


Fig. 9.1-2 – Andamento dei livelli idrometrici medi mensili e delle precipitazioni nel Lago Trasimeno nel periodo 2009-2012 (Fonte: Dati Provincia di Perugia e Centro Funzionale Regione Umbria)

A partire dall'anno 2013, caratterizzato da apporti meteorici significativi, si è assistito ad un progressivo e consistente recupero del livello idrometrico (fino al superamento della quota di zero) che potrebbe influire positivamente sulle future valutazioni della qualità lacustre.



La valutazione dello stato ecologico del lago Trasimeno è stata effettuata sulla base dei dati raccolti nel periodo 2009-2012 per i seguenti elementi di qualità: fitoplancton, fauna ittica, elementi fisico-chimici di base e sostanze non prioritarie.

Per quanto riguarda le macrofite, benché monitorate, non è stato possibile procedere alla loro classificazione non essendo ancora disponibile un indice per la valutazione dei laghi mediterranei.

Il corpo idrico viene complessivamente classificato in **STATO ECOLOGICO SUFFICIENTE**, determinato dal fitoplancton e dagli elementi fisico-chimici di base.

Nelle schede seguenti viene riportata, per ciascun elemento di qualità, una breve analisi dei risultati del monitoraggio svolto e alcune considerazioni sui giudizi di qualità elaborati.

## LAGO TRASIMENO > Stato ecologico > Fitoplancton



Fig. 9.1-3 – Punti di campionamento del fitoplancton

Il monitoraggio del fitoplancton è stato effettuato presso due stazioni (Fig. 9.1-3) localizzate rispettivamente a centro lago, nel punto di massima profondità (TRS30) e nella porzione sudorientale in prossimità dell'Oasi la Valle (TRS35).

Il campionamento, svolto con frequenza bimestrale, ha consentito di analizzare la struttura e la composizione delle principali comunità algali che caratterizzano lo specchio lacustre e di valutare la qualità associata al fitoplancton attraverso la determinazione dell'Indice Complessivo per il Fitoplancton (ICF).

Nel corso del primo ciclo di monitoraggio sono state identificate, nella stazione TRS30, 703 specie riconducibili a 79 generi e 6 gruppi tassonomici, mentre nella stazione TRS35 sono state identificate 769 specie riconducibili a 87 generi e 6 classi (Tab. 9.1-1). In entrambi i siti, le cloroficee sono caratterizzate dalla maggiore varietà di generi e specie. Le classi meno rappresentate sia in termini di varietà che di abbondanza sono quelle dei flagellati e delle crisoficee.

Tab. 9.1-1 - Composizione della comunità fitoplanctonica rilevata presso le stazioni TRS30 e TRS35

Gruppo	TRS30			TRS35		
	Generi (n)	Specie (n)	Cellule (n/l)	Generi (n)	Specie (n)	Cellule (n/l)
Cianoficee	18	148	2.857.220.699	20	155	2.154.586.634
Cloroficee	32	396	80.018.992	35	430	82.684.000
Diatomee	17	99	49.048.060	19	108	22.983.420
Criptoficee	3	36	3.982.060	2	41	6.318.330
Flagellati	7	22	740.190	9	31	2.671.073
Crisoficee	2	2	108.980	2	4	133.790
<b>TOTALE</b>	<b>79</b>	<b>703</b>	<b>2.991.118.981</b>	<b>87</b>	<b>769</b>	<b>2.269.377.247</b>

Per ogni specie rilevata, sono state determinate le dimensioni cellulari necessarie al calcolo del biovolume algale, che rappresenta l'elemento principale per la valutazione dell'indice complessivo e il cui valore medio annuo, calcolato nei due siti, viene riportato in Tab. 9.1-2.

Tab. 9.1-2 – Biovolume medio annuo calcolato presso le stazioni TRS30 e TRS35

	TRS30			TRS35		
	2009	2010	2011	2009	2010	2011
Biovolume Medio Annuo (mm <sup>3</sup> /l)	5,19	1,98	3,68	3,91	2,21	2,35

Nel corso del 2009 sono stati registrati, in entrambe le stazioni, i valori di biovolume medio annuo più significativi, determinati dall'elevata produttività algale del mese di luglio. L'anno 2010, invece, sembra essere caratterizzato da una comunità algale meno abbondante in termini di biomassa.

Al fine di evidenziare come i principali gruppi algali incidono sul biovolume rilevato, nel grafico di Fig. 9.1-4 viene riportato, per la stazione TRS30 e per ogni mese di campionamento, il biovolume complessivo e la relativa composizione in classi. La stessa analisi viene presentata in Fig. 9.1-5 per la stazione TRS35.

## LAGO TRASIMENO > Stato ecologico > Fitoplancton

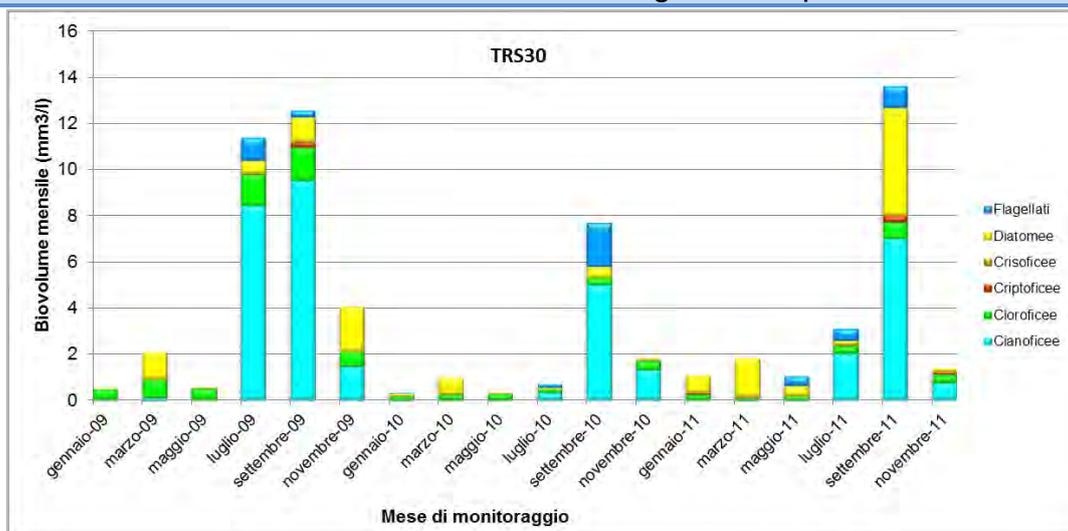


Fig. 9.1-4 – Biovolume mensile e composizione in classi algali della stazione TRS30

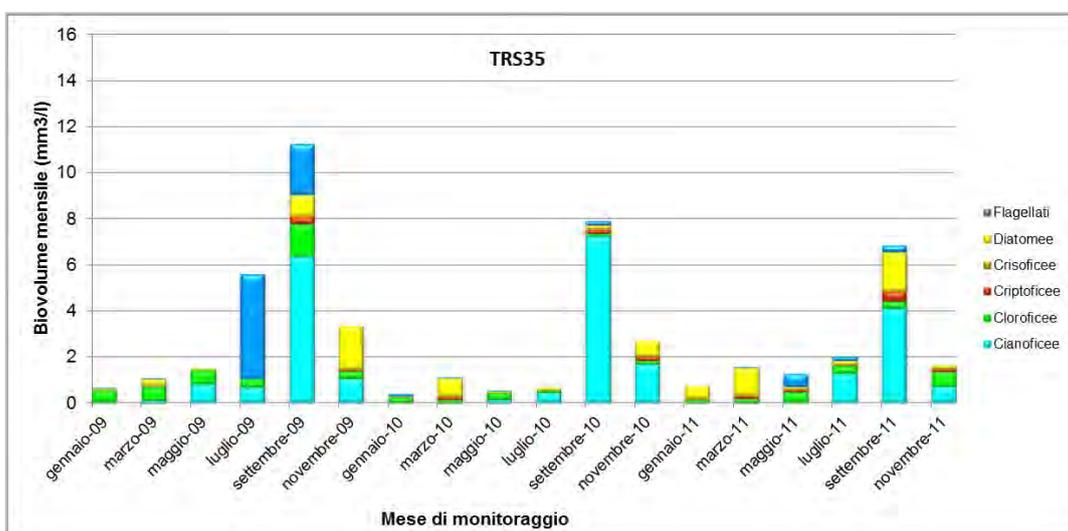


Fig. 9.1-5 – Biovolume mensile e composizione in classi algali della stazione TRS35

L'andamento dei biovolumi mensili calcolati in entrambe le stazioni mostra come i valori più consistenti vengano sempre rilevati nella stagione estiva, in particolare nel periodo luglio-settembre. Tale valore è legato principalmente allo sviluppo significativo delle cianoficee, che in questi mesi rappresentano la maggior parte del biovolume rilevato. La presenza di cianoficee in tale periodo costituisce un elemento di rischio ai fini degli usi balneari delle acque del lago, tanto da richiedere l'attivazione annuale di uno specifico programma di sorveglianza algale per il controllo dei fenomeni di proliferazione di specie potenzialmente tossiche<sup>5</sup>. Per il sito TRS35, va segnalato come una parte importante del biovolume rilevato nell'estate 2009 sia determinata dai flagellati, e in particolare dal genere *Peridinium*, presente in grande quantità e caratterizzato da elevati biovolumi cellulari.

Contestualmente al campionamento della comunità fitoplanctonica, viene effettuata, nella zona eufotica, la determinazione della clorofilla "a", parametro fondamentale per la caratterizzazione della qualità lacustre e la valutazione dell'Indice Complessivo per il Fitoplancton. L'andamento mensile della clorofilla "a" viene presentato nei grafici seguenti (Fig. 9.1-6); per fasce di colore sono rappresentati anche i livelli corrispondenti ai giudizi elevato (blu), buono (verde), sufficiente (giallo), scarso (arancione) e cattivo (rosso), definiti dal DM 260/2010 per i valori di clorofilla media annua in laghi appartenenti al macrotipo L4.

<sup>5</sup> Qualità delle acque di balneazione dei laghi umbri - stagione balneare 2013, ARPA Umbria, 2014

## LAGO TRASIMENO > Stato ecologico > Fitoplancton

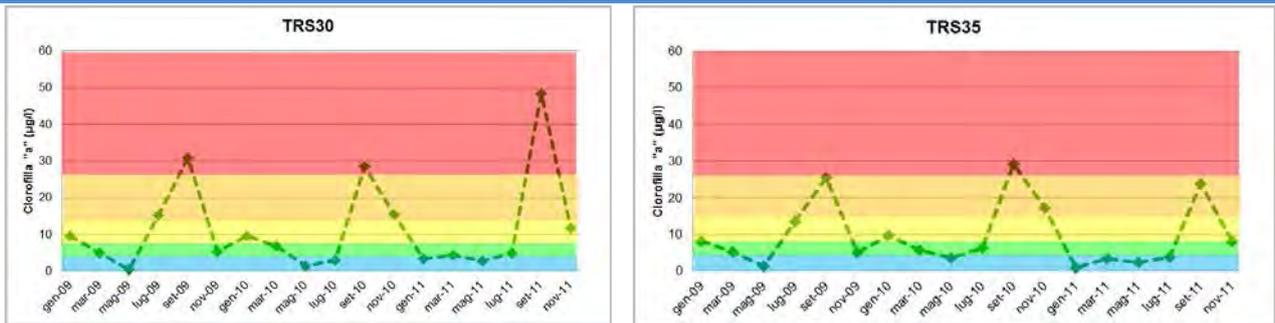


Fig. 9.1-6 – Andamento della clorofilla “a” nel periodo 2009-2011 nel lago Trasimeno

L’andamento delle concentrazioni di clorofilla rilevate nel triennio di monitoraggio conferma come il massimo sviluppo algale si registri, in entrambe le stazioni, nei mesi di luglio-settembre, con valori che raggiungono anche i 48 µg/l nel sito TRS30 (settembre 2011).

Come già anticipato al paragrafo 5.1.3, l’Indice Complessivo per il Fitoplancton viene calcolato come media dei valori di due sub-indici, l’Indice medio di Biomassa e l’Indice di Composizione, determinati a loro volta sulla base di più indici componenti, definiti in funzione del macrotipo lacustre. Lo schema di calcolo dell’indice ICF per il lago Trasimeno (macrotipo L4) è riportato in Fig. 9.1-7.

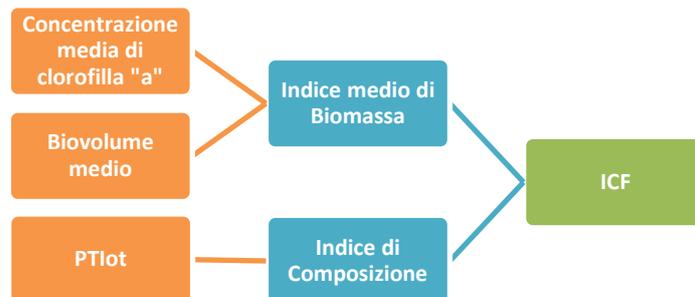


Fig. 9.1-7 - Schema di calcolo dell’indice ICF per il macrotipo L4

Nello schema di Fig. 9.1-8 vengono illustrati i risultati dell’indice ICF e dei relativi subindici calcolati per la stazione TRS30, localizzata nel punto di massima profondità e, quindi, rappresentativa dell’intero specchio lacustre ai fini della determinazione della qualità ambientale.

LAGO TRASIMENO > Stato ecologico > Fitoplancton

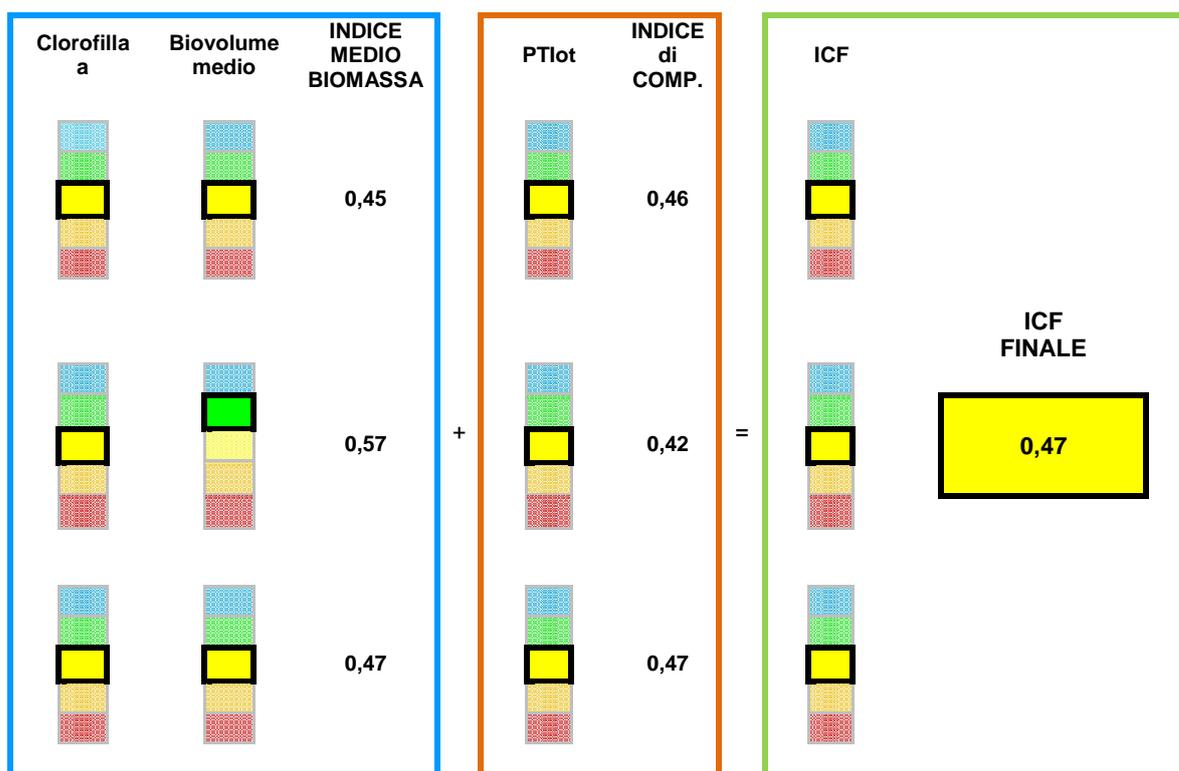


Fig. 9.1-8 – Indice Complessivo per il Fitoplancton – Lago Trasimeno (TRS30)

La comunità fitoplanctonica rilevata nel triennio di monitoraggio 2009-2011 nel sito TRS30 (centro lago) classifica complessivamente il lago Trasimeno in uno stato di qualità **sufficiente** e non presenta variazioni di classe nel corso dei tre anni.

L'analisi dei subindici mostra una sostanziale concordanza tra i giudizi derivanti dai vari parametri oggetto di valutazione; lo stato di qualità determinato dalla clorofilla "a", dal biovolume medio annuo e dall'indice di composizione (PTlot) ricade, infatti, quasi sempre in una classe sufficiente. L'indice medio di biomassa e l'indice di composizione, pertanto, pesano in maniera equivalente sul valore finale dell'indice ICF.

La percentuale di specie indicatrici utilizzate nel calcolo del PTlot è risultata sempre superiore alla soglia del 70% prevista dal metodo.

## LAGO TRASIMENO > Stato ecologico > Fitoplancton

Per completezza, nello schema di Fig. 9.1-9 vengono illustrati i risultati dell'indice ICF e dei relativi subindici calcolati per la stazione TRS35, che, benché non rappresentativa ai fini della classificazione del corpo idrico, presenta un giudizio di qualità sufficiente, come la stazione di centro lago.

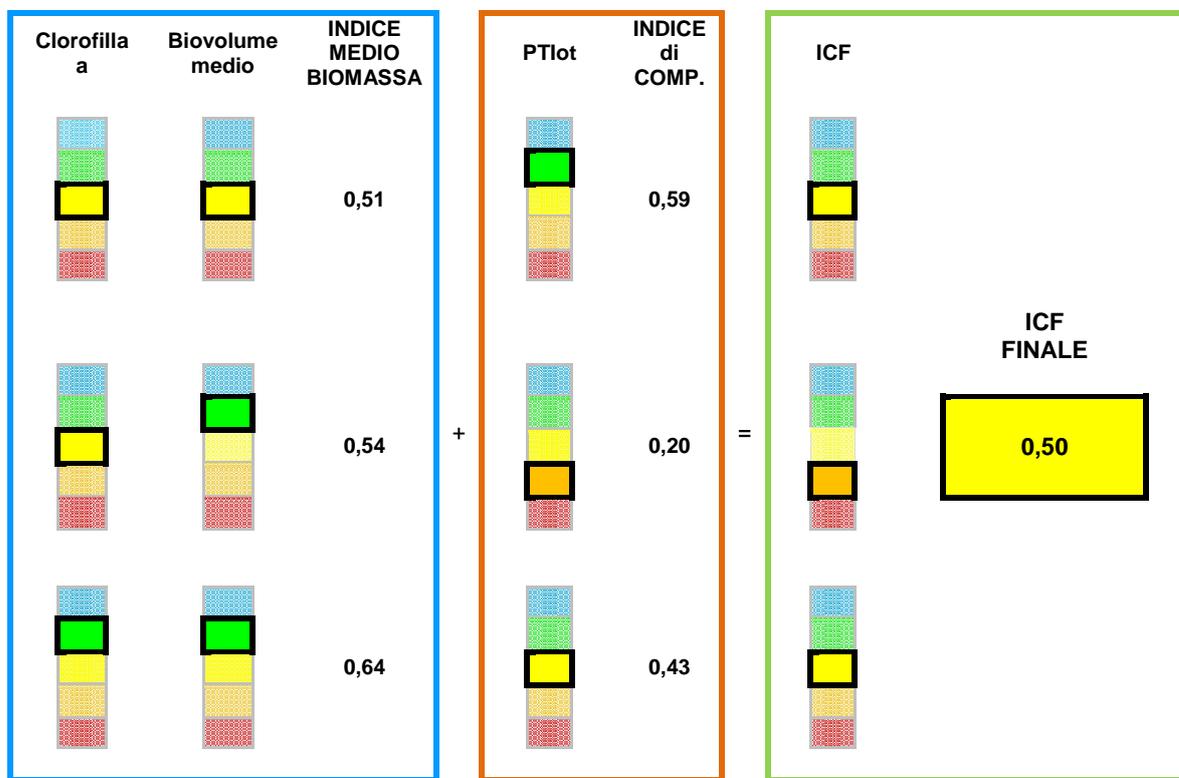


Fig. 9.1-9 – Indice Complessivo per il Fitoplancton – Lago Trasimeno (TRS35)

Lo stato di qualità associato alla comunità fitoplanctonica mostra, nel triennio, una maggiore variabilità sia dell'indice complessivo che dei subindici rispetto alla stazione di centro lago. In particolare, nell'anno 2010, il giudizio scarso risultante dall'indice di composizione (PTlot) condiziona lo stato complessivo anche a fronte di un buon risultato dell'indice di biomassa.

## LAGO TRASIMENO > Stato ecologico > Macrofite

Come già anticipato nella parte generale, il lago Trasimeno si distingue profondamente da altri specchi lacustri appartenenti alla stessa area geografica, soprattutto per essere un lago laminare chiuso, strettamente dipendente dalle precipitazioni atmosferiche, con una profondità massima inferiore ai 6 metri che rende l'intero fondale potenzialmente colonizzabile dalla vegetazione idrofita.

Nelle fasi di sopralluogo, pertanto, si è ritenuto opportuno partire con il monitoraggio di pochi siti ben distinti, con la prospettiva di una loro eventuale suddivisione per il futuro.

In base alle caratteristiche geolitologiche (Carta Geologica d'Italia, Foglio 122, Perugia) e vegetazionali (Cecchetti & Lazzerini, 2007) sono stati definiti ai fini del monitoraggio 3 siti (Fig. 9.1-10):

- S1 – area ovest fra la scesa delle Colonne e Borghetto (in rosso)
- S2 – area nord-est fra Borghetto e S. Feliciano (in celeste)
- S3 – area sud fra Isola Polvese, S. Feliciano e la scesa delle Colonne (in verde)

Sono stati quindi delineati 6 transetti per ogni sito, che convergono prevalentemente verso il centro, senza rispettare in maniera rigorosa la perpendicolarità rispetto alla costa proposta dalla metodologia applicata, in modo da poter garantire una migliore ispezione della superficie da indagare.

I transetti del sito 3 si dirigono quasi tutti verso l'isola Polvese, che chiude lo specchio lacustre verso le acque più aperte, contribuendo a creare le specifiche condizioni ambientali e vegetazionali di tale sito.

Complessivamente sono stati effettuati 392 rilievi su 98 punti distribuiti da riva fino alla profondità di 4,70 m.

Le 15 specie identificate e la loro frequenza, registrata sui punti campionati fino ad una profondità di 4,5 m, sono riportate nel grafico di Fig. 9.1-11.

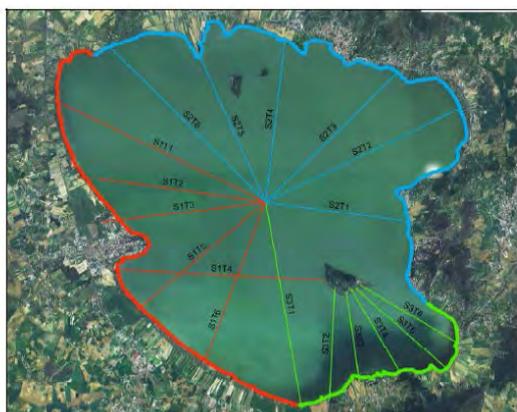


Fig. 9.1-10 - Siti e transetti per la rilevazione delle macrofite

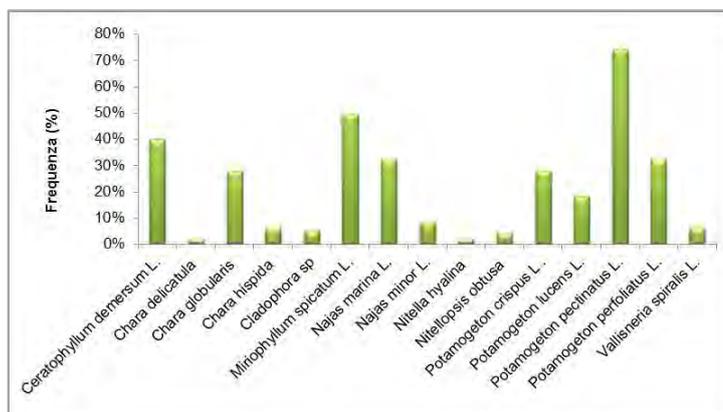


Fig. 9.1-11 - Specie macrofite identificate e relativa frequenza

Le specie macrofite rilevate nei tre siti sono tipiche di ambienti ad elevata alcalinità e la maggior parte, tra cui sicuramente quelle appartenenti alle angiosperme, risultano tolleranti a gradi di trofia da medi ad elevati (*Potamogeton pectinatus*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton crispus*, etc.).

In generale, va evidenziata la quasi totale assenza di idrofite natanti e radicanti con foglie natanti. Le specie natanti, rappresentate solo da Lemnaceae, sono state osservate nel 2010 nelle acque stagnanti dei fossi immissari e solo sporadicamente sullo specchio lacustre. Le radicanti a foglie natanti, invece, sono rappresentate da una piccola superficie (pochi metri quadrati) di *Nymphaea alba* nella darsena di S. Arcangelo (S3) e da un tappeto di poche centinaia di metri quadrati di *Potamogeton natans*, localizzato nei pressi del pontile di attracco di Castiglione del Lago (S1). A causa delle esigue aree di crescita, tali taxa, benché osservati in fase di sopralluogo, non sono ricaduti all'interno dei transetti di campionamento. Fra le specie identificate non sono state riscontrate specie esotiche, la cui presenza anche in passato è risultata trascurabile (Granetti, 1965).

## LAGO TRASIMENO > Stato ecologico > Macrofite

Ponendo a confronto i *taxa* campionati durante il monitoraggio 2010 con quelli rilevati in passato da diversi autori, si evince una riduzione, negli anni, del numero complessivo di specie macrofittiche, che ha interessato soprattutto le idrofite natanti e radicanti con foglie natanti e, in misura minore, le sommerse. Dal 2007 non sono state più riscontrate (Cecchetti & Lazzerini, 2007, Lazzerini & Mariani, 2009) specie che invece erano risultate presenti negli anni '60 (Granetti 1965), quali *Hydrocharis morsus-ranae*, *Lemna gibba*, *Lemna trisulca*, *Polygonum amphibium*, *Potamogeton natans*, *Utricularia vulgaris*, *Myriophyllum verticillatum* *Ranunculus trichophyllum*.

La perdita di biodiversità sembra imputabile soprattutto alla riduzione degli habitat idonei all'insediamento e allo sviluppo delle specie natanti e radicanti con foglie natanti. Tale fenomeno è riconducibile a diversi fattori, fra cui: artificializzazione delle sponde e bonifica idraulica delle aree palustri cingenti il lago, regressione e interrimento del canneto (*Phragmites australis*), favorito dall'abbassamento del livello idraulico e dall'abbandono gestionale, con relativa scomparsa di aree ad acque calme protette dal moto ondoso. L'eutrofizzazione delle acque sembra aver svolto un ruolo secondario nella riduzione dei *taxa*, in quanto quelli scomparsi o poco diffusi presentano caratteristiche trofiche del tutto simili ai *taxa* tuttora presenti ed abbondanti.

I dati relativi alla distribuzione delle specie macrofittiche e alla loro abbondanza, calcolata nei tre siti indagati, in base alla frequenza (secondo Oggioni 2009 *et al.*), sono rappresentati nei grafici riportati di seguito.

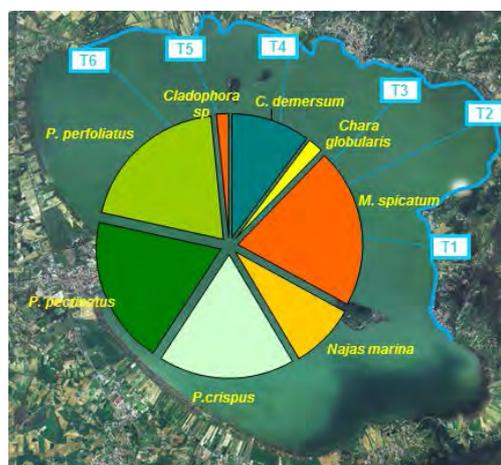
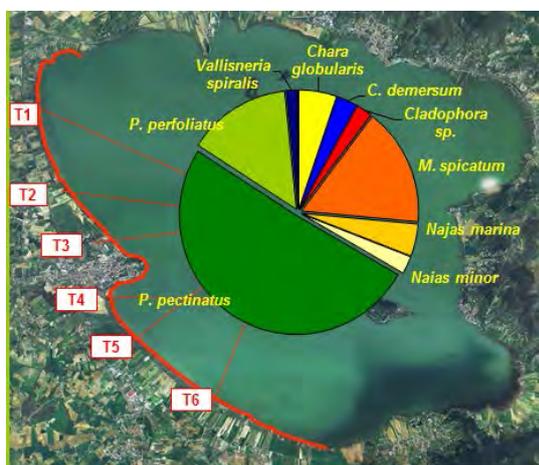


Fig. 9.1-12 - Distribuzione delle specie rilevate – S1

Fig. 9.1-13 - Distribuzione delle specie rilevate – S2

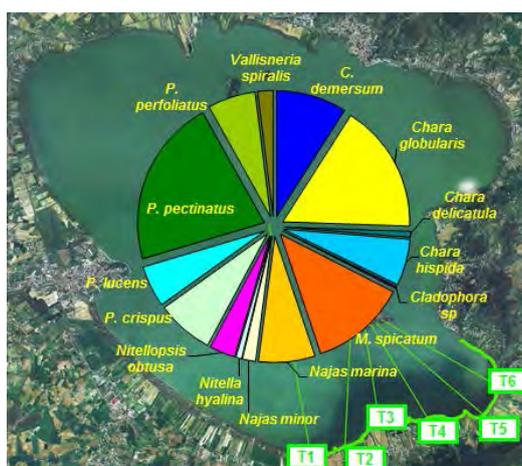


Fig. 9.1-14 - Distribuzione delle specie rilevate – S3

## LAGO TRASIMENO > Stato ecologico > Macrofite

Il sito S3, che interessa l'area sud-orientale del lago e comprende l'oasi naturalistica La valle, si differenzia dagli altri due per una maggiore biodiversità (15 *taxa* identificati) e per una copertura più elevata; tale area, infatti, è caratterizzata da una massiccia crescita di vegetazione idrofittica, che ricopre il fondo lacustre.

In questo sito sono stati rilevati estesi e densi popolamenti paucispecifici di Characeae. Sebbene la presenza di questo gruppo algale non sia stata oggetto di particolari studi ed approfondimenti in passato, le Characeae svolgono un importante ruolo ecologico, in quanto sono in grado di sequestrare le sostanze nutritive prevalentemente dalla colonna d'acqua ed avendo un tasso di decomposizione più basso delle fanerogame, garantiscono un rilascio più graduale dei nutrienti (Kufel & Kufel, 2002). Utilizzando, inoltre, il bicarbonato nella fotosintesi favoriscono, nei periodi di intensa attività fotosintetica, la precipitazione di calcite, con conseguente immobilizzazione del fosforo e chiarificazione dell'acqua.

Allo stato attuale gli indici proposti dal DM 260/2010 per la classificazione della comunità macrofittica (MTIspecies e MacroIMMI) non trovano applicazione ai laghi dell'ecoregione mediterranea, di cui il lago Trasimeno fa parte. Per tale motivo, i dati raccolti non sono stati utilizzati ai fini della valutazione dello stato ecologico complessivo del corpo idrico, ma consentono comunque di effettuare alcune considerazioni circa l'importante ruolo ecologico svolto dalla componente macrofittica nel Lago Trasimeno.

Grazie alla loro abbondante diffusione su tutto il corpo idrico lacustre, infatti, le macrofite risultano degli ottimi indicatori dello stato trofico delle acque. Inoltre, va sottolineato che nei laghi laminari come il Trasimeno, la vegetazione acquatica assolve ad un ruolo fondamentale nella regolazione dei complessi equilibri fra le diverse componenti. In particolare, compete con le popolazioni algali nell'utilizzo dei nutrienti e della luce, limitandone, di conseguenza, l'eccessiva crescita (anche delle specie potenzialmente tossiche) e gli effetti negativi di cui risente l'intero ecosistema.

In base a quanto riportato, si può concludere che lo studio della vegetazione idrofittica, associato a quello di elementi che ne condizionano direttamente la crescita (trasparenza dell'acqua, carico dei solidi sospesi, etc.), risulta di fondamentale importanza per verificare lo stato di salute del Lago e per l'adozione di misure idonee a garantire la conservazione delle comunità biologiche lacustri, contrastare le fioriture algali ed impedire il deterioramento dello stato qualitativo del Trasimeno.



Fig. 9.1-15 – Macrofite acquatiche campionate nel Lago Trasimeno

## LAGO TRASIMENO > Stato ecologico > Fauna ittica

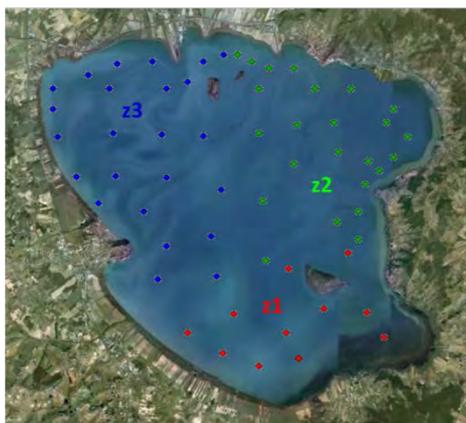


Fig. 9.1-16 – Sottobacini e punti di campionamento della fauna ittica

Il rilievo della fauna ittica del lago Trasimeno è stato effettuato nel corso del 2012 dalla Regione Umbria (Sezione Tutela del Patrimonio Ittico e Pesca Sportiva) e dal Dipartimento di Chimica, Biologia e Biotecnologie dell'Università di Perugia.

Ai fini del campionamento lo specchio d'acqua, che presenta una superficie maggiore di 50 Km<sup>2</sup>, è stato suddiviso in 3 sottobacini dei quali uno (Z1) con profondità massima di 3 m e gli altri due (Z2 e Z3) di 6 m (Fig. 9.1-16).

Ogni sottobacino è stato trattato come un lago indipendente. Nella Z1 sono state posizionate 12 Reti Bentoniche Multimaglia, mentre in ciascuna delle zone più profonde (Z2 e Z3) le reti collocate sono state 24 (12 nella parte con profondità fino a 3 metri e le altre 12 nel fondo con profondità fino a 6 m). Complessivamente sono state campionate 60 stazioni.

Nel corso dei campionamenti sono stati catturati 9773 pesci, per una biomassa totale di oltre 155 kg, ripartiti in 11 delle 19 specie attualmente presenti nel lago Trasimeno (Lorenzoni e Ghetti, 2011).

Nel grafico di Fig. 9.1-17 vengono riportati, per ciascuna zona, il numero di individui campionati per ogni specie, con l'indicazione delle specie chiave (in rosa) e delle specie tipo-specifiche (in azzurro).

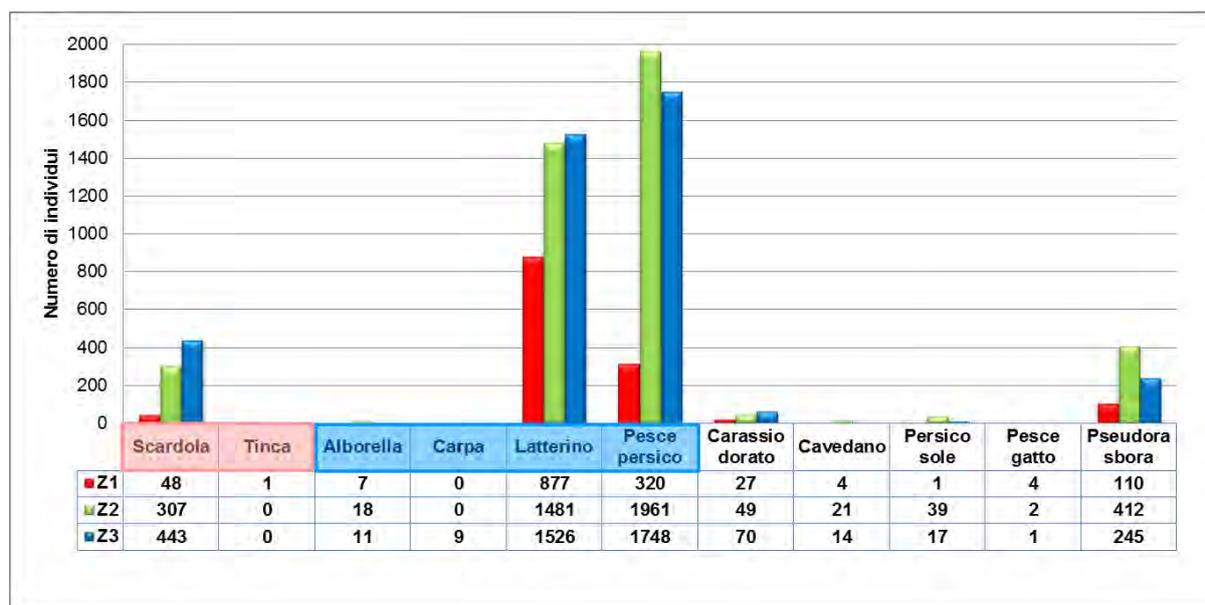


Fig. 9.1-17 - Numero di individui campionati per specie e per zona

L'unica specie chiave presente in tutte le zone è la scardola; una sola tinca è stata rinvenuta nella zona 1, mentre non è stato catturato alcun esemplare di luccio, specie sicuramente presente anche se in progressiva diminuzione (Pompei et al., 2012). Tra le specie tipo-specifiche è stata rilevata un'abbondante presenza di pesce persico e latterino.

I dati raccolti sono stati utilizzati per il calcolo delle 5 metriche previste per la determinazione del Lake Fish Index. I risultati delle singole metriche sono riportati nello schema di Fig. 9.1-18.

LAGO TRASIMENO > Stato ecologico > Fauna ittica

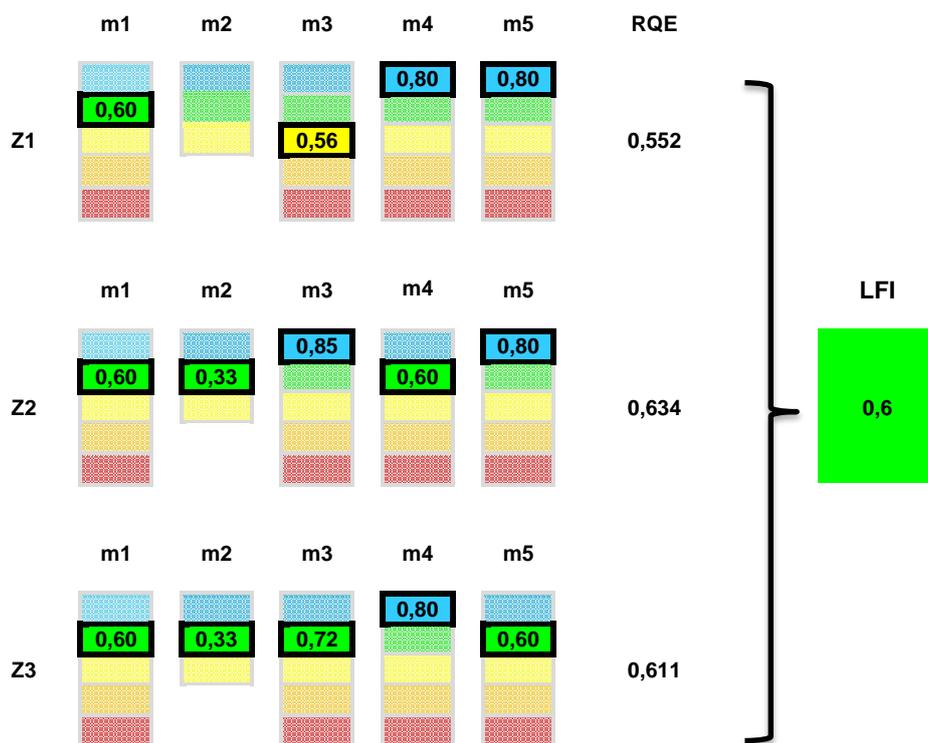


Fig. 9.1-18 - Risultati delle singole metriche e valore finale del LFI per il lago Trasimeno (*m1 - abbondanza relativa delle specie chiave; m2 - struttura di popolazione delle specie chiave; m3 - successo riproduttivo delle specie chiave e tipo-specifiche; m4 - diminuzione del numero delle specie chiave e tipo-specifiche; m5 - presenza di specie ittiche aliene*)

Il giudizio del Lake Fish Index attribuisce al lago Trasimeno uno stato ecologico **buono**, anche se il valore di 0,6 dell'RQEtot, ottenuto come media dei singoli RQE calcolati per ogni sottobacino, è prossimo alla soglia di passaggio con la classe sufficiente.



Fig. 9.1-19 – Punti di campionamento degli elementi fisico-chimici di base

Il monitoraggio degli elementi fisico-chimici di base (Fig. 9.1-19) è stato effettuato, contestualmente alla rilevazione del fitoplancton, presso le due stazioni localizzate a centro lago (TRS30) e nella porzione sudorientale, in prossimità dell'Oasi la Valle (TRS35).

Conformemente al Protocollo di campionamento, nel punto TRS30, caratterizzato da una profondità media di circa 4 m, la determinazione dei parametri è stata effettuata a tre diverse profondità di prelievo (superficie, metà e profondità) mentre nel punto TRS35, la cui profondità massima non supera i 2 m, il campionamento è stato condotto solo in superficie.

Complessivamente, nel primo ciclo di monitoraggio, sono stati raccolti nel lago Trasimeno circa 70 campioni utili alla valutazione dell'indice LTLecco.

I parametri principali che intervengono nella definizione del livello trofico sono *trasparenza*, *fosforo totale* e *ossigeno disciolto (% saturazione)*.

Per quanto riguarda il primo parametro, nel corso del triennio di monitoraggio, sono stati osservati, in generale, valori molto ridotti, con massimi non superiori a 1,2 m e valore minimo pari addirittura a 0,3 m, registrato nel campionamento di marzo 2012. Tali valori, che confermano quanto evidenziato nei monitoraggi pregressi, possono essere messi in relazione con le caratteristiche naturali del lago, la cui bassa profondità favorisce la risospensione dei sedimenti, anche in presenza di modesti fenomeni ventosi.

Relativamente al fosforo totale, nei grafici di Fig. 9.1-20 e Fig. 9.1-21 viene riportato l'andamento delle concentrazioni rilevate con frequenza bimestrale nei siti TRS30 e TRS35 alle diverse profondità di prelievo nel periodo 2010-2012. A titolo di confronto, negli stessi grafici sono rappresentati per fasce di colore i livelli corrispondenti ai giudizi elevato (blu), buono (verde) e sufficiente (giallo), definiti dal DM 260/2010 per i valori di fosforo medio nel periodo di massima circolazione in laghi appartenenti al macrotipo L4.

La quasi totalità dei dati raccolti presenta valori compatibili con lo stato sufficiente; le concentrazioni rilevate non presentano variazioni significative lungo il profilo e l'andamento stagionale mostra valori più contenuti nella tarda primavera e un successivo incremento nei mesi estivi.

Per quanto riguarda l'ossigeno disciolto, infine, i dati raccolti nella stazione di centro lago (Fig. 9.1-22) mostrano una sostanziale uniformità delle concentrazioni rilevate nei diversi strati, a conferma delle caratteristiche di polimissia dello specchio lacustre. In entrambi i siti, le variazioni stagionali del parametro sembrano correlabili ai valori di temperatura.

LAGO TRASIMENO > Stato ecologico > Macrodescrittori

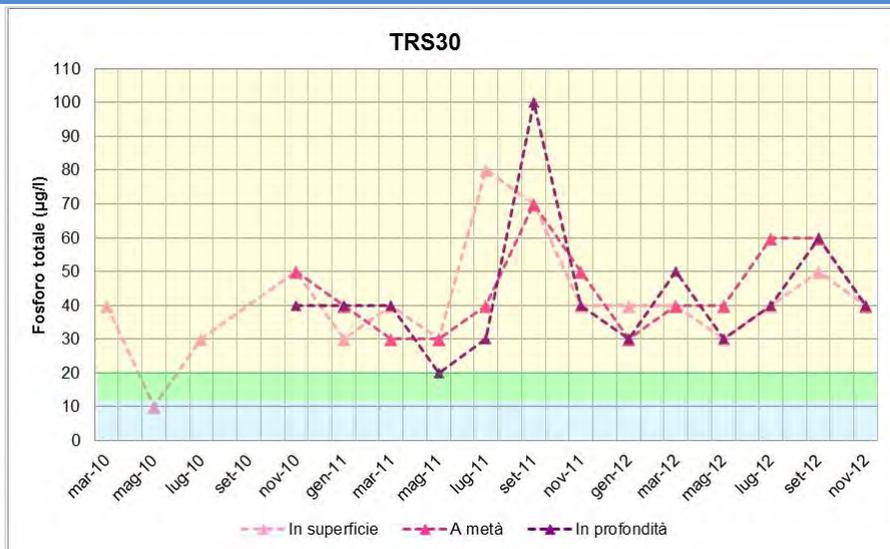


Fig. 9.1-20 – Andamento del fosforo totale nella stazione TRS30

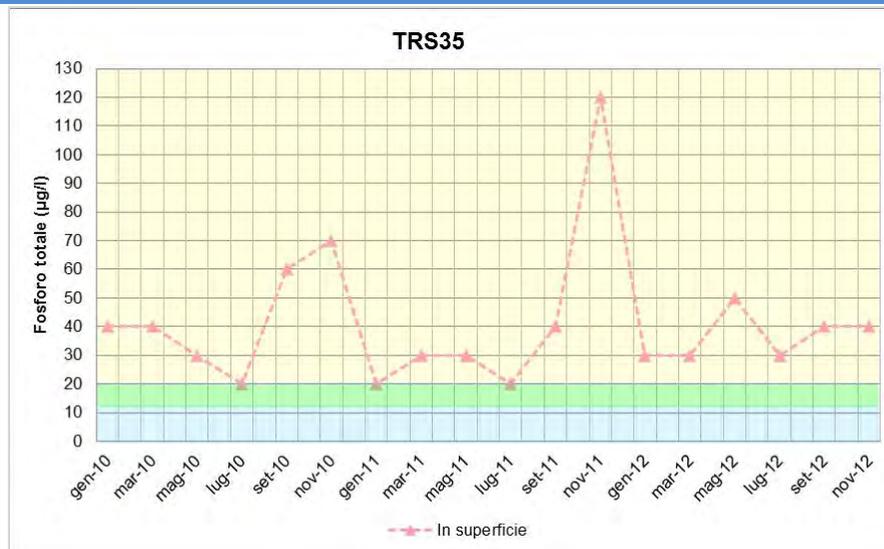


Fig. 9.1-21 – Andamento del fosforo totale nella stazione TRS35

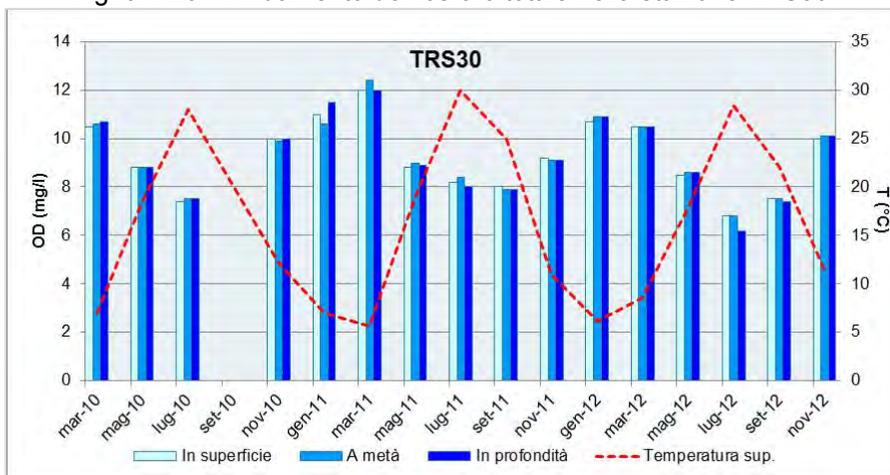


Fig. 9.1-22 – Andamento dell'ossigeno disciolto e della temperatura in superficie nella stazione TRS30

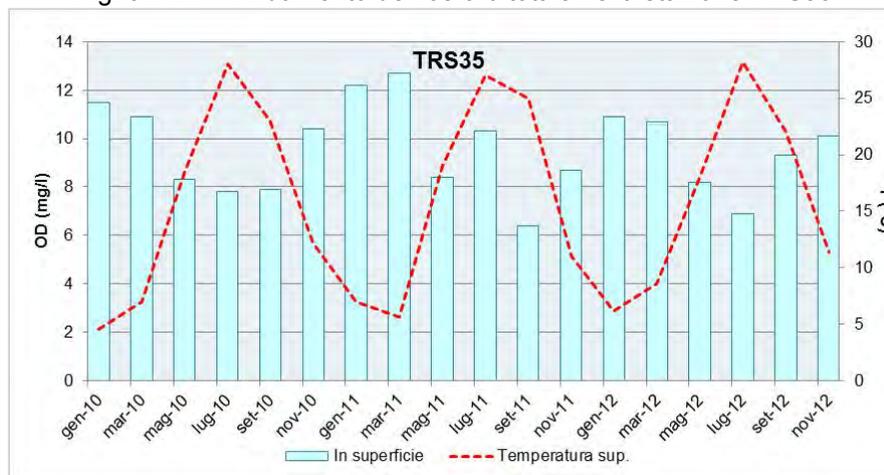


Fig. 9.1-23 – Andamento dell'ossigeno disciolto e della temperatura in superficie nella stazione TRS35

## LAGO TRASIMENO > Stato ecologico > Macrodescrittori

I dati raccolti nel triennio di monitoraggio sono stati poi elaborati per la determinazione dell'indice LTLecco, secondo i criteri già descritti al paragrafo 6.1.3.

Nella procedura di calcolo dell'indice sono emerse alcune difficoltà legate all'individuazione dei periodi di circolazione e stratificazione indispensabili per l'attribuzione dei livelli di fosforo totale e ossigeno disciolto. Benché il corpo idrico non presenti evidenti fenomeni di stratificazione termica, si è ritenuto opportuno, anche in base ai dati di monitoraggio pregressi, assumere ai fini del calcolo il dato rilevato nel mese di marzo come rappresentativo del periodo di piena circolazione e il dato rilevato nel mese di ottobre-novembre come rappresentativo del periodo di fine stratificazione.

Complessivamente, i risultati delle elaborazioni effettuate attribuiscono ad entrambi i siti di monitoraggio la classe di qualità sufficiente, sostanzialmente determinata dai valori dei parametri trasparenza e fosforo totale, i cui valori medi nel triennio risultano compatibili con il Livello 3. Al corpo idrico viene quindi attribuita classe di qualità **sufficiente**.

Tab. 9.1-3 – LTLecco del lago Trasimeno calcolato per il periodo 2010-2012

Codice stazione	Profondità di prelievo	Fosforo totale (piena circolazione)		Trasparenza		Ossigeno disciolto ipolimnico (stratificazione)		Punteggio trofico	Giudizio LTLecco	Giudizio LTLecco in caso di deroga alla Trasparenza
		Valore medio (µg/l)	Punteggio	Valore medio (m)	Punteggio	Valore medio (%sat)	Punteggio			
TRS30	Superficie Metà Profondità	40	3	0,8	3	94	5	11	SUFFICIENTE	BUONO
TRS35	Superficie	28	3	0,9	3	109	5	11		

Qualora la Regione Umbria intendesse avvalersi della deroga per il parametro trasparenza in considerazione delle peculiari caratteristiche del corpo idrico sopra descritte, il lago verrebbe classificato in stato buono per gli elementi chimico-fisici di base ma, considerato il giudizio associato alla comunità fitoplanctonica (sufficiente), lo stato ecologico complessivo del corpo idrico non subirebbe comunque variazioni.

Sebbene per i corpi idrici della rete operativa la metodologia richiede di valutare l'indice complessivo sulla base della media dei valori rilevati nel triennio per ciascun parametro, si ritiene opportuno fornire un'analisi dell'andamento dei punteggi anche su scala annuale. Nei grafici seguenti (Fig. 9.1-24 e Fig. 9.1-25) viene presentato, per ogni stazione, il punteggio totale calcolato sulla base dei valori rilevati annualmente per i parametri di classificazione e il peso che ciascun fattore presenta nella determinazione del livello complessivo. Al punteggio di ciascun parametro viene associata la gradazione cromatica convenzionalmente prevista per l'indice LTLecco.

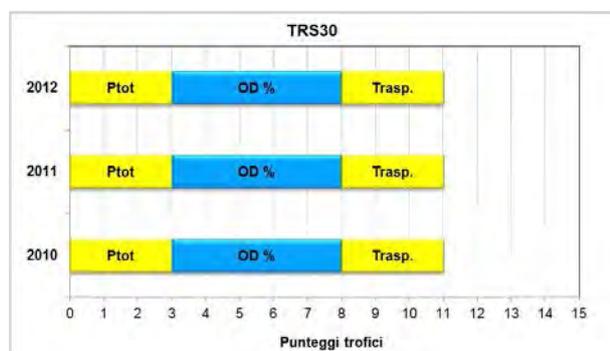


Fig. 9.1-24 – Punteggi trofici annuali per parametro (TRS30)

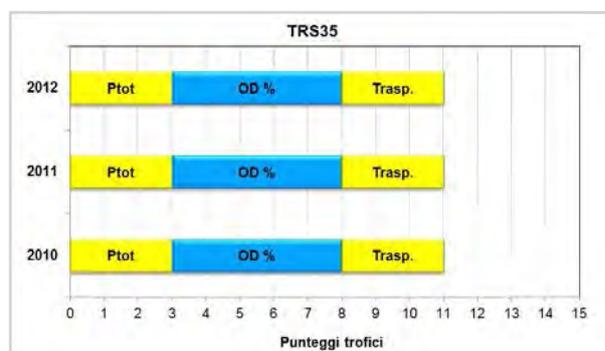


Fig. 9.1-25 – Punteggi trofici annuali per parametro (TRS35)

Come evidenziato dal grafico, lo stato trofico complessivo e i punteggi trofici di ciascun parametro non mostrano alcuna variazione su scala annuale in entrambi i siti. I parametri fosforo totale e trasparenza si confermano come critici, mentre l'ossigeno disciolto ipolimnico si mantiene sempre su livelli compatibili con lo stato elevato.

## LAGO TRASIMENO > Stato ecologico > Sostanze non prioritarie

La valutazione dello stato delle sostanze non prioritarie è stata effettuata sulla base dei dati raccolti mensilmente nel periodo 2009-2012 nella stazione di centro lago (TRS30).

I parametri monitorati, seppur limitati al set dei metalli, hanno presentato positività diffuse nel triennio per arsenico e cromo ma sempre inferiori agli standard di qualità ambientale di cui alla tabella 1/B del DM 260/2010. Al corpo idrico viene quindi attribuito uno stato degli elementi chimici a sostegno **buono** (Tab. 9.1-4).

Tab. 9.1-4 – Stato delle sostanze non prioritarie del lago Trasimeno

Stazione	Set di parametri	Anno 2009	Anno 2010	Anno 2011	Anno 2012	STATO SOSTANZE NON PRIORITARIE
TRS30	A1 (metalli)					<b>BUONO</b>



La valutazione dello stato chimico è stata effettuata sulla base dei dati raccolti mensilmente nel periodo 2009-2012 nella stazione di centro lago (TRS30).

I parametri monitorati, individuati sulla base dell'analisi di rischio, comprendono piombo, cadmio, nichel mercurio.

Le concentrazioni rilevate, benché saltuariamente superiori ai limiti di rilevanza analitica (Fig. 9.1-26), sono risultate sempre inferiori agli standard di qualità ambientale di cui alla tabella 1/A del DM 260/2010.

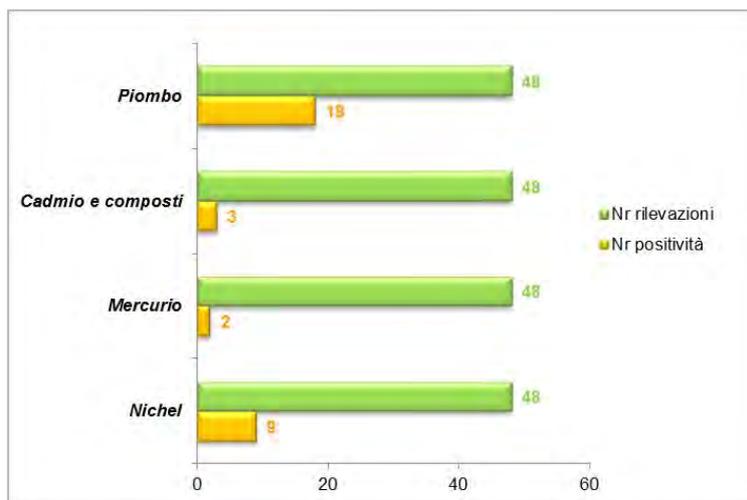


Fig. 9.1-26 - Numero di presenze rilevate per le sostanze di sintesi prioritarie monitorate nel lago Trasimeno

Il corpo idrico viene quindi classificato in **STATO CHIMICO BUONO** (Tab. 9.1-5).

Tab. 9.1-5 – Stato chimico del lago Trasimeno

Stazione	Set di parametri	Anno 2009	Anno 2010	Anno 2011	Anno 2012	STATO CHIMICO
TRS30	A1 (metalli)					BUONO

## LAGO TRASIMENO > Approfondimenti

Nell'ambito del progetto promosso dall'Osservatorio Ambientale Trasimeno “*Messa a punto dello stato delle conoscenze ambientali di riferimento dell'area del lago Trasimeno e definizione di un modello concettuale per un piano di gestione*” è stato effettuato, nel periodo 2008-2009, uno studio<sup>2</sup> volto all'analisi della distribuzione di metalli, nutrienti e microinquinanti nei sedimenti recenti del lago Trasimeno.

In particolare l'indagine è stata finalizzata a:

- verificare la “qualità” del sedimento superficiale (entro 5-7 cm dall'interfaccia acqua-sedimento) e profondo;
- determinare le condizioni di ossidazione e del pH nella matrice sedimento entro un metro di profondità per la previsione della “mobilità” dei metalli associata;
- valutare i limiti dell'utilizzo paleolimnologico delle concentrazioni di metalli, nutrienti e microinquinanti nelle carote di sedimento, per l'analisi delle variazioni del sistema lacustre.

L'attività di campionamento è stata svolta in collaborazione fra ARPA Umbria e ISMAR-CNR di Bologna nel mese di Settembre 2008. Sono stati raccolti campioni di sedimento superficiale e profondo, nonché campioni della colonna d'acqua. La scelta dell'ubicazione dei punti di campionamento è stata effettuata considerando le pressioni antropiche sulle aree costiere, le caratteristiche ambientali del bacino e i dati georeferenziati relativi a lavori pregressi (Fig. 9.1-27).

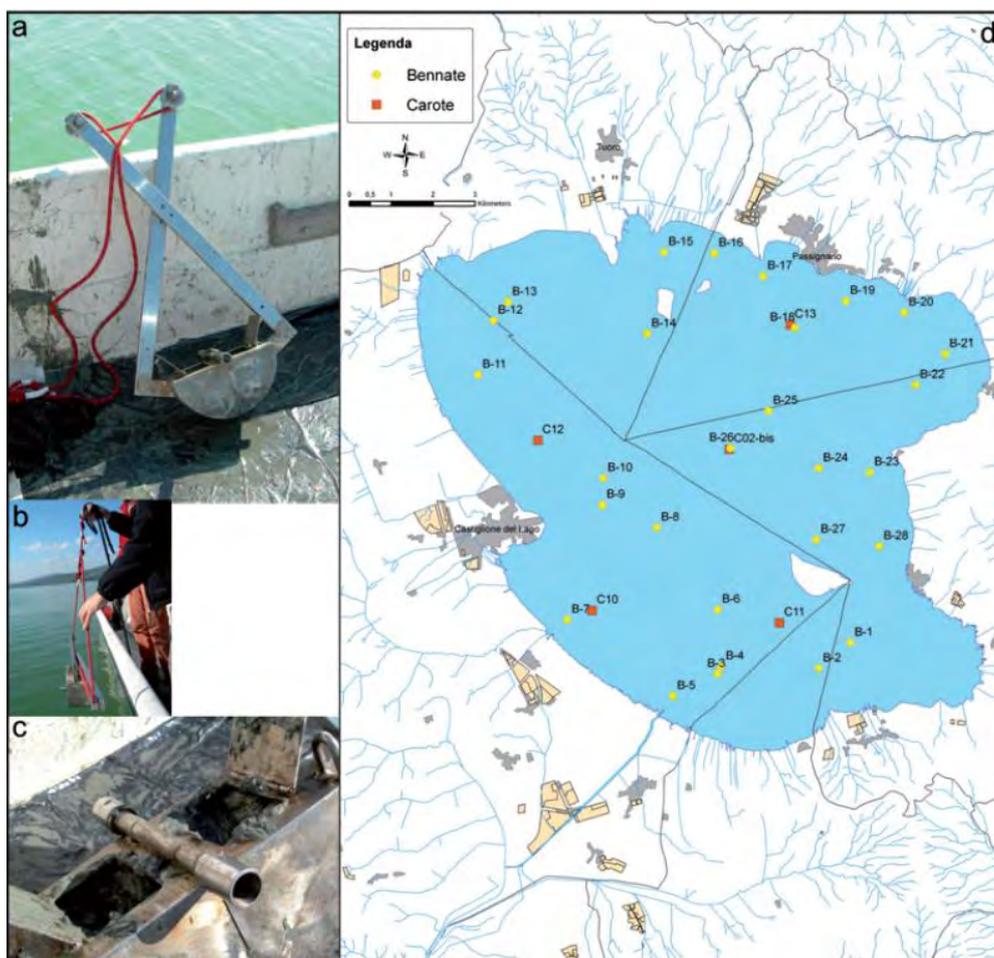


Fig. 9.1-27 – Ubicazione dei punti di campionamento dei sedimenti

<sup>2</sup> *Sedimenti del lago Trasimeno: distribuzione degli inquinanti e caratteristiche geochimiche*, ARPA Umbria, 2009.

## LAGO TRASIMENO > Approfondimenti

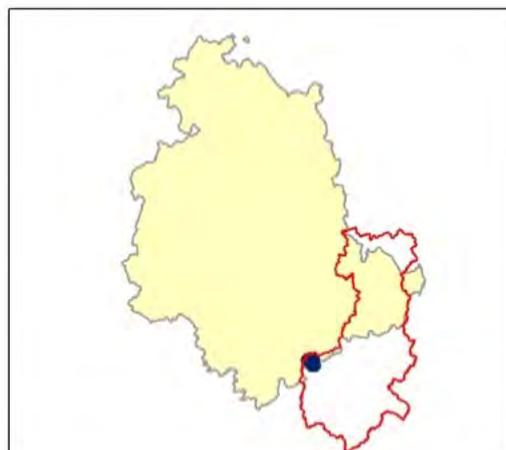
La distribuzione areale delle concentrazioni dei metalli e dei microinquinanti nei sedimenti superficiali (primi 5-7 cm) ha evidenziato la stretta relazione fra metalli e particelle fini del sedimento. Soprattutto nell'area compresa tra Tuoro, Passignano e Isola Maggiore (e anche quella prospiciente lo sbocco del F.sso Paganico), i massimi relativi di concentrazione sono imputabili non solo alla distribuzione granulometrica dei sedimenti ma anche ad un apporto esterno (potenzialmente riconducibile sia ad apporti naturali, che antropici).

La valutazione della "qualità" dei sedimenti superficiali è stata basata sulla concentrazione di metalli, nutrienti e microinquinanti nel sedimento, attraverso un confronto con standards elaborati sia in ambito nazionale, che internazionale. Dal confronto con gli standards di qualità LCR (Livelli Chimici di Riferimento) e SQG (Sediment Quality Guidelines) è possibile evidenziare alcune "criticità" per i livelli di concentrazione dei metalli ed in particolare per il nichel e il cromo e, in maniera minore, per l'Arsenico. Dal confronto con standards legati all'esposizione umana in "ambito subaereo" (dovuta alla rimozione del sedimento ed alla sua "riutilizzazione" – le Concentrazioni Soglia di Contaminazione-CSC-dettate dal D.Lgs. 152/06), si nota che tutti i parametri (inorganici e organici) risultano al di sotto delle CSC, con la sola eccezione del selenio, per il quale il superamento della concentrazione soglia riguarda il 74% dei campioni. Se tuttavia si considera il valore della mediana del dataset, per molti campioni il superamento è molto contenuto, risultando di poco superiore alla concentrazione soglia.

Il confronto statistico fra i valori della mediana delle concentrazioni dei metalli e un campione di laghi europei, consente di osservare che il lago Trasimeno presenta concentrazioni leggermente inferiori a quelle del campione. Solo per cromo e ferro i valori della mediana risultano superiori, anche se comunque inferiori ai valori medi del campione. Per il carbonio totale al contrario, i valori dei sedimenti del Trasimeno risultano molto più elevati (di un ordine di grandezza, se si considera il valore massimo) rispetto a quelli proposti dal campione. Tale circostanza è tuttavia il risultato delle particolari condizioni ecologiche e trofiche caratteristiche del lago Trasimeno, che determinano un'elevata concentrazione di sostanza organica.

## LAGO PIEDILUCO 1

**CORPO IDRICO:** Lago Piediluco 1  
**CODICE CORPO IDRICO:** N01004AL  
**CATEGORIA (Naturale/HMWB):** HMWB  
**TIPO:** ME-2  
**MACROTIPO:** L3  
**LIVELLO DI RISCHIO (R/NR/PR):** R  
**LIVELLO DI PRESSIONE (1-9):** -  
**MONITORAGGIO:** Operativo  
**SUPERFICIE (km<sup>2</sup>):** 0,81  
**PROFONDITA' MASSIMA (m):** 19,5  
**PROFONDITA' MEDIA (m):** -  
**VOLUME DI INVASO (Mm<sup>3</sup>):** -  
**AREA TOTALE DEL BACINO (km<sup>2</sup>):** 2.097  
**UNITA' TERRITORIALE:** Nera  
**RILEVANZA NATURALISTICA:** Sito di Importanza Comunitaria e Zona di Protezione Speciale



### LAGO PIEDILUCO 1 > Inquadramento territoriale



Fig. 9.2-1 – Inquadramento territoriale

Il Lago di Piediluco rappresenta il terzo lago della regione per estensione.

Lo specchio lacustre, caratterizzato da una forma allungata e da varie diramazioni, occupa una superficie pari a 1,7 km<sup>2</sup> e ha un perimetro di 15 km.

La profondità media è di circa 10 metri e quella massima di poco inferiore ai 20 metri. In condizioni di massimo invaso, corrispondente alla quota di 369 m s.l.m., il lago presenta una capacità di poco superiore a 17 Mm<sup>3</sup>, che scende a meno di 15 Mm<sup>3</sup> alla quota di minimo invaso, 367.5 m s.l.m..

Il bacino imbrifero naturale si estende su una superficie di 74 km<sup>2</sup>. L'unico immissario naturale è rappresentato dal fosso di Leonessa, che si immette nel lago nell'area orientale, in corrispondenza del corpo idrico Piediluco 2. L'apporto idrico maggiore

proviene tuttavia dall'ampliamento del bacino legato allo sfruttamento idroelettrico. Nel 1924, infatti, è stata costruita sul fiume Velino, a monte della cascata delle Marmore, una diga mobile ed è stato realizzato un canale artificiale di circa 400 metri (ampliato e rettificato intorno agli anni '70 in occasione dell'entrata in funzione della centrale di Monte Sant'Angelo) che collega la parte occidentale del lago con il Velino. La diga regola il deflusso delle acque del Velino verso le centrali idroelettriche di Galletto e Monte Sant'Angelo; in tal modo, il lago di Piediluco funziona da vero e proprio bacino di ritenuta, mentre il fiume Velino agisce alternativamente da immissario o da emissario in funzione delle esigenze delle centrali, alimentando il lago nelle ore notturne con circa 10 m<sup>3</sup>/s. Ciò determina un'oscillazione giornaliera dei livelli idrometrici di qualche decina di centimetri (Fig. 9.2-2).

Nel 1932, inoltre, sono state deviate nel lago le acque del fiume Nera e parte di quelle dei fiumi Corno e Vigi attraverso il canale del Medio Nera, che alimenta il lago per l'intera giornata con circa 15 m<sup>3</sup>/s. La superficie complessiva del bacino così ampliato ammonta a 2.097 km<sup>2</sup>.

## LAGO PIEDILUCO 1 > Inquadramento territoriale

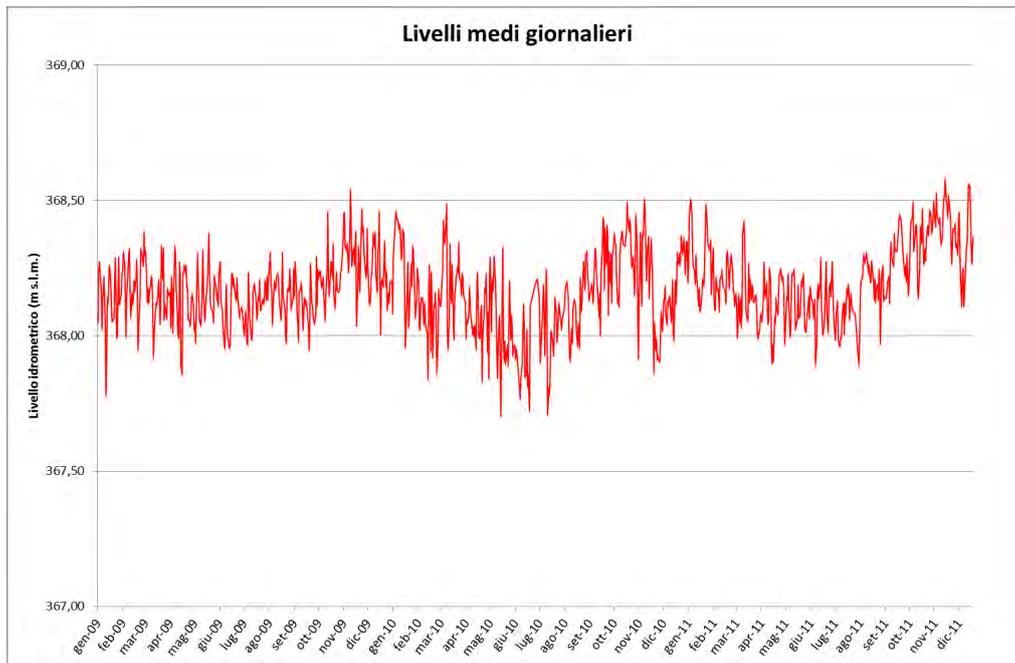
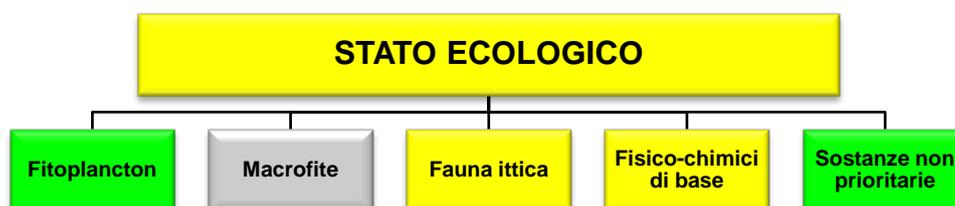


Fig. 9.2-2 - Andamento dei livelli idrometrici medi giornalieri nel Lago Piediluco nel periodo 2009-2011  
(Fonte: Centro Funzionale Regione Umbria)



La valutazione dello stato ecologico del corpo idrico Piediluco 1 è stata effettuata sulla base dei dati raccolti nel periodo 2009-2012 per i seguenti elementi di qualità: fitoplancton, fauna ittica, elementi fisico-chimici di base e sostanze non prioritarie.

Per quanto riguarda le macrofite, benché monitorate, non è stato possibile procedere alla loro classificazione non essendo ancora disponibile un indice per la valutazione dei laghi mediterranei.

Il corpo idrico viene complessivamente classificato in **STATO ECOLOGICO SUFFICIENTE**, determinato dalla fauna ittica e dagli elementi fisico-chimici di base.

Nelle schede seguenti viene riportata, per ciascun elemento di qualità, una breve analisi dei risultati del monitoraggio svolto e alcune considerazioni sui giudizi di qualità elaborati.

## LAGO PIEDILUCO 1 > Stato Ecologico > Fitoplancton



Fig. 9.2-3 – Punto di campionamento del fitoplancton

Il monitoraggio del fitoplancton è stato effettuato presso la stazione PIE8 (Fig. 9.2-3) localizzata nel punto di massima profondità.

Il campionamento, svolto con frequenza bimestrale, ha consentito di analizzare la struttura e la composizione delle principali comunità algali che caratterizzano il corpo idrico e di valutare la qualità associata al fitoplancton attraverso la determinazione dell'Indice Complessivo per il Fitoplancton (ICF).

Nel corso del primo ciclo di monitoraggio sono state identificate, nella stazione PIE8, 90 specie riconducibili a 46 generi e 5 gruppi tassonomici (Tab. 9.2-1).

Il gruppo algale più che presenta una maggiore varietà di generi e specie è costituito dalle cloroficee. La classe meno rappresentata sia in termini di varietà che di abbondanza cellulare è quella dei flagellati.

Tab. 9.2-1 - Composizione della comunità fitoplanctonica rilevata presso la stazione PIE8

Gruppo	PIE8		
	Generi (n)	Specie (n)	Cellule (n/l)
Cianoficee	6	8	16.999.774
Cloroficee	22	53	93.123.107
Diatomee	12	18	131.796.226
Criptoficee	3	8	94.975.105
Flagellati	3	3	1.385.260
<b>TOTALE</b>	<b>46</b>	<b>90</b>	<b>338.279.472</b>

Per ogni specie rilevata, sono state determinate le dimensioni cellulari necessarie al calcolo del biovolume algale, che rappresenta l'elemento principale per la valutazione dell'indice complessivo e il cui valore medio annuo viene riportato in Tab. 9.2-2.

Tab. 9.2-2 – Biovolume medio annuo calcolato presso la stazione PIE8

	PIE8		
	2009	2010	2011
Biovolume Medio Annuo (mm <sup>3</sup> /l)	4,94	1,53	5,53

Nel corso del 2011 sono stati registrati i valori di biovolume medio annuo più significativi mentre l'anno 2010 sembra essere caratterizzato da una comunità algale meno abbondante in termini di biomassa.

Al fine di evidenziare come i principali gruppi algali incidono sul biovolume rilevato, nel grafico di Fig. 9.2-4 viene riportato, per ogni mese di campionamento, il biovolume complessivo e la relativa composizione in classi.

## LAGO PIEDILUCO 1 > Stato Ecologico > Fitoplancton

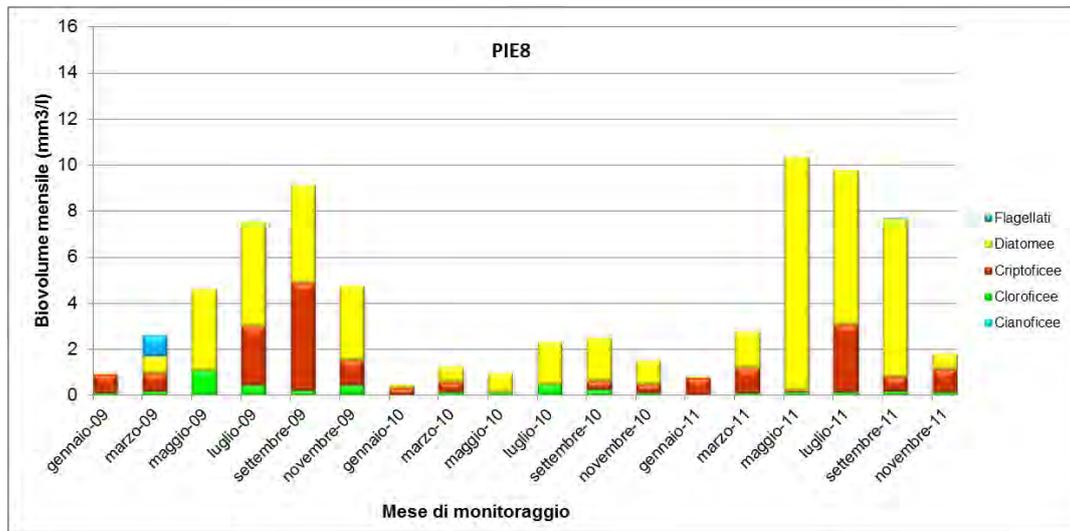


Fig. 9.2-4 - Biovolume mensile e composizione in classi algali della stazione PIE8

L'andamento dei biovolumi mensili calcolati nella stazione di campionamento mostra come i valori più consistenti vengano sempre rilevati nei mesi estivi, in particolare nel periodo maggio-settembre. Tale valore è legato principalmente alla presenza delle classi delle diatomee e delle criptofitee, che già dal mese di maggio rappresentano la maggior parte del biovolume mensile rilevato. Come già anticipato, il 2010 sembra essere caratterizzato da una comunità algale meno rilevante e non presenta uno sviluppo estivo particolarmente significativo rispetto agli altri mesi di monitoraggio.

Contestualmente al campionamento della comunità fitoplanctonica, viene effettuata, nella zona eufotica, la determinazione della clorofilla "a", parametro fondamentale per la caratterizzazione della qualità lacustre e la valutazione dell'Indice Complessivo per il Fitoplancton. L'andamento mensile della clorofilla "a" viene presentato nel grafico seguente (Fig. 9.2-5). Per fasce di colore sono rappresentati anche i livelli corrispondenti ai giudizi elevato (blu), buono (verde), sufficiente (giallo), scarso (arancione) e cattivo (rosso), definiti dal DM 260/2010 per i valori di clorofilla media annua in laghi appartenenti al macrotipo L3.

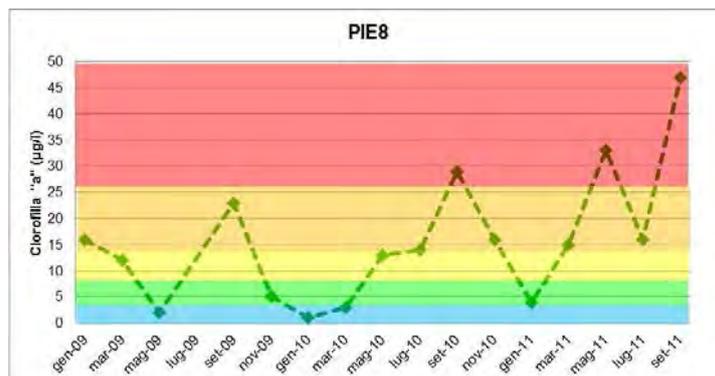


Fig. 9.2-5 - Andamento della clorofilla "a" nel periodo 2009-2011 nel corpo idrico Piediluco 1

L'andamento delle concentrazioni di clorofilla rilevate mostra un trend lievemente crescente nel triennio di monitoraggio, con valori che raggiungono i 47 µg/l nel mese di settembre 2011.

Come già anticipato al paragrafo 5.1.3, l'Indice Complessivo per il Fitoplancton viene calcolato come media dei valori di due sub-indici, l'Indice medio di biomassa e l'Indice di composizione, determinati a loro volta sulla base di più indici componenti, definiti in funzione del macrotipo lacustre. Lo schema di calcolo dell'indice ICF per il lago Piediluco 1 (macrotipo L3) è riportato in Fig. 9.2-6.

LAGO PIEDILUCO 1 > Stato Ecologico > Fitoplancton

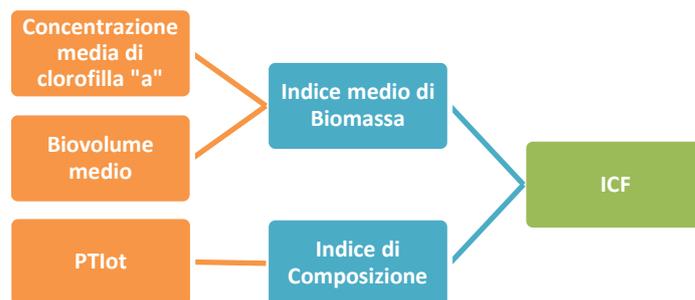


Fig. 9.2-6 - Schema di calcolo dell'indice ICF per il macrotipo L3

Nello schema di Fig. 9.2-7 vengono illustrati i risultati dell'indice ICF e dei relativi subindici calcolati per la stazione PIE8, rappresentativa del corpo idrico.

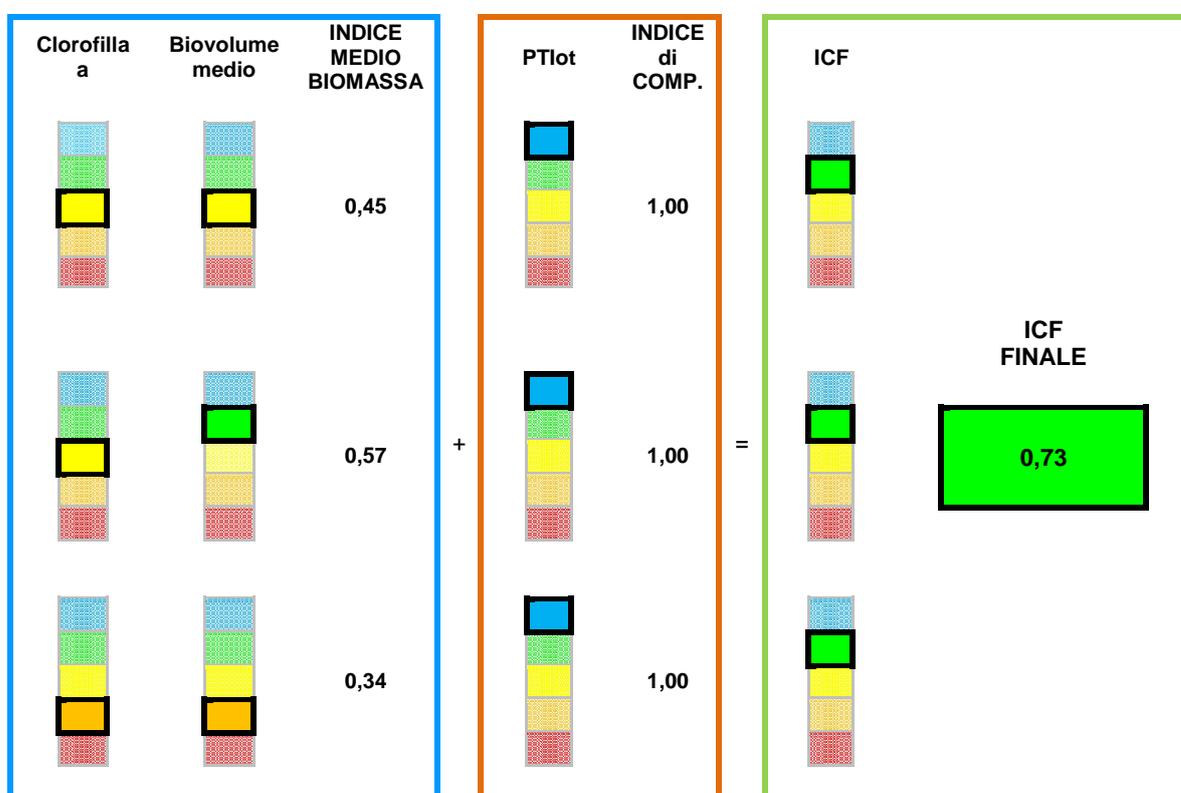


Fig. 9.2-7 – Indice Complessivo per il Fitoplancton – Lago Piediluco 1 (PIE8)

La comunità fitoplanctonica rilevata nel triennio di monitoraggio 2009-2011 classifica complessivamente il corpo idrico Piediluco 1 in uno stato di qualità buono e non presenta variazioni di classe nel corso dei tre anni.

L'analisi dei vari subindici mostra però una significativa discordanza tra il giudizio derivante dall'Indice di Biomassa e quello dell'Indice di Composizione (PTlot): l'elevata presenza di specie indicatrici (il cui biovolume supera sempre il 70% del totale) caratterizzate da buoni valori trofici, infatti, determina valori del PTlot in classe elevata nell'intero periodo, mentre gli alti valori di clorofilla "a" e i significativi biovolumi algali rilevati nella stagione estiva condizionano negativamente l'indice di biomassa, in particolare nell'anno 2011.

## LAGO PIEDILUCO 1 > Stato Ecologico > Macrofite

Il monitoraggio della comunità macrofittica nei due corpi idrici individuati nel lago di Piediluco è stato effettuato contestualmente nel corso dell'anno 2010, secondo le modalità stabilite dal Protocollo di campionamento.

Lo sviluppo areale della vegetazione acquatica, tuttavia, rende difficile una trattazione separata della comunità rilevata nei due corpi idrici. Pertanto, l'analisi delle specie identificate e delle relative frequenze viene presentata in maniera unitaria, al fine di fornire un quadro complessivo della variabilità dell'indicatore esaminato nell'intero specchio d'acqua.

All'interno dei due corpi idrici sono stati individuati complessivamente 5 siti e 27 transetti (Fig. 9.2-8), così distribuiti:

- **Piediluco 1:** *WS1* (in verde chiaro) – sponda nordoccidentale fra Medio Nera e Velino (7 transetti) e *WS2* (in blu) – sponda meridionale fra Velino e Punta Eco (6 transetti)
- **Piediluco 2:** *ES1* (in verde scuro) – sponda occidentale fra Punta Eco e Braccio Capolozza (6 transetti), *ES2* (in giallo) – sponda orientale fino al Braccio Cornello (6 transetti) e *ES3* (in fucsia) – sponda orientale, seminaturale, presso il Rio Fuscello (2 transetti)

Le 17 specie identificate e la loro frequenza, registrata nei punti campionati fino alla profondità di 7 m, sono riportate nel grafico di Fig. 9.2-9.

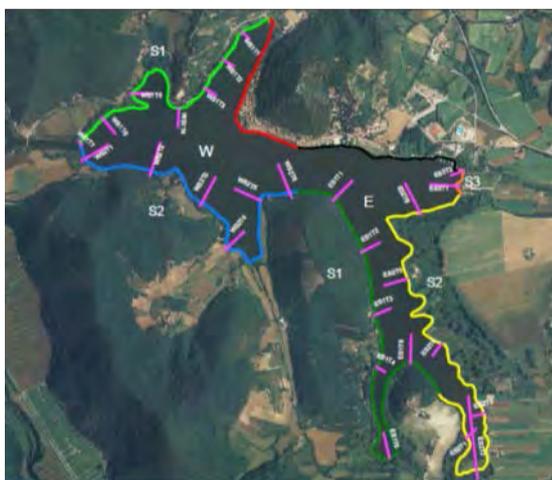


Fig. 9.2-8 - Siti e transetti per la rilevazione delle macrofite

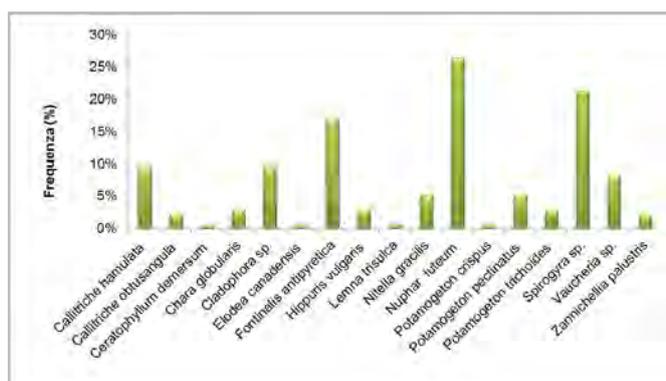


Fig. 9.2-9 - Specie macrofittiche identificate e relativa frequenza

I dati relativi alla distribuzione delle specie macrofittiche e alla loro abbondanza, calcolata nei siti indagati, in base alla frequenza (secondo Oggioni 2009 *et al.*), sono rappresentati nei grafici riportati di seguito.

LAGO PIEDILUCO 1 > Stato Ecologico > Macrofite

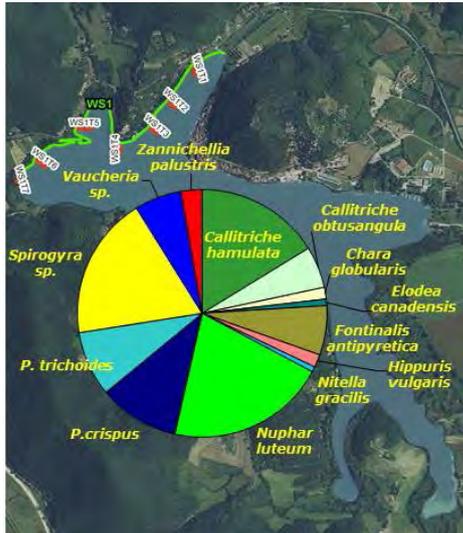


Fig. 9.2-10 - Distribuzione delle specie rilevate – sito WS1

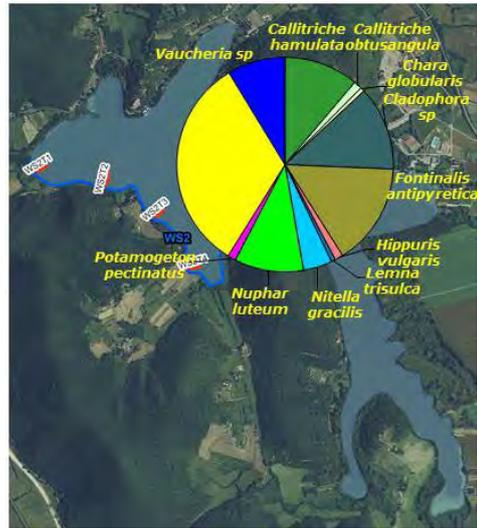


Fig. 9.2-11 - Distribuzione delle specie rilevate – sito WS2

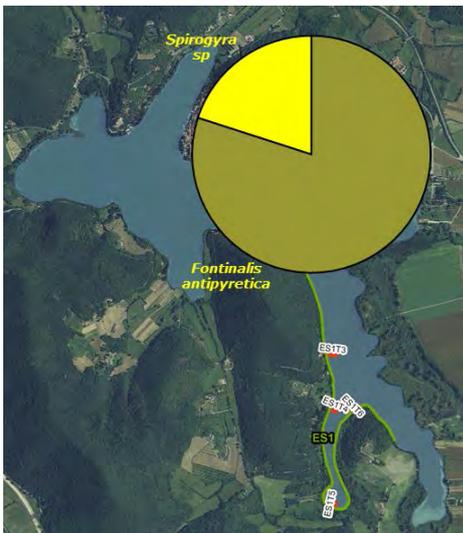


Fig. 9.2-12 - Distribuzione delle specie rilevate – sito ES1

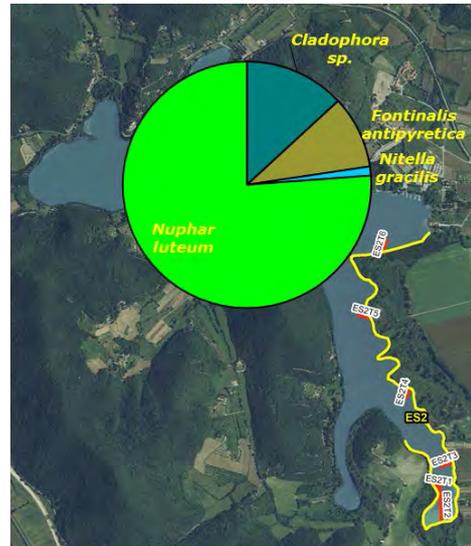


Fig. 9.2-13 - Distribuzione delle specie rilevate – sito ES2

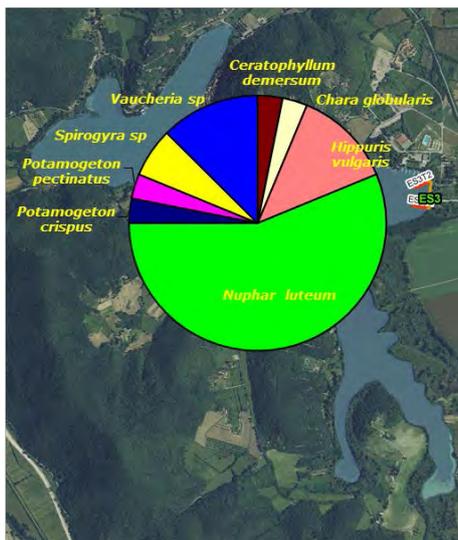


Fig. 9.2-14 - Distribuzione delle specie rilevate – sito ES3

## LAGO PIEDILUCO 1 > Stato Ecologico > Macrofite

Rispetto al corpo idrico Piediluco 2, Piediluco 1 è caratterizzato da maggiore abbondanza, profondità di insediamento della vegetazione e biodiversità floristica.

Tra i siti campionati nel corpo idrico Piediluco 2, il sito ES1 si contraddistingue per una particolare povertà floristica (solo 2 specie presenti: *Fontinalis antipyretica* e *Spirogyra* sp.), presumibilmente legata a diversi fattori. In particolare l'ombreggiamento dovuto alla vegetazione arborea presente lungo la linea di costa e un fondale roccioso o ciottoloso non facilitano la radicazione delle angiosperme, ma favorisce la colonizzazione dalle tallofite. Il tratto finale del Braccio di Capolozza, peraltro, ha ospitato in passato un fitto nufareto e praterie a potamogeti (Mearelli & Tiberi, 1988), attualmente assenti; inoltre, nel 2010 tale area è risultata ricoperta da uno spesso strato di sedimenti melmosi, che non favoriscono l'insediamento della vegetazione acquatica.

Per quanto concerne le specie esotiche è stata rilevata la sola presenza di *Elodea canadensis*, anche se in quantità assai limitate.

Va evidenziata, altresì, nella maggior parte dei siti monitorati, la ridotta presenza delle specie sommerse a vantaggio del nufareto. Da una prima analisi complessiva dei dati relativi alle specie identificate, si può notare come *Nuphar luteum*, specie radicante con foglie natanti, costituisca l'idrofita più abbondante e diffusa sul lago, essendo stata rilevata in tutti i siti, ad eccezione del sito ES1. Tale specie, di fronte al canneto e fino ad una profondità massima di 4,80 m, dà origine a densi nufareti, spesso monospecifici, che impediscono scambi gassosi e la penetrazione della luce nella colonna d'acqua. Come rilevato da diversi autori (Mearelli & Tiberi, 1988; ENEL-DCO, 1989; Venanzoni & Gigante, 2000), anche in passato *Nuphar luteum* ha rappresentato la specie dominante.

Va inoltre segnalata l'ampia diffusione di alghe filamentose (*Spirogyra*, *Cladophora*, *Vaucheria*), che si insediano fino alle maggiori profondità, e della briofita *Fontinalis antipyretica*.

Le idrofite sommerse, appartenenti alle angiosperme, sono invece presenti con contingenti estremamente limitati e, tra queste, la più abbondante è risultata *Callitriche hamulata*, localizzata esclusivamente nel corpo idrico Piediluco 1, che è caratterizzato, grazie all'immissione del Canale Medio Nera, da acque fresche ed ossigenate.

Dal confronto con i dati pregressi emerge come alcune specie diffusamente presenti in passato, quali *Potamogeton lucens*, *Potamogeton natans*, *Potamogeton perfoliatus*, *Myriophyllum spicatum* e *Myriophyllum alterniflorum* (Mearelli & Tiberi, 1988; ENEL-DCO, 1989; Venanzoni & Gigante, 2000) non sono state rinvenute nel 2010; tale perdita di biodiversità merita senza dubbio molta attenzione.

In particolare si riscontra una marcata contrazione della popolazione a idrofite nell'area nord di Fonte del Prato e in quella sud del Braccio di Capolozza. I dati storici confermano la povertà floristica dell'area fra Punta Eco e Braccio Capolozza (Mearelli & Tiberi, 1988; ENEL-DCO, 1989).

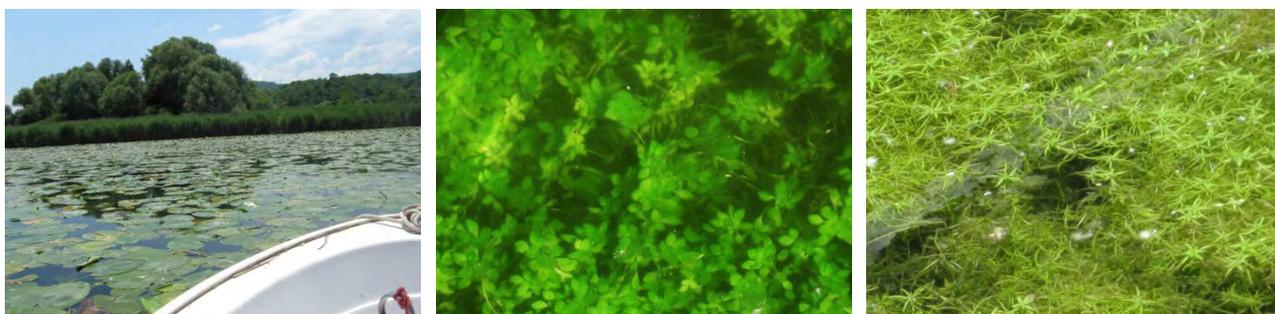


Fig. 9.2-15 – Macrofite acquatiche campionate nel lago Piediluco

## LAGO PIEDILUCO 1 > Stato Ecologico > Fauna ittica



Fig. 9.2-16 – Sottobacini e punti di campionamento della fauna ittica

Il rilievo della fauna ittica del lago Piediluco è stato effettuato nel corso del 2012 dalla Regione Umbria e dal Dipartimento di Chimica, Biologia e Biotecnologie dell'Università di Perugia.

Ai fini del monitoraggio e della classificazione, l'intero specchio d'acqua, che presenta una superficie inferiore a 50 Km<sup>2</sup>, è stato trattato in maniera unitaria e il giudizio di qualità è stato poi attribuito ai due corpi idrici individuati nel lago.

Nel corso dei campionamenti, sono state posizionate 32 Reti Bentoniche Multimaglia, 8 per ciascuno dei 4 strati individuati in base alla profondità (fino a 3, 6, 12 e 18 m). Nel punto di massima profondità del lago, inoltre, sono state posizionate 3 coppie di reti pelagiche a diversa altezza della colonna d'acqua (strati 0-6 m, 6-12 m, 12-18 m). Complessivamente sono state quindi campionate 38 stazioni (Fig. 9.2-16).

In tutto sono stati catturati 6774 esemplari (Fig. 9.2-17), ripartiti in 11 delle 15 specie attualmente presenti nel lago (Lorenzoni et al., 2012), per una biomassa totale di 213,52 kg. Per quanto riguarda le specie chiave (in rosa nel grafico), l'unica presente con abbondanze rilevanti è la scardola; scarsi sono risultati i lucci (4) e del tutto assente la tinca. Anche tra le specie tipo-specifiche (in celeste nel grafico), solo il pesce persico ha fatto registrare catture rilevanti.

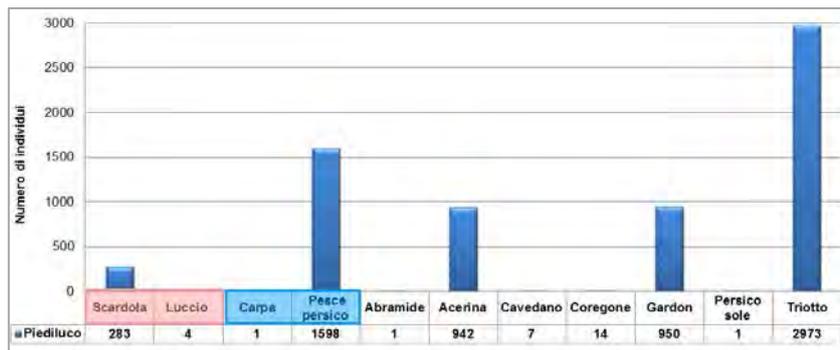


Fig. 9.2-17 - Numero di individui campionati per specie

I dati raccolti sono stati utilizzati per il calcolo delle 5 metriche previste per la determinazione del Lake Fish Index. I risultati delle singole metriche sono riportati nello schema di Fig. 9.2-18.

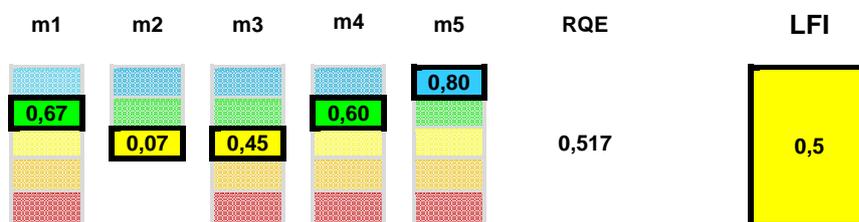


Fig. 9.2-18 - Risultati delle singole metriche e valore finale del LFI per il lago Piediluco (m1 - abbondanza relativa delle specie chiave; m2 - struttura di popolazione delle specie chiave; m3 - successo riproduttivo delle specie chiave e tipo-specifiche; m4 - diminuzione del numero delle specie chiave e tipo-specifiche; m5 - presenza di specie ittiche aliene)

Il giudizio del Lake Fish Index attribuisce al lago di Piediluco uno stato ecologico **sufficiente**, determinato sostanzialmente dai valori ridotti delle metriche m2 (struttura di popolazione delle specie chiave) e m3 (successo riproduttivo delle specie chiave e tipo-specifiche).

## LAGO PIEDILUCO 1 > Stato Ecologico > Macrodescrittori



Fig. 9.2-19 – Punto di campionamento degli elementi fisico-chimici di base

Il monitoraggio degli elementi fisico-chimici di base nel corpo idrico Piediluco 1 è stato effettuato, contestualmente alla rilevazione del fitoplancton, presso la stazione PIE8 localizzata a centro lago (Fig. 9.2-19).

Conformemente al Protocollo, nel punto di campionamento, caratterizzato da una profondità massima di poco inferiore a 20 m, la determinazione dei parametri è stata effettuata a tre diverse profondità di prelievo (superficie, metà e profondità).

Complessivamente, nel primo ciclo di monitoraggio, sono stati raccolti circa 55 campioni utili alla valutazione dell'indice LTLecco.

Parallelamente alle attività svolte in attuazione del D.Lgs 152/06, ARPA Umbria effettua da anni, nel corpo idrico e nei suoi principali immissari, il monitoraggio bimestrale dei

parametri fisico-chimici per la stima dei carichi in ingresso al lago e la valutazione degli effetti delle misure contenute nel Piano Stralcio del lago di Piediluco (DPCM 27 aprile 2006).

I dati raccolti nell'ambito di tale studio<sup>3</sup> nel periodo 2009-2012 hanno consentito anche di ricostruire i processi di stratificazione termica che annualmente caratterizzano tale corpo idrico.

Con l'utilizzo di una sonda multiparametrica, ad intervalli di un metro lungo la colonna d'acqua, è stata effettuata la determinazione mensile dei profili verticali per i seguenti parametri: temperatura, conducibilità, pH, ossigeno disciolto e clorofilla "a". I risultati delle rilevazioni effettuate per i parametri temperatura, ossigeno disciolto e pH vengono riportati nei grafici di Fig. 9.2-20.

Dall'analisi dei grafici si evidenzia come i mesi di dicembre, gennaio e febbraio siano sempre caratterizzati da temperature piuttosto ridotte (inferiori ai 9 °C) e concentrazioni di ossigeno disciolto intorno ai 10-11 mg/l. I valori rilevati si mantengono pressoché costanti lungo l'intera verticale, ad indicare condizioni di completa omogeneità termica e chimica e, quindi, di totale rimescolamento.

Dal mese di marzo si assiste ad un progressivo riscaldamento delle acque che, a partire dagli strati più superficiali, interessa l'intera colonna. Il riscaldamento differenziato, maggiore negli strati superficiali, minore in profondità, determina l'insorgere di un gradiente termico verticale, con un rapido decremento della temperatura nei primi 3-4 metri. Al di sotto di tali profondità la temperatura tende a stabilizzarsi e si mantiene all'incirca costante fino al fondo.

Anche per quanto riguarda le concentrazioni di ossigeno disciolto, con l'inizio del riscaldamento primaverile, si assiste, negli strati superficiali, al progressivo arricchimento in ossigeno dovuto allo sviluppo della biomassa algale e all'incremento dell'attività di fotosintesi ad essa collegata. Negli strati profondi, viceversa, i processi di decomposizione della sostanza organica depositatasi sul fondo conducono ad una progressiva diminuzione del contenuto in ossigeno disciolto.

Questa situazione termica favorisce l'instaurarsi, nei primi metri di profondità, di un gradiente sufficiente a determinare condizioni di stabilità, tali da ridurre notevolmente gli scambi di materia ed energia lungo la verticale e condurre ad una notevole differenziazione chimica tra i livelli superficiale e profondo del lago.

Tuttavia non è possibile parlare di una vera e propria stratificazione termica intesa come la formazione di due strati distinti (epilimnio e ipolimnio) separati da un orizzonte di rapida variazione dei parametri chimico-fisici (metalimnio). Ciò è probabilmente da imputare al particolare regime idraulico del lago che è caratterizzato da breve tempo di residenza ed è sottoposto agli effetti della regolazione idroelettrica.

Gli incrementi differenziali (termici e di ossigeno disciolto) che si registrano, nei primi metri della colonna d'acqua, nella stagione estiva sono probabilmente legati alla inerzia dei processi idrodinamici di omogeneizzazione dei parametri considerati lungo l'intera colonna d'acqua.

<sup>3</sup> ARPA Umbria (2013), *Piano Stralcio del Lago di Piediluco DPCM 27 aprile 2006 - Programma Operativo Regionale - Norme Tecniche Attuative - Art. 19 Monitoraggio 2012.*

## LAGO PIEDILUCO 1 > Stato Ecologico > Macrodescrittori

Questo fenomeno perdura fino ai mesi di luglio-agosto dove si raggiungono i massimi valori termici misurati in superficie e lungo la colonna. L'andamento dell'ossigeno disciolto mostra in questi mesi una sovrasaturazione negli strati più superficiali e una drastica diminuzione negli strati profondi dove si raggiungono concentrazioni di pochi decimi di mg/l.

Dal mese di settembre si assiste al progressivo raffreddamento della massa d'acqua anche se, nel livello superficiale, si mantiene un evidente gradiente di temperatura che si annulla nei mesi autunnali. Analogamente, per l'ossigeno disciolto si assiste alla progressiva omogeneizzazione della concentrazione del parametro lungo la verticale con il raggiungimento di una discreta uniformità chimica nel mese di dicembre.

Anche l'andamento del pH evidenzia condizioni invernali di completo rimescolamento, inizio della differenziazione nel mese di marzo, nuova fase di convergenza dei valori nel mese di aprile e quindi nuova fase di differenziazione che si protrae fino ai mesi di ottobre-novembre, quando si ripristinano condizioni di omogeneità.

LAGO PIEDILUCO 1 > Stato Ecologico > Macrodescrittori

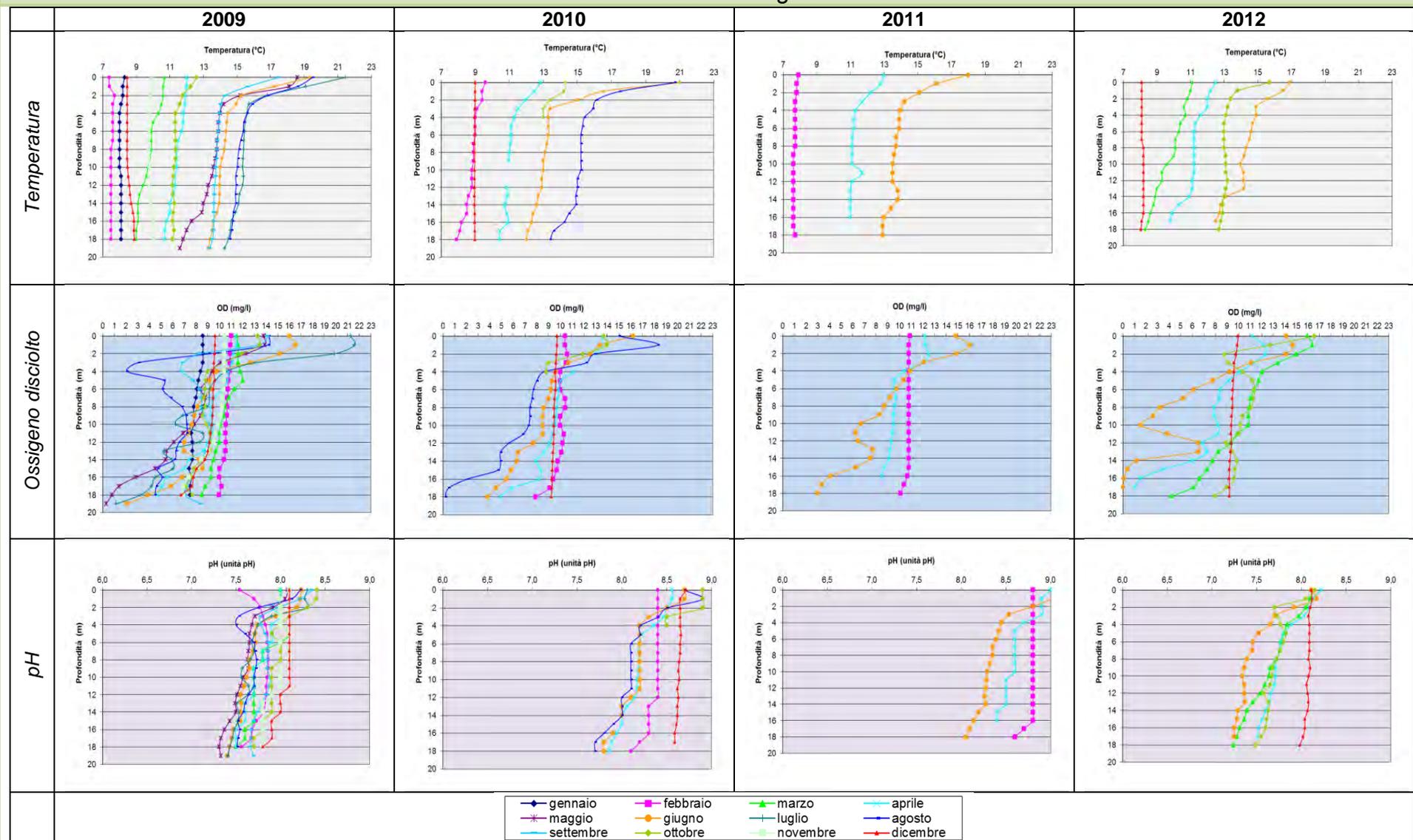


Fig. 9.2-20 – Profili termici rilevati nel sito PIE8 nel periodo 2009-2012

## LAGO PIEDILUCO 1 > Stato Ecologico > Macrodescrittori

Nei grafici seguenti vengono presentati i risultati relativi ai parametri principali (trasparenza, fosforo totale e (% saturazione dell'ossigeno disciolto) che intervengono nella definizione del livello trofico e rilevati nell'ambito del monitoraggio istituzionale nel periodo 2009-2011.

Per quanto riguarda la trasparenza, nel corso del triennio di monitoraggio, sono stati osservati, in generale, valori abbastanza contenuti, con massimi non superiori a 2,5 m, valori medi di 1,6 m e minimi di 1 m nel periodo estivo.

Relativamente al fosforo totale, nel grafico di Fig. 9.2-21 viene riportato l'andamento delle concentrazioni rilevate con frequenza bimestrale nel sito PIE8 alle diverse profondità di prelievo. A titolo di confronto, negli stessi grafici sono rappresentati per fasce di colore i livelli corrispondenti ai giudizi elevato (blu), buono (verde) e sufficiente (giallo), così come definiti dal DM 260/2010 per i valori di fosforo medio nel periodo di massima circolazione in laghi appartenenti al macrotipo L3. La quasi totalità dei dati raccolti presenta valori compatibili con lo stato sufficiente; le concentrazioni rilevate presentano tuttavia variazioni significative tra gli strati superficiali e quelli profondi, dove sono stati registrati valori molto elevati nei mesi primaverili ed estivi.

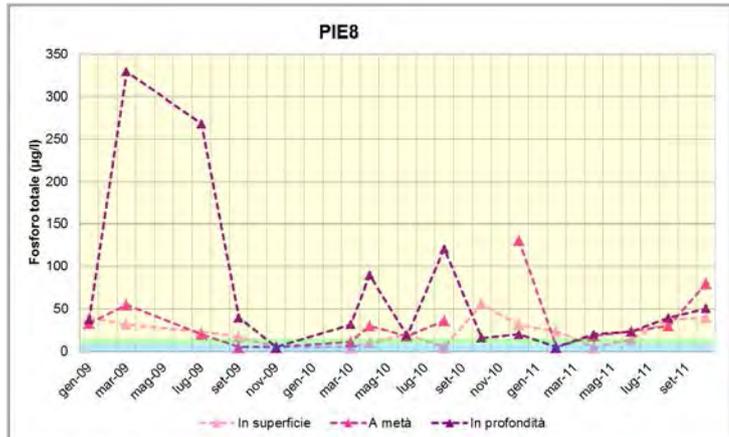


Fig. 9.2-21 – Andamento del fosforo totale nella stazione PIE8

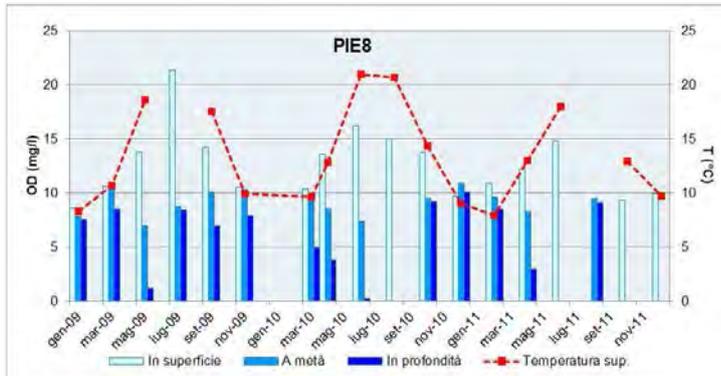


Fig. 9.2-22 – Andamento dell'ossigeno disciolto e della temperatura in superficie nella stazione PIE8

Per quanto riguarda l'ossigeno disciolto, infine, i dati raccolti nel triennio (Fig. 9.2-22) mostrano differenze sostanziali tra i valori delle concentrazioni rilevate alle diverse profondità, a conferma dei processi di stratificazione termica che si instaurano nello specchio lacustre nei mesi estivi.

I dati raccolti nel triennio di monitoraggio sono stati poi elaborati per la determinazione dell'indice LTLecco, secondo i criteri già descritti al paragrafo 6.1.3.

Complessivamente, i risultati delle elaborazioni effettuate attribuiscono al corpo idrico la classe di qualità **sufficiente**, equamente determinata dai tre parametri, i cui valori medi nel triennio risultano compatibili con il Livello 3 (Tab. 9.2-3).

## LAGO PIEDILUCO 1 > Stato Ecologico > Macrodescrittori

Tab. 9.2-3 – LTLecco del corpo idrico Piediluco 1 calcolato per il periodo 2009-2011

Codice stazione	Profondità di prelievo	Fosforo totale (piena circolazione)		Trasparenza		Ossigeno disciolto ipolimnico (stratificazione)		Punteggio trofico	Giudizio LTLecco
		Valore medio (µg/l)	Punteggio	Valore medio (m)	Punteggio	Valore medio (%sat)	Punteggio		
PIE8	Superficie Metà Profondità	24	3	1,6	3	14	3	9	<b>SUFFICIENTE</b>

Sebbene per i corpi idrici della rete operativa la metodologia richiede di valutare l'indice complessivo sulla base della media dei valori rilevati nel triennio per ciascun parametro, si ritiene opportuno fornire un'analisi dell'andamento dei punteggi anche su scala annuale. Nel grafico seguente (Fig. 9.2-23) viene presentato il punteggio totale calcolato sulla base dei valori rilevati annualmente per i parametri di classificazione e il peso che ciascun fattore presenta nella determinazione del livello complessivo. Al punteggio di ciascun parametro viene associata la gradazione cromatica convenzionalmente prevista per l'indice LTLecco.

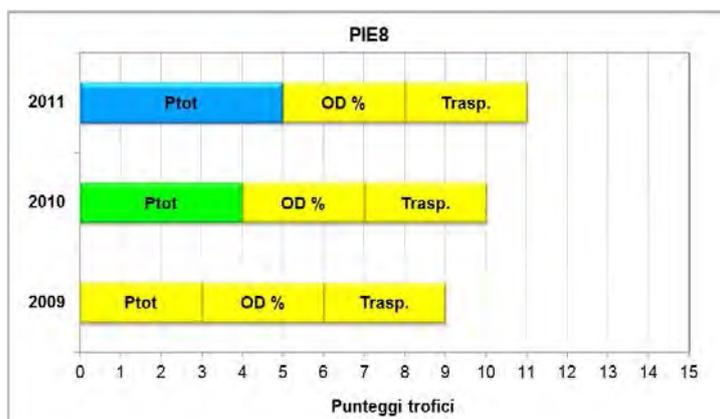


Fig. 9.2-23 – Punteggi trofici annuali per parametro (PIE8)

Come evidenziato dal grafico, lo stato trofico calcolato annualmente presenta un punteggio complessivo sempre compatibile con la classe sufficiente (punteggio trofico <12), anche se con una lieve tendenza al miglioramento nel corso del triennio legata al progressivo miglioramento del punteggio del fosforo rilevato nel periodo di massima circolazione.

## LAGO PIEDILUCO 1 > Stato Ecologico > Sostanze non prioritarie

La valutazione dello stato delle sostanze non prioritarie è stata effettuata sulla base dei dati raccolti mensilmente nel periodo 2009-2012 nel sito di campionamento PIE8.

I set di parametri monitorati, individuati sulla base dell'analisi di rischio, comprendono metalli, fenoli, composti organo alogenati volatili, aromatici volatili e pesticidi.

Le concentrazioni rilevate hanno presentato positività diffuse nel triennio solo per l'arsenico e, in misura minore per il cromo; in ogni caso non sono mai stati registrati superamenti degli standard di qualità ambientale di cui alla tabella 1/B del DM 260/2010.

Il corpo idrico viene quindi classificato in stato **buono** per gli elementi chimici a sostegno (Tab. 9.2-4).

Tab. 9.2-4 – Stato delle sostanze non prioritarie del corpo idrico Piediluco 1

Stazione	Set di parametri	Anno 2009	Anno 2010	Anno 2011	Anno 2012	STATO SOSTANZE NON PRIORITARIE
PIE8	A1 (metalli) A2 (fenoli) A3 (composti organo alogenati volatili e aromatici volatili) A4 (Pesticidi)					<b>BUONO</b>

## LAGO PIEDILUCO 1 > Stato Chimico



La valutazione dello stato chimico è stata effettuata sulla base dei dati raccolti mensilmente nel periodo 2009-2012 nella stazione PIE8.

I set di parametri monitorati, individuati sulla base dell'analisi di rischio, comprendono metalli, fenoli, composti organo alogenati volatili, aromatici volatili e pesticidi.

Le concentrazioni rilevate, benché saltuariamente superiori ai limiti di rilevabilità analitica per alcuni metalli (Fig. 9.2-24), sono risultate sempre inferiori agli standard di qualità ambientale di cui alla tabella 1/A del DM 260/2010.

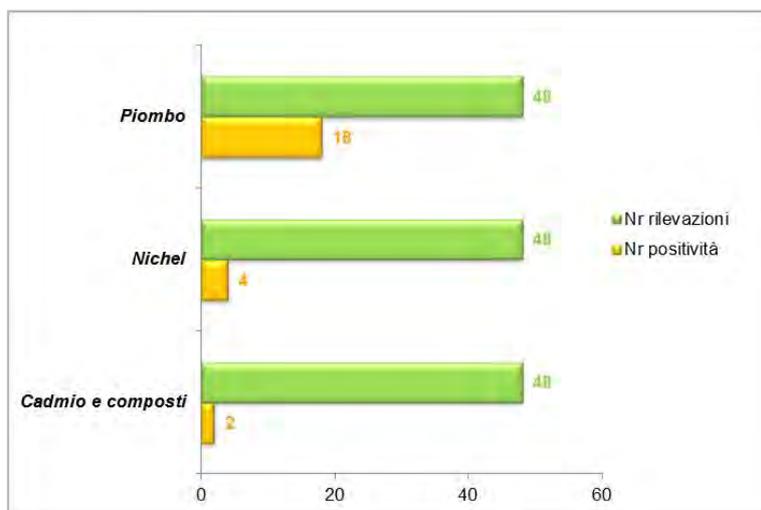


Fig. 9.2-24 - Numero di presenze rilevate per le sostanze di sintesi prioritarie monitorate nel corpo idrico Piediluco 1

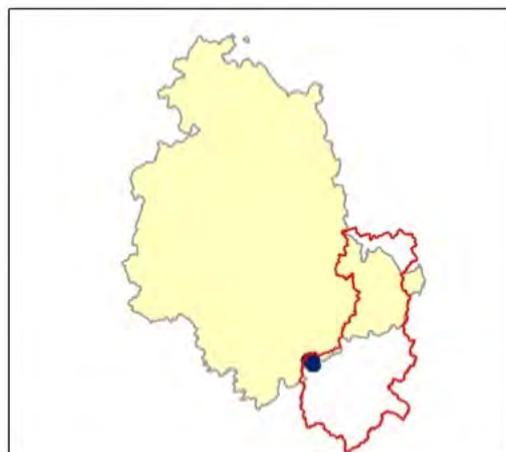
Il corpo idrico viene quindi classificato in **STATO CHIMICO BUONO** (Tab. 9.2-5).

Tab. 9.2-5 – Stato chimico del corpo idrico Piediluco 1

Stazione	Set di parametri	Anno 2009	Anno 2010	Anno 2011	Anno 2012	STATO CHIMICO
PIE8	A1 (metalli) A2 (fenoli) A3 (composti organo alogenati volatili e aromatici volatili) A4 (Pesticidi)					BUONO

## LAGO PIEDILUCO 2

**CORPO IDRICO:** Lago Piediluco 2  
**CODICE CORPO IDRICO:** N01004BL  
**CATEGORIA (Naturale/HMWB):** HMWB  
**TIPO:** ME-2  
**MACROTIPO:** L3  
**LIVELLO DI RISCHIO (R/NR/PR):** R  
**LIVELLO DI PRESSIONE (1-9):** -  
**MONITORAGGIO:** Operativo  
**SUPERFICIE (km<sup>2</sup>):** 0,85  
**PROFONDITA' MASSIMA (m):** 12,5  
**PROFONDITA' MEDIA (m):** -  
**VOLUME DI INVASO (Mm<sup>3</sup>):** -  
**AREA TOTALE DEL BACINO (km<sup>2</sup>):** 2.097  
**UNITA' TERRITORIALE:** Nera  
**RILEVANZA NATURALISTICA:** Sito di Importanza Comunitaria e Zona di Protezione Speciale



### LAGO PIEDILUCO 2 > Inquadramento territoriale

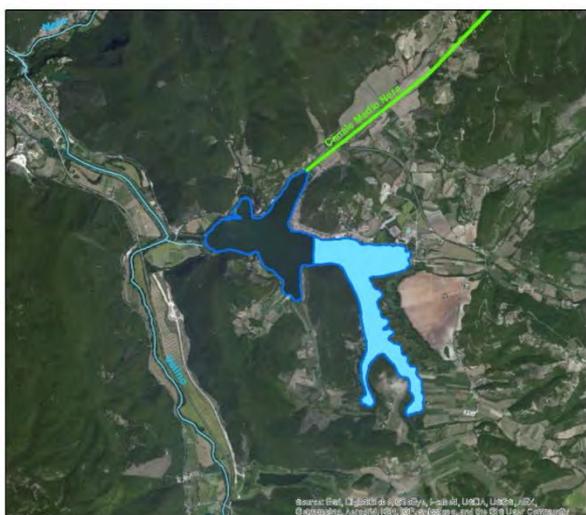


Fig. 9.3-1 – Inquadramento territoriale

Il Lago di Piediluco rappresenta il secondo lago della regione per estensione.

Lo specchio lacustre, caratterizzato da una forma allungata e da varie diramazioni, occupa una superficie pari a 1,7 km<sup>2</sup> e ha un perimetro di 15 km.

La profondità media è di circa 10 metri e massima di poco inferiore 20 metri. In condizioni di massimo invaso, a quota 369 m s.l.m., il lago presenta una capacità di poco superiore a 17 Mm<sup>3</sup>, che scende a meno di 15 Mm<sup>3</sup> alla quota di minimo invaso, 367.5 m s.l.m..

Il bacino imbrifero naturale si estende su una superficie di 74 km<sup>2</sup>. L'unico immissario naturale è rappresentato dal fosso di Leonessa, che si immette nel lago nell'area orientale, in corrispondenza del corpo idrico Piediluco 2. L'apporto idrico maggiore

proviene tuttavia dall'ampliamento del bacino legato allo sfruttamento idroelettrico. Nel 1924, infatti, è stata costruita sul fiume Velino, a monte della cascata delle Marmore, una diga mobile ed è stato realizzato un canale artificiale di circa 400 metri (ampliato e rettificato intorno agli anni '70 in occasione dell'entrata in funzione della centrale di Monte Sant'Angelo) che collega la parte occidentale del lago con il Velino. La diga regola il deflusso delle acque del Velino verso le centrali idroelettriche di Galletto e Monte Sant'Angelo; in tal modo, il lago di Piediluco funziona da vero e proprio bacino di ritenuta, mentre il fiume Velino agisce alternativamente da immissario o da emissario in funzione delle esigenze delle centrali, alimentando il lago nelle ore notturne con circa 10 m<sup>3</sup>/s. Ciò determina un'oscillazione giornaliera dei livelli idrometrici di qualche decina di centimetri (Fig. 9.3-2).

Nel 1932, inoltre, sono state deviate nel lago le acque del fiume Nera e parte di quelle dei fiumi Corno e Vigi attraverso il canale del Medio Nera, che alimenta il lago per l'intera giornata con circa 15 m<sup>3</sup>/s. La superficie complessiva del bacino così ampliato ammonta a 2.097 km<sup>2</sup>.

## LAGO PIEDILUCO 2 > Inquadramento territoriale

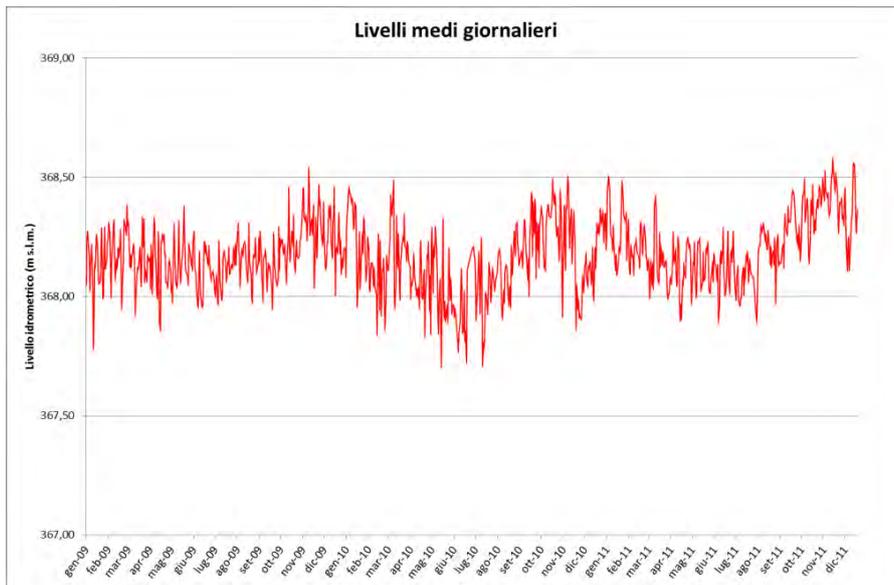
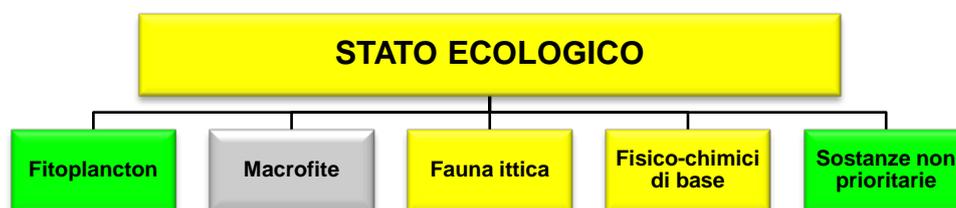


Fig. 9.3-2 - Andamento dei livelli idrometrici medi giornalieri nel Lago Piediluco nel periodo 2009-2011  
(Fonte: Centro Funzionale Regione Umbria)



Analogamente al corpo idrico Piediluco 1, la valutazione dello stato ecologico del corpo idrico Piediluco 2 è stata effettuata sulla base dei dati raccolti nel periodo 2009-2012 per i seguenti elementi di qualità: fitoplancton, fauna ittica, elementi fisico-chimici di base e sostanze non prioritarie.

Per quanto riguarda le macrofite, benché monitorate, non è stato possibile procedere alla loro classificazione non essendo ancora disponibile un indice per la valutazione dei laghi mediterranei.

Il corpo idrico viene classificato in **STATO ECOLOGICO SUFFICIENTE**, determinato dalla fauna ittica e dagli elementi fisico-chimici di base.

Nelle schede seguenti viene riportata, per ciascun elemento di qualità, una breve analisi dei risultati del monitoraggio svolto e alcune considerazioni sui giudizi di qualità elaborati.

## LAGO PIEDILUCO 2 > Stato ecologico > Fitoplancton



Fig. 9.3-3 – Punto di campionamento del fitoplancton

Il monitoraggio del fitoplancton è stato effettuato presso la stazione PIE9 (Fig. 9.3-3) localizzata nel punto di massima profondità del corpo idrico.

Il campionamento, svolto con frequenza bimestrale, ha consentito di analizzare la struttura e la composizione delle principali comunità algali che caratterizzano il corpo idrico e di valutare la qualità associata al fitoplancton attraverso la determinazione dell'Indice Complessivo per il Fitoplancton (ICF).

Nel corso del primo ciclo di monitoraggio sono state identificate, nella stazione PIE9, 97 specie riconducibili a 47 generi e 6 gruppi tassonomici (Tab. 9.3-1). Analogamente alla comunità fitoplanctonica rilevata nella stazione del corpo idrico Piediluco 1, il gruppo algale che presenta una maggiore varietà di generi e specie è costituito dalle cloroficee. La

classe meno rappresentata sia in termini di varietà che di abbondanza cellulare è invece quella delle crisoficee.

Tab. 9.3-1 - Composizione della comunità fitoplanctonica rilevata presso la stazione PIE9

Gruppo	PIE9		
	Generi (n)	Specie (n)	Cellule (n/l)
Cianoficee	5	7	37.437.156
Cloroficee	24	58	110.937.509
Diatomee	9	16	260.147.446
Criptoficee	3	9	150.594.692
Flagellati	5	6	1.867.242
Crisoficee	1	1	20.831
<b>TOTALE</b>	<b>47</b>	<b>97</b>	<b>561.004.876</b>

Per ogni specie rilevata, sono state determinate le dimensioni cellulari necessarie al calcolo del biovolume algale, che rappresenta l'elemento principale per la valutazione dell'indice complessivo e il cui valore medio annuo viene riportato in Tab. 9.3-2.

Tab. 9.3-2 – Biovolume medio annuo calcolato presso la stazione PIE9

	PIE9		
	2009	2010	2011
Biovolume Medio Annuo (mm <sup>3</sup> /l)	7,17	2,20	6,50

I dati relativi al biovolume medio annuo raccolti nel corpo idrico Piediluco 2 risultano significativamente più elevati di quelli rilevati nel sito PIE8 (Piediluco 1). In particolare, il biovolume stimato nell'anno 2009 nella stazione PIE9 (7,17 mm<sup>3</sup>/l), rappresenta il valore massimo registrato nel lago nell'intero triennio. Anche in questo caso, l'anno 2010 sembra essere caratterizzato da una comunità algale meno abbondante in termini di biomassa.

Al fine di evidenziare come i principali gruppi algali incidono sul biovolume rilevato, nel grafico di Fig. 9.4-3 viene riportato, per ogni mese di campionamento, il biovolume complessivo e la relativa composizione in classi.

## LAGO PIEDILUCO 2 > Stato ecologico > Fitoplancton

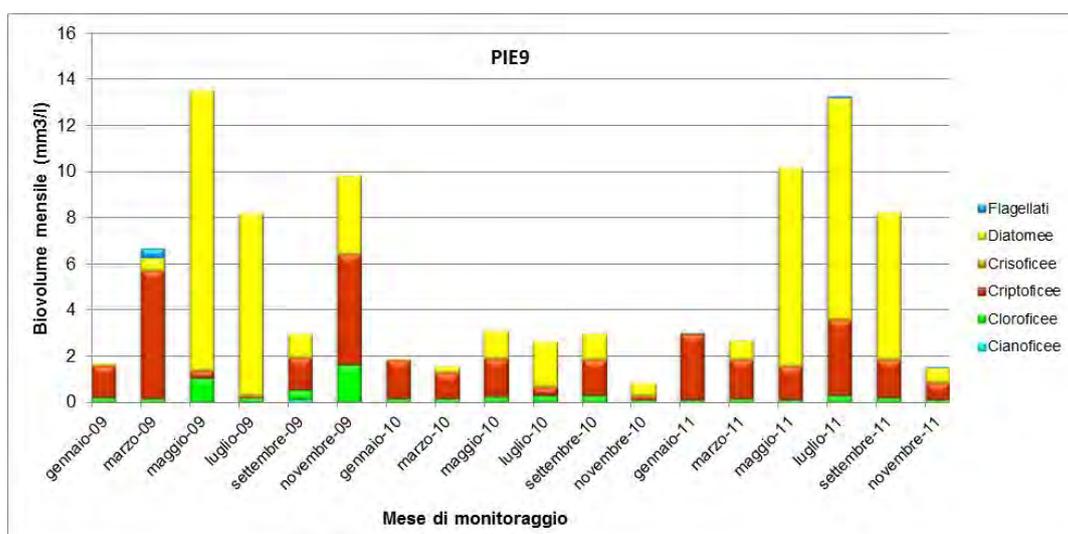


Fig. 9.3-4 - Biovolume mensile e composizione in classi algali della stazione PIE9

Analogamente a quanto rilevato nel sito di campionamento PIE8, l'andamento dei biovolumi mensili calcolati nella stazione PIE9 mostra come i valori più consistenti vengano sempre rilevati nei mesi estivi, in particolare nel periodo maggio-settembre. Da segnalare come gli elevati valori di biovolume registrati nell'anno 2009 siano anche determinati dal dato del mese di novembre, legato alla presenza delle specie *Cryptomonas erosa* (criptoficee) e *Cyclotella* sp. (diatomee), caratterizzate da densità e biovolumi cellulari significativi. Come già anticipato, il 2010 sembra caratterizzato da una comunità algale meno rilevante e non presenta uno sviluppo estivo particolarmente significativo rispetto agli altri mesi di monitoraggio.

Contestualmente al campionamento della comunità fitoplanctonica, viene effettuata, nella zona eufotica, la determinazione della clorofilla "a", parametro fondamentale per la caratterizzazione della qualità lacustre e la valutazione dell'Indice Complessivo per il Fitoplancton. L'andamento mensile della clorofilla "a" viene presentato nel grafico seguente (Fig. 9.3-5). Per fasce di colore sono rappresentati anche i livelli corrispondenti ai giudizi elevato (blu), buono (verde), sufficiente (giallo), scarso (arancione) e cattivo (rosso), definiti dal DM 260/2010 per i valori di clorofilla media annua in laghi appartenenti al macrotipo L3.

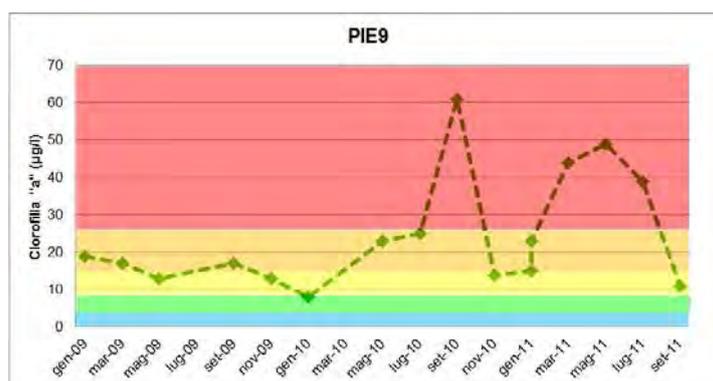


Fig. 9.3-5 - Andamento della clorofilla "a" nel periodo 2009-2011 nel corpo idrico Piediluco 2

L'andamento delle concentrazioni di clorofilla rilevate mostra come il corpo idrico presenti valori mediamente più elevati rispetto all'area occidentale; in particolare, nell'anno 2011 sono stati registrati valori dell'ordine di 40 µg/l già a partire dalla tarda primavera.

Come già anticipato al paragrafo 5.1.3, l'Indice Complessivo per il Fitoplancton viene calcolato come media dei valori di due sub-indici, l'Indice medio di biomassa e l'Indice di composizione, determinati a loro volta sulla base di più indici componenti, definiti in funzione del macrotipo lacustre. Lo schema di calcolo dell'indice ICF per il lago Piediluco 2 (macrotipo L3) è riportato in Fig. 9.3-6.

LAGO PIEDILUCO 2 > Stato ecologico > Fitoplancton

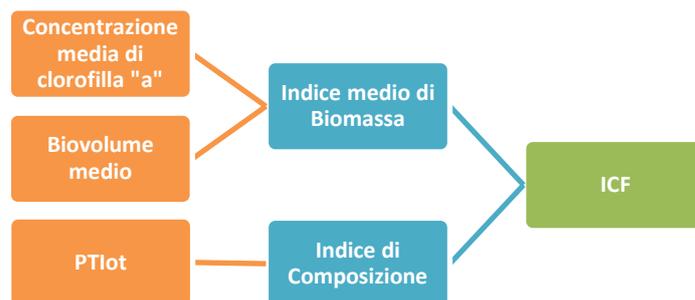


Fig. 9.3-6 - Schema di calcolo dell'indice ICF per il macrotipo L3

Nello schema di Fig. 9.3-7 vengono illustrati i risultati dell'indice ICF e dei relativi subindici calcolati per la stazione PIE9 rappresentativa del corpo idrico.

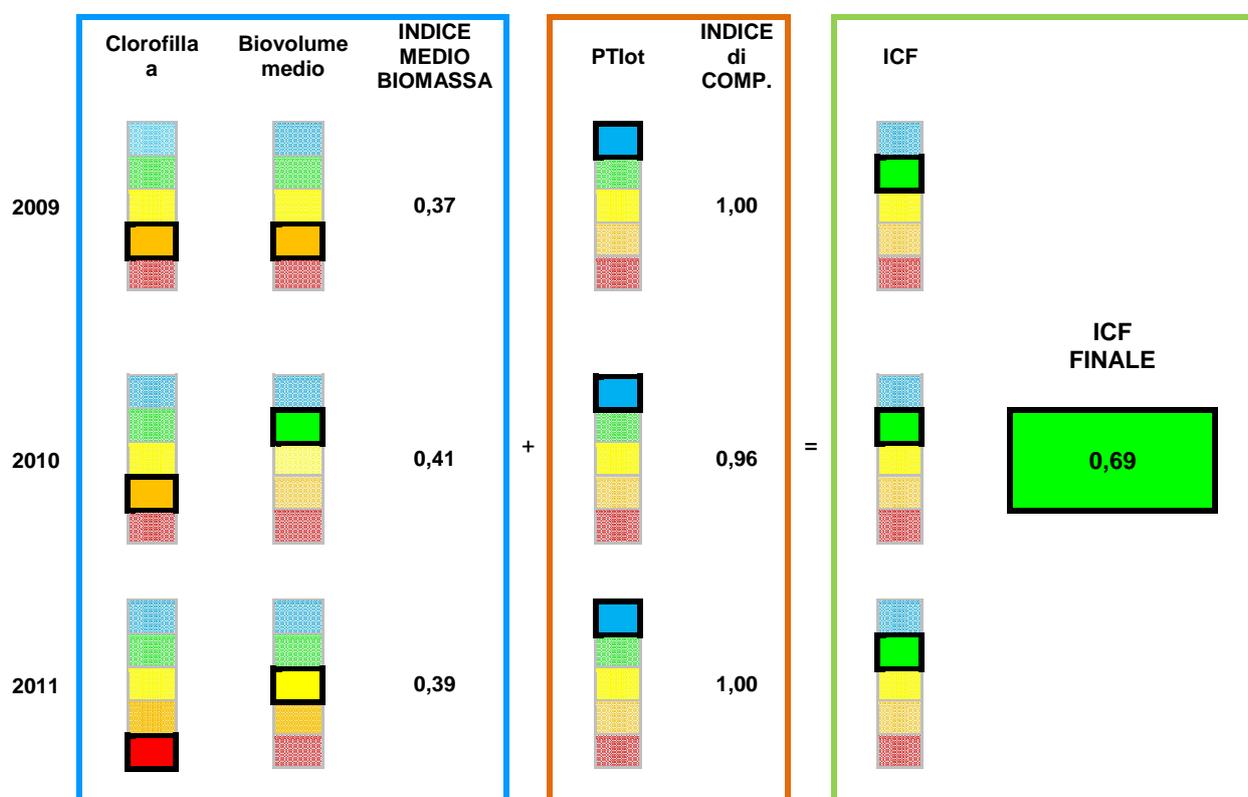


Fig. 9.3-7 – Indice Complessivo per il Fitoplancton – Lago Piediluco 2 (PIE9)

Analogamente al corpo idrico Piediluco 1, la comunità fitoplanctonica rilevata nel triennio di monitoraggio 2009-2011 classifica complessivamente il corpo idrico Piediluco 2 in uno stato di qualità **buono** e non presenta variazioni di classe nel corso dei tre anni.

Anche in questo caso, l'analisi dei vari subindici mostra però una significativa discordanza tra il giudizio derivante dall'Indice di Biomassa e quello dell'Indice di Composizione (PTlot): l'elevata presenza di specie indicatrici (il cui biovolume supera abbondantemente la soglia del 70%) caratterizzate da buoni valori trofici, infatti, determina valori del PTlot in classe elevata nell'intero periodo, mentre gli elevati valori di clorofilla "a" rilevati nella stagione estiva, quasi sempre affiancati da biovolumi medi significativi, condizionano negativamente l'indice di biomassa, in particolare negli anni 2009 e 2011.

## LAGO PIEDILUCO 2 > Stato ecologico > Macrofite

Il monitoraggio della comunità macrofittica nei due corpi idrici individuati nel lago di Piediluco è stato effettuato contestualmente nel corso dell'anno 2010, secondo le modalità stabilite dal Protocollo di campionamento.

Lo sviluppo areale della vegetazione acquatica, tuttavia, rende difficile una trattazione separata della comunità rilevata nei due corpi idrici. Pertanto, l'analisi delle specie identificate e delle relative frequenze viene presentata in maniera unitaria, al fine di fornire un quadro complessivo della variabilità dell'indicatore esaminato nell'intero specchio d'acqua.

All'interno dei due corpi idrici sono stati individuati complessivamente 5 siti e 27 transetti (Fig. 9.3-8), così distribuiti:

- **Piediluco 1:** *WS1* (in verde chiaro) – sponda nordoccidentale fra Medio Nera e Velino (7 transetti) e *WS2* (in blu) – sponda meridionale fra Velino e Punta Eco (6 transetti)
- **Piediluco 2:** *ES1* (in verde scuro) – sponda occidentale fra Punta Eco e Braccio Capolozza (6 transetti), *ES2* (in giallo) – sponda orientale fino al Braccio Cornello (6 transetti) e *ES3* (in fucsia) – sponda orientale, seminaturale, presso il Rio Fuscello (2 transetti)

Le 17 specie identificate e la loro frequenza, registrata sui punti campionati fino alla profondità di 7 m, sono riportate nel grafico di (Fig. 9.3-9).

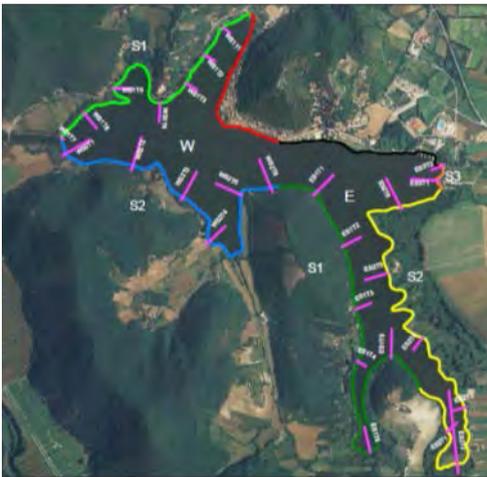


Fig. 9.3-8 - Siti e transetti per la rilevazione delle macrofite

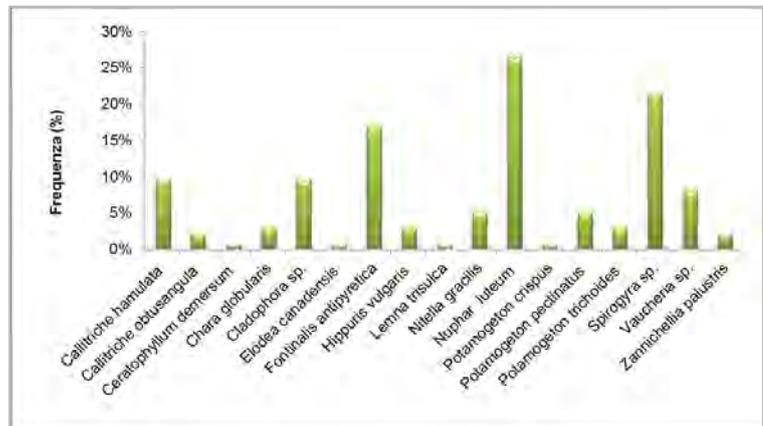


Fig. 9.3-9 - Specie macrofittiche identificate e relativa frequenza

I dati relativi alla distribuzione delle specie macrofittiche e alla loro abbondanza, calcolata nei siti indagati, in base alla frequenza (secondo Oggioni 2009 *et al.*), sono rappresentati nei grafici riportati di seguito.

LAGO PIEDILUCO 2 > Stato ecologico > Macrofite

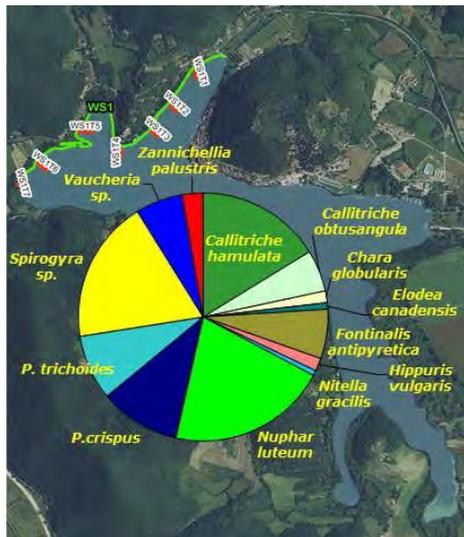


Fig. 9.3-10 - Distribuzione delle specie rilevate – sito WS1

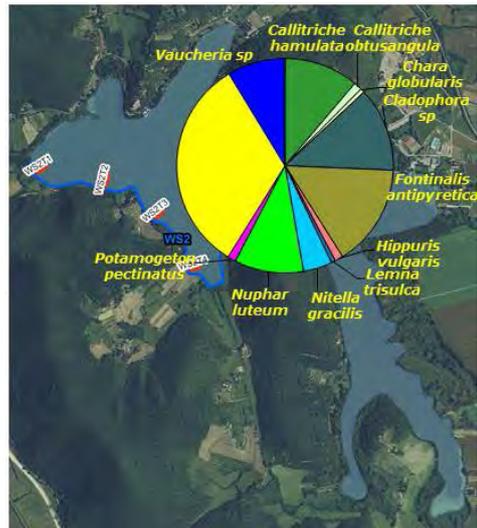


Fig. 9.3-11 - Distribuzione delle specie rilevate – sito WS2

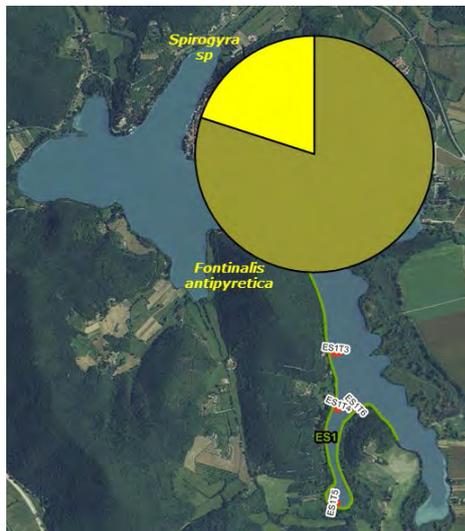


Fig. 9.3-12 - Distribuzione delle specie rilevate – sito ES1

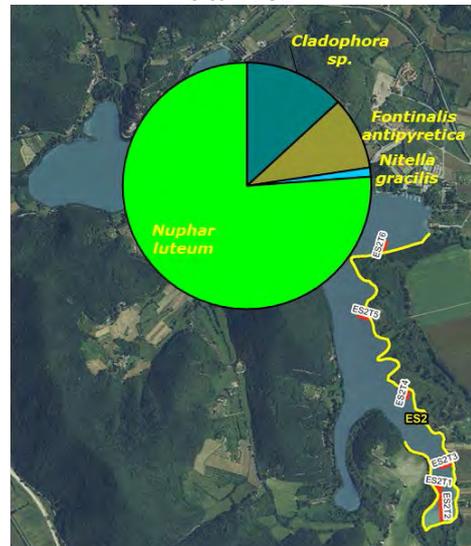


Fig. 9.3-13 - Distribuzione delle specie rilevate – sito ES2

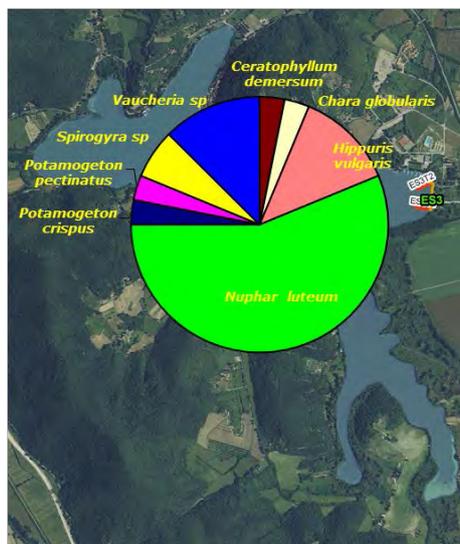


Fig. 9.3-14 - Distribuzione delle specie rilevate – sito ES3

## LAGO PIEDILUCO 2 > Stato ecologico > Macrofite

Rispetto al corpo idrico Piediluco 2, Piediluco 1 è caratterizzato da maggiore abbondanza, profondità di insediamento della vegetazione e biodiversità floristica.

Tra i siti campionati nel corpo idrico Piediluco 2, il sito ES1 si contraddistingue per una particolare povertà floristica (solo 2 specie presenti: *Fontinalis antipyretica* e *Spirogyra* sp.), presumibilmente legata a diversi fattori. In particolare l'ombreggiamento dovuto alla vegetazione arborea presente lungo la linea di costa e un fondale roccioso o ciottoloso non facilitano la radicazione delle angiosperme, ma favoriscono la colonizzazione dalle tallofite. Il tratto finale del Braccio di Capolozza, peraltro, ha ospitato in passato un fitto nufareto e praterie a potamogeti (Mearelli & Tiberi, 1988), attualmente assenti; inoltre, nel 2010 tale area è risultata ricoperta da uno spesso strato di sedimenti melmosi, che non favoriscono l'insediamento della vegetazione acquatica.

Per quanto concerne le specie esotiche è stata rilevata la sola presenza di *Elodea canadensis*, anche se in quantità assai limitate.

Va evidenziata, altresì, nella maggior parte dei siti monitorati, la ridotta presenza delle specie sommerse a vantaggio del nufareto. Da una prima analisi complessiva dei dati relativi alle specie identificate, si può notare come *Nuphar luteum*, specie radicante con foglie natanti, costituisca l'idrofita più abbondante e diffusa sul lago, essendo stata rilevata in tutti i siti, ad eccezione del sito ES1. Tale specie, di fronte al canneto e fino ad una profondità massima di 4,80 m, dà origine a densi nufareti, spesso monospecifici, che impediscono scambi gassosi e la penetrazione della luce nella colonna d'acqua. Come rilevato da diversi autori (Mearelli & Tiberi, 1988; ENEL-DCO, 1989; Venanzoni & Gigante, 2000), anche in passato *Nuphar luteum* ha rappresentato la specie dominante.

Va inoltre segnalata l'ampia diffusione di alghe filamentose (*Spirogyra*, *Cladophora*, *Vaucheria*), che si insediano fino alle maggiori profondità e della briofita *Fontinalis antipyretica*.

Le idrofite sommerse, appartenenti alle angiosperme, sono invece presenti con contingenti estremamente limitati e, tra queste, la più abbondante è risultata *Callitriche hamulata*, localizzata esclusivamente nel corpo idrico Piediluco 1, che è caratterizzato, grazie all'immissione del Canale Medio Nera, da acque fresche ed ossigenate.

Dal confronto con i dati pregressi emerge come alcune specie diffusamente presenti in passato, quali *Potamogeton lucens*, *Potamogeton natans*, *Potamogeton perfoliatus*, *Myriophyllum spicatum* e *Myriophyllum alterniflorum* (Mearelli & Tiberi, 1988; ENEL-DCO, 1989; Venanzoni & Gigante, 2000) non sono state rinvenute nel 2010; tale perdita di biodiversità merita senza dubbio molta attenzione.

In particolare si riscontra una marcata contrazione della popolazione a idrofite nell'area nord di Fonte del Prato e in quella sud del Braccio di Capolozza. I dati storici confermano la povertà floristica dell'area fra Punta Eco e Braccio Capolozza (Mearelli & Tiberi, 1988; ENEL-DCO, 1989).

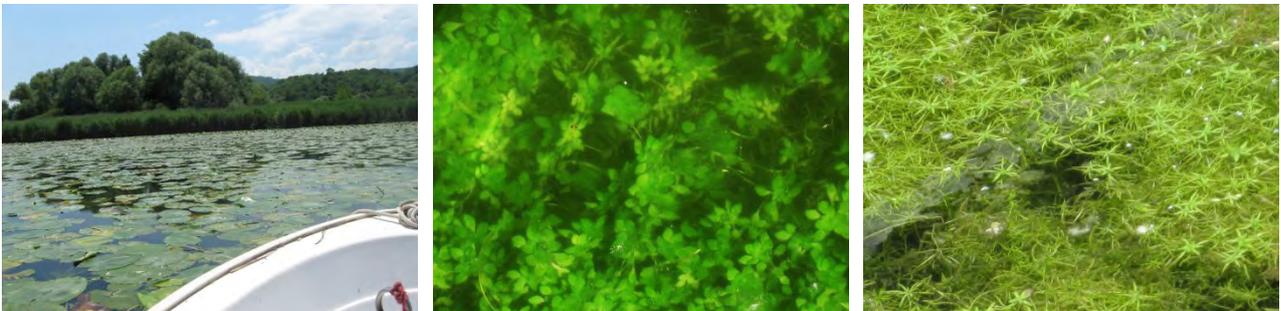


Fig. 9.3-15 – Macrofite acquatiche campionate nel lago Piediluco

## LAGO PIEDILUCO 2 > Stato ecologico > Fauna ittica



Fig. 9.3-16 – Sottobacini e punti di campionamento della fauna ittica

Il rilievo della fauna ittica del lago Piediluco è stato effettuato nel corso del 2012 dalla Regione Umbria e dal Dipartimento di Chimica, Biologia e Biotecnologie dell'Università di Perugia.

Ai fini del monitoraggio e della classificazione, l'intero specchio d'acqua, che presenta una superficie inferiore a 50 km<sup>2</sup>, è stato trattato in maniera unitaria e il giudizio di qualità è stato poi attribuito ai due corpi idrici individuati nel lago.

Nel corso dei campionamenti, sono state posizionate 32 Reti Bentoniche Multimaglia, 8 per ciascuno dei 4 strati individuati in base alla profondità (fino a 3, 6, 12 e 18 m). Nel punto di massima profondità del lago, inoltre, sono state posizionate 3 coppie di reti pelagiche a diversa altezza della colonna d'acqua (strati 0-6 m, 6-12 m, 12-18 m). Complessivamente sono state quindi campionate 38 stazioni (Fig. 9.3-16).

In tutto sono stati catturati 6774 esemplari, ripartiti in 11 (Fig. 9.3-17) delle 15 specie attualmente presenti nel lago (Lorenzoni et al., 2012), per una biomassa totale di 213,52 kg. Per quanto riguarda le specie chiave (in rosa nel grafico), l'unica presente con abbondanze rilevanti è la scardola; scarsi sono risultati i lucci (4) e del tutto assente la tinca. Anche tra le specie tipo-specifiche (in celeste nel grafico), solo il pesce persico ha fatto registrare catture rilevanti.

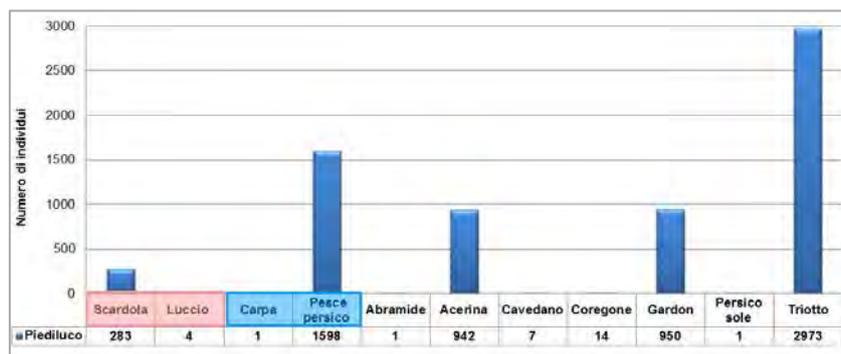


Fig. 9.3-17 - Numero di individui campionati per specie

I dati raccolti sono stati utilizzati per il calcolo delle 5 metriche previste per la determinazione del Lake Fish Index. I risultati delle singole metriche sono riportati nello schema di Fig. 9.3-18.

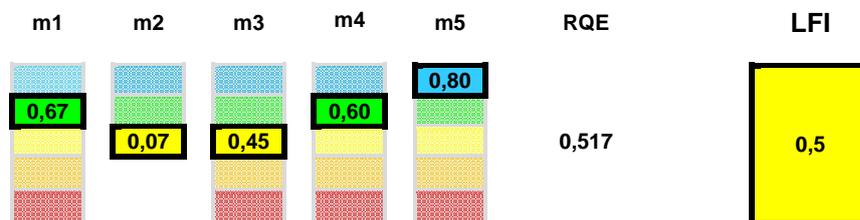


Fig. 9.3-18 - Risultati delle singole metriche e valore finale del LFI per il lago Piediluco (m1 - abbondanza relativa delle specie chiave; m2 - struttura di popolazione delle specie chiave; m3 - successo riproduttivo delle specie chiave e tipo-specifiche; m4 - diminuzione del numero delle specie chiave e tipo-specifiche; m5 - presenza di specie ittiche aliene)

Il giudizio del Lake Fish Index attribuisce al lago Piediluco uno stato ecologico **sufficiente**, determinato sostanzialmente dai valori ridotti delle metriche m2 (struttura di popolazione delle specie chiave) e m3 (successo riproduttivo delle specie chiave e tipo-specifiche).

## LAGO PIEDILUCO 2 > Stato ecologico > Macrodescrittori



Fig. 9.3-19 – Punto di campionamento degli elementi fisico-chimici di base

Il monitoraggio degli elementi fisico-chimici di base nel corpo idrico Piediluco 2 è stato effettuato, contestualmente alla rilevazione del fitoplancton, presso la stazione PIE9, localizzata nel punto di massima profondità (Fig. 9.3-19).

Conformemente al Protocollo, nel sito di campionamento, caratterizzato da una profondità massima di circa 12 m, la determinazione dei parametri è stata effettuata a tre diverse profondità di prelievo (superficie, metà e profondità).

Complessivamente, nel primo ciclo di monitoraggio, sono stati raccolti circa 55 campioni utili alla valutazione dell'indice LTLecco.

Come già anticipato per il corpo idrico Piediluco 1, parallelamente alle attività svolte in attuazione del D.Lgs 152/06, ARPA Umbria effettua da anni anche il monitoraggio

bimestrale dei parametri fisico-chimici per la stima dei carichi in ingresso al lago e la valutazione degli effetti delle misure contenute nel Piano Stralcio del lago di Piediluco (DPCM 27 aprile 2006).

I dati raccolti nell'ambito di tale studio<sup>4</sup> nel periodo 2009-2012 hanno consentito anche di ricostruire i processi di stratificazione termica che annualmente caratterizzano tale corpo idrico.

Con l'utilizzo di una sonda multiparametrica, ad intervalli di un metro lungo la colonna d'acqua, è stata effettuata la determinazione mensile dei profili verticali per i seguenti parametri: temperatura, conducibilità, pH, ossigeno disciolto e clorofilla "a". I risultati delle rilevazioni effettuate per i parametri temperatura, ossigeno disciolto e pH vengono riportati nei grafici di Fig. 9.3-20.

Dall'analisi dei grafici si evidenzia come, analogamente al corpo idrico Piediluco 1, i mesi di dicembre, gennaio e febbraio siano sempre caratterizzati da temperature piuttosto ridotte (inferiori ai 9 °C) e concentrazioni di ossigeno disciolto intorno ai 10-12 mg/l. I valori rilevati si mantengono pressoché costanti lungo l'intera verticale, ad indicare condizioni di completa omogeneità termica e chimica e, quindi, di totale rimescolamento.

Dal mese di aprile si assiste ad un progressivo riscaldamento delle acque che, a partire dagli strati più superficiali, interessa l'intera colonna. Il riscaldamento differenziato, maggiore negli strati superficiali, minore in profondità, determina l'insorgere di un gradiente termico verticale, con un rapido decremento della temperatura nei primi 3 metri. Al di sotto di tali profondità la temperatura tende a stabilizzarsi e si mantiene all'incirca costante fino al fondo.

Anche per quanto riguarda le concentrazioni di ossigeno disciolto, con l'inizio del riscaldamento primaverile, si assiste, negli strati superficiali, al progressivo arricchimento in ossigeno dovuto allo sviluppo della biomassa algale e all'incremento dell'attività di fotosintesi ad essa collegata. Negli strati profondi, viceversa, i processi di decomposizione della sostanza organica depositatasi sul fondo conducono ad una progressiva diminuzione del contenuto in ossigeno disciolto.

Questa situazione termica favorisce l'instaurarsi, nei primi metri di profondità, di un gradiente sufficiente a determinare condizioni di stabilità, tali da ridurre notevolmente gli scambi di materia ed energia lungo la verticale e condurre ad una notevole differenziazione chimica tra i livelli superficiale e profondo del lago.

Gli incrementi differenziali (termici e di ossigeno disciolto) che si registrano, nei primi metri della colonna d'acqua, nella stagione estiva sono probabilmente legati alla inerzia dei processi idrodinamici di omogeneizzazione dei parametri considerati lungo l'intera colonna d'acqua.

Questo fenomeno perdura fino ai mesi di luglio-agosto dove si raggiungono i massimi valori termici misurati in superficie e lungo la colonna. L'andamento dell'ossigeno disciolto mostra in questi mesi una sovrasaturazione negli strati più superficiali e una drastica diminuzione negli strati profondi dove si raggiungono concentrazioni anche di pochi decimi di mg/l.

<sup>4</sup> ARPA Umbria (2013), *Piano Stralcio del Lago di Piediluco DPCM 27 aprile 2006 - Programma Operativo Regionale - Norme Tecniche Attive - Art. 19 Monitoraggio 2012.*

## LAGO PIEDILUCO 2 > Stato ecologico > Macrodescrittori

Dal mese di settembre si assiste al progressivo raffreddamento della massa d'acqua anche se, nel livello superficiale, si mantiene un evidente gradiente di temperatura che si annulla nei mesi autunnali. Analogamente per l'ossigeno disciolto si assiste alla progressiva omogeneizzazione della concentrazione del parametro lungo la verticale con il raggiungimento di una discreta uniformità chimica nel mese di dicembre.

Anche l'andamento del pH evidenzia condizioni invernali di rimescolamento, inizio della differenziazione nei mesi di marzo-aprile, nuova fase di convergenza dei valori nel mese di aprile e quindi nuova fase di differenziazione che si protrae fino ai mesi di ottobre-novembre, quando si ripristinano condizioni di omogeneità.

LAGO PIEDILUCO 2 > Stato Ecologico > Macrodescrittori

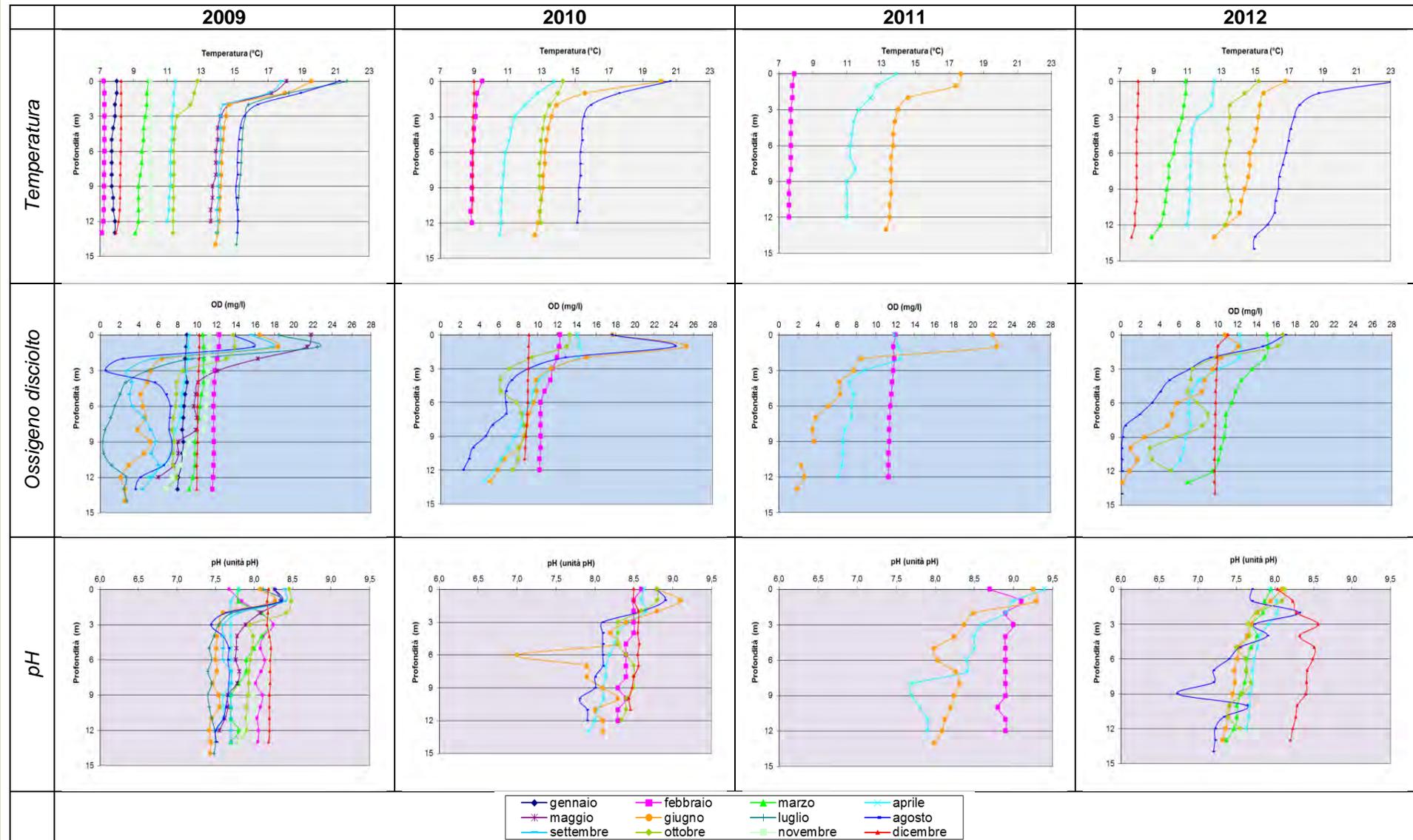


Fig. 9.3-20 – Profili termici rilevati nel sito PIE9 nel periodo 2009-2012

## LAGO PIEDILUCO 2 > Stato ecologico > Macrodescrittori

Nei grafici seguenti vengono presentati i risultati relativi ai parametri principali (trasparenza, fosforo totale e (% saturazione dell'ossigeno disciolto) che intervengono nella definizione del livello trofico e rilevati nell'ambito del monitoraggio istituzionale nel periodo 2009-2011.

Per quanto riguarda la trasparenza, nel corso del triennio di monitoraggio, sono stati osservati, in generale, valori abbastanza contenuti con massimi non superiori a 2,5 m, valori medi di 1,4 m e minimi di 1 m nel periodo estivo.

Relativamente al fosforo totale, nel grafico di Fig. 9.3-21 viene riportato l'andamento delle concentrazioni rilevate con frequenza bimestrale nel sito PIE9 alle diverse profondità di prelievo nel periodo 2009-2011. A titolo di confronto, negli stessi grafici sono rappresentati per fasce di colore i livelli corrispondenti ai giudizi elevato (blu), buono (verde) e sufficiente (giallo), così come definiti dal DM 260/2010 per i valori di fosforo medio nel periodo di massima circolazione in laghi appartenenti al macrotipo L3. Come si riconosce dal grafico, la quasi totalità dei dati raccolti in profondità presenta valori compatibili con lo stato sufficiente (valore massimo 750 µg/l) mentre più contenute sono le concentrazioni registrate a metà e in superficie.

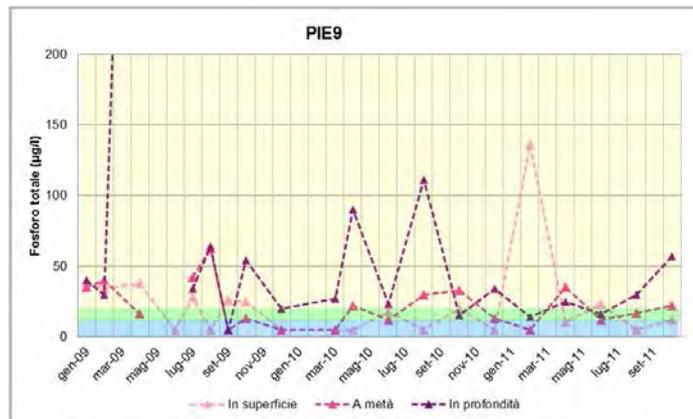


Fig. 9.3-21 - Andamento del fosforo totale nella stazione PIE9

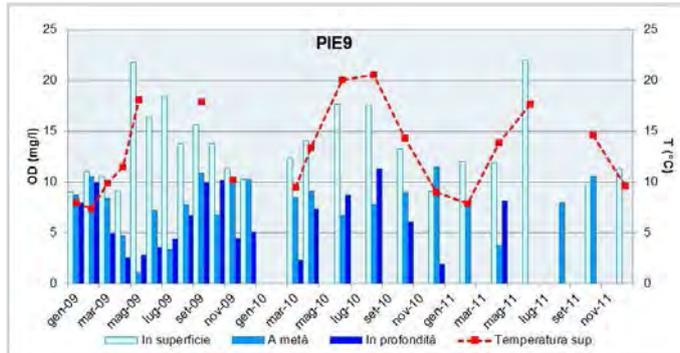


Fig. 9.3-22 - Andamento dell'ossigeno disciolto e della temperatura in superficie nella stazione PIE9

Per quanto riguarda l'ossigeno disciolto, infine, i dati raccolti nel triennio (Fig. 9.3-22) mostrano differenze sostanziali tra i valori delle concentrazioni rilevate alle diverse profondità, a conferma dei processi di stratificazione termica che si instaurano nello specchio lacustre nei mesi estivi.

I dati raccolti nel triennio di monitoraggio sono stati poi elaborati per la determinazione dell'indice LTLecco, secondo i criteri già descritti al paragrafo 6.1.3.

I risultati delle elaborazioni effettuate attribuiscono complessivamente al corpo idrico la classe di qualità **sufficiente**, equamente determinata dai tre parametri, i cui valori medi nel triennio risultano compatibili con il Livello 3 (Tab. 9.3-3).

## LAGO PIEDILUCO 2 > Stato ecologico > Macrodescrittori

Tab. 9.3-3 – LTLecco del corpo idrico Piediluco 2 calcolato per il periodo 2009-2011

Codice stazione	Profondità di prelievo	Fosforo totale (piena circolazione)		Trasparenza		Ossigeno disciolto ipolimnico (stratificazione)		Punteggio trofico	Giudizio LTLecco
		Valore medio (µg/l)	Punteggio	Valore medio (m)	Punteggio	Valore medio (%sat)	Punteggio		
PIE9	Superficie Metà Profondità	21	3	1,4	3	23	3	9	<b>SUFFICIENTE</b>

Sebbene per i corpi idrici della rete operativa la metodologia richiede di valutare l'indice complessivo sulla base della media dei valori rilevati nel triennio per ciascun parametro, si ritiene opportuno fornire un'analisi dell'andamento dei punteggi anche su scala annuale. Nel grafico seguente (Fig. 9.3-23) viene presentato il punteggio totale calcolato sulla base dei valori rilevati annualmente per i parametri di classificazione e il peso che ciascun fattore presenta nella determinazione del livello complessivo. Al punteggio di ciascun parametro viene associata la gradazione cromatica convenzionalmente prevista per l'indice LTLecco.

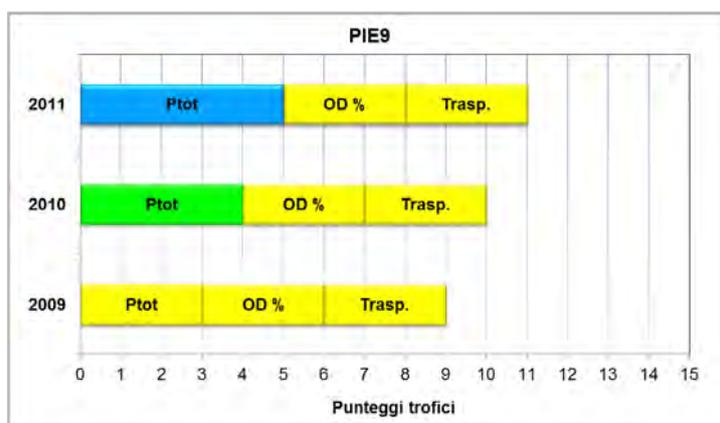


Fig. 9.3-23 - Punteggi trofici annuali per parametro (PIE9)

Come evidenziato dal grafico, lo stato trofico calcolato annualmente presenta un punteggio complessivo sempre compatibile con la classe sufficiente (punteggio trofico <12). Analogamente al corpo idrico Piediluco 1, l'aumento del punteggio registrato nel corso del triennio è da attribuire ad un progressivo miglioramento del punteggio del fosforo rilevato nel periodo di massima circolazione.

## LAGO PIEDILUCO 2 > Stato Ecologico > Sostanze non prioritarie

La valutazione dello stato delle sostanze non prioritarie è stata effettuata sulla base dei dati raccolti mensilmente nel periodo 2009-2012 nel sito di campionamento PIE9.

I set di parametri monitorati, individuati sulla base dell'analisi di rischio, comprendono metalli, fenoli, composti organo alogenati volatili, aromatici volatili e pesticidi.

Le concentrazioni rilevate hanno presentato positività diffuse nel triennio solo per l'arsenico e, in misura minore per il cromo; in entrambi i casi non sono mai stati registrati superamenti degli standard di qualità ambientale di cui alla tabella 1/B del DM 260/2010.

Il corpo idrico viene quindi classificato in stato **buono** per gli elementi chimici a sostegno (Tab. 9.3-4).

Tab. 9.3-4 – Stato delle sostanze non prioritarie del corpo idrico Piediluco 2

Stazione	Set di parametri	Anno 2009	Anno 2010	Anno 2011	Anno 2012	STATO SOSTANZE NON PRIORITARIE
PIE9	A1 (metalli) A2 (fenoli) A3 (composti organo alogenati volatili e aromatici volatili) A4 (Pesticidi)					<b>BUONO</b>

## LAGO PIEDILUCO 1 > Stato Chimico



La valutazione dello stato chimico è stata effettuata sulla base dei dati raccolti mensilmente nel periodo 2009-2012 nella stazione PIE9.

I set di parametri monitorati, individuati sulla base dell'analisi di rischio, comprendono metalli, fenoli, composti organo alogenati volatili, aromatici volatili e pesticidi.

Le concentrazioni rilevate, benché saltuariamente superiori ai limiti di rilevabilità analitica per alcuni metalli (Fig. 9.3-24), sono risultate sempre inferiori agli standard di qualità ambientale di cui alla tabella 1/A del DM 260/2010.

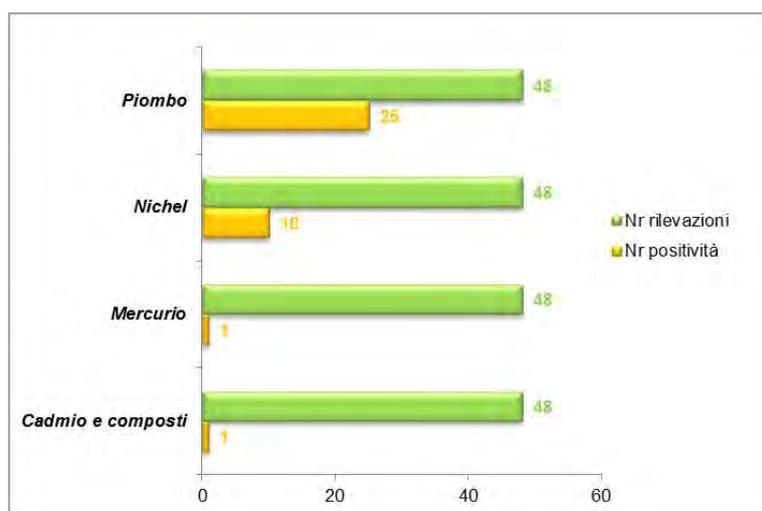


Fig. 9.3-24 - Numero di presenze rilevate per le sostanze di sintesi prioritarie monitorate nel corpo idrico Piediluco 2

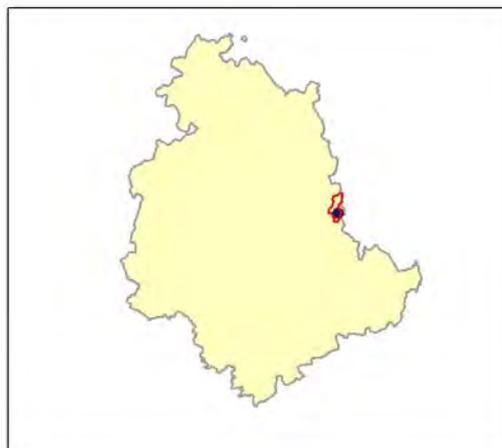
Il corpo idrico viene quindi classificato in **STATO CHIMICO BUONO** (Tab. 9.3-5).

Tab. 9.3-5 – Stato chimico del corpo idrico Piediluco 2

Stazione	Set di parametri	Anno 2009	Anno 2010	Anno 2011	Anno 2012	STATO CHIMICO
PIE9	A1 (metalli) A2 (fenoli) A3 (composti organo alogenati volatili e aromatici volatili) A4 (Pesticidi)					<b>BUONO</b>

## PALUDE DI COLFIORITO

**CORPO IDRICO:** Palude di Colfiorito  
**CODICE CORPO IDRICO:** N01003AL  
**CATEGORIA (Naturale/HMWB):** Naturale  
**TIPO:** ME-1  
**MACROTIPO:** L4  
**LIVELLO DI RISCHIO (R/NR/PR):** R  
**LIVELLO DI PRESSIONE (1-9):** -  
**MONITORAGGIO:** Operativo  
**SUPERFICIE (km<sup>2</sup>):** 0,84  
**PROFONDITA' MASSIMA (m):** -  
**PROFONDITA' MEDIA (m):** -  
**VOLUME DI INVASO (Mm<sup>3</sup>):** -  
**AREA TOTALE DEL BACINO (km<sup>2</sup>):** 11  
**UNITA' TERRITORIALE:** Topino  
**RILEVANZA NATURALISTICA:** Parco regionale, Sito di  
 Importanza Comunitaria e Zona di Protezione Speciale



### PALUDE DI COLFIORITO > Inquadramento territoriale

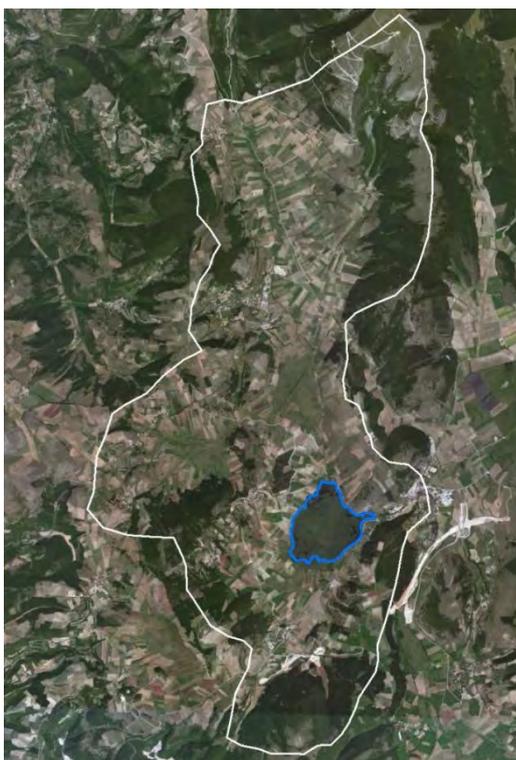


Fig. 9.4-1 – Inquadramento territoriale

La palude di Colfiorito è uno degli ecosistemi naturali più significativi dell'Umbria per quanto riguarda gli aspetti floristico-vegetazionali, idrogeologici e faunistici che la contraddistinguono.

La palude è localizzata all'interno di un complesso di conche tettonico-carsiche pianeggianti di grande estensione, compreso tra Umbria e Marche, denominato Altipiani di Colfiorito. La palude si presenta come uno specchio d'acqua permanente, soggetto ad oscillazioni di livello durante il corso dell'anno, mentre il settore sud-ovest, occupato dai prati umidi, si prosciuga solo durante il periodo estivo e d'inizio autunno.

La Palude, posta a quota 760 m s.l.m., ha forma tondeggiante e presenta una superficie di circa 1 km<sup>2</sup>, che comprende lo specchio d'acqua e le zone umide limitrofe.

Per le sue spiccate peculiarità ecologiche e per l'elevata biodiversità floristico-vegetazionale, la Palude è stata inclusa, nel 1976, nell'elenco delle zone umide di valore internazionale per effetto della Convenzione di Ramsar e riconosciuta, nel 1995, come Area Naturale Protetta dalla Regione dell'Umbria (L.R. n. 9/1995).

Il Parco naturale di Colfiorito così istituito si estende complessivamente per una superficie di 338 ettari, dove acqua, suolo, sostanze nutrienti, piante e animali interagiscono tra loro, creando una miriade di micro e macro ambienti.



La palude di Colfiorito, in virtù delle sue estensione e delle sue caratteristiche naturali, è da oltre dieci anni inserita nell'elenco dei corpi idrici regionali significativi e come tale monitorata, sin dall'anno 2000, in attuazione delle norme di tutela ambientale. In considerazione del ruolo chiave che la Direttiva Acque attribuisce alle aree umide, si è ritenuto opportuno proseguire le attività di monitoraggio anche a seguito dell'emanazione del D.Lgs 152/06.

Tuttavia, considerando le particolari caratteristiche ambientali dell'area, i giudizi elaborati secondo i criteri introdotti dal DM 260/2010, non possono intendersi come una vera e propria analisi della qualità ecologica del corpo idrico dal momento che l'applicazione di indici tarati per classificare laghi e invasi non può essere esaustiva per l'interpretazione di un sistema così complesso e caratterizzato da dinamiche molto diverse.

I dati raccolti sul fitoplancton e sugli elementi fisico-chimici di base nel periodo 2009-2012 sono stati comunque utilizzati per la valutazione dello stato di qualità del corpo idrico individuato, che viene classificato in **STATO ECOLOGICO SUFFICIENTE**.

Nelle schede seguenti viene riportata, per ciascun elemento di qualità monitorato, una breve analisi dei risultati del monitoraggio svolto e alcune considerazioni sui giudizi di qualità elaborati.

## PALUDE DI COLFIORITO > Stato ecologico > Fitoplancton



Fig. 9.4-2 – Punto di campionamento del fitoplancton

Dal momento che le condizioni di accessibilità e interrimento del corpo idrico impediscono di raggiungere l'area di massima profondità, è stato necessario posizionare il sito di campionamento in prossimità della riva. Il monitoraggio del fitoplancton, pertanto, è stato effettuato presso la stazione CLF1, localizzata ai margini dell'area nord-orientale (Fig. 9.4-2).

Il campionamento, svolto con frequenza bimestrale, ha consentito di analizzare la struttura e la composizione delle principali comunità algali che caratterizzano lo specchio lacustre e di valutare la qualità associata al fitoplancton attraverso la determinazione dell'Indice Complessivo per il Fitoplancton (ICF).

Nel corso del primo ciclo di monitoraggio sono state identificate 227 specie riconducibili a 85 generi e 7 gruppi tassonomici (Tab. 9.4-1). Il gruppo algale che presenta una maggiore varietà di generi e specie è costituito dalle cloroficee. La classe meno rappresentata sia in termini di varietà che di abbondanza cellulare è invece quella delle xanthoficee.

Tab. 9.4-1 - Composizione della comunità fitoplanctonica rilevata presso la stazione CLF1

Gruppo	CLF1		
	Generi (n)	Specie (n)	Cellule (n/l)
Cianoficee	12	18	584.645.467
Cloroficee	34	86	113.907.809
Diatomee	15	47	40.764.332
Criptoficee	3	6	19.142.820
Flagellati	8	47	9.140.780
Crisoficee	12	20	18.168.770
Xanthoficee	1	3	5.268.490
TOTALE	85	227	791.038.468

Per ogni specie rilevata, sono state determinate le dimensioni cellulari necessarie al calcolo del biovolume algale, che rappresenta l'elemento principale per la valutazione dell'indice complessivo e il cui valore medio annuo viene riportato in Tab. 9.4-2.

Tab. 9.4-2 – Biovolume medio annuo calcolato presso la stazione CLF1

Gruppo	CLF1		
	2009	2010	2011
Biovolume Medio Annuo (mm <sup>3</sup> /l)	5,67	3,28	7,36

Nel corso del 2011 sono stati registrati i valori di biovolume medio annuo più significativi, mentre il 2010 sembra essere caratterizzato da una comunità algale meno abbondante in termini di biomassa, analogamente a quanto rilevato nello stesso anno per gli altri laghi.

Al fine di evidenziare come i principali gruppi algali incidono sul biovolume rilevato, nel grafico di Fig. 9.4-3 viene riportato, per ogni mese di campionamento, il biovolume complessivo e la relativa composizione in classi.

## PALUDE DI COLFIORITO > Stato ecologico > Fitoplancton

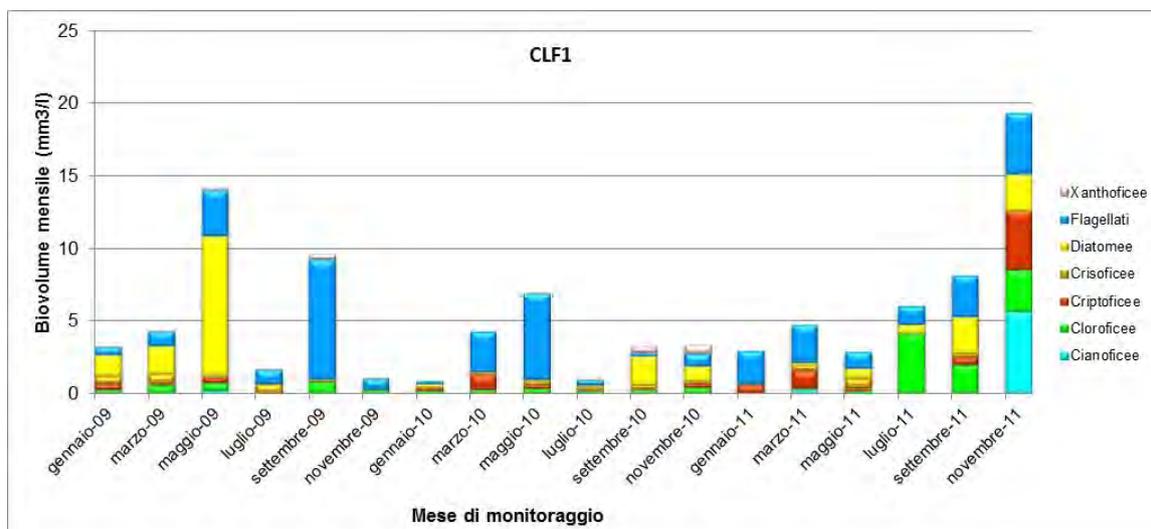


Fig. 9.4-3 - Biovolume mensile e composizione in classi algali della stazione CLF1

I risultati elaborati per la stazione CLF1 mostrano una grande variabilità dei gruppi algali e non evidenziano un andamento stagionale ben definito dei biovolumi mensili. Nel 2009 i valori più significativi di biovolume rilevati nei mesi di maggio e settembre sono legati alla presenza di specie appartenenti ai generi *Cyclotella* (diatomee), *Ceratium* e *Peridinium* (flagellati) caratterizzate da elevata biomassa mentre nel mese di novembre 2011, l'elevato valore di biovolume è associato prevalentemente all'elevata concentrazione del genere *Pseudanabena* (cianoficee), che raggiunge i 575 milioni di cellule/l.

Contestualmente al campionamento della comunità fitoplanctonica, viene effettuata, nella zona eufotica, la determinazione della clorofilla "a", parametro fondamentale per la caratterizzazione della qualità lacustre e la valutazione dell'Indice Complessivo per il Fitoplancton. L'andamento mensile della clorofilla "a" viene presentato nel grafico seguente (Fig. 9.4-4). Per fasce di colore sono rappresentati anche i livelli corrispondenti ai giudizi elevato (blu), buono (verde), sufficiente (giallo), scarso (arancione) e cattivo (rosso), definiti dal DM 260/2010 per i valori di clorofilla media annua in laghi appartenenti al macrotipo L4.

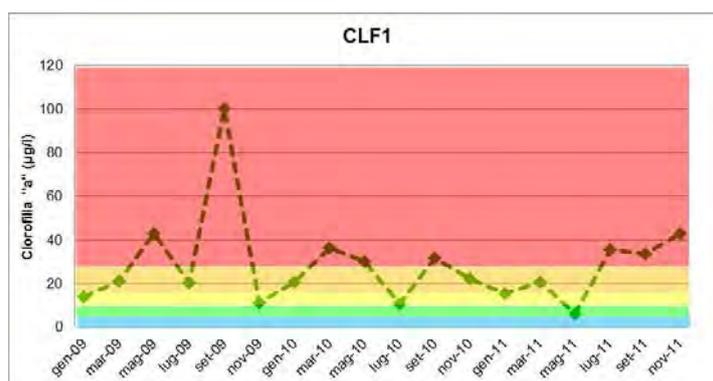


Fig. 9.4-4 – Andamento della clorofilla "a" nel periodo 2009-2011 nella Palude di Colfiorito

Nel caso della palude di Colfiorito, caratterizzata da condizioni ecologiche difficilmente riconducibili alle dinamiche lacustri, risulta difficile individuare un vero e proprio andamento stagionale del parametro, la cui determinazione risulta fortemente influenzata sia dalla localizzazione del sito di campionamento (in prossimità della riva) sia dalle condizioni idrologiche del corpo idrico.

In ogni caso, l'analisi dei risultati mostra come i valori di clorofilla rilevati nel triennio di monitoraggio risultino quasi sempre compatibili con le classi di qualità inferiori al buono stato, con un valore massimo che raggiunge i 100 µg/l nel campionamento di settembre 2009.

## PALUDE DI COLFIORITO > Stato ecologico > Fitoplancton

Come già anticipato al paragrafo 5.1.3, l'Indice Complessivo per il Fitoplancton viene calcolato come media dei valori di due sub-indici, l'Indice medio di biomassa e l'Indice di composizione, determinati a loro volta sulla base di più indici componenti, definiti in funzione del macrotipo lacustre. Lo schema di calcolo dell'indice ICF per la Palude di Colfiorito (macrotipo L4) è riportato in Fig. 9.4-5.

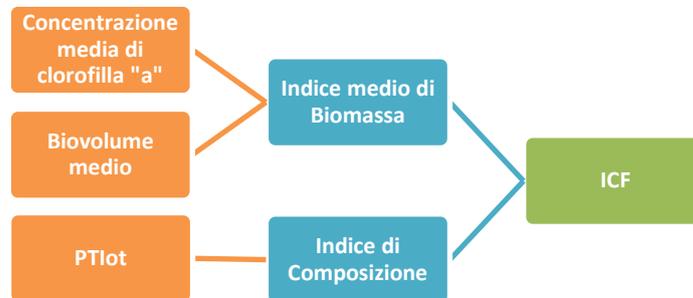


Fig. 9.4-5 - Schema di calcolo dell'indice ICF per il macrotipo L4

Nello schema di Fig. 9.4-6 vengono illustrati i risultati dell'indice ICF e dei relativi subindici calcolati per la stazione CLF1 rappresentativa dello specchio lacustre.

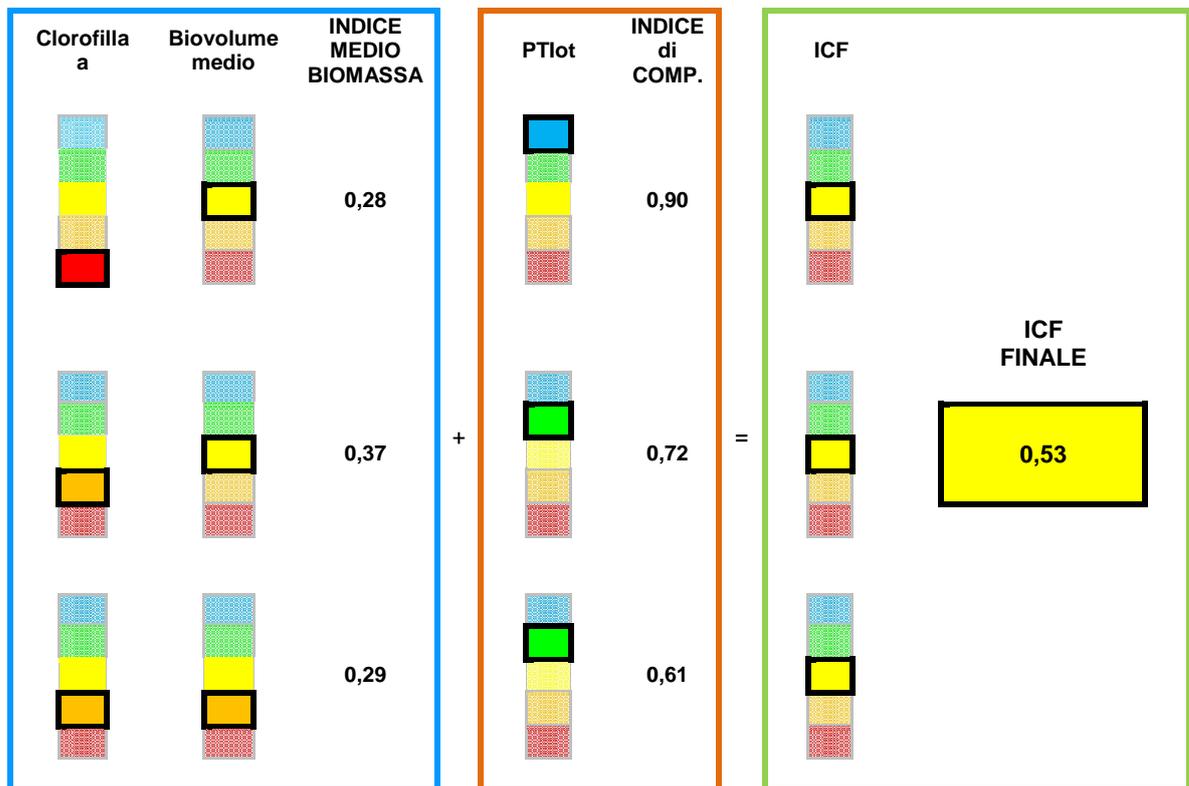


Fig. 9.4-6 – Indice Complessivo per il Fitoplancton – Palude di Colfiorito (CLF1)

La comunità fitoplanctonica rilevata nel triennio di monitoraggio 2009-2011 nel sito CLF1 classifica complessivamente la palude di Colfiorito in uno stato di qualità **sufficiente** e non presenta variazioni di classe nel corso dei tre anni.

L'analisi dei vari subindici mostra come la clorofilla media annua, sempre classificata in stato scarso o cattivo, condizioni il giudizio complessivo dell'Indice Medio di Biomassa, che influenza a sua volta l'ICF finale.

Molto diverso è il giudizio derivante dall'indice di Composizione (PTlot) che presenta invece valori sempre compatibili con lo stato buono o elevato. La percentuale di specie indicatrici utilizzate nel calcolo del PTlot è risultata sempre superiore alla soglia del 70% prevista dal metodo.

## PALUDE DI COLFIORITO > Stato ecologico > Macrodescrittori



Fig. 9.4-7 – Punto di campionamento degli elementi fisico-chimici di base

Il monitoraggio degli elementi fisico-chimici di base è stato effettuato, contestualmente alla rilevazione del fitoplancton, presso la stazione CLF1 (Fig. 9.4-7), ad un'unica profondità di prelievo.

Tale scelta è legata sia alla ridotta altezza della colonna d'acqua sia ai risultati dei monitoraggi svolti ai sensi delle precedenti norme che hanno evidenziato l'assenza di processi di stratificazione termica nel corpo idrico in esame.

Complessivamente, nel primo ciclo di monitoraggio, sono stati raccolti circa 24 campioni utili alla valutazione dell'indice LTLecco.

Nei grafici seguenti vengono presentati i risultati relativi ai parametri principali (trasparenza, fosforo totale e ossigeno disciolto) che intervengono nella definizione del livello trofico e rilevati nell'ambito del monitoraggio istituzionale nel periodo 2009-2011. Per quanto riguarda la trasparenza, nel corso del

triennio di monitoraggio, sono stati osservati, in generale, valori molto ridotti, con massimi non superiori a 0,8 m e valori medi di 0,5 m. I dati rilevati sono sicuramente legati alla bassa profondità del corpo idrico nel punto di campionamento e alle caratteristiche naturali della palude.

Nel grafico di Fig. 9.4-8 vengono presentate le concentrazioni rilevate con frequenza bimestrale nel triennio di monitoraggio per il fosforo totale. A titolo di confronto, negli stessi grafici sono rappresentati per fasce di colore i livelli corrispondenti ai giudizi elevato (blu), buono (verde) e sufficiente (giallo), così come definiti dal DM 260/2010 per i valori di fosforo medio nel periodo di massima circolazione in laghi appartenenti al macrotipo L4. Come si riconosce dalla figura, i valori riscontrati sono risultati sempre compatibili con lo stato sufficiente; le concentrazioni massime sono state registrate nei periodi estivi mentre nell'anno 2011 si assiste ad un evidente trend positivo.

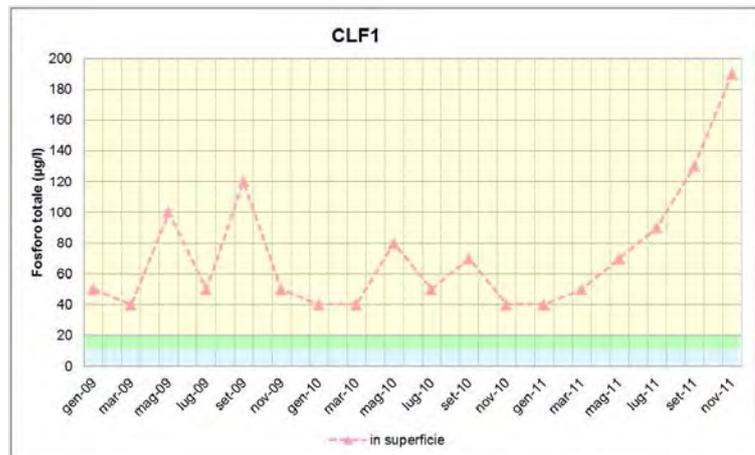


Fig. 9.4-8 - Andamento del fosforo totale nella stazione CLF1

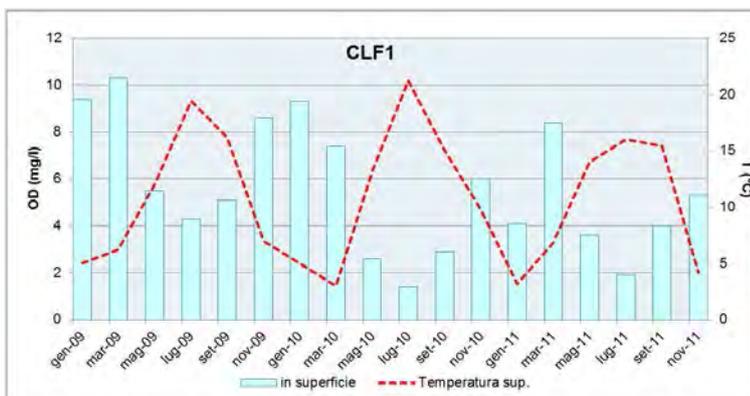


Fig. 9.4-9 - Andamento dell'ossigeno disciolto e della temperatura in superficie nella stazione CLF1

I valori di ossigeno disciolto (Fig. 9.4-9), infine, mostrano un andamento piuttosto regolare, con concentrazioni che variano dagli 8-10 mg/l dei mesi primaverili a concentrazioni molto ridotte nel periodo estivo, con minimi anche inferiori a 2 mg/l (luglio 2010).

## PALUDE DI COLFIORITO > Stato ecologico > Macrodescrittori

I dati raccolti nel triennio di monitoraggio sono stati poi elaborati per la determinazione dell'indice LTLecco, secondo i criteri già descritti al paragrafo 6.1.3.

Anche se l'assenza di stratificazione termica rende difficile l'individuazione dei periodi di piena circolazione e massima stratificazione necessaria per l'applicazione dell'indice, ai fini del calcolo si è fatto riferimento ai mesi primaverili per il periodo di rimescolamento e ai mesi tardo estivi per la stratificazione termica, periodi in cui si verificano tipicamente questi processi alle nostre latitudini.

I risultati delle elaborazioni effettuate attribuiscono complessivamente al corpo idrico la classe di qualità **sufficiente**, equamente determinata dai tre parametri, i cui valori medi nel triennio risultano compatibili con il Livello 3 (Tab. 9.4-3).

Tab. 9.4-3 – LTLecco della Palude di Colfiorito calcolato per il periodo 2009-2011

Codice stazione	Profondità di prelievo	Fosforo totale (piena circolazione)		Trasparenza		Ossigeno disciolto ipolimnico (stratificazione)		Punteggio trofico	Giudizio LTLecco	Giudizio LTLecco in caso di deroga alla Trasparenza
		Valore medio (µg/l)	Punteggio	Valore medio (m)	Punteggio	Valore medio (%sat)	Punteggio			
CLF1	Superficie	43	3	0,6	3	30	3	9	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE

Qualora la Regione Umbria intendesse avvalersi della deroga per il parametro trasparenza in considerazione delle peculiari caratteristiche del corpo idrico, i punteggi associati a fosforo e ossigeno disciolto classificherebbero comunque la palude in stato sufficiente.

Sebbene per i corpi idrici della rete operativa la metodologia richieda di valutare l'indice complessivo sulla base della media dei valori rilevati nel triennio per ciascun parametro, si ritiene opportuno fornire un'analisi dell'andamento dei punteggi anche su scala annuale. Nel grafico seguente (Fig. 9.4-10) viene presentato il punteggio totale calcolato sulla base dei valori rilevati annualmente per i parametri di classificazione e il peso che ciascun fattore presenta nella determinazione del livello complessivo. Al punteggio di ciascun parametro viene associata la gradazione cromatica convenzionalmente prevista per l'indice LTLecco.

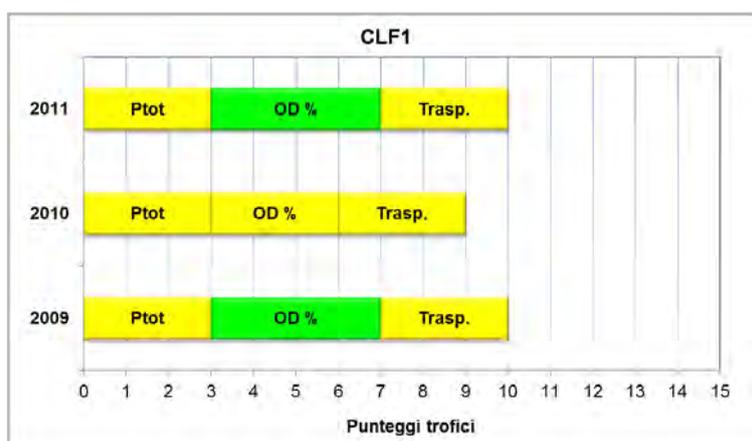


Fig. 9.4-10 - Punteggi trofici annuali per parametro (CLF1)

Come evidenziato dal grafico, lo stato trofico calcolato annualmente presenta un punteggio complessivo sempre compatibile con la classe sufficiente (punteggio trofico <12), determinato dai valori del fosforo totale in piena circolazione e dalla trasparenza; per l'anno 2010, anche i valori di ossigeno disciolto ipolimnico rilevato nel periodo di stratificazione risultano compatibili con il livello sufficiente.

## PALUDE DI COLFIORITO > Stato Chimico

L'analisi delle pressioni svolta in fase di definizione delle reti e dei programmi di monitoraggio non ha evidenziato rischi associati al rilascio di sostanze prioritarie nel corpo idrico.

Per questo motivo, la determinazione di tali sostanze nella matrice acquosa non viene effettuata.

## INVASO DI CORBARA

**CORPO IDRICO:** Invaso di Corbara  
**CODICE CORPO IDRICO:** N01001FL  
**CATEGORIA (Naturale/HMWB):** HMWB  
**TIPO:** ME-4  
**MACROTIPO:** I1  
**LIVELLO DI RISCHIO (R/NR/PR):** R  
**LIVELLO DI PRESSIONE (1-9):** -  
**MONITORAGGIO:** Operativo  
**SUPERFICIE (km<sup>2</sup>):** 10  
**PROFONDITA' MASSIMA (m):** 30  
**PROFONDITA' MEDIA (m):** 11  
**VOLUME DI INVASO (Mm<sup>3</sup>):** 192  
**AREA TOTALE DEL BACINO (km<sup>2</sup>):** 6.075  
**UNITA' TERRITORIALE:** Medio Tevere  
**RILEVANZA NATURALISTICA:** Parco fluviale, Sito di  
 Importanza Comunitaria e Zona di Protezione Speciale



### INVASO DI CORBARA > Inquadramento territoriale



Fig. 9.5-1 – Inquadramento territoriale

L'invaso di Corbara è stato realizzato negli anni '60 per scopi idroelettrici mediante sbarramento lungo il medio corso del fiume Tevere poco a monte della confluenza del Fiume Paglia.

Al completamento dell'opera l'invaso presentava una profondità massima di 51 metri, un volume di invaso di 192 Mm<sup>3</sup> ed una superficie di circa 10 km<sup>2</sup>, alla quota di massima regolazione (138 m s.l.m.).

Il progressivo interrimento del bacino ha tuttavia determinato una riduzione sia della profondità massima (attualmente pari a circa 30 m) sia del volume complessivamente invaso.

La diga, utilizzata per scopi idroelettrici e di laminazione delle piene, alimenta la centrale idroelettrica di Baschi attraverso una galleria di derivazione di 5 km. Le acque derivate vengono rilasciate nel fiume Tevere a valle della confluenza del fiume Paglia.

La diga sottende un bacino complessivo di 6.075 km<sup>2</sup>, pari a poco più di un terzo dell'intero bacino del Tevere. L'invaso è soggetto a notevoli variazioni di livello idrometrico dovute sia alle precipitazioni che allo sfruttamento per scopi idroelettrici (Fig. 9.5-2).

Il lago sotteso è caratterizzato da rive frastagliate che si allungano dentro una profonda e stretta gola che si insinua fin quasi a Todi (Gola del Forello) e fa parte, unitamente ai territori circostanti, del Parco fluviale del Tevere, area naturale protetta dell'Umbria.

## INVASO DI CORBARA > Inquadramento territoriale

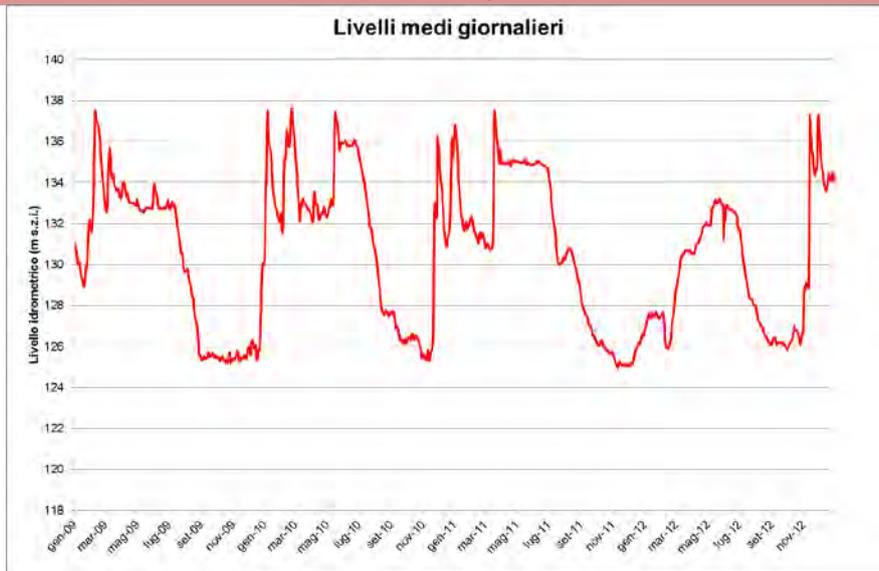
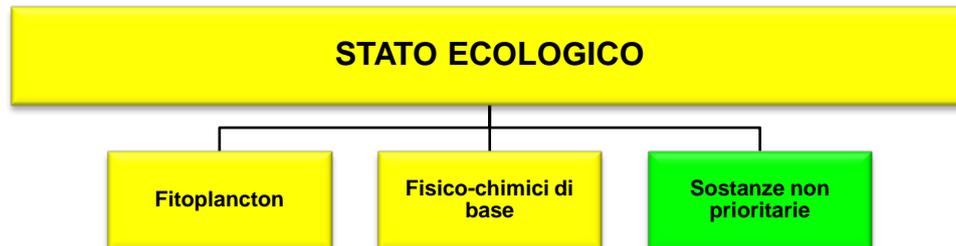


Fig. 9.5-2 - Andamento dei livelli idrometrici medi mensili nell'Invaso di Corbara nel periodo 2009-2012  
(Fonte: Centro Funzionale Regione Umbria)



La valutazione dello stato ecologico dell'invaso di Corbara è stata effettuata sulla base dei dati raccolti nel periodo 2009-2012 per i seguenti elementi di qualità: fitoplancton, elementi fisico-chimici di base e sostanze non prioritarie.

Il corpo idrico viene complessivamente classificato in **STATO ECOLOGICO SUFFICIENTE**, determinato dal fitoplancton e dagli elementi fisico-chimici di base.

Nelle schede seguenti viene riportata, per ciascun elemento di qualità, una breve analisi dei risultati del monitoraggio svolto e alcune considerazioni sui giudizi di qualità elaborati.

## INVASO DI CORBARA > Stato ecologico > Fitoplancton

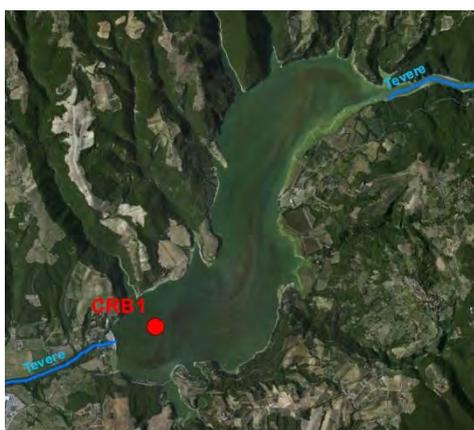


Fig. 9.5-3 – Punto di campionamento del fitoplancton

Il monitoraggio del fitoplancton è stato effettuato presso la stazione CRB1 (Fig. 9.5-3), localizzata nel punto di massima profondità dell'invaso.

Il campionamento, svolto con frequenza bimestrale, ha consentito di analizzare la struttura e la composizione delle principali comunità algali che caratterizzano lo specchio lacustre e di valutare la qualità associata al fitoplancton attraverso la determinazione dell'Indice Complessivo per il Fitoplancton (ICF).

Nel corso del primo ciclo di monitoraggio sono state identificate, nella stazione CRB1, 122 specie riconducibili a 55 generi e 7 gruppi tassonomici (Tab. 9.5-1). Il gruppo algale che presenta una maggiore varietà di generi e specie è costituito dalle cloroficee mentre la classe meno rappresentata in termini sia di varietà che di abbondanza cellulare è quella delle crisoficee, per la quale è stata rinvenuta un'unica specie.

Tab. 9.5-1 - Composizione della comunità fitoplanctonica rilevata presso la stazione CRB1

Gruppo	CRB1		
	Generi (n)	Specie (n)	Cellule (n/l)
Cianoficee	10	17	650.071.296
Cloroficee	24	57	3.997.848
Diatomee	9	18	634.487
Criptoficee	3	9	4.659.253
Flagellati	4	13	4.866.592
Crisoficee	4	7	973.119
Crisoficee	1	1	15.624
<b>TOTALE</b>	<b>55</b>	<b>122</b>	<b>665.218.219</b>

Per ogni specie campionata, sono state determinate le dimensioni cellulari necessarie al calcolo del biovolume algale, che rappresenta l'elemento principale per la valutazione dell'indice complessivo e il cui valore medio annuo viene riportato in Tab. 9.5-2.

Tab. 9.5-2 – Biovolume medio annuo calcolato presso la stazione CRB1

	CRB1		
	2009	2010	2011
Biovolume Medio Annuo (mm <sup>3</sup> /l)	18,78	10,58	7,01

Il biovolume medio annuo calcolato presso la stazione CRB1 ha presentato valori molto significativi nell'intero periodo di monitoraggio; in particolare, il biovolume stimato nell'anno 2009 (18,78 mm<sup>3</sup>/l), rappresenta il valore massimo registrato in tutti i laghi umbri nel corso del primo ciclo di campionamenti. L'andamento del parametro mostra comunque un trend decrescente negli anni successivi.

Al fine di evidenziare come i principali gruppi algali incidono sul biovolume rilevato, nel grafico di Fig. 9.5-4 viene riportato, per ogni mese di campionamento, il biovolume complessivo e la relativa composizione in classi.

## INVASO DI CORBARA > Stato ecologico > Fitoplancton

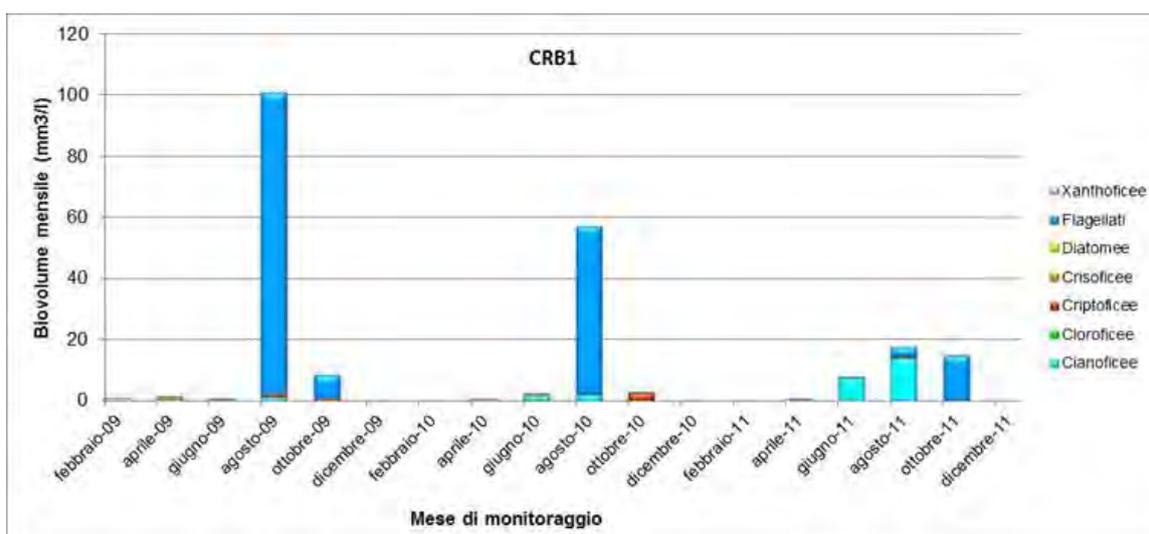


Fig. 9.5-4 - Biovolume mensile e composizione in classi algali della stazione CRB1

L'andamento dei biovolumi mensili osservati per l'invaso di Corbara mostra come nel periodo estivo vengano sempre rilevati i valori più significativi. Il mese di agosto, in particolare, sembra essere caratterizzato dai biovolumi maggiori, che rappresentano la quasi totalità di quello calcolato nell'arco dell'anno; nel 2009 il valore registrato in questo mese raggiunge addirittura i 100 mm<sup>3</sup>/l. Complessivamente, si osserva un trend decrescente nel corso del triennio di monitoraggio, come testimoniato dai dati raccolti nel 2011, che mostrano valori di biovolume molto più contenuti nella stagione estiva.

Negli anni 2009 e 2010, la classe dei flagellati rappresenta la componente principale del biovolume registrato, mentre nel 2011 è la classe delle cianoficee quella più consistente in termine di biomassa.

Contestualmente al campionamento della comunità fitoplanctonica, viene effettuata, nella zona eufotica, la determinazione della clorofilla "a", parametro fondamentale per la caratterizzazione della qualità lacustre e la valutazione dell'Indice Complessivo per il Fitoplancton: L'andamento mensile della clorofilla "a" viene presentato nel grafico seguente (Fig. 9.5-5). Per fasce di colore sono rappresentati anche i livelli corrispondenti ai giudizi, buono (verde), sufficiente (giallo), scarso (arancione) e cattivo (rosso), definiti dal DM 260/2010 per i valori di clorofilla media annua in laghi appartenenti al macrotipo I1. La classe di qualità elevata non è prevista per gli invasi in relazione alle loro caratteristiche idromorfologiche.

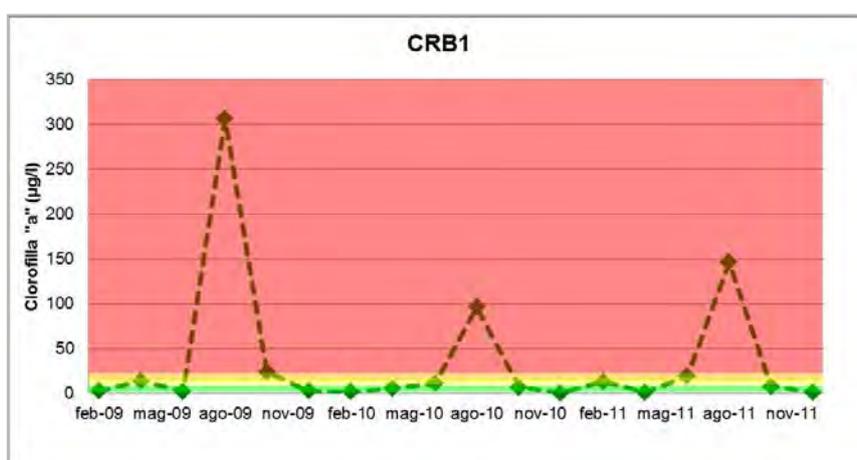


Fig. 9.5-5 – Andamento della clorofilla "a" nel periodo 2009-2011 nell'Invaso di Corbara

L'andamento della clorofilla riflette in sostanza il trend di sviluppo algale, dal momento che anche per questo parametro le concentrazioni maggiori vengono rilevate nel periodo estivo, con picchi che raggiungono i 300 µg/l nel mese di agosto 2009, in corrispondenza dell'elevato valore di biovolume algale registrato nell'invaso.

## INVASO DI CORBARA > Stato ecologico > Fitoplancton

Come già anticipato al paragrafo 5.1.3, l'Indice Complessivo per il Fitoplancton viene calcolato come media dei valori di due sub-indici, l'Indice medio di biomassa e l'Indice di composizione, determinati a loro volta sulla base di più indici componenti, definiti in funzione del macrotipo lacustre. Lo schema di calcolo dell'indice ICF per l'Invaso di Corbara (macrotipo I1) è riportato in Fig. 9.5-6.

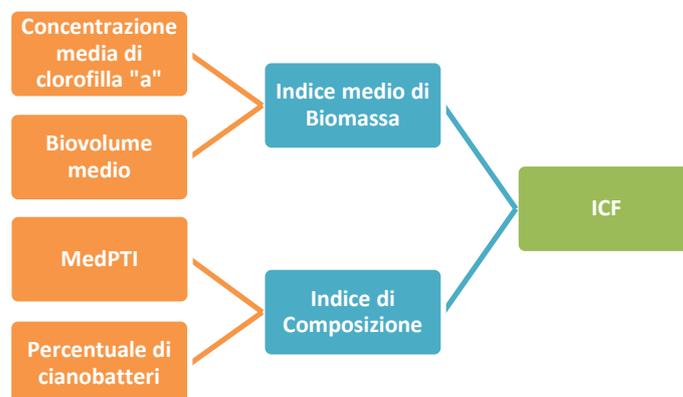


Fig. 9.5-6 - Schema di calcolo dell'indice ICF per il macrotipo I1

Nello schema di Fig. 9.5-7 vengono illustrati i risultati dell'indice ICF e dei relativi subindici calcolati per la stazione CRB1.

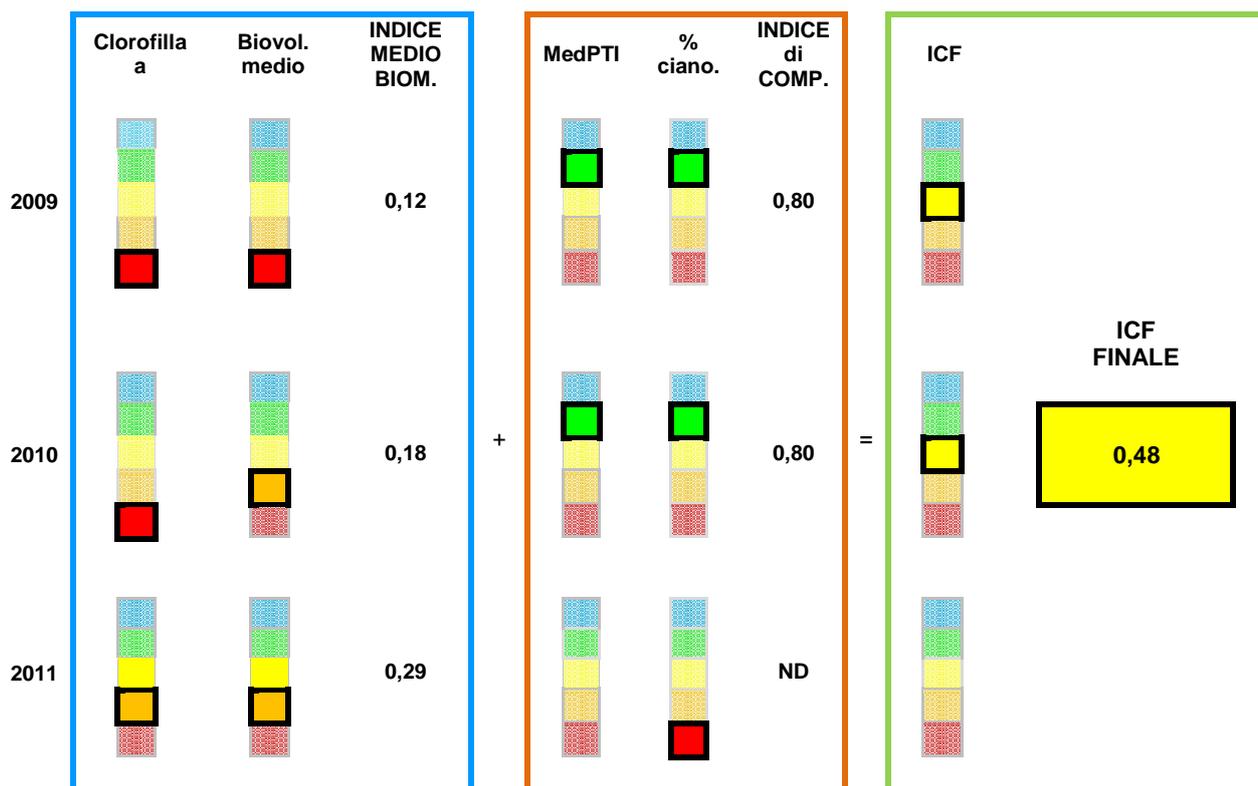


Fig. 9.5-7 – Indice Complessivo per il Fitoplancton – Invaso di Corbara (CRB1)

L'Indice Complessivo per il Fitoplancton classifica l'invaso di Corbara in uno stato di qualità **sufficiente**, determinato dai valori calcolati solo nel biennio 2009-2010; per l'anno 2011, invece, la percentuale di specie indicatrici utili al calcolo dell'indice MedPTI, che costituisce, insieme alla percentuale di cianobatteri, l'indice di Composizione, è risultata inferiore alla soglia minima richiesta (70%).

L'analisi dei vari subindici mostra come il giudizio associato alla clorofilla media annua, sempre classificata in stato cattivo o scarso, sia sostanzialmente allineato con quello derivante dal biovolume medio annuo. Completamente diversa è invece la valutazione risultante dall'indice di composizione che, negli anni 2009 e

## INVASO DI CORBARA > Stato ecologico > Fitoplancton

2010, risulta sempre compatibile con lo stato buono.

Nel 2011, invece, sebbene non sia stato possibile procedere al calcolo, va comunque segnalato il giudizio negativo associato alla comunità cianobatterica (stato cattivo), il cui consistente incremento è stato già evidenziato in termini di biomassa.



Fig. 9.5-8 – Punto di campionamento degli elementi fisico-chimici di base

Il monitoraggio degli elementi fisico-chimici di base è stato effettuato, contestualmente alla rilevazione del fitoplancton, nel sito CRB1, localizzato nel punto di massima profondità del corpo idrico (Fig. 9.5-8).

Conformemente al Protocollo, nel sito di campionamento, caratterizzato da una profondità massima di circa 30 m, la determinazione dei parametri è stata effettuata a tre diverse profondità di prelievo (superficie, metà e profondità).

Complessivamente, nel primo ciclo di monitoraggio, sono stati raccolti circa 55 campioni utili alla valutazione dell'indice LTLecco.

Al fine di ricostruire i processi di stratificazione termica che caratterizzano il lago, nel corso del 2012 è stata effettuata la determinazione mensile dei profili verticali dei principali parametri fisico-chimici (temperatura, ossigeno disciolto, pH mediante l'utilizzo di una sonda multiparametrica, ad intervalli di

un metro lungo la colonna d'acqua (Fig. 9.5-9).

Dall'analisi dei grafici si evidenzia come nel periodo novembre-febbraio i valori di temperatura e ossigeno disciolto rilevati si mantengono pressoché costanti lungo l'intera verticale, ad indicare condizioni di completa omogeneità termica e chimica e, quindi, di totale rimescolamento.

Nei mesi di marzo e aprile si assiste ad un progressivo riscaldamento delle acque che, a partire dagli strati più superficiali, interessa l'intera colonna d'acqua. Il riscaldamento differenziato, maggiore in superficie, minore in profondità, determina l'insorgere di un gradiente termico verticale, con un rapido decremento della temperatura nei primi 3-4 m. Al di sotto di tali profondità la temperatura tende a stabilizzarsi e si mantiene all'incirca costante fino al fondo. Parallelamente, l'ossigeno disciolto mostra valori più elevati nei primi metri e più contenuti in profondità.

Il profilo termico e quello chimico elaborati per il mese di maggio, invece, permettono di individuare tre diversi strati: uno più superficiale che interessa i primi dieci metri di profondità in cui la temperatura e l'ossigeno si mantengono costanti, uno strato intermedio, fino a circa 20 m di profondità, in cui i due parametri decrescono rapidamente ed uno strato più profondo, dove la temperatura si stabilizza intorno ai 10°C e l'ossigeno raggiunge concentrazioni minime.

Nei mesi estivi lo strato superficiale è caratterizzato da un riscaldamento più marcato, che interessa soprattutto i primi metri. Parallelamente si assiste al progressivo arricchimento in ossigeno dovuto allo sviluppo della biomassa algale e all'incremento dell'attività di fotosintesi ad essa collegata nei primissimi metri di profondità. La restante porzione della colonna d'acqua, invece, presenta una drastica diminuzione del contenuto di ossigeno disciolto.

I mesi di settembre e ottobre, infine, sono caratterizzati da profili termici verticali fino a circa 15 m di profondità e da un gradiente termico nei metri successivi. Per l'ossigeno disciolto si assiste alla progressiva omogeneizzazione delle concentrazioni lungo la verticale.

INVASO DI CORBARA > Stato ecologico > Macrodescrittori

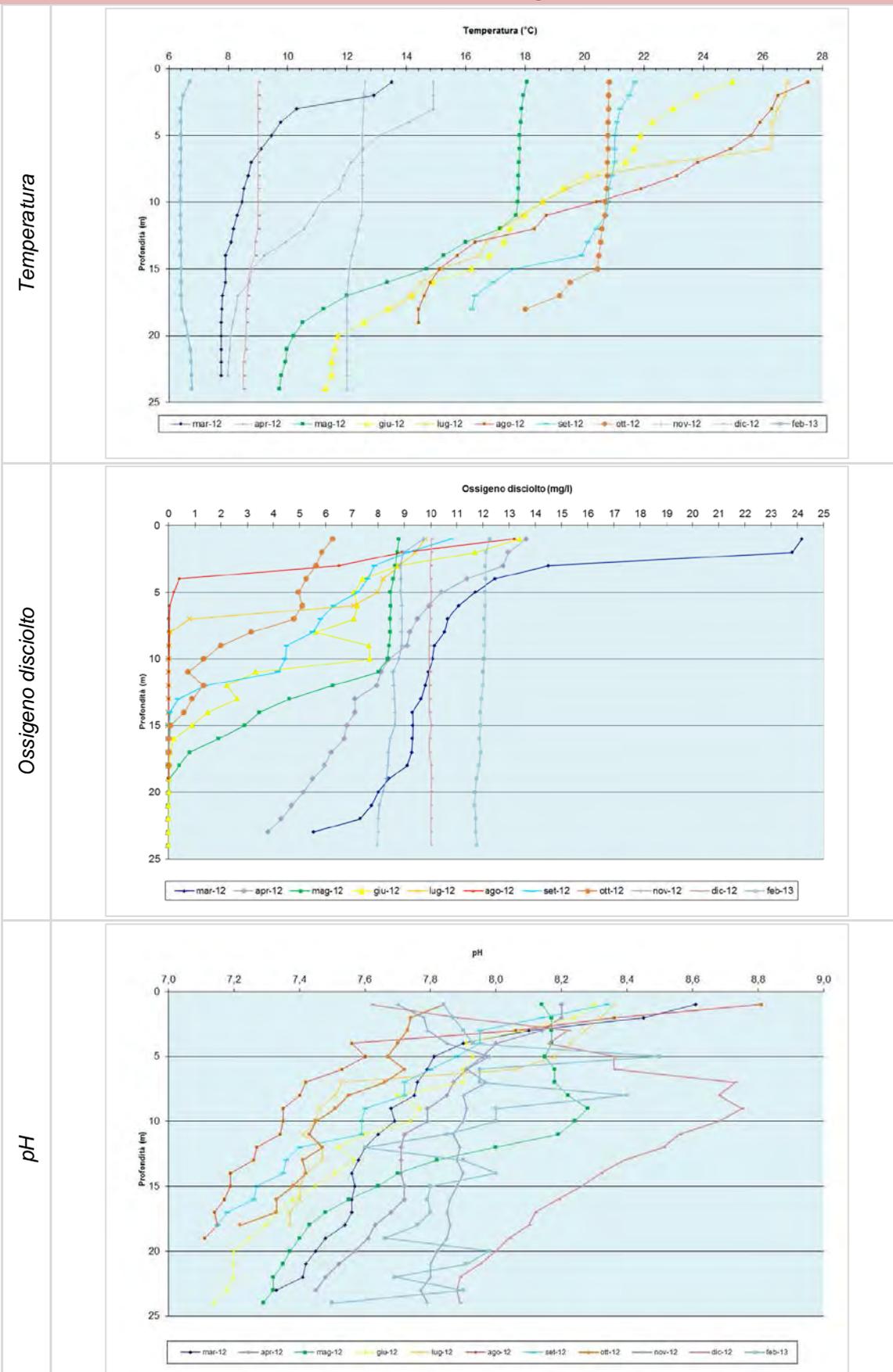


Fig. 9.5-9 – Profili verticali dei principali parametri fisico-chimici rilevati nel lago di Corbara nell'anno 2012

## INVASO DI CORBARA > Stato ecologico > Macrodescrittori

Nei grafici seguenti vengono presentati i risultati relativi ai parametri principali che intervengono nella definizione del livello trofico e rilevati nell'ambito del monitoraggio istituzionale nel periodo 2010-2012.

Per quanto riguarda la trasparenza, nel corso del triennio di monitoraggio, sono stati osservati, in generale, valori abbastanza contenuti, con massimi non superiori a 4 m, valori medi di 1,3 m e minimi di 0,5 m.

Relativamente al fosforo totale, nel grafico di Fig. 9.5-10 viene riportato l'andamento delle concentrazioni rilevate con frequenza bimestrale nel sito CRB1 alle diverse profondità di prelievo nel periodo 2010-2012. A titolo di confronto, negli stessi grafici sono rappresentati per fasce di colore i livelli corrispondenti ai giudizi elevato (blu), buono (verde) e sufficiente (giallo), così come definiti dal DM 260/2010 per i valori di fosforo medio nel periodo di massima circolazione in invasi appartenenti al macrotipo I1. La totalità dei dati raccolti presenta valori compatibili con lo stato sufficiente; le concentrazioni rilevate presentano variazioni significative lungo il profilo nei mesi estivi, quando i valori di fosforo totale in profondità raggiungono anche i 570 µg/l (agosto 2012).

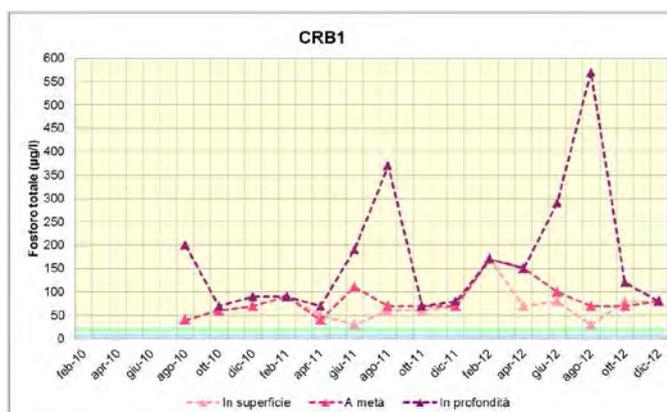


Fig. 9.5-10 - Andamento del fosforo totale nella stazione CRB1

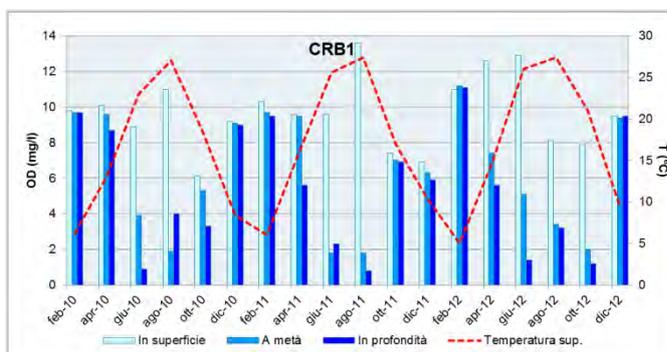


Fig. 9.5-11 - Andamento dell'ossigeno disciolto e della temperatura in superficie nella stazione CRB1

Per quanto riguarda l'ossigeno disciolto, infine, i dati raccolti nel triennio (Fig. 9.5-11) mostrano differenze sostanziali tra i valori delle concentrazioni rilevate alle diverse profondità, a conferma dei processi di stratificazione termica che si instaurano nello specchio lacustre nei mesi estivi.

I dati raccolti nel triennio di monitoraggio sono stati poi elaborati per la determinazione dell'indice LTLecco, secondo i criteri già descritti al paragrafo 6.1.3.

Complessivamente, i risultati delle elaborazioni effettuate attribuiscono al corpo idrico la classe di qualità **sufficiente**, equamente determinata dai valori dei tre parametri, i cui valori medi nel triennio risultano compatibili con il Livello 3 (Tab. 9.5-3).

Tab. 9.5-3 – LTLecco dell'Invaso di Corbara calcolato per il periodo 2010-2012

Codice stazione	Profondità di prelievo	Fosforo totale (piena circolazione)		Trasparenza		Ossigeno disciolto ipolimnico (stratificazione)		Punteggio trofico	Giudizio LTLecco
		Valore medio (µg/l)	Punteggio	Valore medio (m)	Punteggio	Valore medio (%sat)	Punteggio		
CRB1	Superficie Metà Profondità	117	3	1,3	3	29	3	9	<b>SUFFICIENTE</b>

## INVASO DI CORBARA > Stato ecologico > Macrodescrittori

Si ricorda che, nel caso dell'LTLecco, il DM 260/2010 non fornisce soglie per le classi di qualità inferiori allo stato sufficiente, che rappresenta così il giudizio peggiore attribuibile alla qualità chimico-fisica delle acque lacustri. Pertanto, la classificazione elaborata per l'Invaso di Corbara, analoga a quella degli altri corpi idrici regionali, non sembra adeguatamente rappresentativa di un corpo idrico caratterizzato invece da concentrazioni decisamente più critiche dei parametri monitorati.

Sebbene per i corpi idrici della rete operativa la metodologia richieda di valutare l'indice complessivo sulla base della media dei valori rilevati nel triennio per ciascun parametro, si ritiene opportuno fornire un'analisi dell'andamento dei punteggi anche su scala annuale. Nel grafico seguente (Fig. 9.3-23) viene presentato il punteggio totale calcolato sulla base dei valori rilevati annualmente per i parametri di classificazione e il peso che ciascun fattore presenta nella determinazione del livello complessivo. Al punteggio di ciascun parametro viene associata la gradazione cromatica convenzionalmente prevista per l'indice LTLecco.

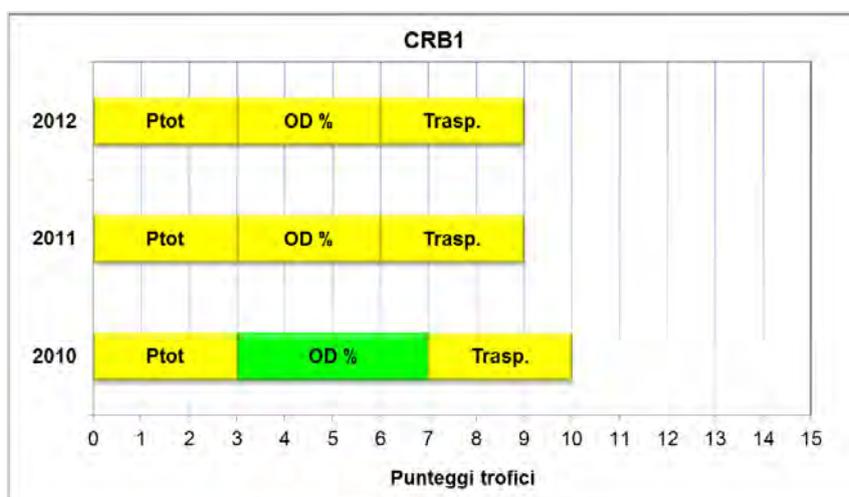


Fig. 9.5-12 - Punteggi trofici annuali per parametro (CRB1)

Come evidenziato dal grafico, lo stato trofico calcolato annualmente presenta un punteggio complessivo sempre compatibile con la classe sufficiente (punteggio trofico <12), determinato dai valori di tutti i parametri, sempre classificati in un Livello 3; fa eccezione l'ossigeno disciolto ipolimnico rilevato nell'anno 2010, che risulta associato ad un livello buono.

## INVASO DI CORBARA > Stato Ecologico > Sostanze non prioritarie

La valutazione dello stato delle sostanze non prioritarie è stata effettuata sulla base dei dati raccolti mensilmente nel periodo 2010-2012 nel sito di campionamento CRB1.

I set di parametri monitorati, individuati sulla base dell'analisi di rischio, comprendono metalli, fenoli, composti organo alogenati volatili, aromatici volatili, pesticidi e fenossiacidi.

Le concentrazioni rilevate hanno presentato positività diffuse nel triennio solo per l'arsenico e, in misura minore per il cromo e il metolaclor; in ogni caso, non sono mai stati registrati superamenti degli standard di qualità ambientale di cui alla tabella 1/B del DM 260/2010 (Fig. 9.5-13).

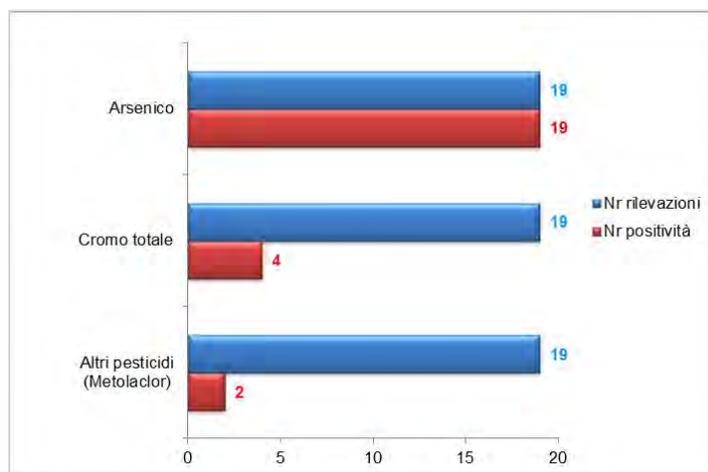


Fig. 9.5-13 - Numero di presenze rilevate per le sostanze di sintesi non prioritarie monitorate nel sito CRB1.

Il corpo idrico viene quindi classificato in stato **buono** per gli elementi chimici a sostegno (Tab. 9.5-4).

Tab. 9.5-4 – Stato delle sostanze non prioritarie dell'invaso di Corbara

Stazione	Set di parametri	Anno 2010	Anno 2011	Anno 2012	STATO SOSTANZE NON PRIORITARIE
CRB1	A1 (metalli) A2 (fenoli) A3 (composti organo alogenati volatili e aromatici volatili) A4 (Pesticidi) C (fenossiacidi)				<b>BUONO</b>



La valutazione dello stato chimico è stata effettuata sulla base dei dati raccolti mensilmente nel periodo 2010-2012 nella stazione CRB1.

I set di parametri monitorati, individuati sulla base dell'analisi di rischio, comprendono metalli, fenoli, composti organo alogenati volatili, aromatici volatili, pesticidi e fenossiacidi. Le concentrazioni rilevate, benché saltuariamente superiori ai limiti di rilevabilità analitica per alcuni metalli e per il triclorometano (Fig. 9.5-14), sono risultate sempre inferiori agli standard di qualità ambientale di cui alla tabella 1/A del DM 260/2010.

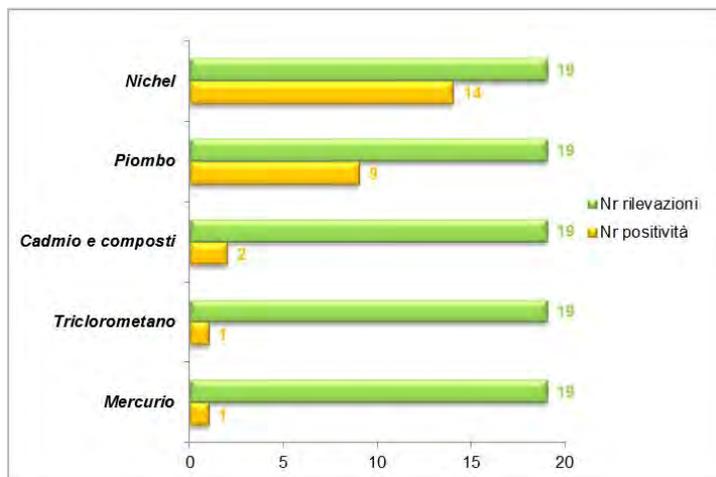


Fig. 9.5-14 - Numero di presenze rilevate per le sostanze di sintesi prioritarie monitorate nell'invaso di Corbara

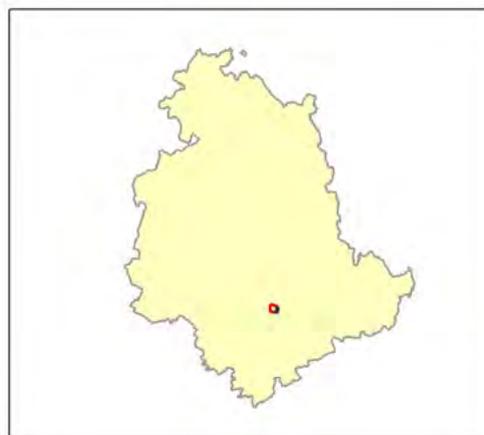
Il corpo idrico viene quindi classificato in **STATO CHIMICO BUONO** (Tab. 9.5-5).

Tab. 9.5-5 – Stato chimico dell'invaso di Corbara

Stazione	Set di parametri	Anno 2010	Anno 2011	Anno 2012	STATO CHIMICO
CRB1	A1 (metalli) A2 (fenoli) A3 (composti organo alogenati volatili e aromatici volatili) C (fenossiacidi) A4 (Pesticidi)				BUONO

## INVASO DI AREZZO

**CORPO IDRICO:** Invaso di Arezzo  
**CODICE CORPO IDRICO:** N01001150506BL  
**CATEGORIA (Naturale/HMWB):** HMWB  
**TIPO:** ME-2  
**MACROTIPO:** I3  
**LIVELLO DI RISCHIO (R/NR/PR):** R  
**LIVELLO DI PRESSIONE (1-9):** -  
**MONITORAGGIO:** Operativo  
**SUPERFICIE (km<sup>2</sup>):** 0,47  
**PROFONDITA' MASSIMA (m):** 26  
**PROFONDITA' MEDIA (m):** 6  
**VOLUME DI INVASO (Mm<sup>3</sup>):** 6,3  
**AREA TOTALE DEL BACINO (km<sup>2</sup>):** 24  
**UNITA' TERRITORIALE:** Topino  
**RILEVANZA NATURALISTICA:** -



### INVASO DI AREZZO > Inquadramento territoriale



Fig. 9.6-1 – Inquadramento territoriale

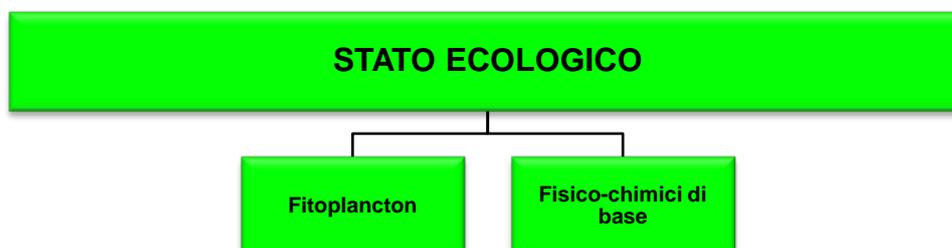
Il lago di Arezzo, noto anche come lago di Firenzuola dal nome dell'omonima località, è un invaso artificiale localizzato sul versante orientale dei Monti Martani e generato dallo sbarramento del torrente Marroggia.

L'invaso, che si trova ad una altitudine di 350 m s.l.m e si estende per circa 30 ettari, ricade geograficamente tra la provincia di Perugia e quella di Terni, nel territorio dell'alto spoletino.

La diga, alta 32 metri, è stata realizzata tra il 1956 e il 1962 con la finalità di regimare le piene del torrente Marroggia. Dal 1977 viene utilizzata come serbatoio ai fini dell'uso irriguo; attualmente serve il comprensorio della Valle Umbra ed è gestita dal Consorzio per la Bonificazione Umbra.

L'invaso è soggetto a frequenti e consistenti escursioni di livello delle proprie acque, particolarmente evidenti durante la stagione estiva quando i volumi invasati si riducono notevolmente.

Il bacino sotteso non è soggetto a particolari pressioni antropiche e l'invaso, per le sue caratteristiche ambientali, è interessato da attività di pesca sportiva.



La valutazione dello stato ecologico dell'invaso di Arezzo è stata effettuata sulla base dei dati raccolti nel periodo 2009-2012 per i seguenti gli elementi di qualità: fitoplancton ed elementi fisico-chimici di base.

La buona qualità degli indicatori monitorati attribuisce al corpo idrico **STATO ECOLOGICO BUONO**.

Nelle schede seguenti viene riportata, per ciascun elemento di qualità, una breve analisi dei risultati del monitoraggio svolto e alcune considerazioni sui giudizi di qualità elaborati.

## INVASO DI AREZZO > Stato ecologico > Fitoplancton

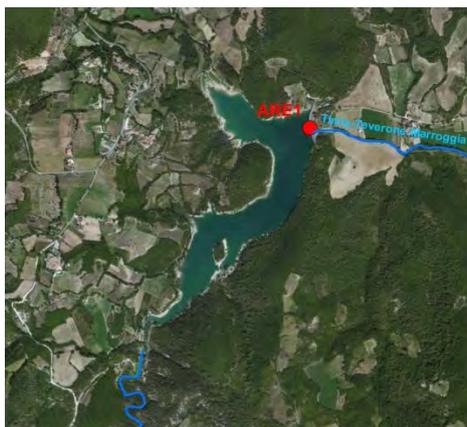


Fig. 9.6-2 – Punto di campionamento del fitoplancton

Il monitoraggio del fitoplancton è stato effettuato presso la stazione ARE1 (Fig. 9.6-2), localizzata in prossimità dello sbarramento nel punto di massima profondità dell'invaso.

Il campionamento, svolto con frequenza bimestrale, ha consentito di analizzare la struttura e la composizione delle principali comunità algali che caratterizzano lo specchio lacustre e di valutare la qualità associata al fitoplancton attraverso la determinazione dell'Indice Complessivo per il Fitoplancton (ICF).

Nel corso del primo ciclo di monitoraggio sono state identificate, nella stazione ARE1, 128 specie riconducibili a 53 generi e 7 gruppi tassonomici (Tab. 9.6-1). Le classi algali che presentano una maggiore varietà di generi e specie sono costituite dalle cloroficee e dalle diatomee mentre il gruppo meno rappresentato è quello delle xanthoficee, con una sola specie rilevata.

Tab. 9.6-1 - Composizione della comunità fitoplanctonica rilevata presso la stazione ARE1

Gruppo	ARE1		
	Generi (n)	Specie (n)	Cellule (n/l)
Cianoficee	7	10	4.600.000
Cloroficee	20	38	8.070.066
Diatomee	12	42	4.234.378
Criptoficee	3	6	4.780.425
Flagellati	6	21	331.240
Crisoficee	4	10	3.817.480
Xanthoficee	1	1	2.659.140
<b>TOTALE</b>	<b>53</b>	<b>128</b>	<b>25.834.189</b>

Per ogni specie campionata, sono state determinate le dimensioni cellulari necessarie al calcolo del biovolume algale, che rappresenta l'elemento principale per la valutazione dell'indice complessivo e il cui valore medio annuo viene riportato in Tab. 9.6-2.

Tab. 9.6-2 – Biovolume medio annuo calcolato presso la stazione ARE1

	ARE1		
	2009	2010	2011
Biovolume Medio Annuo (mm <sup>3</sup> /l)	0,38	0,96	0,57

Il biovolume medio annuo calcolato presso la stazione ARE1 ha presentato valori molto contenuti nell'intero triennio di monitoraggio, soprattutto se confrontato con i dati rilevati negli altri corpi idrici. Solo nel 2010 si assiste ad un leggero aumento di tale parametro, che rimane comunque su valori molto bassi.

Al fine di evidenziare come i principali gruppi algali incidono sul biovolume rilevato, nel grafico di Fig. 9.6-3 viene riportato, per ogni mese di campionamento, il biovolume complessivo e la relativa composizione in classi.

## INVASO DI AREZZO > Stato ecologico > Fitoplancton

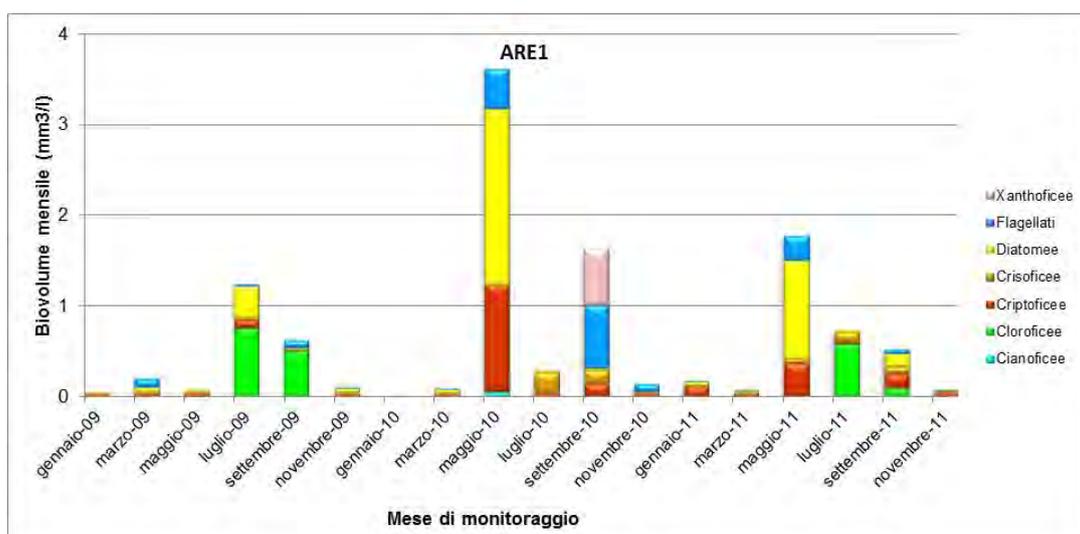


Fig. 9.6-3 - Biovolume mensile e composizione in classi algali della stazione ARE1

Come già osservato per i biovolumi medi annui, la densità di biomassa registrata mensilmente nell'invaso di Arezzo risulta molto contenuta. Solo nel 2010 si assiste ad un leggero incremento del biovolume mensile, che raggiunge un massimo di 3,62 mm<sup>3</sup>/l nel mese di maggio. La composizione in gruppi algali mostra un'estrema diversificazione nell'intero triennio e non evidenzia la prevalenza di una specifica classe rispetto alle altre.

Contestualmente al campionamento della comunità fitoplanctonica, viene effettuata, nella zona eufotica, la determinazione della clorofilla "a", parametro fondamentale per la caratterizzazione della qualità lacustre e la valutazione dell'Indice Complessivo per il Fitoplancton. L'andamento mensile della clorofilla "a" viene presentato nel grafico seguente (Fig. 9.6-4). Per fasce di colore sono rappresentati anche i livelli corrispondenti ai giudizi, buono (verde), sufficiente (giallo), scarso (arancione) e cattivo (rosso), definiti dal DM 260/2010 per i valori di clorofilla media annua in laghi appartenenti al macrotipo I3. La classe di qualità elevata non è prevista per gli invasi in relazione alle loro caratteristiche idromorfologiche.

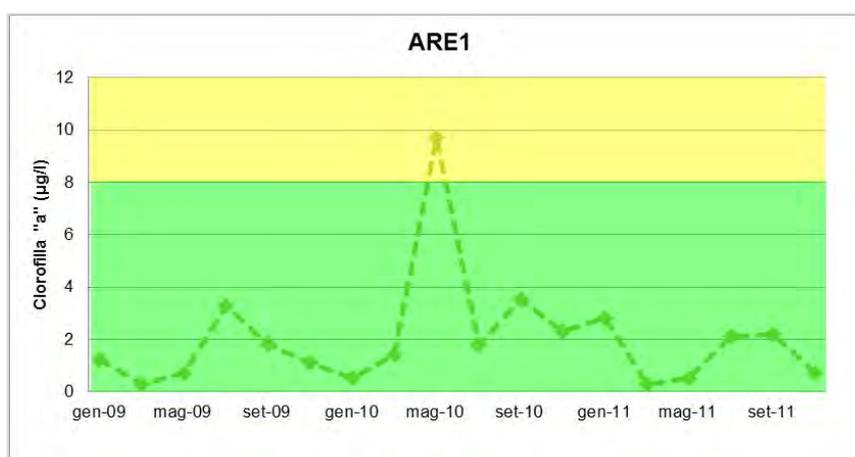


Fig. 9.6-4 – Andamento della clorofilla "a" nel periodo 2009-2011 nell'invaso di Arezzo

Le concentrazioni di clorofilla "a" rilevate nel triennio di monitoraggio confermano la buona qualità delle acque dell'invaso, dal momento che i valori registrati per questo parametro ricadono sempre in un buono stato. Fa eccezione solo il dato rilevato nel campionamento di maggio 2010 (9,7 µg/l), che benché ricada nella fascia sufficiente, non influisce sul valore medio annuo.

## INVASO DI AREZZO > Stato ecologico > Fitoplancton

Come già anticipato al paragrafo 5.1.3, l'Indice Complessivo per il Fitoplancton viene calcolato come media dei valori di due sub-indici, l'Indice medio di biomassa e l'Indice di composizione, determinati a loro volta sulla base di più indici componenti, definiti in funzione del macrotipo lacustre. Lo schema di calcolo dell'indice ICF per l'Invaso di Arezzo (macrotipo I3) è riportato in Fig. 9.6-5.

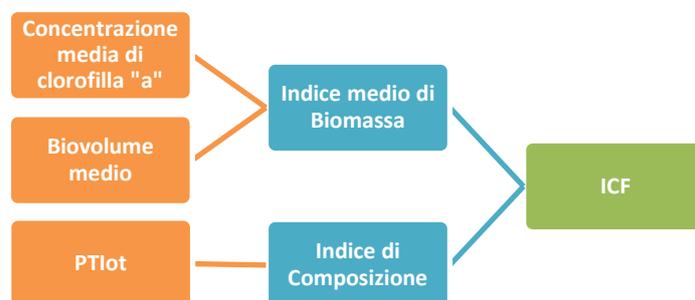
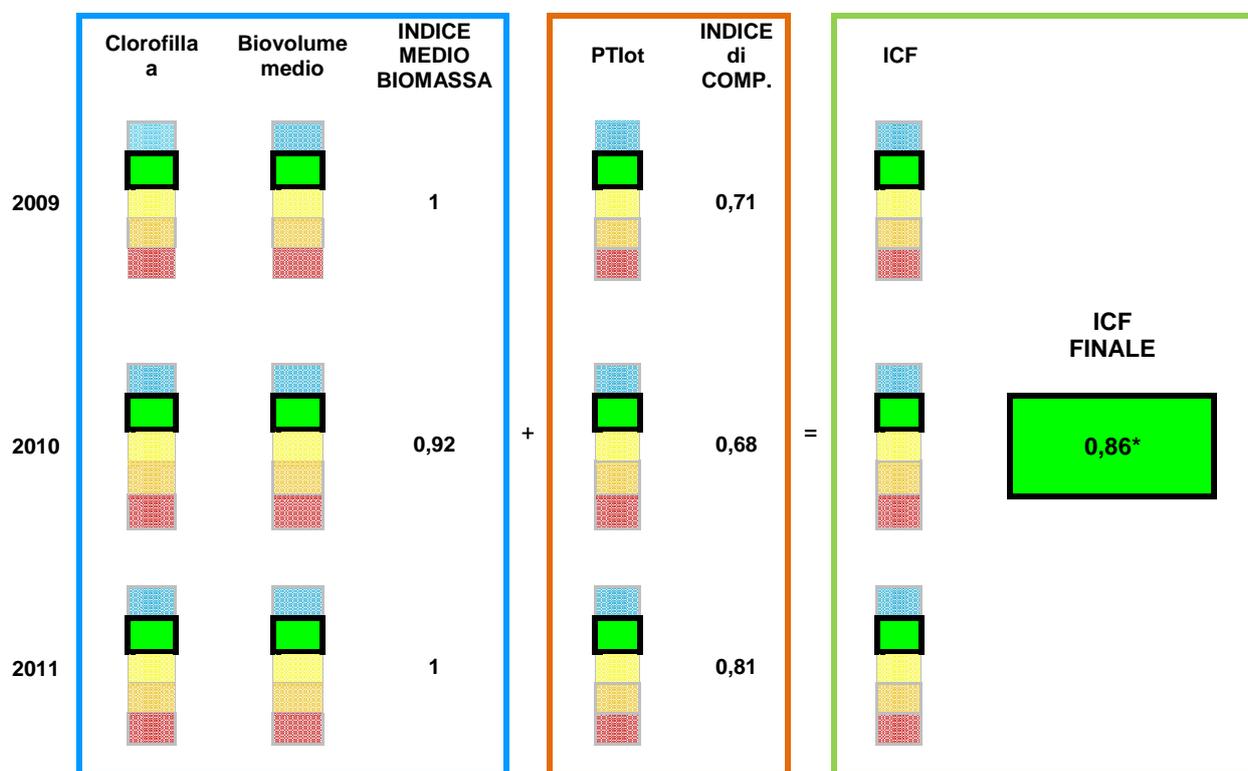


Fig. 9.6-5 - Schema di calcolo dell'indice ICF per il macrotipo I3

Nello schema di Fig. 9.6-6 vengono illustrati i risultati dell'indice ICF e dei relativi subindici calcolati per la stazione ARE1, rappresentativa del corpo idrico.



\*Gli invasi non possono avere classe di qualità elevata a causa della loro non naturalità idromorfologica.

Fig. 9.6-6 – Indice Complessivo per il Fitoplancton – Invaso di Arezzo (ARE1)

La comunità fitoplanctonica rilevata nel triennio di monitoraggio 2009-2011 classifica l'invaso di Arezzo in uno stato di qualità **buono** e non presenta variazioni di classe nel corso dei tre anni.

L'analisi dei vari subindici mostra una sostanziale concordanza tra il giudizio derivante dall'Indice di Biomassa e quello dell'Indice di Composizione, che presentano sempre valori compatibili con una buona classe di qualità. La percentuale di specie indicatrici utilizzate nel calcolo è risultata sempre superiore alla soglia del 70% prevista dal metodo.

## INVASO DI AREZZO > Stato ecologico > Macrodescrittori

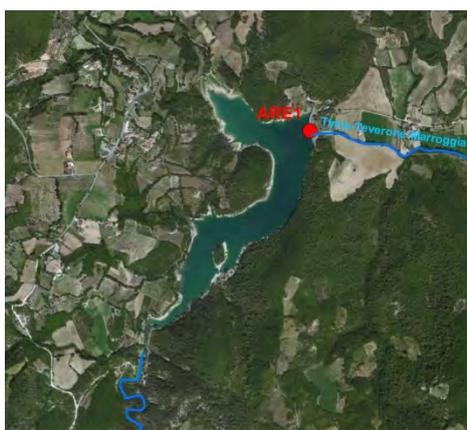


Fig. 9.6-7 – Punto di campionamento degli elementi fisico-chimici di base

Il monitoraggio degli elementi fisico-chimici di base è stato effettuato, contestualmente alla rilevazione del fitoplancton, presso la stazione ARE1 (Fig. 9.6-7), localizzata nel punto di massima profondità.

Conformemente al Protocollo, nel punto di campionamento, caratterizzato da una profondità massima di circa 26 m, la determinazione dei parametri è stata effettuata a tre diverse profondità di prelievo (superficie, metà e profondità) a partire dall'anno 2011. Benché nel periodo di monitoraggio non sia stato effettuato il rilievo del profilo termico, i dati pregressi sembrano indicare l'instaurarsi di processi di stratificazione termica durante i mesi estivi.

Complessivamente, nel periodo 2011-2012, sono stati raccolti circa 30 campioni utili alla valutazione dell'indice LTLeCo.

Nel corso dei campionamenti sono emerse alcune criticità legate alla rilevazione della trasparenza: le escursioni del livello idrometrico e la non disponibilità di mezzi natanti, infatti, obbligano a campionare dallo sbarramento che, benché corrispondente al punto di massima profondità del corpo idrico, non risulta ottimale per la lettura del Disco Secchi se non nelle condizioni di massimo invaso. Per questi motivi, la determinazione della trasparenza è stata spesso effettuata da riva ma i dati così raccolti non possono essere considerati rappresentativi delle reali condizioni del corpo idrico per questo parametro. Pertanto, ai fini della determinazione dell'LTLeCo, si è ritenuto corretto utilizzare solo i dati raccolti dallo sbarramento, che attribuiscono all'invaso una trasparenza media superiore ai tre metri.

Relativamente al fosforo totale, nel grafico di Fig. 9.6-8 viene riportato l'andamento delle concentrazioni rilevate con frequenza bimestrale nel sito ARE1 nel periodo 2011-2012. A titolo di confronto, negli stessi grafici sono rappresentati per fasce di colore i livelli corrispondenti ai giudizi elevato (blu), buono (verde) e sufficiente (giallo), così come definiti dal DM 260/2010 per i valori di fosforo medio nel periodo di massima circolazione in invasi appartenenti al macrotipo I3. In generale si osserva che i valori rilevati in profondità risultano mediamente più elevati e presentano un leggero trend crescente nel biennio (concentrazione massima rilevata pari a 60 µg/l).

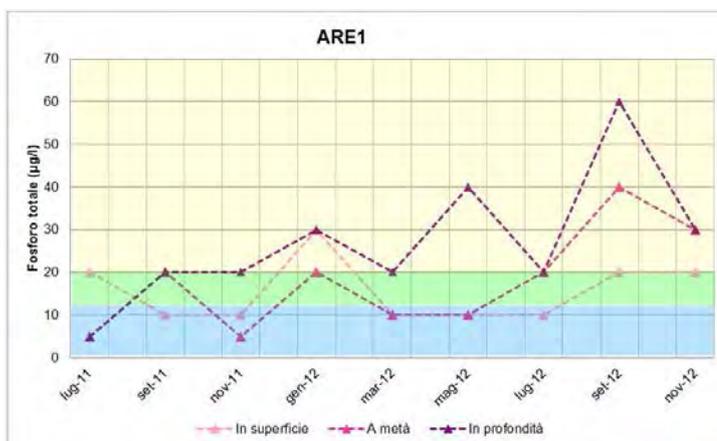


Fig. 9.6-8 - Andamento del fosforo totale nella stazione ARE1

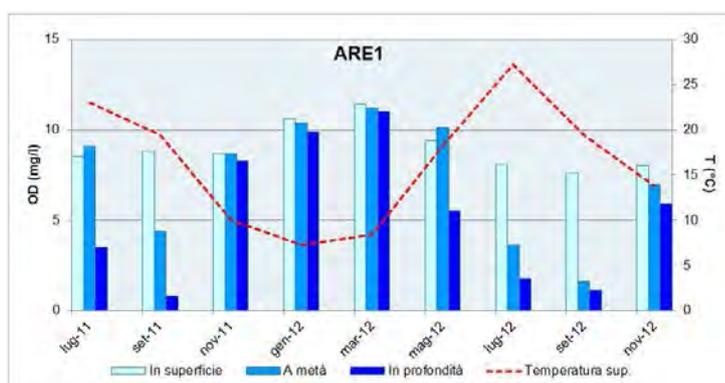


Fig. 9.6-9 - Andamento dell'ossigeno disciolto e della temperatura in superficie nella stazione ARE1

Per quanto riguarda l'ossigeno disciolto, infine, i dati raccolti nel triennio (Fig. 9.6-9) mostrano differenze sostanziali tra i valori delle concentrazioni rilevate alle diverse profondità, a conferma dei processi di stratificazione termica che si instaurano nello specchio lacustre nei mesi estivi.

## INVASO DI AREZZO > Stato ecologico > Macrodescrittori

I dati raccolti nel triennio di monitoraggio sono stati poi elaborati per la determinazione dell'indice LTLecco, secondo i criteri già descritti al paragrafo 6.1.3.

In base alle elaborazioni effettuate per gli elementi macrodescrittori, l'invaso di Arezzo viene classificato in stato **buono** (Tab. 9.6-3), unico corpo idrico regionale con una qualità chimico fisica delle acque compatibile con l'obiettivo ambientale.

Tab. 9.6-3 – LTLecco dell'invaso di Arezzo calcolato per il periodo 2011-2012

Codice stazione	Profondità di prelievo	Fosforo totale (piena circolazione)		Trasparenza		Ossigeno disciolto ipolimnico (stratificazione)		Punteggio trofico	Giudizio LTLecco
		Valore medio (µg/l)	Punteggio	Valore medio (m)	Punteggio	Valore medio (%sat)	Punteggio		
<b>ARE1</b>	<i>Superficie Metà Profondità</i>	12	5	3	4	10	3	12	<b>BUONO</b>

Tra i parametri di classificazione, solo l'ossigeno disciolto ipolimnico ha presentato un punteggio più basso in relazione ai valori critici della percentuale di saturazione rilevati alla fine del periodo di stratificazione.

Sebbene per i corpi idrici della rete operativa la metodologia richieda di valutare l'indice complessivo sulla base della media dei valori rilevati nel triennio per ciascun parametro, si ritiene opportuno fornire un'analisi dell'andamento dei punteggi anche su scala annuale. Nel grafico seguente (Fig. 9.6-10) viene presentato il punteggio totale calcolato sulla base dei valori rilevati annualmente per i parametri di classificazione e il peso che ciascun fattore presenta nella determinazione del livello complessivo. Al punteggio di ciascun parametro viene associata la gradazione cromatica convenzionalmente prevista per l'indice LTLecco.

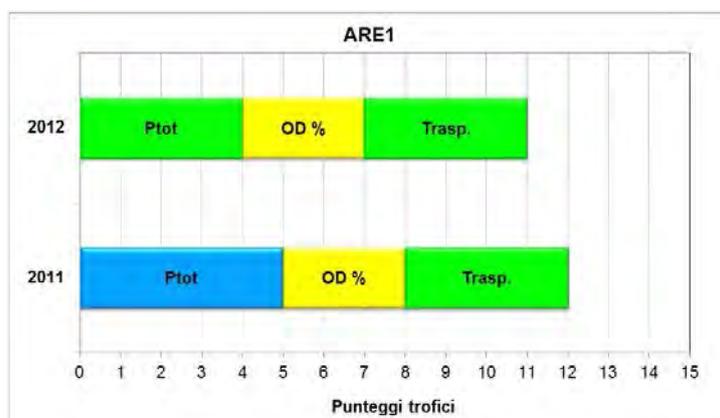


Fig. 9.6-10 - Punteggi trofici annuali per parametro (ARE1)

Come evidenziato dal grafico, lo stato trofico complessivo mostra un lieve decremento nel biennio, passando da un punteggio compatibile con lo stato buono nel 2011 (punteggio trofico pari a 12) ad uno compatibile con lo stato sufficiente (punteggio trofico <12) nel 2012. Tale differenza è attribuibile al leggero aumento delle concentrazioni di fosforo totale rilevate nel corso del 2012.

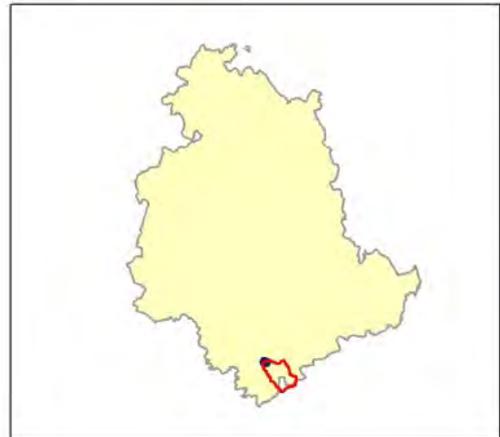
## INVASO DI AREZZO > Stato Chimico

L'analisi delle pressioni svolta in fase di definizione delle reti e dei programmi di monitoraggio non ha evidenziato rischi associati al rilascio di sostanze prioritarie nel corpo idrico.

Per questo motivo, la determinazione di tali sostanze nella matrice acquosa non viene effettuata.

## INVASO DELL'AIA

**CORPO IDRICO:** Invaso dell'Aia  
**CODICE CORPO IDRICO:** N010012612BL  
**CATEGORIA (Naturale/HMWB):** HMWB  
**TIPO:** ME-1  
**MACROTIPO:** I4  
**LIVELLO DI RISCHIO (R/NR/PR):** PR  
**LIVELLO DI PRESSIONE (1-9):** 4  
**MONITORAGGIO:** Sorveglianza  
**SUPERFICIE (km<sup>2</sup>):** 0,64  
**PROFONDITA' MASSIMA (m):** -  
**PROFONDITA' MEDIA (m):** 3  
**VOLUME DI INVASO (Mm<sup>3</sup>):** 2  
**AREA TOTALE DEL BACINO (km<sup>2</sup>):** 89  
**UNITA' TERRITORIALE:** Nera  
**RILEVANZA NATURALISTICA:** Sito di Importanza Comunitaria e Zona di Protezione Speciale



### INVASO DELL'AIA > Inquadramento territoriale



Fig. 9.7-1 – Inquadramento territoriale

Il lago dell'Aia, conosciuto anche come Lago di Narni o Lago di Recentino, è un piccolo invaso artificiale ottenuto dallo sbarramento del torrente omonimo. Posto a quota 110 m s.l.m., presenta un volume di invaso massimo di 2 Mm<sup>3</sup>.

Oltre che dal Torrente Aia, l'invaso viene alimentato anche dalle acque del fiume Nera derivate nel tratto di attraversamento della Conca Ternana attraverso il Canale Recentino, di lunghezza pari a circa 8 Km.

Un canale di derivazione convoglia invece le acque dall'invaso alla centrale idroelettrica di Narni subito a valle dell'omonima città.

Nonostante la natura artificiale, il lago è un'importante ambiente umido tanto da essere stato individuato quale area naturale protetta.



La valutazione dello stato ecologico dell'invaso dell'Aia è stata effettuata sulla base dei dati raccolti nel periodo 2009-2012 per i seguenti gli elementi di qualità: fitoplancton, elementi fisico-chimici di base e sostanze non prioritarie.

Il corpo idrico viene classificato in **STATO ECOLOGICO SUFFICIENTE**, determinato dal giudizio degli elementi fisico-chimici di base.

Nelle schede seguenti viene riportata, per ciascun elemento di qualità, una breve analisi dei risultati del monitoraggio svolto e alcune considerazioni sui giudizi di qualità elaborati.

## INVASO DELL'AIA > Stato ecologico > Fitoplancton



Fig. 9.7-2 – Punto di campionamento del fitoplancton

Il monitoraggio del fitoplancton è stato effettuato presso la stazione AIA1, localizzata nel punto di massima profondità dello specchio d'acqua (Fig. 9.7-2).

Il campionamento, svolto con frequenza bimestrale, ha consentito di analizzare la struttura e la composizione delle principali comunità algali che caratterizzano lo specchio lacustre e di valutare la qualità associata al fitoplancton attraverso la determinazione dell'Indice Complessivo per il Fitoplancton (ICF).

Nel corso del primo ciclo di monitoraggio sono state identificate, nella stazione AIA1, 119 specie riconducibili a 55 generi e 6 gruppi tassonomici (Tab. 9.7-1). Le classi algali che presentano una maggiore varietà di generi e specie sono costituite dalle cloroficee e dalle diatomee; queste ultime presentano anche un'elevata densità cellulare. La classe meno rappresentata è quella delle crisoficee.

Tab. 9.7-1 - Composizione della comunità fitoplanctonica rilevata presso la stazione AIA1

Gruppo	AIA1		
	Generi (n)	Specie (n)	Cellule (n/l)
Cianoficee	5	8	9.562.602
Cloroficee	23	61	17.903.540
Diatomee	17	35	26.828.181
Criptoficee	3	7	8.724.073
Flagellati	4	5	239.179
Crisoficee	3	3	312.542
<b>TOTALE</b>	<b>55</b>	<b>119</b>	<b>63.570.117</b>

Per ogni specie rilevata, sono state determinate le dimensioni cellulari necessarie al calcolo del biovolume algale, che rappresenta l'elemento principale per la valutazione dell'indice complessivo e il cui valore medio annuo viene riportato in Tab. 9.7-2.

Tab. 9.7-2 – Biovolume medio annuo calcolato presso la stazione AIA1

	AIA1		
	2009	2010	2011
Biovolume Medio Annuo (mm <sup>3</sup> /l)	1,92	0,61	0,97

Il biovolume medio annuo calcolato presso la stazione AIA1 ha presentato valori molto contenuti nell'intero triennio di monitoraggio; solo nel 2009 il dato rilevato per tale parametro (1,92 mm<sup>3</sup>/l) risulta leggermente più elevato, ma, comunque, poco significativo se confrontato con i valori registrati in altri corpi idrici.

Al fine di evidenziare come i principali gruppi algali incidono sul biovolume rilevato, nel grafico di Fig. 9.7-3 viene riportato, per ogni mese di campionamento, il biovolume complessivo e la relativa composizione in classi.

## INVASO DELL'AIA > Stato ecologico > Fitoplancton

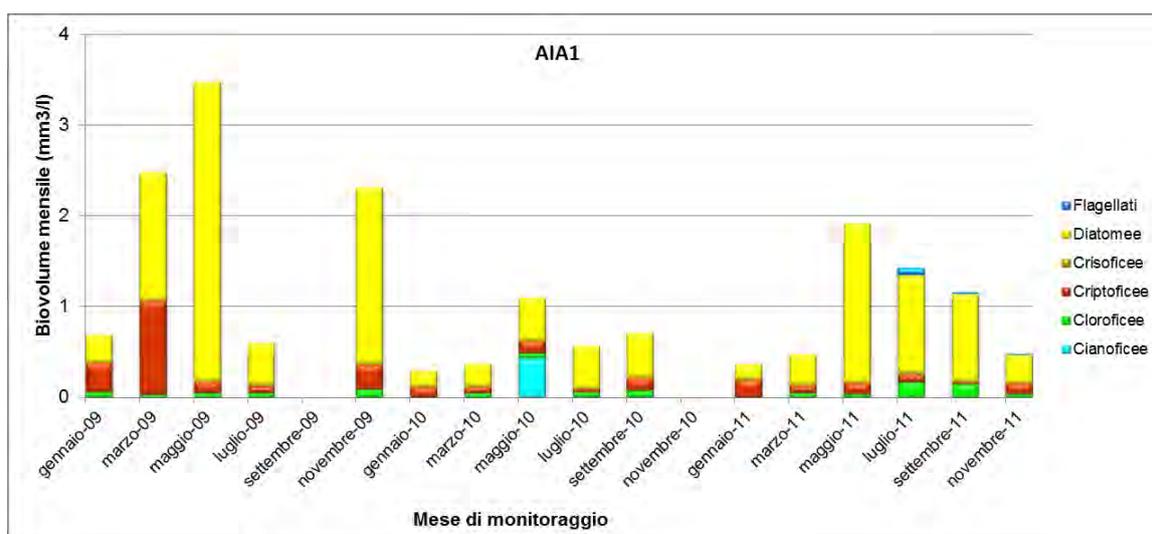


Fig. 9.7-3 - Biovolume mensile e composizione in classi algali della stazione AIA1

Come già osservato per i biovolumi medi annui, la densità di biomassa registrata mensilmente nell'invaso dell'Aia risulta abbastanza contenuta. I biovolumi mensili mostrano un andamento piuttosto irregolare nel triennio di monitoraggio; a differenza degli altri corpi idrici, infatti, i valori più significativi non sono stati rilevati nel periodo estivo, ma in quello primaverile. Ciò è probabilmente legato alla dominanza della classe delle diatomee, che trovano il loro massimo sviluppo a partire dalla fine della stagione invernale.

Contestualmente al campionamento della comunità fitoplanctonica, viene effettuata, nella zona eufotica, la determinazione della clorofilla "a", parametro fondamentale per la caratterizzazione della qualità lacustre e la valutazione dell'Indice Complessivo per il Fitoplancton. L'andamento della clorofilla "a" viene presentato nel grafico seguente (Fig. 9.7-4). Per fasce di colore sono rappresentati anche i livelli corrispondenti ai giudizi, buono (verde), sufficiente (giallo), scarso (arancione) e cattivo (rosso), definiti dal DM 260/2010 per i valori di clorofilla media annua in laghi appartenenti al macrotipo I4. La classe di qualità elevata non è prevista per gli invasi in relazione alle loro caratteristiche idromorfologiche.

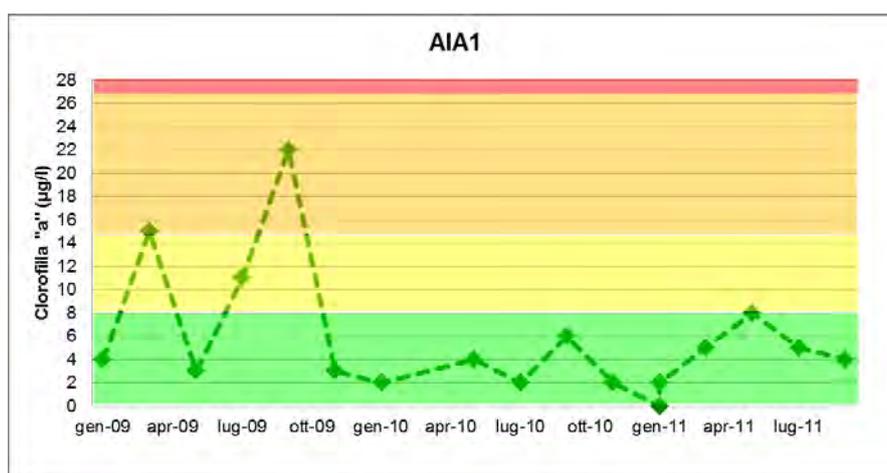


Fig. 9.7-4 – Andamento della clorofilla "a" nel periodo 2009-2011 nell'Invaso dell'Aia

L'analisi dei risultati mostra come i valori di clorofilla rilevati nel triennio di monitoraggio risultino quasi sempre compatibili con la classe di qualità buona; solo nel periodo marzo-settembre 2009 sono stati registrati valori del parametro più elevati, con un massimo di 22 µg/l rilevato nel campionamento di settembre.

## INVASO DELL'AIA > Stato ecologico > Fitoplancton

Come già anticipato al paragrafo 5.1.3, l'Indice Complessivo per il Fitoplancton viene calcolato come media dei valori di due sub-indici, l'Indice medio di biomassa e l'Indice di composizione, determinati a loro volta sulla base di più indici componenti, definiti in funzione del macrotipo lacustre. Lo schema di calcolo dell'indice ICF per l'Invaso dell'Aia (macrotipo I4) è riportato in Fig. 9.7-5.

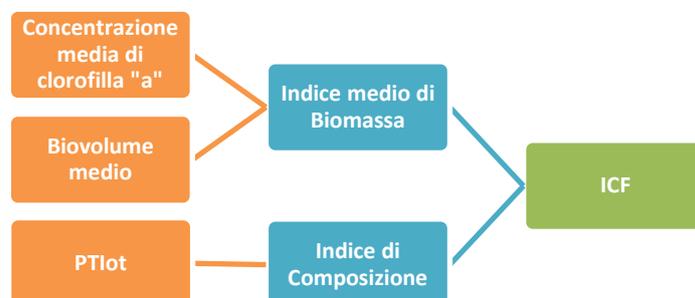
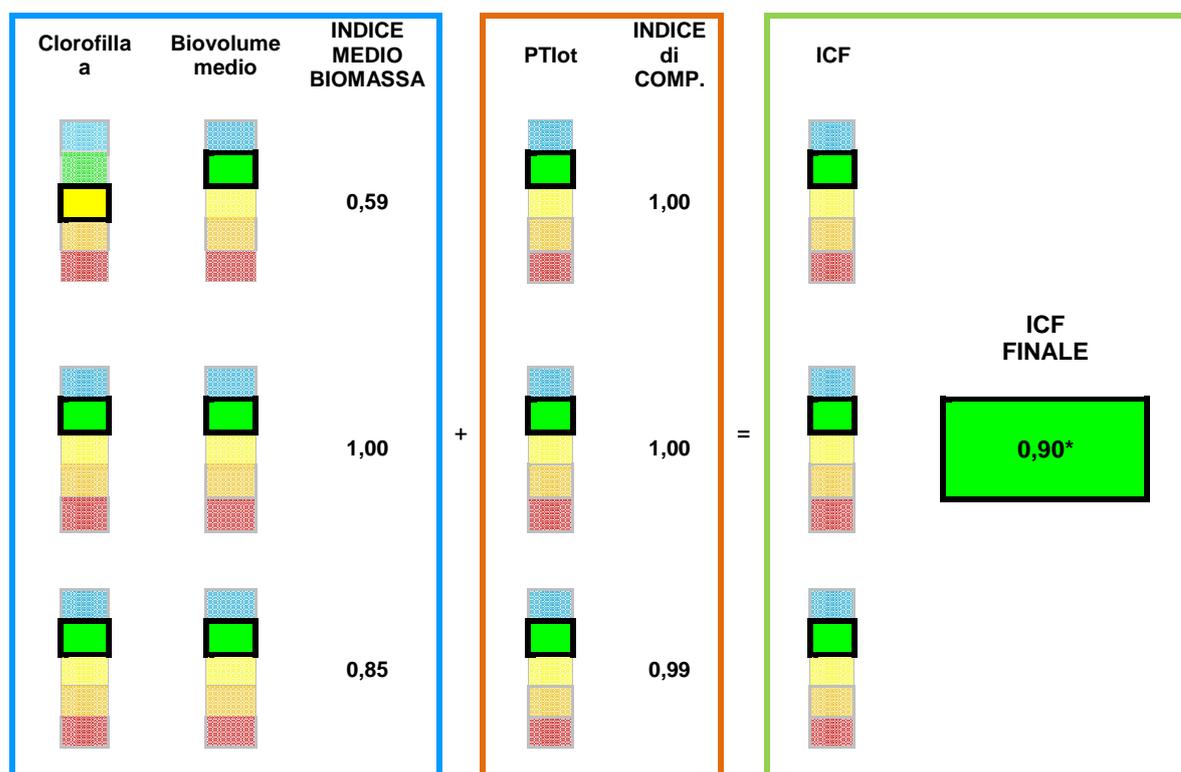


Fig. 9.7-5 - Schema di calcolo dell'indice ICF per il macrotipo I4

Nello schema di Fig. 9.7-6 vengono illustrati i risultati dell'indice ICF e dei relativi subindici calcolati per la stazione AIA1.



\* gli invasi non possono avere classe di qualità elevata a causa della loro non naturalità idromorfologica

Fig. 9.7-6 - Indice Complessivo per il Fitoplancton – Invaso dell'Aia (AIA1)

La comunità fitoplanctonica rilevata nel triennio di monitoraggio 2009-2011 classifica complessivamente l'invaso dell'Aia in uno stato di qualità **buono** e non presenta variazioni di classe nel corso dei tre anni. L'analisi dei vari subindici mostra una sostanziale concordanza tra il giudizio derivante dall'Indice di Biomassa e quello dell'Indice di Composizione (PTlot), che presentano sempre valori compatibili con una buona classe di qualità. La percentuale di specie indicatrici utilizzate nel calcolo del PTlot è risultata sempre superiore alla soglia del 70% prevista dal metodo.

## INVASO DELL'AIA > Stato ecologico > Macrodescrittori



Fig. 9.7-7 – Punto di campionamento degli elementi fisico-chimici di base

Il monitoraggio degli elementi fisico-chimici di base è stato effettuato, contestualmente alla rilevazione del fitoplancton, presso la stazione AIA1 (Fig. 9.5-8), ad un'unica profondità di prelievo. Tale scelta è legata sia alla ridotta altezza della colonna d'acqua, sia ai risultati dei monitoraggi svolti ai sensi delle precedenti norme che hanno evidenziato l'assenza di processi di stratificazione termica nel corpo idrico in esame.

Complessivamente, nel primo ciclo di monitoraggio, sono stati raccolti circa 20 campioni utili alla valutazione dell'indice LTLecco.

Nei grafici seguenti vengono presentati i risultati relativi ai parametri principali (trasparenza, fosforo totale e ossigeno disciolto) che intervengono nella definizione del livello trofico e rilevati nell'ambito del monitoraggio istituzionale nel periodo 2009-2011.

Per quanto riguarda la trasparenza, nel corso del triennio di monitoraggio, sono stati osservati, in generale, valori abbastanza contenuti, legati anche alla bassa profondità del corpo idrico. I valori massimi registrati non superano, infatti, il metro e mezzo, mentre quelli medi si attestano intorno agli 0,8 m.

Relativamente al fosforo totale, nel grafico di Fig. 9.7-8 viene riportato l'andamento delle concentrazioni rilevate con frequenza bimestrale nel sito AIA1 nel periodo 2009-2011. A titolo di confronto, negli stessi grafici sono rappresentati per fasce di colore i livelli corrispondenti ai giudizi elevato (blu), buono (verde) e sufficiente (giallo), così come definiti dal DM 260/2010 per i valori di fosforo medio nel periodo di massima circolazione in invasi appartenenti al macrotipo I4. La maggior parte dei dati raccolti presenta valori compatibili con lo stato sufficiente; le concentrazioni più elevate sono state registrate nel periodo gennaio 2009-gennaio 2010, con valori massimi che hanno raggiunto i 260 µg/l.

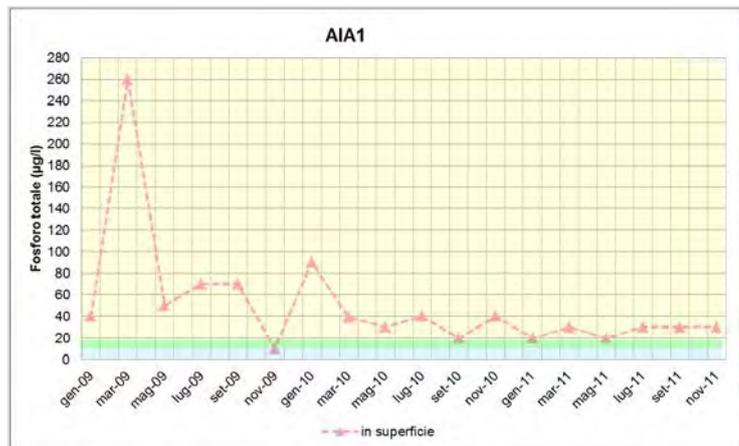


Fig. 9.7-8 - Andamento del fosforo totale nella stazione AIA1

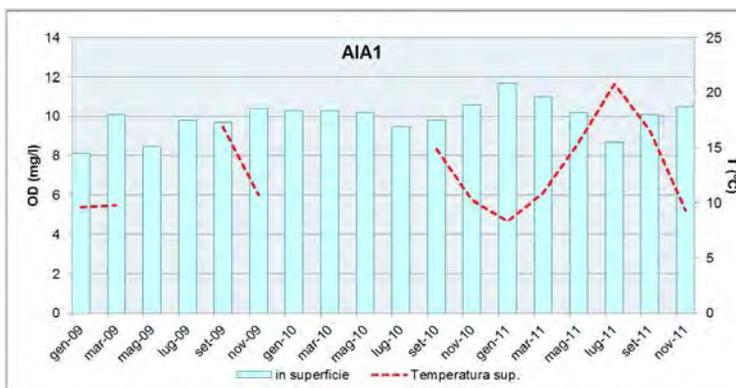


Fig. 9.7-9 - Andamento dell'ossigeno disciolto e della temperatura in superficie nella stazione AIA1

Per quanto riguarda l'ossigeno disciolto, infine, i dati raccolti nel triennio (Fig. 9.7-9) mostrano un buon livello di ossigenazione delle acque in tutti i periodi dell'anno senza sostanziali differenze tra le concentrazioni registrate nei vari campionamenti (8-10 mg/l).

## INVASO DELL'AIA > Stato ecologico > Macrodescrittori

I dati raccolti nel triennio di monitoraggio sono stati poi elaborati per la determinazione dell'indice LTLecco, secondo i criteri già descritti al paragrafo 6.1.3.

Anche se l'assenza di stratificazione termica rende difficile l'individuazione dei periodi di piena circolazione e massima stratificazione necessaria per l'applicazione dell'indice, ai fini del calcolo si è fatto riferimento ai mesi primaverili per il periodo di rimescolamento e ai mesi tardo estivi per la stratificazione termica, periodi in cui si verificano tipicamente questi processi alle nostre latitudini.

I risultati delle elaborazioni effettuate attribuiscono complessivamente al corpo idrico la classe di qualità **sufficiente**, equamente determinata dai parametri fosforo totale e trasparenza, i cui valori medi nel triennio risultano compatibili con il Livello 3 (Tab. 9.7-3).

Tab. 9.7-3 – LTLecco dell'Invaso dell'Aia calcolato per il periodo 2009-2011

Codice stazione	Profondità di prelievo	Fosforo totale (piena circolazione)		Trasparenza		Ossigeno disciolto ipolimnico (stratificazione)		Punteggio trofico	Giudizio LTLecco
		Valore medio (µg/l)	Punteggio	Valore medio (m)	Punteggio	Valore medio (%sat)	Punteggio		
AIA1	Superficie	110	3	0,8	3	99	5	11	SUFFICIENTE

Sebbene per i corpi idrici della rete operativa la metodologia richieda di valutare l'indice complessivo sulla base della media dei valori rilevati nel triennio per ciascun parametro, si ritiene opportuno fornire un'analisi dell'andamento dei punteggi anche su scala annuale. Nel grafico seguente (Fig. 9.7-10) viene presentato il punteggio totale calcolato sulla base dei valori rilevati annualmente per i parametri di classificazione e il peso che ciascun fattore presenta nella determinazione del livello complessivo. Al punteggio di ciascun parametro viene associata la gradazione cromatica convenzionalmente prevista per l'indice LTLecco.

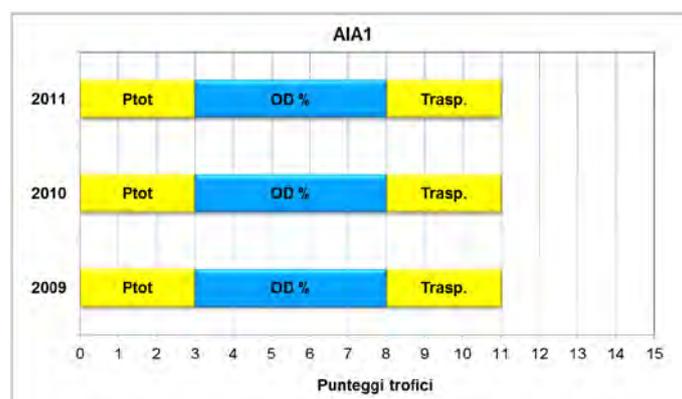


Fig. 9.7-10 - Punteggi trofici annuali per parametro (AIA1)

Come evidenziato dal grafico, lo stato trofico complessivo e i punteggi trofici di ciascun parametro non mostrano alcuna variazione su scala annuale. I parametri fosforo totale e trasparenza si confermano come critici, mentre l'ossigeno disciolto ipolimnico si mantiene sempre su livelli compatibili con lo stato elevato.

## INVASO DELL'AIA > Stato Ecologico > Sostanze non prioritarie

La valutazione dello stato delle sostanze non prioritarie è stata effettuata sulla base dei dati raccolti mensilmente nel periodo 2009-2011 nel sito di campionamento AIA1.

I set di parametri monitorati, individuati sulla base dell'analisi di rischio, comprendono metalli, fenoli e pesticidi.

Le concentrazioni rilevate hanno presentato positività diffuse nel triennio solo per l'arsenico e il cromo; in tutti i casi non sono mai stati registrati superamenti degli standard di qualità ambientale di cui alla tabella 1/B del DM 260/2010 (Fig. 9.7-11).

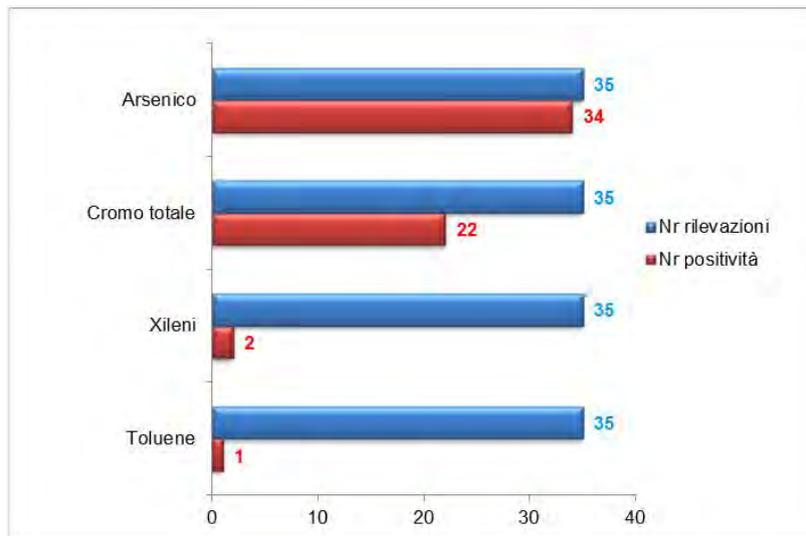


Fig. 9.7-11 - Numero di presenze rilevate per le sostanze di sintesi non prioritarie monitorate nell'Invaso dell'Aia

Il corpo idrico viene quindi classificato in stato **buono** per gli elementi chimici a sostegno (Tab. 9.7-4).

Tab. 9.7-4 – Stato delle sostanze non prioritarie dell'invaso dell'Aia

Stazione	Set di parametri	Anno 2009	Anno 2010	Anno 2011	STATO SOSTANZE NON PRIORITARIE
AIA1	A1 (metalli) A2 (fenoli) A4 (Pesticidi)				<b>BUONO</b>



La valutazione dello stato chimico è stata effettuata sulla base dei dati raccolti mensilmente nel periodo 2009-2011 nella stazione AIA1.

I set di parametri monitorati, individuati sulla base dell'analisi di rischio, comprendono metalli, fenoli e pesticidi.

Le concentrazioni rilevate nella matrice acquosa, benché saltuariamente superiori ai limiti di rilevabilità analitica per alcuni metalli (Fig. 9.7-12), sono risultate sempre inferiori agli standard di qualità ambientale di cui alla tabella 1/A del DM 260/2010.

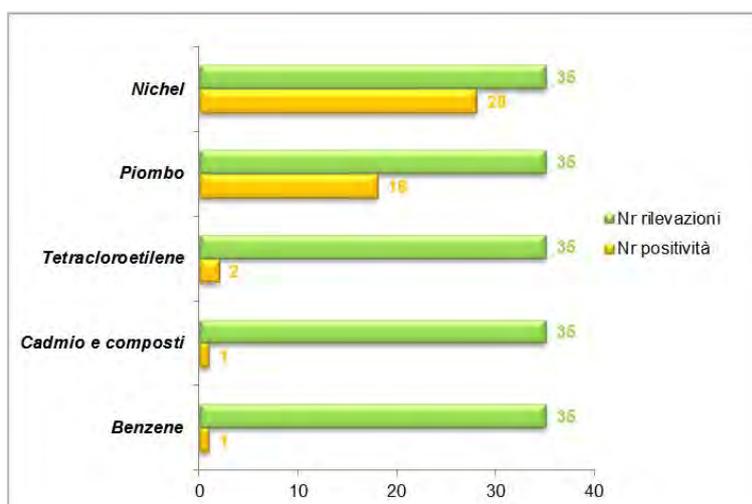


Fig. 9.7-12 - Numero di presenze rilevate per le sostanze di sintesi prioritarie monitorate nell'Invaso dell'Aia

Il corpo idrico viene quindi classificato in **STATO CHIMICO BUONO** (Tab. 9.7-5).

Tab. 9.7-5 – Stato chimico dell'Invaso dell'Aia

Stazione	Set di parametri	Anno 2009	Anno 2010	Anno 2011	STATO CHIMICO
AIA1	A1 (metalli) A2 (fenoli) A4 (Pesticidi)				BUONO

## INVASO DELL'AIA > Approfondimenti

Nel corso del 2009 è stato condotto da ARPA Umbria uno studio<sup>5</sup> finalizzato alla caratterizzazione chimica dei sedimenti lacustri. Benché la normativa non preveda il monitoraggio dei sedimenti per le acque superficiali interne, le indagini condotte consentono di completare il quadro conoscitivo sull'invaso, con particolare riferimento alla presenza di microinquinanti di sintesi.

Nell'ambito dello studio, sono stati individuati tre punti di campionamento (Fig. 9.7-13) per il prelievo di carote di lunghezza variabile e la raccolta di porzioni superficiali di sedimento; nei campioni è stata effettuata la determinazione di parametri quali azoto totale, carbonio totale, fosforo totale, TOC, IPA totali, PCB totali, pesticidi acidi, diossine e metalli (cromo totale, cromo esavalente, cadmio, nichel, piombo, rame, zinco e arsenico). Le concentrazioni rilevate sono state poi messe a confronto con le soglie di contaminazione previste per i siti da bonificare (allegato 5 al Titolo V del D.Lgs 152/06).



Fig. 9.7-13 – Localizzazione dei punti di campionamento dei sedimenti

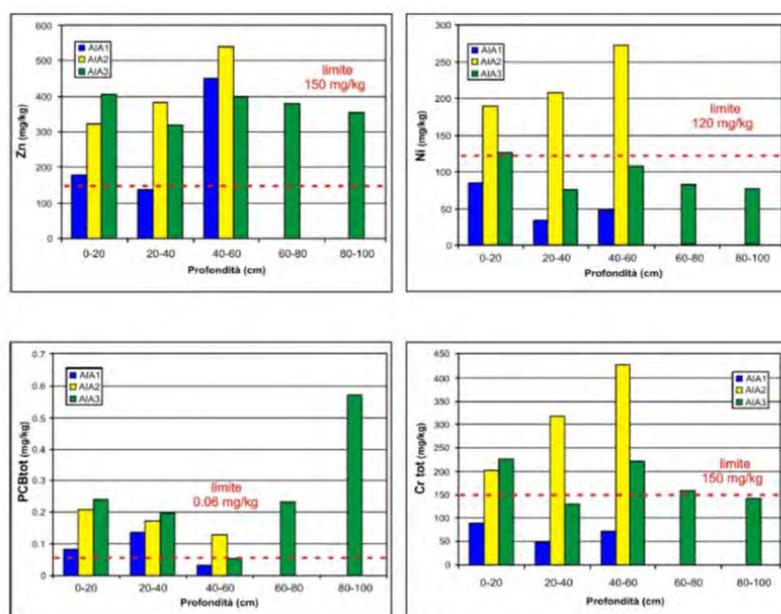


Fig. 9.7-14 – Concentrazioni di zinco, nichel, PCB totali e cromo rilevate nelle diverse sezioni delle carote AIA1, AIA2 e AIA3 (in rosso le soglie di contaminazione)

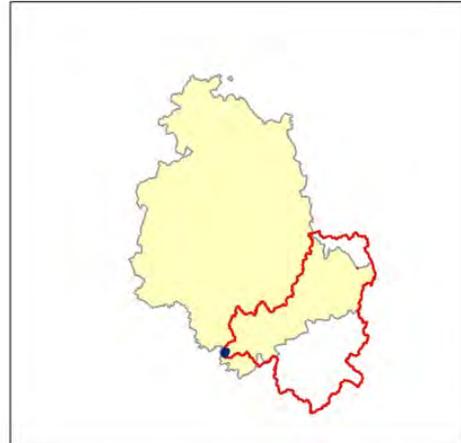
L'indagine ha evidenziato una contaminazione del sedimento in tutti i diversi settori del lago e in particolare nelle aree di maggiore accumulo, influenzate dai maggiori apporti del canale Recintino (AIA2 e AIA3). I parametri che hanno presentato valori abbondantemente superiori alle soglie di contaminazione utilizzate come riferimento sono lo zinco, il nichel, il cromo e i PCB totali.

Per tutti i dettagli relativi alla distribuzione spaziale e verticale degli inquinanti si rimanda al rapporto completo.

<sup>5</sup> " Fiume Nera, valutazione dello stato qualitativo dei sedimenti – ARPA Umbria 2009

## INVASO DI SAN LIBERATO

**CORPO IDRICO:** Invaso di S. Liberato  
**CODICE CORPO IDRICO:** N0100126EL  
**CATEGORIA (Naturale/HMWB):** HMWB  
**TIPO:** ME-1  
**MACROTIPO:** I4  
**LIVELLO DI RISCHIO (R/NR/PR):** PR  
**LIVELLO DI PRESSIONE (1-9):** 5  
**MONITORAGGIO:** Sorveglianza  
**SUPERFICIE (km<sup>2</sup>):** 0,62  
**PROFONDITA' MASSIMA (m):** 9  
**PROFONDITA' MEDIA (m):** 4,8  
**VOLUME DI INVASO (Mm<sup>3</sup>):** 6  
**AREA TOTALE DEL BACINO (km<sup>2</sup>):** 4.300  
**UNITA' TERRITORIALE:** Nera  
**RILEVANZA NATURALISTICA:** Sito di Importanza Comunitaria



### INVASO DI SAN LIBERATO > Inquadramento territoriale



Fig. 9.8-1 – Inquadramento territoriale

L'invaso di San Liberato nasce dallo sbarramento del tratto finale del fiume Nera a valle della Conca ternana, all'altezza dell'omonimo centro abitato. La diga è stata realizzata intorno agli anni '50 per scopi idroelettrici e presenta un volume di massimo invaso di circa 6 Mm<sup>3</sup> e una superficie dello specchio d'acqua di circa 1 km<sup>2</sup>.

Nel corso degli anni, l'accumulo di sedimenti trasportati dal fiume ha determinato un notevole interrimento del bacino che ora presenta i punti di massima profondità (circa 2 m) in corrispondenza dei vecchio corso del fiume.

Anse, meandri, rallentamenti in presenza di curve od ostacoli naturali, determinano la formazione di ambienti molto diversificati, favorevoli all'insediamento di comunità animali (pesci e avifauna).

Le sponde del lago inoltre sono occupate da canneti e ricca vegetazione palustre e ripariale. Per la sue caratteristiche ambientali il lago è inserito fra i Siti di Importanza Comunitaria.



La valutazione dello stato ecologico dell'invaso di San Liberato è stata effettuata sulla base dei dati raccolti nel periodo 2009-2012 per i seguenti elementi di qualità: fitoplancton, elementi fisico-chimici di base e sostanze non prioritarie.

Il corpo idrico viene classificato in **STATO ECOLOGICO SUFFICIENTE**, determinato dal giudizio degli elementi fisico-chimici di base.

Nelle schede seguenti viene riportata, per ciascun elemento di qualità, una breve analisi dei risultati del monitoraggio svolto e alcune considerazioni sui giudizi di qualità elaborati.

## INVASO DI SAN LIBERATO > Stato ecologico > Fitoplancton



Fig. 9.8-2 – Punto di campionamento del fitoplancton

Il monitoraggio del fitoplancton è stato effettuato presso la stazione LIB1 localizzata nel punto di massima profondità dello specchio d'acqua (Fig. 9.8-2).

Il campionamento, svolto con frequenza bimestrale, ha consentito di analizzare la struttura e la composizione delle principali comunità algali che caratterizzano lo specchio lacustre e di valutare la qualità associata al fitoplancton attraverso la determinazione dell'Indice Complessivo per il Fitoplancton (ICF).

Nel corso del primo ciclo di monitoraggio sono state identificate, nella stazione LIB1, 113 specie riconducibili a 56 generi e 7 gruppi tassonomici (Tab. 9.8-1).

Il gruppo algale che presenta la maggiore varietà di generi e specie è costituito dalle cloroficee, seguito, in misura minore, dalle diatomee. La classe meno rappresentata è quella delle xanthoficee, con una sola specie rilevata.

Tab. 9.8-1 - Composizione della comunità fitoplanctonica rilevata presso la stazione LIB1

Gruppo	LIB1		
	Generi (n)	Specie (n)	Individui totali (n/l)
Cianoficee	6	9	3.220.874
Cloroficee	23	55	13.389.822
Diatomee	15	31	12.403.798
Criptoficee	3	7	6.275.214
Flagellati	5	7	182.479
Crisoficee	3	3	205.406
Xanthoficee	1	1	98.949
<b>TOTALE</b>	<b>56</b>	<b>113</b>	<b>35.776.542</b>

Per ogni specie campionata, sono state determinate le dimensioni cellulari necessarie al calcolo del biovolume algale, che rappresenta l'elemento principale per la valutazione dell'indice complessivo e il cui valore medio annuo viene riportato in Tab. 9.8-2.

Tab. 9.8-2 – Biovolume medio annuo calcolato presso la stazione LIB1

	LIB1		
	2009	2010	2011
Biovolume Medio Annuo (mm <sup>3</sup> /l)	0,74	0,49	0,53

Il biovolume medio annuo calcolato presso la stazione LIB1 ha presentato valori molto contenuti nell'intero ciclo di monitoraggio, senza sostanziali variazioni tra i diversi anni.

Al fine di evidenziare come i principali gruppi algali incidono sul biovolume rilevato, nel grafico di Fig. 9.8-3 viene riportato, per ogni mese di campionamento, il biovolume complessivo e la relativa composizione in classi.

## INVASO DI SAN LIBERATO > Stato ecologico > Fitoplancton

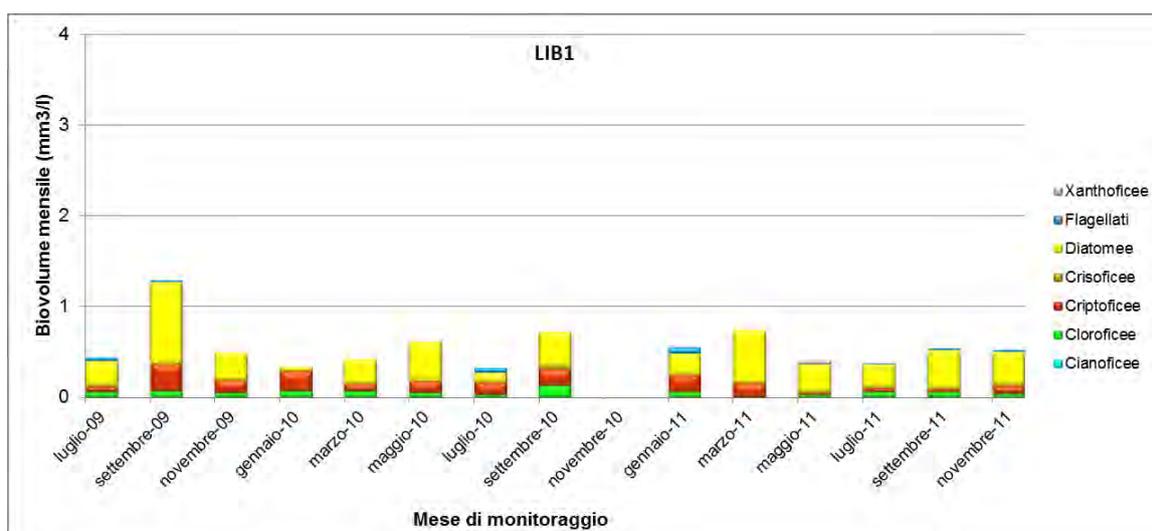


Fig. 9.8-3 - Biovolume mensile e composizione in classi algali della stazione LIB1

I biovolumi mensili registrati nell'invaso di San Liberato mostrano un andamento piuttosto regolare nel corso del triennio di monitoraggio; come si osserva dal grafico, infatti, i valori della biomassa algale, sempre contenuti, sono piuttosto omogenei nei mesi di campionamento e non si evidenziano sostanziali variazioni tra i vari rilievi.

Analogamente all'invaso dell'Aia, la classe delle diatomee rappresenta la componente principale del biovolume registrato nei tre anni di campionamento, seguita, in misura minore, da quella delle crisoficee.

Contestualmente al campionamento della comunità fitoplanctonica, viene effettuata, nella zona eufotica, la determinazione della clorofilla "a", parametro fondamentale per la caratterizzazione della qualità lacustre e la valutazione dell'Indice Complessivo per il Fitoplancton. L'andamento mensile della clorofilla "a" viene presentato nel grafico seguente (Fig. 9.8-4). Per fasce di colore sono rappresentati anche i livelli corrispondenti ai giudizi, buono (verde), sufficiente (giallo), scarso (arancione) e cattivo (rosso), definiti dal DM 260/2010 per i valori di clorofilla media annua in laghi appartenenti al macrotipo I4. La classe di qualità elevata non è prevista per gli invasi in relazione alle loro caratteristiche idromorfologiche.

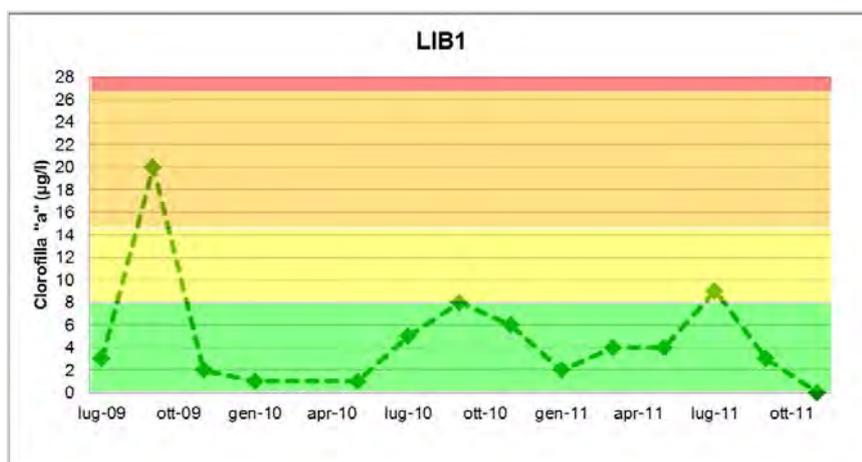


Fig. 9.8-4 – Andamento della clorofilla "a" nel periodo 2009-2011 nell'Invaso di San Liberato

Le concentrazioni di clorofilla "a" rilevate nel triennio di monitoraggio mostrano come i valori registrati per questo parametro ricadano quasi sempre in una buona classe di qualità. L'unica criticità è stata rilevata nel mese di settembre 2009, quando la concentrazione di clorofilla ha raggiunto il valore di 20 µg/l (classe scarsa).

INVASO DI SAN LIBERATO > Stato ecologico > Fitoplancton

Come già anticipato al paragrafo 5.1.3, l'Indice Complessivo per il Fitoplancton viene calcolato come media dei valori di due sub-indici, l'Indice medio di biomassa e l'Indice di composizione, determinati a loro volta sulla base di più indici componenti, definiti in funzione del macrotipo lacustre. Lo schema di calcolo dell'indice ICF per l'Invaso di San Liberato (macrotipo I4) è riportato in Fig. 9.8-5.

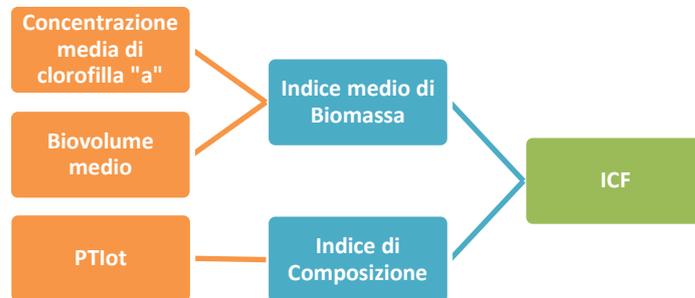
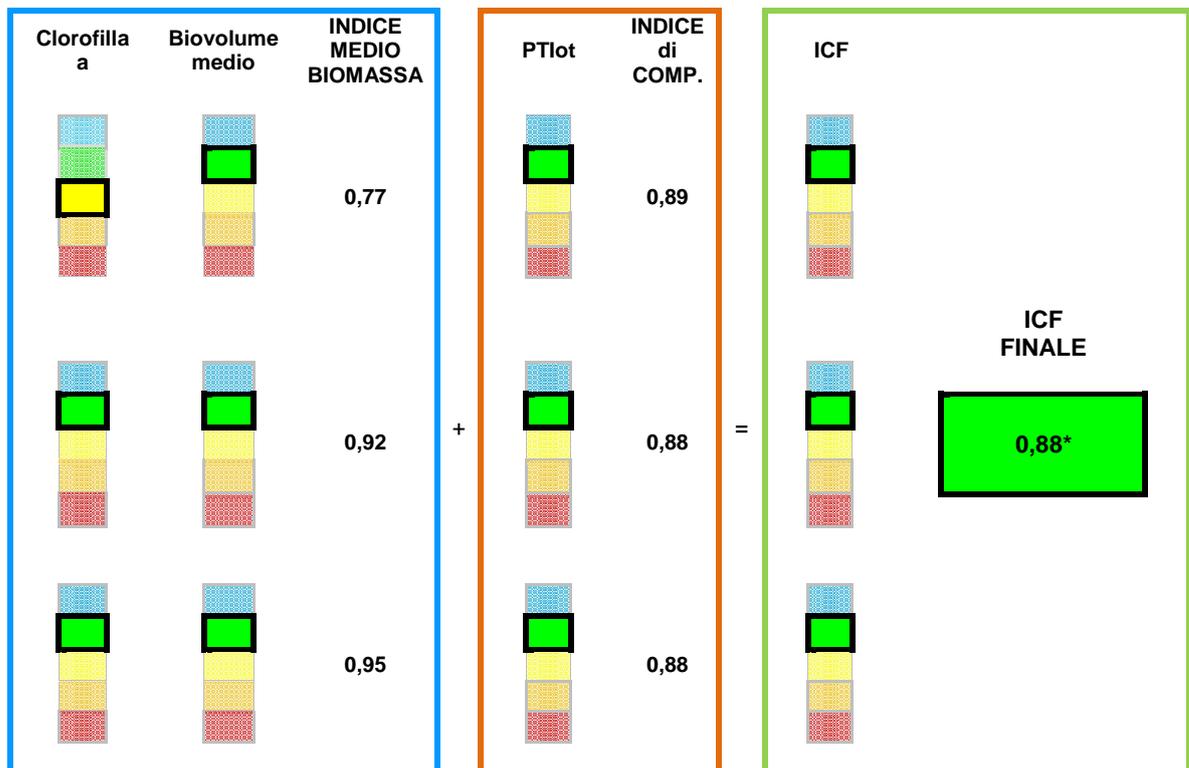


Fig. 9.8-5 - Schema di calcolo dell'indice ICF per il macrotipo I4

Nello schema di Fig. 9.8-6 vengono illustrati i risultati dell'indice ICF e dei relativi subindici calcolati per la stazione LIB1.



\*Gli invasi non possono avere classe di qualità elevata a causa della loro non naturalità idromorfologica.

Fig. 9.8-6 – Indice Complessivo per il Fitoplancton – Invaso DI San Liberato (LIB1)

La comunità fitoplanctonica rilevata nel triennio di monitoraggio 2009-2011 classifica l'invaso di San Liberato in uno stato di qualità **buono** e non presenta variazioni di classe nel corso dei tre anni.

L'analisi dei vari subindici mostra una sostanziale concordanza tra il giudizio derivante dall'Indice di Biomassa e quello dell'Indice di Composizione (PTIot), che presentano valori sempre compatibili con una buona classe di qualità. La percentuale di specie indicatrici utilizzate nel calcolo del PTIot è risultata sempre superiore alla soglia del 70% prevista dal metodo.



Fig. 9.8-7 – Punto di campionamento degli elementi fisico-chimici di base

Il monitoraggio degli elementi fisico-chimici di base è stato effettuato, contestualmente alla rilevazione del fitoplancton, presso la stazione LIB1 (Fig. 9.8-7) ad un'unica profondità di prelievo. Tale scelta è legata sia alla ridotta altezza della colonna d'acqua sia ai risultati dei monitoraggi svolti ai sensi delle precedenti norme che hanno evidenziato l'assenza di processi di stratificazione termica nel corpo idrico in esame.

Complessivamente, nel primo ciclo di monitoraggio, sono stati raccolti 12 campioni utili alla valutazione dell'indice LTLecco.

Nei grafici seguenti vengono presentati i risultati relativi ai parametri principali (trasparenza, fosforo totale e ossigeno disciolto) che intervengono nella definizione del livello trofico e rilevati nell'ambito del monitoraggio istituzionale nel periodo 2009-2011.

Per quanto riguarda la trasparenza, nel corso del triennio di monitoraggio, sono stati osservati, in generale, valori molto contenuti, con massimi non superiori ad un metro e valori medi di 0,6 m.

Relativamente al fosforo totale, nel grafico di Fig. 9.8-8 viene riportato l'andamento delle concentrazioni rilevate con frequenza bimestrale nel sito LIB1 nel periodo 2009-2011. A titolo di confronto, negli stessi grafici sono rappresentati per fasce di colore i livelli corrispondenti ai giudizi elevato (blu), buono (verde) e sufficiente (giallo), così come definiti dal DM 260/2010 per i valori di fosforo medio nel periodo di massima circolazione in invasi appartenenti al macrotipo I4. Le concentrazioni rilevate mostrano un andamento molto irregolare e non consentono di individuare un vero e proprio trend. In ogni caso, i valori massimi sono stati rilevati per lo più nel periodo estivo (70-100 µg/l).

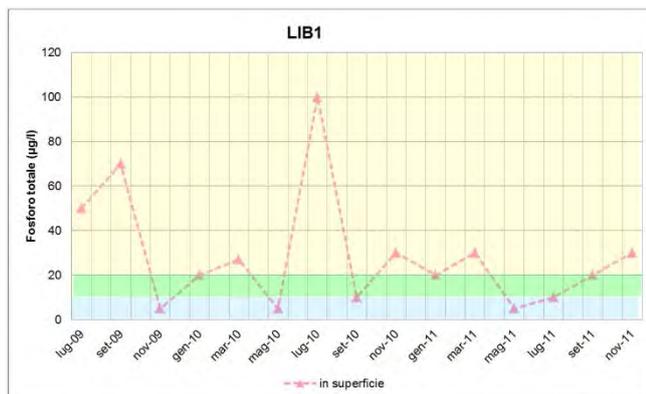


Fig. 9.8-8 - Andamento del fosforo totale nella stazione LIB1

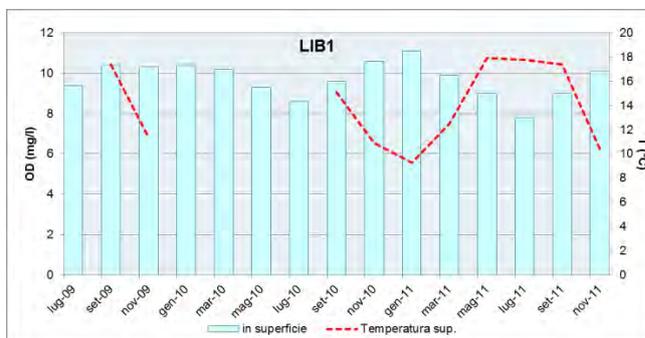


Fig. 9.8-9 - Andamento dell'ossigeno disciolto e della temperatura in superficie nella stazione LIB1

Per quanto riguarda l'ossigeno disciolto, infine, i dati raccolti nel triennio (Fig. 9.8-9) mostrano un buon livello di ossigenazione delle acque in tutti i periodi dell'anno senza sostanziali differenze tra le concentrazioni registrate nei vari campionamenti.

I dati raccolti nel triennio di monitoraggio sono stati poi elaborati per la determinazione dell'indice LTLecco, secondo i criteri già descritti al paragrafo 6.1.3.

## INVASO DI SAN LIBERATO > Stato ecologico > Macrodescrittori

Anche se l'assenza di stratificazione termica rende difficile l'individuazione dei periodi di piena circolazione e massima stratificazione necessaria per l'applicazione dell'indice, ai fini del calcolo si è fatto riferimento ai mesi primaverili per il periodo di rimescolamento e ai mesi tardo estivi per la stratificazione termica, periodi in cui si verificano tipicamente questi processi alle nostre latitudini.

Complessivamente, i risultati delle elaborazioni effettuate attribuiscono al corpo idrico la classe di qualità **sufficiente**, determinata dai parametri fosforo totale e trasparenza, i cui valori medi nel triennio risultano compatibili con il Livello 3 (Tab. 9.8-3).

Tab. 9.8-3 – LTLecco dell'Invaso di San Liberato calcolato per il periodo 2010-2011

Codice stazione	Profondità di prelievo	Fosforo totale (piena circolazione)		Trasparenza		Ossigeno disciolto ipolimnico (stratificazione)		Punteggio trofico	Giudizio LTLecco
		Valore medio (µg/l)	Punteggio	Valore medio (m)	Punteggio	Valore medio (%sat)	Punteggio		
LIB1	Superficie	29	3	0,5	3	89	5	11	SUFFICIENTE

Sebbene per i corpi idrici della rete operativa la metodologia richieda di valutare l'indice complessivo sulla base della media dei valori rilevati nel triennio per ciascun parametro, si ritiene opportuno fornire un'analisi dell'andamento dei punteggi anche su scala annuale. Nel grafico seguente (Fig. 9.8-10) viene presentato il punteggio totale calcolato sulla base dei valori rilevati annualmente per i parametri di classificazione e il peso che ciascun fattore presenta nella determinazione del livello complessivo. Al punteggio di ciascun parametro viene associata la gradazione cromatica convenzionalmente prevista per l'indice LTLecco.

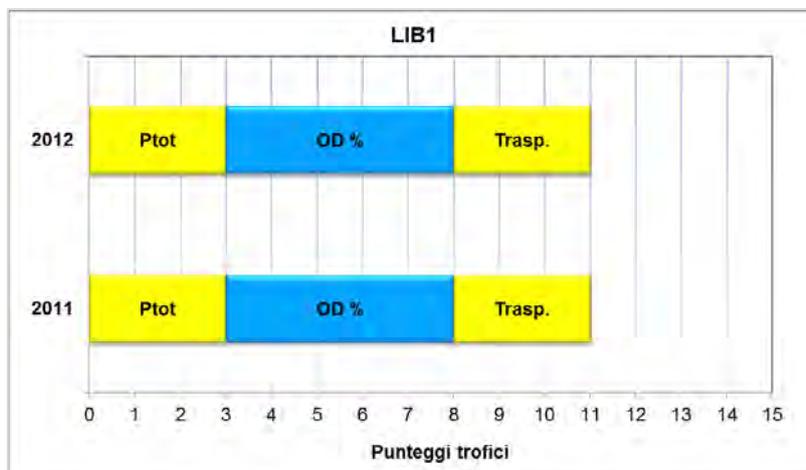


Fig. 9.8-10 - Punteggi trofici annuali per parametro (LIB1)

Come evidenziato dal grafico, lo stato trofico complessivo e i punteggi trofici di ciascun parametro non mostrano alcuna variazione su scala annuale in entrambi i siti. I parametri fosforo totale e trasparenza si confermano come critici, mentre la percentuale di saturazione dell'ossigeno disciolto si mantiene sempre su livelli compatibili con lo stato elevato.

## INVASO DI SAN LIBERATO > Stato Ecologico > Sostanze non prioritarie

La valutazione dello stato delle sostanze non prioritarie è stata effettuata sulla base dei dati raccolti mensilmente nel periodo 2009-2011 nel sito di campionamento LIB1.

I set di parametri monitorati, individuati sulla base dell'analisi di rischio, comprendono metalli, fenoli, composti organo alogenati volatili, aromatici volatili e pesticidi.

Le concentrazioni rilevate hanno presentato positività diffuse nel triennio solo per l'arsenico e, in misura minore per il cromo; in tutti i casi non sono mai stati registrati superamenti degli standard di qualità ambientale di cui alla tabella 1/B del DM 260/2010 (Fig. 9.8-11).

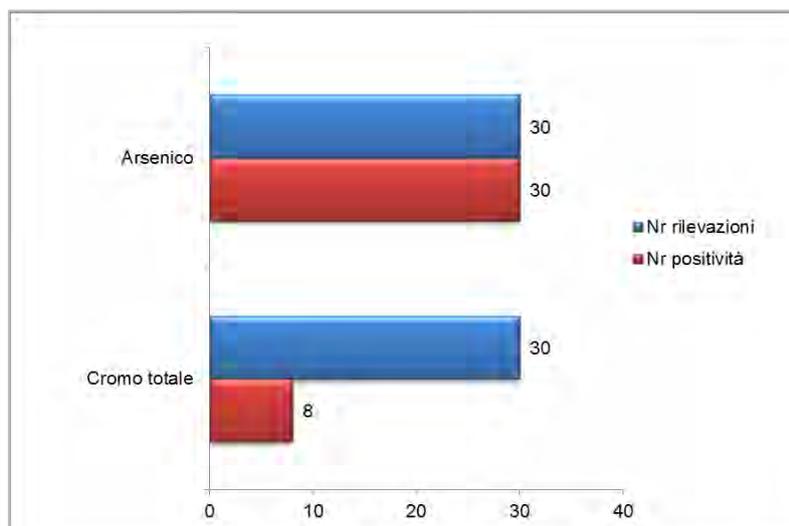


Fig. 9.8-11 - Numero di presenze rilevate per le sostanze di sintesi non prioritarie monitorate nell'Invaso di San Liberato

Il corpo idrico viene quindi classificato in stato **buono** per gli elementi chimici a sostegno (Tab. 9.8-4).

Tab. 9.8-4 – Stato delle sostanze non prioritarie dell'invaso di San Liberato

Stazione	Set di parametri	Anno 2009	Anno 2010	Anno 2011	STATO SOSTANZE NON PRIORITARIE
LIB1	A1 (metalli) A2 (fenoli) A3 (composti organo alogenati volatili e aromatici volatili) A4 (Pesticidi)				<b>BUONO</b>



La valutazione dello stato chimico è stata effettuata sulla base dei dati raccolti mensilmente nel periodo 2009-2011 nella stazione LIB1.

I set di parametri monitorati, individuati sulla base dell'analisi di rischio, comprendono metalli, fenoli, composti organo alogenati volatili, aromatici volatili e pesticidi.

Le concentrazioni rilevate, benché saltuariamente superiori ai limiti di rilevabilità analitica per alcuni metalli (Fig. 9.8-12), sono risultate sempre inferiori agli standard di qualità ambientale di cui alla tabella 1/A del DM 260/2010.

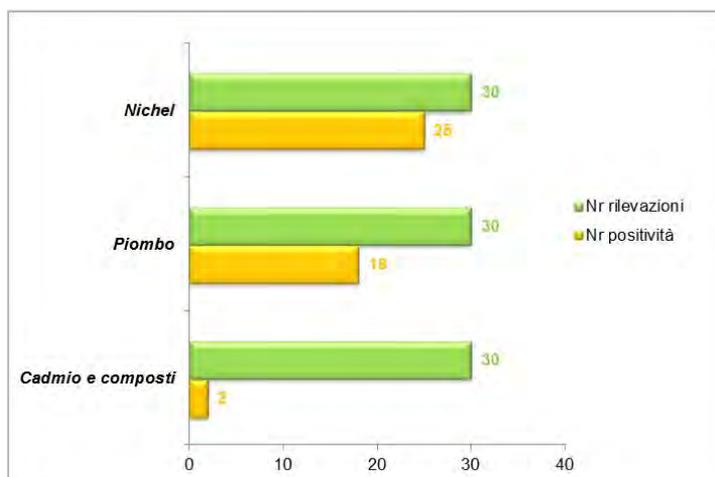


Fig. 9.8-12 - Numero di presenze rilevate per le sostanze di sintesi prioritarie monitorate nell'Invaso di San Liberato

Il corpo idrico viene quindi classificato in **STATO CHIMICO BUONO** (Tab. 9.8-5).

Tab. 9.8-5 – Stato chimico dell'Invaso di San Liberato

Stazione	Set di parametri	Anno 2009	Anno 2010	Anno 2011	STATO CHIMICO
LIB1	A1 (metalli) A2 (fenoli) A3 (composti organo alogenati volatili e aromatici volatili) A4 (Pesticidi)				BUONO

## INVASO DI SAN LIBERATO > Approfondimenti

Nel corso del 2009 è stato condotto da ARPA Umbria uno studio<sup>6</sup> finalizzato alla caratterizzazione chimica dei sedimenti lacustri. Benché la normativa non preveda il monitoraggio dei sedimenti per le acque superficiali interne, le indagini condotte consentono di completare il quadro conoscitivo sull'invaso, con particolare riferimento alla presenza di microinquinanti di sintesi.

Nell'ambito dello studio, sono stati individuati cinque punti di campionamento (Fig. 9.8-13) per il prelievo di carote di lunghezza variabile e la raccolta di porzioni superficiali di sedimento; nei campioni è stata effettuata la determinazione di parametri quali azoto totale, carbonio totale, fosforo totale, TOC, IPA totali, PCB totali, pesticidi acidi, diossine e metalli (cromo totale, cromo esavalente, cadmio, nichel, piombo, rame, zinco e arsenico). Le concentrazioni rilevate sono state poi messe a confronto con le soglie di contaminazione previste per i siti da bonificare (allegato 5 al Titolo V del D.Lgs 152/06).



Fig. 9.8-13 – Localizzazione dei punti di campionamento dei sedimenti

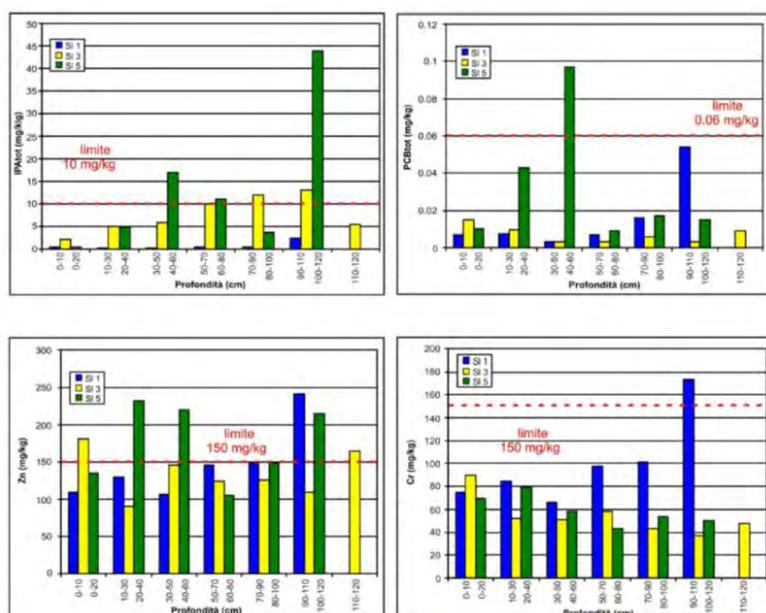


Fig. 9.8-14 – Concentrazioni di zinco, cromo, IPA totali e PCB totali rilevate nelle diverse sezioni delle carote SL1, SL3 e SL5 (in rosso le soglie di contaminazione)

L'indagine ha evidenziato una contaminazione del sedimento in tutti i diversi settori del lago. I parametri che hanno presentato valori superiori alle soglie di contaminazione prese come riferimento sono lo zinco, il cromo, gli IPA totali e i PCB totali.

Per tutti i dettagli relativi alla distribuzione spaziale e verticale degli inquinanti si rimanda al rapporto completo.

<sup>6</sup> " Fiume Nera, valutazione dello stato qualitativo dei sedimenti – ARPA Umbria 2009

## 10 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Con la fine del 2012 è stato portato a termine il primo ciclo di monitoraggio dei corpi idrici fluviali e lacustri 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, sebbene abbia rappresentato un percorso articolato e, per alcuni aspetti, ancora incompleto, ha comunque consentito di analizzare gli ecosistemi lacustri 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 lo stato ecologico e chimico dell'intero sistema idrografico, fornendo una base per la pianificazione delle misure di tutela e risanamento a livello regionale e di Distretto.

Lo **stato ecologico** dei corpi idrici lacustri umbri è stato elaborato applicando ai dati di monitoraggio raccolti gli indici e i valori di riferimento previsti nei decreti attuativi del D.Lgs 152/06, integrati con le informazioni fornite dagli esperti nell'ambito dei tavoli tecnici di validazione dei metodi. In assenza di indicazioni nazionali circa la definizione dei potenziali ecologici, i corpi idrici lacustri fortemente modificati individuati nel territorio regionale sono stati classificati con la medesima metodologia adottata per i corpi idrici naturali. Solo per la comunità fitoplanctonica, il DM 260/2010 fornisce criteri di valutazione differenti per la categoria "invasi", a cui appartiene la maggior parte dei corpi idrici HMWB umbri.

La classificazione elaborata per i 9 corpi idrici lacustri monitorati evidenzia come un unico specchio d'acqua, l'Invaso di Arezzo, risulti classificato in stato ecologico buono, compatibile con quanto fissato dalla Direttiva Quadro; 7 corpi idrici (Lago Trasimeno, Lago Piediluco 1, Lago Piediluco 2, Invaso dell'aia, Invaso di San Liberato, Palude di Colfiorito, Invaso di Corbara), invece, ricadono nella classe sufficiente, mentre un solo corpo idrico (invaso di Valfabbrica) risulta ancora non classificabile per l'esiguità dei dati raccolti. Nessuno dei corpi idrici regionali presenta, comunque, un elevato grado di compromissione dello stato di qualità (stato scarso o cattivo).

La sintesi dei risultati relativi allo stato ecologico e alle principali criticità evidenziate viene presentata separatamente per ciascun corpo idrico, in considerazione delle diverse caratteristiche ecologiche e ambientali degli ecosistemi lacustri individuati nel territorio regionale:

- Il lago **Trasimeno** viene classificato in stato ecologico **sufficiente**, determinato in maniera equivalente dal giudizio associato alla comunità fitoplanctonica e da quello derivante dagli elementi fisico-chimici di base. La comunità algale rilevata a centro lago nel triennio di monitoraggio 2009-2011, infatti, mostra una significativa produttività associata alla presenza di cianofitofite nei mesi estivi che, in questo periodo, rappresentano la maggior parte del biovolume rilevato. Per quanto riguarda gli elementi macrodescrittori, invece, lo stato trofico complessivo viene determinato prevalentemente dai valori del fosforo totale e della trasparenza, mentre l'ossigeno disciolto ipolimnico si mantiene sempre su livelli compatibili con lo stato elevato. Sebbene non condizioni il giudizio complessivo, l'indice associato alla comunità ittica rilevata assegna al lago una qualità buona; il valore calcolato risulta tuttavia molto prossimo alla soglia di passaggio con lo stato sufficiente. I dati raccolti sulla vegetazione acquatica, infine, contribuiscono a completare il quadro sulle caratteristiche del lago, anche se, in assenza di un indice applicabile ai laghi dell'ecoregione mediterranea, i risultati ottenuti non possono essere utilizzati ai fini della classificazione. Il monitoraggio delle sostanze non prioritarie non ha evidenziato alcuna criticità.
- I due corpi idrici individuati nel lago di Piediluco, **Piediluco 1** e **Piediluco 2**, risultano entrambi classificati in stato **sufficiente**, determinato sia dal giudizio associato alla comunità ittica che da quello derivante dagli elementi fisico-chimici di base. Per la fauna ittica, il giudizio complessivo viene influenzato dai ridotti valori associati sia alla struttura di popolazione delle specie chiave che al successo riproduttivo delle specie chiave e tipo-specifiche. Per quanto riguarda gli elementi macrodescrittori, invece, lo stato trofico complessivo viene equamente determinato da tutti i parametri di classificazione, i cui valori medi nel triennio risultano compatibili con la classe sufficiente. Buona invece la qualità associata alla comunità fitoplanctonica che, benché non presenti variazioni di classe nel corso del triennio di monitoraggio, mostra in entrambi i corpi idrici una significativa discordanza tra gli elementi che concorrono al giudizio finale: se da una parte, infatti, nel corso del monitoraggio sono stati rilevati elevati valori medi di clorofilla "a" e di biovolume, dall'altra

la comunità algale campionata è risultata caratterizzata da un'elevata presenza di specie indicatrici con buoni valori trofici. Anche in questo caso i dati raccolti sulla vegetazione acquatica non possono essere utilizzati ai fini della classificazione; il monitoraggio delle sostanze non prioritarie, infine, non ha evidenziato alcuna criticità.

- Gli **invasi dell'Aia e di S. Liberato** risultano classificati in stato ecologico **sufficiente**, entrambi determinati dalla qualità fisico-chimica delle acque. Lo stato trofico complessivo risulta condizionato, in entrambi i casi, dai valori di fosforo totale e trasparenza che pregiudicano il raggiungimento dell'obiettivo, nonostante la buona struttura e composizione delle comunità fitoplanctoniche rilevate. Il monitoraggio delle sostanze non prioritarie non ha evidenziato alcuna criticità in nessuno dei due laghi.
- L'invaso di **Corbara** viene classificato in stato ecologico **sufficiente**, determinato in maniera equivalente dal giudizio associato alla comunità algale e da quello derivante dagli elementi fisico-chimici di base. Il valore finale dell'indice fitoplanctonico risulta fortemente condizionato dai valori molto elevati di clorofilla media annua e dai considerevoli biovolumi che caratterizzano lo specchio d'acqua, in particolare nel periodo estivo. Contestualmente all'elevata produttività algale, sono stati rilevati anche valori molto critici di tutti i parametri rappresentativi del livello trofico e, in particolare, dell'ossigeno disciolto ipolimnico e del fosforo totale nel periodo di circolazione, a conferma dei processi di stratificazione termica che si instaurano nell'invaso. Il monitoraggio delle sostanze non prioritarie non ha evidenziato alcuna criticità.
- L'invaso di **Arezzo**, come già anticipato, è l'unico corpo idrico classificato in stato **buono** associato sia alla composizione e struttura della comunità fitoplanctonica che alla qualità fisico-chimica delle acque.
- Un discorso a parte, infine, va fatto per la **Palude di Colfiorito** che rappresenta un ecosistema di particolare pregio naturalistico e ambientale, tale da essere individuata come area umida ai sensi della Convenzione Internazionale di Ramsar. L'area, caratterizzata da acque poco profonde e stagnanti e habitat ricchi di vegetazione e fauna acquatica, è stata valutata applicando ai dati raccolti la stessa metodologia adottata per i corpi idrici lacustri veri e propri, ma la natura dell'ambiente in esame rende i risultati delle classificazioni poco rappresentativi. I risultati della valutazione degli elementi di qualità campionati (fitoplancton e elementi fisico-chimici di base), che classificherebbero la Palude in stato **sufficiente**, infatti, sono probabilmente più correlabili alle caratteristiche ecologiche dell'area umida, piuttosto che a reali impatti antropici.

Per quanto riguarda lo **stato chimico**, il monitoraggio delle sostanze microinquinanti prioritarie non ha evidenziato alcuna criticità e tutti i corpi idrici monitorati (Lago Trasimeno, Lago Piediluco 1 e 2, Invaso di Corbara, Invaso dell'Aia e di San Liberato) sono stati classificati in stato **buono**.

Sulla base di quanto emerso nel corso del primo ciclo di monitoraggio si propone di proseguire il campionamento dei corpi idrici lacustri regionali con le stesse reti, modalità e frequenze già adottate nel triennio precedente, ma con alcune modifiche:

- I corpi idrici Invaso di San Liberato e Invaso dell'Aia, individuati come HMWB e classificati in stato sufficiente, vengono inseriti nella rete operativa (corpi idrici a rischio).
- L'invaso di Arezzo, pur non avendo evidenziato criticità da un punto di vista qualitativo, rimane nella rete operativa in quanto identificato come corpo idrico HMWB.
- Le considerazioni sopra esposte circa la Palude di Colfiorito inducono a proseguire il monitoraggio del corpo idrico in funzione della sua importanza ecologica ed ambientale, sospendendone però la classificazione, conformemente a quanto previsto dal D.Lgs. 152/06 per le aree umide.
- Il monitoraggio della comunità macrofita nei laghi Trasimeno e Piediluco viene sospeso, in attesa che venga messo a punto un indice tarato per i laghi mediterranei.

Sebbene la prima applicazione dei contenuti delle nuove norme europee e nazionali fornisca una base conoscitiva sui vari elementi di qualità che compongono gli ecosistemi lacustri regionali, nel corso del triennio sono emerse varie problematiche che hanno richiesto un'attenta lettura dei dati raccolti. Le principali criticità evidenziate sono riconducibili al monitoraggio e valutazione delle comunità biotiche, che per la prima volta entrano nel processo di classificazione della qualità ambientale delle acque lacustri, e alla complessità delle nuove metodiche analitiche.

In particolare si rilevano:

- Necessità di disporre di metodiche standardizzate e linee di indirizzo complete ed univoche sia per le fasi di campionamento che per le fasi di valutazione degli indici;
- Necessità di un elevato livello di specializzazione professionale del personale coinvolto nelle fasi di campionamento e riconoscimento tassonomico delle specie rilevate;
- Assenza di indicazioni specifiche e manuali tecnici per la determinazione dei biovolumi algali;

- Eccessiva complessità ed onerosità delle procedure di campionamento della fauna ittica;
- Difficoltà nell'applicazione del protocollo di campionamento delle macrofite acquatiche in laghi laminari poco profondi (Trasimeno) o caratterizzati da rapide variazioni di profondità (Piediluco);
- Perplessità circa l'applicazione di indici e condizioni di riferimento tarati, nella maggior parte dei casi, su ambienti acquatici diversi da quelli dell'ecoregione mediterranea;
- Assenza di dati pregressi raccolti nell'ambito dei precedenti monitoraggi istituzionali utili a poter valutare la sensibilità del nuovo sistema di classificazione.

Per tutti questi motivi, il sistema di classificazione dei corpi idrici lacustri umbri presenta ancora un carattere di sperimentaltà da cui emerge la necessità di approfondire ulteriormente le conoscenze acquisite, già a partire dal prossimo triennio di monitoraggio, anche con l'ausilio di metodologie più consolidate a livello nazionale.

## Ringraziamenti

Si ringrazia il personale  
dell'Unità Operativa Laboratorio Multisito  
di ARPA Umbria che ha curato tutte le attività di  
campionamento e analisi dei corpi idrici regionali.

## BIBLIOGRAFIA

APAT (2007) - *Protocollo per il campionamento di fitoplancton in ambiente lacustre.*

APAT (2007) - *Protocollo di campionamento di macrofite acquatiche in ambiente lacustre.*

APAT (2007) - *Protocollo di campionamento e analisi dei macroinvertebrati negli ambienti lacustri.*

APAT (2007) - *Protocollo di campionamento della fauna ittica dei laghi italiani.*

APAT (2007) - *Protocollo per il campionamento dei parametri chimici e chimico-fisici a sostegno degli elementi biologici in ambiente lacustre.*

APPA Trento (2014) – *Breve descrizione dei principali gruppi algali* [http://www.appa.provincia.tn.it/acqua/corpi\\_lacustri-fitoplancton/pagina49.html](http://www.appa.provincia.tn.it/acqua/corpi_lacustri-fitoplancton/pagina49.html)

ARPA Umbria (2003) – *Il lago di Piediluco, analisi e metodi di tutela.*

ARPA Umbria (2007) - *La tipizzazione dei laghi e degli invasi 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 (2009) - *Stato di qualità ambientale dei laghi anni 2005–2006–2007 e analisi dei trend evolutivi.*

ARPA Umbria (2009) – *Fiume Nera – Valutazione dello stato qualitativo dei sedimenti.*

ARPA Umbria (2010) - *Piano stralcio del Lago di Piediluco – Monitoraggio anno 2009.*

N. Morgantini, L. Peruzzi (2012). La distribuzione di metalli, nutrienti e microinquinanti nei sedimenti recenti del Lago Trasimeno. In: "Tutela Ambientale del lago Trasimeno". A. Martinelli (ed.), Arpa Umbria, 403 pp.

ARPA Umbria (2012) – *Tutela ambientale del lago Trasimeno.*

ARPA Umbria (2013) – *Valutazione dello stato ecologico e chimico dei corpi idrici fluviali dell'Umbria – Direttiva 2000/60/CE.*

ARPA Umbria (2013) - *Piano Stralcio del Lago di Piediluco DPCM 27 APRILE 2006 Programma Operativo Regionale Norme Tecniche Attuative - Art. 19 Monitoraggio 2012.*

ARPA Umbria (2014) - *Qualità delle acque di balneazione dei laghi umbri - stagione balneare 2013.*

Bagenal T.B. (1978) - *Fish production in freshwater.* Editor Blackwell, London.

Barsali E. (1913). *Sulla macroflora del Lago Trasimeno o di Perugia.* Bull. Soc. Bot. Ital., (7-8), 159- 165.

Bazzichelli G., Abdelahad N. (2009). *Flora analitica delle Caroficee.* Università La Sapienza. Editrice Sapienza, Roma.

Bourelly P. (1981-1985-1990). *Les Algues d'eau douce.* Editions N. Boubée & C., Paris.

Buraschi E., Buzzi F., Garibaldi L., Legnani E., Morabito G., Oggioni A., Pozzi S., Salmaso N., Tartari G. (2008). *Protocollo di campionamento di macrofite acquatiche in ambiente lacustre. Metodi biologici per le acque. Parte I.* APAT.

- Cecchetti A., Ficola M., Lazzerini G., Pedini A., Segantini F. (2005). *Vegetazione, habitat di interesse comunitario, uso del suolo del Parco del Lago Trasimeno*. Parco del Lago Trasimeno, Passignano sul Trasimeno.
- Cecchetti A., Lazzerini G. (2007). *La vegetazione idrofita del Lago Trasimeno - Campagna di monitoraggio 2007*. Parco del Lago Trasimeno, Passignano sul Trasimeno.
- CNR-ISE (2009) - *Indici per la valutazione ecologica dei laghi*.
- Di Giovanni M.V. (1961). *Il problema delle idrofite e delle alghe nei confronti della pesca nel Lago Trasimeno*. Atti VII Giorn. Veter. prodotti pesca, 1-19, Ancona.
- ENEL-DCO (1989). *Indagini per la valorizzazione ambientale del Lago di Piediluco. Rapporto finale*. ENEL.
- Gigante D., Landucci F., Fè G., Venanzoni R. (2010). *Notula 1632. Lemna minuta Kunth (Araceae)*. Notula alla Checklist della Flora vascolare Italiana: 9. Inform. Bot. Ital., 42(1), 387-388.
- Granetti B. (1965). *La flora e la vegetazione del Lago Trasimeno. Parte I: la vegetazione litoranea. Parte II: la vegetazione idrofita sommersa e natante*. Rivista di Idrobiologia, 4 (3), 115-183, Tip. Porziuncola, Assisi.
- ISPRA (2009) - *Contributo alla metodologia per la designazione dei corpi idrici artificiali e dei corpi idrici altamente modificati*.
- John D.M., Whitton B.A., Brook A.J. (2005). *The Freshwater Algal Flora of the British Isles – An identification guide to freshwater and terrestrial algae*. John D.M., Whitton B.A., Brook A.J. (eds), Cambridge University Press.
- Kufel L., Kufel I. (2002) *Chara beds acting as nutrient sinks in shallow lakes—a review*. Aquatic Botany, 72, 249–260.
- La Porta G., Angeli V., Bicchi A., Carosi A., Pedicillo G., Viali P., Lorenzoni M. (2010) - *Variations in the fish community in lake Piediluco (Italy) caused by changes in the lake's trophic status and the introduction of alien species*. Journal of Applied Ichthyology, 26 (2), 53-59.
- Lazzerini G., Mariani M. (2009) *La vegetazione idrofita del Lago Trasimeno - Campagna di monitoraggio 2009*. Parco del Lago Trasimeno, Passignano sul Trasimeno.
- Lorenzoni M. e Ghetti L. (2011) - *Evoluzione della fauna ittica e problematiche gestionali del lago Trasimeno*. Atti Convegno ARPA UMBRIA: Conoscenze, valutazioni, proposte per il futuro del Trasimeno, Castiglione del Lago, 1-2 dicembre 2010.
- Lorenzoni M., Franchi E., Giannetto D., Pompei L., Carosi A., Viali P. (2012) - *Monitoraggio Ittico del Lago di Piediluco. Provincia di Terni*.
- Mearelli M., Tiberi O, 1988 - *Caratteristiche fisiografiche e dati fisico-chimici*. Monografia Contributi alla conoscenza del lago di Piediluco, Rivista di Idrobiologia, 27, 2-3: 607-634.
- Melzer A., 1999 – *Aquatic macrophytes as tools for lake management*. Hydrobiologia, 395/396: 181–190.
- Moss B. (1998). *Shallow Lakes, Biomanipulation and Eutrophication*. Scope Newsletter, 29, 1- 45.
- Morabito G., Oggioni A., Volta P. (a cura di), *Indici per la valutazione della qualità ecologica dei laghi*. Report CNR-ISE, 02-09, 50-74.
- Oggioni A., Buzzi F., Bolpagni R. (2009). *Indici macrofitici per la valutazione della qualità ecologica dei laghi: MacroIMMI e MTI species*. In: Marchetto A., Boggero A., Ciampittello M., Morabito G., Oggioni A., Volta P. (a cura di), *Indici per la valutazione della qualità ecologica dei laghi*. Report CNR-ISE, 02-09: 50-74.
- Orsomando E., Catorci A. (1991). *Carta della vegetazione del comprensorio Trasimeno (scala 1:50.000)*. Associazione Comuni del Trasimeno. Dipartimento di Botanica ed Ecologia, Università degli studi di Camerino. SELCA, Firenze.

Pompei L., Carosi A., Dolciami R., Franchi E., Ghetti L., Giannetto D., Natali M., Lorenzoni M. (2012) - *Monitoring plan of catch and fishing effort in Trasimeno Lake (Umbria, Italy): preliminary results*. 6th World Fisheries Congress 7th –11th May 2012, Edinburgh, Scotland.

Regione dell'Umbria (2009) - Piano di tutela delle Acque

Tonolli V. (1964). *Introduzione allo studio della limnologia (Ecologia e biologia delle acque dolci)*, Ed. Istituto Italiano di Idrobiologia.

Venanzoni R., Gigante D. (2000). *Contributo alla conoscenza della vegetazione degli ambienti umidi dell'Umbria (Italia)*. Fitosociologia, 37 (2), 13-63.





