

ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ

**Qualità ambientale della Riserva Naturale
dei laghi Lungo e Ripasottile (Rieti)**

Stefania Franceschini (a), Paolo Formichetti (b),
Giovanni Damiani (c), Domenico Venanzi (b), Stefano Fabiani (b),
Bartolomeo Schirone (b), Laura Mancini (b)

(a) Università degli Studi della Tuscia, Viterbo

*(b) Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria,
Istituto Superiore di Sanità, Roma*

(c) Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio, Roma

ISSN 1123-3117

Rapporti ISTISAN

04/39

Istituto Superiore di Sanità

Qualità ambientale della Riserva Naturale dei laghi Lungo e Ripasottile (Rieti).

Stefania Franceschini, Paolo Formichetti, Giovanni Damiani, Domenico Venanzi, Stefano Fabiani, Bartolomeo Schirone, Laura Mancini
2004, p. 30 Rapporti ISTISAN 04/39

La Riserva Naturale dei laghi Lungo e Ripasottile è un'area protetta situata in provincia di Rieti, all'interno della quale si trovano i due laghi omonimi, considerati corpi idrici non significativi ai sensi della legislazione italiana in materia di acque, ma comunque meritevoli di particolare attenzione. Nel presente lavoro questa area è stata studiata attraverso l'utilizzo di metodiche chimico-fisiche ed eco-biologiche ed è stato effettuato un confronto con dati relativi a uno studio effettuato nel 1989. I risultati ottenuti hanno evidenziato preoccupanti elementi di degrado dell'ambiente acquatico: in particolare è emerso come i due specchi lacustri risultino in avanzato stato di eutrofizzazione e come la situazione qualitativa sia notevolmente peggiorata rispetto al 1989, suggerendo la necessità di un accurato risanamento ambientale attraverso opportuni interventi.

Parole chiave: Acque lentiche, Aree protette, Qualità ambientale

Istituto Superiore di Sanità

Environmental quality of the protected area of Lungo and Ripasottile lakes (Rieti, Italy).

Stefania Franceschini, Paolo Formichetti, Giovanni Damiani, Domenico Venanzi, Stefano Fabiani, Bartolomeo Schirone, Laura Mancini
2004, 30 p. Rapporti ISTISAN 04/39 (in Italian)

The protected area of Lungo and Ripasottile lakes is an area placed near Rieti (Central Italy) that includes two lakes worthy of environmental researches. In this study the lakes were investigated using physical, chemical, ecological and biological methods and the data were compared with other ones from a study conducted in 1989. The results show a degradation of the aquatic environment with a remarkable eutrophization and a worsening quality in comparison with 1989 data. These data remark the importance of some interventions of environmental recovery.

Key words: Lakes, Protected area, Environmental quality

Per informazioni su questo documento scrivere a: lmancini@iss.it.

Il rapporto è accessibile online dal sito di questo Istituto: www.iss.it.

Presidente dell'Istituto Superiore di Sanità e Direttore responsabile: *Enrico Garaci*
Registro della Stampa - Tribunale di Roma n. 131/88 del 1° marzo 1988

Redazione: *Paola De Castro, Sara Modigliani e Sandra Salinetti*
La responsabilità dei dati scientifici e tecnici è dei singoli autori.

© Istituto Superiore di Sanità 2004

INDICE

Introduzione	1
Quadro generale	2
Area dello studio	2
Ambiente fisico.....	2
Idrogeologia.....	3
Origine dei laghi della piana reatina	3
Studio dei laghi	5
Parametri chimico-fisici.....	5
Parametri biologici.....	5
Parametri chimici.....	5
Stato trofico	6
Risultati dello studio	8
Analisi chimico-fisiche e chimiche.....	8
Analisi biologiche	9
Stato trofico	12
Considerazioni conclusive	15
Provvedimenti risanatori.....	15
Bibliografia	18
Appendice	
Normativa italiana e comunitaria sulle acque	19

INTRODUZIONE

Scopo del presente lavoro è stato quello di effettuare una diagnosi generale dello stato di qualità ambientale dei laghi Lungo e Ripasottile, siti in provincia di Rieti, all'interno del territorio dell'omonima Riserva Naturale.

Tale area non dispone di un monitoraggio di qualità dell'ambiente acquatico poiché i corpi idrici in esso compresi non sono ritenuti significativi a livello nazionale anche se la loro peculiarità e la loro valenza biologica hanno fatto sì che, nel 1985, venisse istituita la suddetta area protetta.

Le indagini hanno previsto l'utilizzo di metodiche chimico-fisiche, allo scopo di caratterizzare la qualità e le dinamiche del biotopo acquatico, e di metodiche di tipo ecobiologico basate sull'identificazione del popolamento dei macroinvertebrati acquatici, i cui rappresentanti sono generalmente riconosciuti quali sensibili indicatori di qualità ambientale. Le determinazioni chimico-fisiche sono state effettuate presso l'Istituto Superiore di Sanità con la collaborazione dell'Agenzia Regionale di Tutela Ambientale della Regione Abruzzo (ARTA Abruzzo), mentre le analisi delle biocenosi sono state condotte dall'Università della Tuscia.

Il lavoro ha previsto inoltre la raccolta preliminare delle informazioni di base sui laghi reatini, riguardanti aspetti storici, geografici, geologici, ideologici, chimici, vegetazionali e faunistici.

Sono stati inoltre ritrovati importantissimi dati raccolti durante uno studio inedito condotto nel 1989 da un gruppo di lavoro coordinato dal compianto idrobiologo prof. Roberto Marchetti del CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche). Tale reperimento ha consentito di poter effettuare confronti con la situazione attuale e verificare le tendenze in atto della qualità ambientale prodottesi lungo un arco di circa 15 anni.

Per un migliore inquadramento della problematica in oggetto, è stata inoltre riportata in Appendice una sintesi della normativa nazionale ed europea riguardante le acque lentiche.

QUADRO GENERALE

Area dello studio

La Riserva Naturale dei laghi Lungo e Ripasottile è stata istituita con Legge Regionale n. 94 del 17 giugno 1985, con la prima finalità di tutelare l'integrità delle caratteristiche ambientali e naturali, della flora e della fauna, nonché di valorizzare le risorse per una razionale fruizione da parte dei cittadini.

L'importanza di questa tutela risiede nella sua funzione educativa e nella esplicitazione della volontà delle Amministrazioni coinvolte e protagoniste di dotarsi di uno strumento operativo per procedere verso la riqualificazione e la promozione della qualità ambientale.

Ambiente fisico

La Riserva Naturale dei laghi Lungo e Ripasottile, sotto il profilo geografico, si inquadra nel più generale contesto della piana reatina. Questa è un'ampia e fertile valle, situata nel cuore dell'Appennino, tra i monti Reatini e i monti Sabini. Nella parte settentrionale della pianura si trova la zona palustre e lacustre che costituisce il cuore della Riserva Naturale. La zona è caratterizzata dai due laghi principali, Lungo e Ripasottile (Figura 1); il primo, dalla forma vagamente a pera, ha una superficie di 44 ettari, un perimetro di 3.000 metri e una profondità media di circa 6 metri; il secondo presenta una superficie di 80 ettari, un perimetro di 6.520 metri e una profondità media di 6 metri. Oltre questi due laghi sono presenti alcuni piccoli specchi d'acqua, localmente chiamati "lame", particolarmente ricchi di vegetazione.

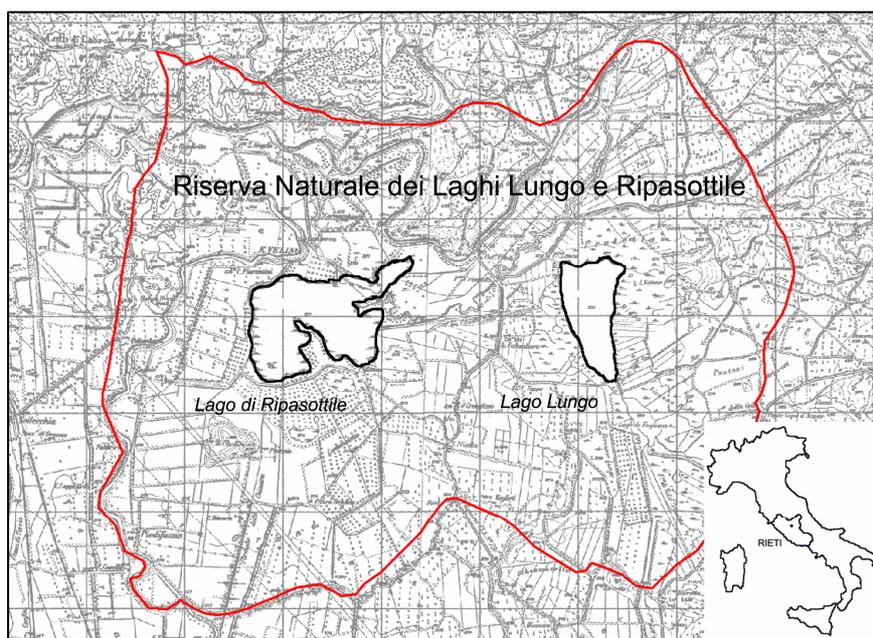


Figura 1. Riserva Naturale dei laghi Lungo e Ripasottile

La Riserva si estende su una superficie complessiva di 3.278 ettari e comprende, oltre alla zona umida, anche parte della fascia collinare che chiude a settentrione la piana reatina. La Riserva ha come confine naturale ad ovest il corso del fiume Velino, che ebbe in epoche geologiche un ruolo fondamentale per la formazione della pianura e oggi scorre nella fertile campagna reatina con direzione sud-nord, formando numerosi meandri, e confluisce subito dopo nel fiume Nera con un salto di 180 metri, dando origine alle cascate delle Marmore.

I terreni posti all'interno dei confini dell'area tutelata sono per il 70% coltivati, e per la restante parte acquitrinosi o coperti da formazioni forestali.

Dal punto di vista amministrativo la maggior parte del territorio della Riserva è compreso nell'ambito del comune di Rieti (65,8%), mentre la parte residua è divisa tra i comuni di Cantalice (1,9%), Poggio Bustone (8,8%), Rivodutri (16,7%), Colli sul Velino (3,4%), Contigliano (3,0%).

Idrogeologia

Le opere di bonifica a partire dal III secolo a.C. hanno ripetutamente e profondamente modificato il naturale assetto idraulico della zona dove è ubicata la Riserva; tale zona si caratterizza per l'abbondanza di acque, sia superficiali che di falda. I contributi idrici più consistenti provengono dalla fascia pedemontana nel settore nord-est della pianura, dove si trovano risorgive di notevole portata e comprendenti le sorgenti di S. Susanna, S. Liberato, Vicenna Riara e numerose altre minori. In questo settore i grandi conoidi di Poggio Bustone e S. Liberato, intercalati alla copertura fluvio-lacustre alimentano, per mezzo delle acque di infiltrazione, la falda freatica superficiale affiorante nei laghi Lungo e Ripasottile. All'alimentazione di tale falda contribuisce in misura decisiva anche il fiume Velino che scorre dalla parte opposta della pianura. In particolare la straordinaria sorgente di S. Susanna con una portata di oltre 5.000 L/s: era un tempo tributaria, grazie all'omonimo fosso, del lago di Ripasottile. Per l'eccezionale portata e per le caratteristiche del paesaggio questa sorgente è stata dichiarata "Monumento Naturale" ai sensi della Legge Regionale 6 ottobre 1997 n. 29 (Regione Lazio, 1997).

La bonifica, soprattutto quella realizzata a partire dal 1930, ha profondamente modificato nel tempo le naturali condizioni di deflusso: le acque della sorgente di S. Susanna, sottratte alla zona umida, vengono immesse direttamente nel fiume Velino tramite un canale scavato a mezza costa a nord della piana.

Una fitta rete di canali e di scoline drena nel lago Lungo le acque stagnanti superficiali che, attraverso il canale della Vergara, passano nel lago di Ripasottile dove una centrale di pompaggio le immette poi nel fiume Velino, che scorre dunque pensile rispetto ai due laghi.

Con opportuna regimazione, il livello dei laghi e della falda viene mantenuto a quota 369 m sul livello del mare, due metri al di sotto del livello naturale con conseguente prosciugamento dei terreni acquitrinosi che, prima della bonifica, circondavano gli specchi d'acqua.

Origine dei laghi della piana reatina

L'origine dei laghi della piana reatina è antichissima. Durante il periodo geologico del Pleistocene risulta che la piana reatina fosse tutta un grande lago al quale venivano apportate acque dai bacini dei fiumi Velino, Salto e Turano. Su questo grande specchio d'acqua emergevano degli isolotti corrispondenti a quei piccoli rilievi ancora presenti sulla piana. In quel

lontano tempo le acque del Velino, ovvero di questo grande lago della piana reatina, confluivano come oggi sempre nel Nera.

Nella zona di confluenza le acque del Velino hanno lentamente ma incessantemente deposto bicarbonato di calcio che ha costruito una diga determinando l'aumento di livello del lago. Nel contempo il Nera ha esercitato erosione nella sua valle e l'alveo si è abbassato di livello, creando le differenze di quota fra la piana reatina e la Val Nerina che vediamo oggi.

Il lago Velino (o *lacus Velinus*) raggiunse la sua massima espansione, assomigliando quindi ad una sorta di grande vascone incombente sulla Val Nerina. Questa situazione andò mutando per la formazione di una via di deflusso naturale che determinò un abbassamento del livello del lago.

Il Console Marco Curio Dentato nel 272 a.C. attuò il progetto di eliminare dalla piana reatina le acque che la ricoprivano, aprendo un varco nella massa travertinoso (il cosiddetto *Cavus Curianus*) nella località detta Marmore (da *marmoreus* con riferimento al colore biancomarmo del travertino). Le acque iniziarono a defluire nella sottostante Val Nerina, dando origine a quelle celebri cascate dette appunto delle Marmore. L'opera, grandiosa per quel tempo, portò la piana reatina alle condizioni simili a quelle attuali.

Nel tardo Medioevo, a causa della formazione di nuovi sbarramenti travertinosi che via via occludevano il cavo Curiano, riportando impaludamento della piana reatina, si ripropose il problema delle bonifiche.

A nulla o a poco valsero i vari tentativi di bonifica realizzati tra il XII e il XVI secolo: prima dai monaci Cistercensi di S. Matteo (sec. XII), poi dall'Abbazia di Farfa (1277), proprietaria di una grande quantità di terreni nella piana, infine dal Comune (1385) che iniziò lo scavo di un nuovo canale. Nel 1422 fu Braccio Fortebracci da Montone, signore di Rieti, Perugia, Terni e Narni a realizzare un nuovo canale chiamato prima Reatino e poi Gregoriano.

Nemmeno la bonifica cinquecentesca (1546), promossa da Papa Paolo III, sortì gli effetti sperati. Il canale Paolino, infatti, realizzato dal valente architetto Antonio da Sangallo (costato una immensa quantità di denaro, di vite umane e non ultima la vita dello stesso architetto che morì, si dice, avvelenato dai ternani che ostinatamente si opponevano alla realizzazione del canale) realmente produsse effetti benefici solo per una quarantina di anni.

Solo alla fine del Cinquecento e inizio del Seicento il problema trovò la soluzione definitiva: il Papa Clemente VIII, su richiesta di alcuni ricchi latifondisti dell'agro reatino, autorizzò l'esecuzione del progetto di bonifica redatto dall'architetto Giovanni Fontana, che in sostanza prevedeva la riapertura del vecchio Canale Curiano, poi chiamato Cava Clementina (1596-1601).

A quest'opera seguirono, tra il '700 e l'800 altri lavori idraulici, finalizzati alla bonifica di molte lame, acquitrini e paludi, che ancora si trovavano nell'agro, che di volta in volta subì una radicale trasformazione fino ad assumere più o meno l'aspetto attuale.

Negli anni '30, sotto il regime fascista, le acque che alimentavano l'antico *Lacus Velinus* trovarono una sistemazione definitiva. Per evitare le piene che periodicamente colpivano Rieti e allagavano la piana vennero costruite le grandi dighe del Salto e del Turano che funzionano così anche come invasi di laminazione; le acque delle sorgenti di S. Susanna vennero canalizzate sul Velino (il cui corso si era scavato e stabilizzato ai tempi della bonifica Curiana), il lago Lungo e il lago di Ripasottile vennero resi comunicanti tramite il canale della Vergara, che livellò le acque fra i due laghi. Una idrovora sul lago di Ripasottile scarica attualmente gli eccessi d'acqua dei due grandi laghi nel Velino.

STUDIO DEI LAGHI

L'indagine è stata condotta nella primavera 2003 e ha previsto il rilevamento di una serie di parametri chimico-fisici e biologici che sono stati successivamente confrontati con dati analoghi risalenti ad una campagna di studio condotta nel 1989 dal Prof. Marchetti.

Parametri chimico-fisici

Per quanto riguarda i parametri chimico-fisici sono stati rilevati sul campo: temperatura dell'acqua, conducibilità elettrica, pH e ossigeno disciolto. Tali parametri sono stati determinati con l'ausilio della seguente strumentazione automatica:

- misuratore di ossigeno portatile Oxi330i con calibrazione automatica Oxical al valore di equilibrio e compensazione automatica di pressione e temperatura;
- conducimetro portatile 330i con calibrazione automatica attraverso standard certificato con compensazione automatica di temperatura ed espressione del dato a 25°C;
- pH-metro portatile 330i con calibrazioni automatiche su due punti e compensazione automatica della temperatura.

Parametri biologici

Per quanto riguarda i dati biologici è stata effettuata una raccolta di macroinvertebrati bentonici utilizzando un retino standard, con imboccatura 21x21 cm, dotato di rete monofilare di nylon 21 fili/cm e di manico con prolungha di 6 m. Questo retino è stato usato come draga, grazie all'applicazione di prolungha, e come raschiatore delle parti immerse di *Phragmites australis*. Al fine di catturare anche organismi che potrebbero sfuggire al retino in quanto provvisti di forti apparati di adesione al substrato (ad esempio le sanguisughe munite di potenti ventose o taluni gasteropodi) si è proceduto altresì all'ispezione visiva su pietre, ciottoli e rami immersi lungo le rive dei laghi, e alla cattura manuale con pinzette. Gli organismi raccolti sono stati fissati in alcol al 75% additivato con alcune gocce di glicerina che ha lo scopo di migliorare l'integrità dei campioni mantenendo elastiche le articolazioni degli artropodi anche *post-mortem*, allo scopo di agevolare le successive manipolazioni al microscopio. La classificazione degli organismi è stata effettuata presso i locali dell'Università in Cittaducale (Rieti), con l'ausilio di un microscopio stereoscopico binoculare e di vari manuali per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane (CNR, 1976-1984; Tachet *et al.*, 1987; Campaioli *et al.*, 1994; Sansoni, 1988).

Parametri chimici

La presenza di microalghe e la scarsa trasparenza delle acque riscontrata durante i sopralluoghi, lo stato dei sedimenti, rigonfi di anidride carbonica, nerissimi, maleodoranti di idrogeno solforato per processi putrefattivi in atto, hanno fatto supporre la presenza di fenomeni di eutrofizzazione. Si è deciso, pertanto, di eseguire ulteriori indagini finalizzate alla misurazione dello stato di trofia e in particolare sono state prese in considerazione la

concentrazione di azoto totale, di fosforo totale e dello ione PO_4^{3-} (ortofosfato solubile). I campioni di acqua da analizzare sono stati trasportati in laboratorio entro poche ore dal prelievo riposti in una borsa termica refrigerata.

Per i parametri *durezza totale*, *azoto totale* e *fosforo ortofosfato solubile* sono stati utilizzati i kit pronti della serie Spectroquant Merck su rivelatore UV-VIS Squamate della ditta stessa. Per la ricerca del fosforo totale è stata utilizzata la metodica ufficiale IRSA (Istituto di Ricerca Sulle Acque)-CNR (metodo spettrofotometrico) e la ricerca è stata affidata ai laboratori di Pescara dell'AR TA Abruzzo.

Il fosforo, infatti, assieme all'azoto, è uno dei principali nutrienti dei laghi che, seppur indispensabile per la vita algale, quando arriva ad essere presente in concentrazioni significative concorre all'innescare dei processi legati all'eutrofizzazione. I laghi tendono naturalmente ad arricchirsi di nutrienti e, quindi, ad eutrofizzarsi in tempi più o meno lunghi a seconda degli apporti nutritivi, dei volumi d'acqua, dei tempi di ricambio e del complesso delle condizioni ecologiche specifiche di ciascuno specchio d'acqua. L'eutrofizzazione, quindi, è un processo degenerativo spontaneo che avviene in tempi lunghissimi (talvolta geologici) e che può peggiorare nel tempo cronicizzandosi. L'eutrofizzazione può quindi essere interpretata come un processo di "invecchiamento" dell'ecosistema lacustre. Tale fenomeno, in presenza di scarichi di origine civile e d'inquinamento diffuso da concimi agricoli, può subire una forte accelerazione: in questo modo gli avanzati sintomi eutrofici che i laghi reatini, senza pressioni antropiche, avrebbero conosciuto fra secoli o millenni, si stanno svolgendo nell'arco di pochissimi anni. La misurazione delle quantità e delle dinamiche del fosforo è importante perché, fra tutti i nutrienti, i fosfati sono notoriamente un fattore limitante per la crescita algale, anche in presenza di ingenti quantità di azoto e di carbonio. Dal punto di vista pratico, inoltre, per le azioni di risanamento, il fosfato è la specie chimica più facilmente aggredibile con sistemi di depurazione tecnologici e mediante sistemi ed ecosistemi-filtro.

Stato trofico

Per una più accurata misura dello stato di trofia è stato preso in considerazione anche il parametro trasparenza. Per la determinazione di questo parametro si è fatto ricorso ad un Disco Secchi effettuando misurazioni per mezzo della barca a motore elettrico messa a disposizione dalla Riserva, con la quale è stato possibile raggiungere il centro del lago di Ripasottile (purtroppo non si è riusciti a trovare la disponibilità di un natante per le analoghe misure nel lago Lungo, pur visibilmente affetto da massiccia fioritura microalgale).

Il Disco Secchi è lo strumento più semplice per misurare la trasparenza dell'acqua di un lago, ha un vastissimo e crescente impiego in quanto il suo utilizzo rientra oramai in quasi tutti i protocolli di studio e monitoraggio delle acque lacustri e marine in tutto il mondo. Inventato e usato per la prima volta nel 1865 dall'italiano insigne scienziato abate Angelo Secchi in Mediterraneo durante una crociera, è semplicemente un disco piano, bianco, di 30 cm di diametro, provvisto di una zavorra centrale e fissato al centro ad una fune metrata. Il Disco Secchi viene immerso in acqua in posizione orizzontale e si misura la profondità alla quale esso diviene invisibile dalla superficie, mantenendo il sole alle spalle per evitare riflessi diretti. Il disco viene risollevato lentamente e si annota la profondità alla quale riappare. La media fra le due misure (di scomparsa e di riapparizione) è il valore della trasparenza espresso in metri. La trasparenza di un lago esprime, in definitiva, la profondità alla quale, nel corso dei bloom di microrganismi algali, arriva la penetrazione della luce (e quindi la zona fotosintetica), lungo la colonna d'acqua. In laghi ultra-oligotrofici il disco viene a scomparire a profondità che possono raggiungere i 70 metri. Scomparse da uno a tre metri consentono di classificare il lago come

eutrofico o iper-eutrofico. Nel corso dei brevi periodi di rimescolamento (che non si è verificato nel corso del nostro studio) la trasparenza risulterà influenzata, piuttosto che dallo strato dei microrganismi, dal complesso dei materiali fini particolati riportati in sospensione, organici e inorganici.

Il grado di trofia di un lago può essere determinato con svariate metodologie. Le tre più comunemente usate sono quelle di Carlson (1977), di Hakanson (1980) e dell'*Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD, 1982).

I metodi si basano sui valori di trasparenza determinata col Disco Secchi, sul contenuto di fosforo totale e sulle concentrazioni di clorofilla *a*.

Non è stato possibile analizzare i valori di concentrazione di clorofilla *a*, in quanto la determinazione analitica è complessa, non routinaria, e richiede una tecnica particolare basata sulla spettrofotometria della fluorescenza misurata a tre diverse lunghezze d'onda. Lo stato trofico è stato pertanto calcolato solamente attraverso le misure della trasparenza e del fosforo totale.

Il calcolo inoltre ha valore puramente indicativo in quanto, pur fondato su basi scientificamente accettate e con metodologie attendibili, potrebbe essere affetto da sottostima per taluni limiti operativi. Il fosforo, infatti, andrebbe valutato con prelievi anche in periodo di rimescolamento, quando, cioè, si rimobilizza una quota parte dell'elemento che nel periodo del nostro studio era fissato nel sedimento del fondo. I dati prodotti e qui riportati hanno mostrato di possedere una buona indicatività di condizioni ambientali ma potrebbero tuttavia rivelarsi peggiori a seguito di ulteriori studi estesi nel tempo.

Gli Indici di Stato Trofico (*Trophic Status Index*, TSI) (Carlson, 1977) vengono elaborati secondo le seguenti formule:

$$TSI = 10 [6 - (\ln DS / \ln 2)]$$

(ove DS è la trasparenza, in metri, con Disco Secchi);

$$TSI = 10 [6 - (\ln 48 / TP) / \ln 2]$$

(ove TP = concentrazione del fosforo totale in mg/m³)

RISULTATI DELLO STUDIO

Analisi chimico-fisiche e chimiche

Nella Tabella 1 vengono riportati i risultati delle analisi chimico-fisiche e chimiche effettuate sul campo e sui campioni d'acqua portati in laboratorio.

Tabella 1. Risultati delle misure e delle analisi chimico-fisiche e chimiche (26 maggio 2003)

Parametro	Lago di Ripasottile	Lago Lungo
<i>Chimico-fisico</i>		
temperatura aria (°C)	28,5	26,1
temperatura H ₂ O (°C)	23	22
pH	8,21	8,03
conducibilità elettrica specifica a 20 °C (µS/cm)	731	487
ossigeno disciolto (mg/L)	9,6	7,25
% di saturazione in O ₂ (%)	110,3	91,8
<i>Chimico</i>		
durezza totale (° francesi)	153	163,8
durezza riferita al calcio	58	62,3
azoto totale (N, mg/L)	13,7	4,1
fosforo solubile (P-PO ₄ ³⁻ , mg/L)	0	0
fosforo totale (P _{tot} , mg/L)	0,063	0,085

I valori di ossigeno disciolto denotano un lieve deficit percentuale nel lago Lungo e una sovrassaturazione nel lago di Ripasottile. Ciò è fortemente influenzato dalla presenza nell'acqua di ingenti quantitativi di CO₂ e di altri gas che esalano dal fondo, letteralmente rigonfio per uno spessore di 30-40 cm; tali gas derivano dal metabolismo delle sostanze organiche che è aerobio nell'interfaccia fondo-acqua e anaerobico-riduttivo negli strati più profondi del sedimento. Questi gas occupano sicuramente una frazione importante della pressione parziale che normalmente è occupato dall'O₂ nei fondali lacustri non eutrofizzati.

Nei campioni di acqua prelevati la durezza totale e calcica è molto elevata: ciò conferisce stabilità di pH all'ambiente acquatico ed è spiegabile con la natura carbonatica delle rocce attraversate dall'acqua e dalle reazioni chimiche tipiche del carsismo che, nei millenni, hanno originato per rideposizione l'antico sbarramento che ha dato luogo al *Lacus Velinus*.

I valori di azoto totale sono, pur con diversi livelli, elevati in entrambi i laghi tanto da contribuire all'eutrofizzazione.

Il fosforo può trovarsi nell'ambiente acquatico o in forma disciolta solubile (vale a dire come ione ortofostato PO₄³⁻) oppure legato alle strutture biologiche dei microrganismi planctonici. La misura del fosforo totale include entrambe le forme rinvenibili in acqua: disciolta e legata dentro le cellule dei microrganismi. Nei due laghi la forma solubile è risultata assente a testimonianza che il numero consistente di microalghe aveva completamente assorbito questo nutriente per le proprie esigenze vitali; il fosforo totale, viceversa, tutto riconducibile alla forma assorbita e legata alle strutture biologiche, è risultato in concentrazioni elevate rispetto a quanto si rinviene normalmente nelle acque dei laghi.

Analisi biologiche

Vengono di seguito riportati (Tabelle 2-3) gli inventari faunistici relativi al materiale raccolto nel corso dei campionamenti biologici del maggio 2003.

Tabella 2. Liste faunistiche rilevate nei due laghi

<i>Taxa</i>	<i>Famiglia</i>	<i>Genere o specie</i>
Lago Lungo		
Aracnidi	Argyronetidae Hydrachnidae	<i>Argironeta aquatica</i> <i>Hydrachna</i> sp.
Crostacei	Daphnidae Cyclopidae Asellidae	<i>Scapholeberis mucronata</i> <i>Cyclops</i> sp. <i>Asellus aquaticus</i>
Gasteropodi	Valvatidae Valvatidae Lymnaeidae Lymnaeidae	<i>Valvata piscinalis</i> <i>Valvata</i> sp. <i>Radix auricularia</i> <i>Radix peregra ovata</i>
Insetti		
Ditteri	Chironomidae	
Efemerotteri	Baetidae	<i>Baetis</i> sp.
Odonati	Coenagrionidae Aeschnidae	<i>Coenagrion</i> sp. <i>Aeschna</i> sp.
Oligocheti	Tubificidae	<i>Tubifex</i> sp.
Poriferi	Spongillidae	<i>Spongilla lacustris</i>
Tricladi	Planaridae	<i>Dugesia lugubris</i>
Lago di Ripasottile		
Aracnidi	Hydrachnidae	<i>Hydrachna</i> sp.
Crostacei	Asellidae Ostracodi	<i>Asellus aquaticus</i>
Gasteropodi	Valvatidae Physidae Lymnaeidae	<i>Valvata piscinalis</i> <i>Aplexa hypnorum</i> <i>Lymnea stagnalis</i> <i>Sphaeridium</i>
Insetti		
Coleotteri	Elmidae	
Ditteri	Culicidae Chironomidae	<i>Culex</i> sp.
Efemerotteri	Baetidae Baetidae	<i>Baetis</i> sp. <i>Cloeon</i> sp.
Eterotteri	Corixidae Notonectidae	<i>Corixa</i> sp. <i>Notonecta</i> sp.
Odonati	Coenagrionidae	<i>Coenagrion</i> sp.
Tricotteri	Philopotamidae	
Irudinei	Erpobdellidae	<i>Erpobdella octoculata</i>
Oligocheti	Tubificidae Tubificidae	<i>Tubifex</i> sp. <i>Limnodrilus hofmeisteri</i>

Entrambi i laghi appaiono poveri di invertebrati e in uno stato di sofferenza molto spinta. La dominanza assoluta riguarda gli Ostracodi, piccolissimi crostacei dotati di guscio protettivo e

capaci di spostarsi nuotando lungo la verticale e, quindi, di mettersi al riparo dalle condizioni asfittiche e critiche dei fondali.

Abbondante è risultata la presenza delle larve dei Ditteri Chironomidi del gruppo *tummiplumosum* che, possedendo un pigmento simile all'emoglobina che conferisce loro un tipico colore rosso vivo, possono resistere alle condizioni anossiche dei fondali in quanto hanno sviluppato un'abilità a nuotare "a frusta" verso l'alto, ricaricandosi di ossigeno, per poi ritornare con una buona riserva respiratoria ad immergersi nella melma nei fondali ove possono resistere diversi giorni. La popolazione dei Chironomidi è risultata non solo abbondante, ma anche formata da individui tutti di grandi dimensioni (oltre 10 mm di lunghezza) e testimonia, in quanto indicatrice tipica, inquinamento organico e carenza di ossigeno sul fondo.

Al contrario tutti gli altri *taxa* rinvenuti erano insolitamente affetti da "nanismo" e spesso gli individui sono apparsi in condizioni di salute pessime a causa di parassitosi da nematodi o – come è stato riscontrato nei gasteropodi – per infezioni batteriche deformanti delle parti molli.

Il giudizio generale basato sui macroinvertebrati indicatori biologici di qualità dell'acqua e dell'ambiente acquatico è di criticità ambientale con segni marcati di degrado.

Per quanto riguarda la distribuzione delle comunità bentoniche nei due laghi, rispetto ai dati forniti da Marchetti nel 1989, si nota una situazione di profonda perdita di biodiversità in termini di *taxa* e, ancora di più, di specie.

Nella Tabella 3 sono riportati i dati comparativi da cui si evince la forte diminuzione nel numero di *taxa*; i risultati di tale indagine potrebbero essere condizionati dalla difficoltà di campionamento (es. impossibilità di raggiungere il centro del lago, stagionalità di alcune specie) ma l'impoverimento biologico è palese. Ad esempio risulta praticamente scomparsa la nutrita popolazione di Tricotteri rinvenuta nel 1989 (i Tricotteri sono indicatori particolarmente sensibili, tant'è che l'indice adottato per anni in Francia, precisamente quello di Verneaux e Tuffery particolarmente concepito per ambienti francesi di acque lente, assegna a questi organismi una valenza assai elevata nel giudizio di qualità). L'unico *taxa* rinvenuto appartiene alla famiglia *Philopotamidae*, presente ma raro e in condizioni visivamente critiche perché parassitato da nematodi.

Anche la situazione di taluni Gasteropodi ricalca le condizioni sopra citate.

Tra gli Efemerotteri *Baetis* è presente con pochissimi esemplari adulti a sviluppo ridottissimo.

Tale fenomeno si riscontra anche per alcuni Irudinei: *Erpobdella octoculata*, che normalmente misura alcuni centimetri si presenta con dimensioni estremamente ridotte, al limite della possibilità di classificazione al microscopio.

Tabella 3. Comparazione tra le liste faunistiche presenti nei laghi Lungo e Ripasottile nel 1989 e nel 2003

Taxa	Lago Lungo		Lago di Ripasottile	
	1989	2003	1989	2003
Aracnidi	<i>Argironeta aquatica</i>	+	+	
	<i>Hydrachna</i> sp.			+
Briozoi				+
Crostacei	<i>Scapholeberis mucronata</i>	+	+	
	<i>Ceriodaphnia quadrangola</i>	+		+
	<i>Simocephalus vetulus</i>	+		+
	<i>Daphnia cucullata</i>	+		
	<i>Leptodora kindtii</i>	+		
	<i>Euricerus lamellatus</i>	+		

segue

continua

Taxa	Lago Lungo		Lago di Ripasottile	
	1989	2003	1989	2003
Crostacei (continua)	<i>Cyclops</i> sp.	+	+	+
	<i>Asellus aquaticus</i>	+	+	+
	<i>Rivologammarus fossarum</i>	+		+
	<i>Ostracodi</i>			+
Gasteropodi	<i>Valvata</i> sp.	+	+	
	<i>Valvata piscinalis</i>	+	+	+
	<i>Radix auricularia</i>	+	+	
	<i>Radix peregra ovata</i>	+	+	
	<i>Physa fontinalis</i>	+		
	<i>Aplexa hypnorum</i>			+
	<i>Galba trunculata</i>			+
	<i>Lymnea stagnalis</i>			+
	<i>Sphaeridium</i>			+
Insetti				
Coleotteri	<i>Dytiscidae</i> sp.	+		+
	<i>Hydraenidae</i> sp.	+		
	<i>Elmidae</i> sp.			+
Ditteri	<i>Hydrophilidae</i> spp.	+		
	<i>Chironomidae</i>	+		+
	<i>Ceratopogonidae</i>	+		
	<i>Simulium</i> sp.	+		
	<i>Chaoborus</i> sp.	+		+
Efemerotteri	<i>Culex</i> sp.			+
	<i>Stratiomys</i> sp.			+
	<i>Baetis</i> sp.	+	+	+
	<i>Cloeon</i> sp.			+
Eterotteri	<i>Ephemerella</i> sp.	+		
	<i>Corixa</i> sp.	+		+
	<i>Gerris</i> sp.	+		
Odonati	<i>Notonecta</i> sp.			+
	<i>Ranatra linearis</i>	+		
	<i>Microvelia</i> sp.	+		
	<i>Agrion</i> sp.	+		
Tricotteri	<i>Coenagrion</i> sp.	+	+	+
	<i>Aeschna</i> sp.	+	+	
Tricotteri	<i>Plectonemia</i>	+		+
	<i>Hydroptilia aegyptia</i>			+
	<i>Hydroptilia angolata</i>			+
	<i>Agraylea sexmaculata</i>			+
	<i>Orthotrichia</i> sp.	+		
	<i>Allotrichia pallicornis</i>			+
	<i>Economus tenellus</i>	+		+
	<i>Limnephilus flovospinosus</i>	+		
	<i>Limnephilus lunatus</i>	+		
	<i>Asiobates striatus</i>	+		
	<i>Ochtebius</i> s. <i>Str. Pusillus</i>	+		
	<i>Hydraena riparia</i>	+		
	<i>Limnebius papposus</i>	+		
	<i>Hydrochus flavipennis</i>	+		
	<i>Hydrochus brevis</i>	+		
	<i>Helophorus flavipes</i>	+		
	<i>Anacaena limbata</i>	+		
	<i>Laccobius bipunctatus</i>	+		
	<i>Laccobius striatulus</i>	+		

segue

continua

Taxa		Lago Lungo		Lago di Ripasottile	
		1989	2003	1989	2003
Insetti Tricotteri (continua)	<i>Erocorus ochropterus</i>	+			
	<i>Cymbiodyta marginalis</i>	+			
	<i>Helochares griseus</i>	+			
	<i>Helochares lividus</i>	+			
	<i>Hydrobius fuscipes</i>	+			
	<i>Hydrophilus caraboides</i>	+			
	<i>Limnoxenus niger</i>	+			
	<i>Berosus affinis</i>	+			
	<i>Berosus luridus</i>	+			
	<i>Berosus signaticollis</i>	+			
	<i>Potamophylax cingolatus</i>			+	
	<i>Mystacides aurea</i>			+	
	<i>Oecetis furva</i>			+	
	<i>Leptocerus tineiformis</i>			+	
Irudinei	<i>Glossiphonia complanata</i>			+	
	<i>Glossiphonia heteroclita</i>			+	
	<i>Erpobdella octoculata</i>			+	+
Nematodi	<i>Tubifex</i> sp.	+	+	+	+
	Mermictidae			+	
	<i>Limnodrilus hofmeisteri</i>			+	+
Platelminti	<i>Dugesia lugubris</i>	+	+	+	
	<i>Dugesia gonocephala</i>			+	
Poriferi	<i>Spongilla lacustris</i>	+	+		

Stato trofico

Per quanto riguarda lo stato trofico, nel lago di Ripasottile, basandosi sulla trasparenza, si ottiene: TSI = 47,3; sempre per questo lago, basandosi sul fosforo totale: TSI = 63,9.

Per il lago Lungo, basandosi sul fosforo totale, abbiamo ottenuto quanto segue: TSI = 68,2.

Nella Tabella 4 sono riportati i livelli trofici corrispondenti ai vari intervalli dell'indice e i risultati ottenuti.

Tabella 4. Livelli trofici corrispondenti ai vari intervalli dell'indice TSI secondo la metodologia di Carlson: valori ottenuti per i laghi Lungo e Ripasottile

Livello trofico	Valore di TSI	Lago di Ripasottile	Lago Lungo
Oligotrofico	<30	-	-
Mesotrofico	30-40	-	-
Meso-eutrofico	40-50	47,3 T	-
Eutrofico	>50	63,9 F	68,2 F

T = Trasparenza (m valore medio annuo); F = Fosforo totale (mg/m³ valore medio annuo)

Il giudizio di eutrofia secondo il metodo di Carlson è netto, sia calcolando i valori di trasparenza che quelli di fosforo totale. Ricordiamo che quest'ultimo – da cui originano già valori di TSI gravi – potrebbe essere sottostimato per il periodo stagionale.

I giudizi ottenuti col metodo OECD (Tabella 5) ricalcano i risultati forniti dall'altra metodologia. Il lago di Ripasottile risulta eutrofico per la trasparenza (2,24 m) e per il fosforo totale (63 mg/m³) mentre il lago Lungo risulta eutrofico per il fosforo totale (85 mg/m³).

Tabella 5. Giudizio di trofia stimato secondo il metodo OECD: valori ottenuti per i laghi Lungo e Ripasottile

Livello trofico	Valori di trasparenza e fosforo totale	Lago di Ripasottile	Lago Lungo
Ultraoligotrofico	T >12	-	-
	F <4	-	-
Oligotrofico	T >6	-	-
	F <10	-	-
Mesotrofico	T 6-3	-	-
	F 10-35	-	-
Eutrofico	T 3-1,5	2,24	-
	F 35-100	63	85
Ipereutrofico	T <1,5	-	-
	F >100	-	-

T = Trasparenza (m valore medio annuo); F = Fosforo totale (mg/m³ valore medio annuo)

Dai dati ottenuti, seppur con valore di stima, si può affermare senza ombra di dubbio che i due principali laghi della piana reatina sono affetti marcatamente da processi degenerativi legati all'eutrofizzazione delle acque.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La Riserva Naturale Regionale dei laghi Lungo e Ripasottile, di straordinaria importanza storica, scientifica, ecologica, paesaggistica e sociale, mostra elementi preoccupanti di crisi della qualità dell'acqua e dell'ambiente acquatico.

L'elemento di fondamentale rilevanza è senza dubbio il fatto che gli specchi lacustri di questa area sono risultati in avanzato stato di eutrofizzazione. La situazione che Marchetti definì già critica nel 1989 (Marchetti, 1989) è infatti sicuramente peggiorata nell'arco di 15 anni.

Tale peggioramento è stato rilevato attraverso:

- colorazione anomala delle acque dovuta alla presenza di microalghe;
- perdita di trasparenza che nel periodo vegetativo arriva a soli circa 2 m;
- anomalie di concentrazione dell'ossigeno disciolto (tendenza ad alte concentrazioni in superficie e riduzione non appena lo si misura verso il fondo, presenza di altri gas esalati dal fondo);
- assenza di fosforo solubile nel periodo vegetativo, in quanto tutto assorbito quale nutriente dalla biomassa algale fitoplanctonica;
- forte concentrazione del fosforo totale i cui valori, applicando i vari sistemi di classificazione adottati internazionalmente per misurare il grado di trofia, indicano una severa eutrofizzazione;
- attività metabolica aerobica e anaerobica del fondo, ricchissimo di detrito organico, che emette continuamente CO₂ e sostanze odorigene quali H₂S, rilevabili persino visivamente per il generale marcato rigonfiamento dei sedimenti, che appena toccato emette grandissime e copiose bolle gassose;
- perdita di biodiversità che, nei due laghi, può essere complessivamente stimata per il popolamento degli invertebrati bentonici, attorno al 60% rispetto ai *taxa* rinvenuti nel 1989;
- scomparsa delle specie di macroinvertebrati più sensibili e ossigeno-esigenti (praticamente tutti i Tricotteri) e affermazione di specie e gruppi zoologici resistenti ai fenomeni di ipossia e anossia quali i chironomidi del gruppo *tummi-plumosum* e gli Oligocheti del genere *Tubifex*;
- dimensioni ridottissime degli esemplari catturati (ad eccezione dei chironomidi già citati) che denotano fenomeni di inquinamento delle acque, probabilmente riconducibili ad esalazioni di ammoniaca indissociata (NH₃ gassosa) e di H₂S dal fondo.

Il risanamento ambientale dei due laghi attraverso opportuni interventi è possibile e, ancora di più, doveroso trattandosi di un'area naturale protetta.

I risultati del presente studio individuano a tal fine, nuovi bisogni di ricerche, di approfondimenti e di parametri da monitorare. Studi specifici della durata di almeno un anno potrebbero, infatti, definire la base conoscitiva indispensabile per la redazione di un piano di risanamento e riguardare almeno le seguenti componenti prioritarie:

- *sull'ambiente acquatico*:
 - andamento della temperatura e della concentrazione dell'ossigeno disciolto lungo la colonna d'acqua;
 - studio del periodo, delle modalità e delle caratteristiche del rivolgimento (o dei rivolgimenti) causati dalla temperatura e dal vento;
 - indagine specifica sulle popolazioni microalgali (individuazione sistematica e conteggio cellulare per determinarne la densità);

- indagine per monitorare la presenza eventuale di specie microalgali in grado di produrre biotossine pericolose per i vertebrati e per l'uomo, che intervengono a seguito di stress ambientali da eutrofizzazione;
 - misurazione della trasparenza, del fosforo totale e della clorofilla *a*, periodica e continua;
 - individuazione della stratificazione termica;
 - analisi dei sedimenti;
 - monitoraggio del popolamento dei macroinvertebrati bentonici.
- *sull'area della riserva*
- censimento e quantificazione delle fonti puntuali e diffuse d'inquinamento;
 - controllo dello stato dei sistemi di fognatura e di depurazione per valutare le strategie necessarie per ridurre drasticamente gli apporti di nutrienti (di fosforo in particolare, quale fattore limitante) dagli scarichi puntuali prevedendo opportuni trattamenti terziari;
 - possibilità di finissaggio delle acque depurate con ecosistemi-filtro artificiali (le cosiddette *wet land*).

Provvedimenti risanatori

Due provvedimenti risanatori, fra tutti, vengono specificati più in dettaglio data la loro efficacia potenziale nell'auspicabile azione di risanamento:

- *“ringiovanimento” dei laghi*
- Si tratta di studiare le tecniche, le modalità e i periodi opportuni per l'estrazione del fosforo e del carbonio organico (del detrito dei sedimenti) per riportare i laghi a “ringiovanire” abbassando i livelli di trofia attuali fino a livelli che andranno accuratamente calcolati. L'operazione è comunque necessaria: trattandosi di un ambiente caratterizzato da ecosistemi conservativi, quantunque si eliminassero tutti i nuovi apporti di nutrienti lo stato di crisi ecologica perdurerebbe praticamente in maniera perenne. L'azione, quindi, è necessaria e indispensabile e ha il vantaggio di mostrare effetti di risanamento molto consistenti già dopo il primo anno dalla sua esecuzione;
- *realizzazione di barriere-filtro rinaturalizzate*
- L'intervento, di carattere forestale, è indicato per bloccare gli apporti di nutrienti (ma anche di inquinanti) derivanti da scarichi diffusi, dal ruscellamento superficiale e dal dilavamento delle acque meteoriche. Le Fasce Tampone Boscate (FTB) sono siepi arboree od arbustive che occupano lo spazio compreso tra gli appezzamenti coltivati e i corpi idrici superficiali (scoline, fossi, canali, fiumi e laghi). In questa posizione esse si vengono a trovare lungo il percorso che compie l'acqua piovana o di irrigazione quando, presente in eccesso sul piano di campagna, defluisce lungo le linee di pendenza. Mentre l'acqua attraversa la lettiera e la zona interessata dagli apparati radicali, le molecole in essa contenute (in particolare nutrienti e fitofarmaci) vengono intercettate dalle componenti umiche del suolo, trattenute a lungo e aggredite dai meccanismi della biodegradazione o dall'assorbimento nel biota e così la loro concentrazione in uscita dalla fascia diminuisce. Questo processo prende il nome di azione tampone. In questo modo le fasce contribuiscono a migliorare la qualità dei corpi idrici e a ridurre i rischi di inquinamento, con un beneficio diretto per l'ambiente. Poiché non sono state riscontrate differenze nell'efficacia delle FTB rispetto alle specie vegetali che le compongono, tutti

gli alberi e gli arbusti possono potenzialmente essere impiegati e la loro scelta deve essere compiuta in base alle condizioni pedo-climatiche della stazione di impianto.

Il risanamento ambientale storicamente è stato inteso solo per le componenti chimico-fisiche e come mero intervento per ridurre o eliminare l'inquinamento.

La accresciuta coscienza ecologica e le esperienze condotte in campo internazionale hanno mostrato come, invece, conseguito l'obiettivo del risanamento delle componenti abiotiche, occorra procedere al ripristino delle componenti biologiche tipiche del luogo rivolgendosi di preferenza alle specie "native" intese come ecotipi autoctoni.

In prospettiva, effettuati i primi interventi risanatori, molte specie potranno ricolonizzare spontaneamente l'ambiente soprattutto se rappresentate da adulti alati e volatori (libellule, tricotteri, efemerotteri, ditteri) o buoni camminatori come svariate specie di coleotteri.

Occorrerà, tuttavia, "dare una mano" alla natura per le specie a vita acquatica obbligata che avrebbero più difficoltà o impossibilità, da sole, a riguadagnare il loro ambiente.

Crostacei, sanguisughe, molluschi e altri invertebrati potranno essere reintrodotti attraverso prelievi da zone limitrofe ove sopravvissuti .

Gli interventi descritti, che dovranno essere condotti sotto la supervisione di esperti, non hanno una funzione "romantica" né vanno visti come fatto di mera "coerenza scientifica"; gli invertebrati – storicamente trascurati o sottovalutati nei piani di risanamento e di gestione ambientale – costituiscono infatti una componente essenziale nelle reti trofiche da cui dipende la vita dei pesci, degli anfibi, dei rettili, degli uccelli e dei mammiferi legati alle zone umide.

Questa componente nascosta aiuta non poco la funzionalità e la bellezza dei nostri ambienti più pregiati.

BIBLIOGRAFIA

Campaioli S, Ghetti PF, Minelli A, Ruffo S. *Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane*. Trento: Provincia Autonoma di Trento; 1994.

Carlson RE. A trophic state index for lakes. *Limn Oceanogr* 1977;22:361-9.

Consiglio Nazionale delle Ricerche. *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane*. Collana del progetto finalizzato "Promozione della qualità dell'ambiente". Verona: CNR; 1976-1984.

Hakanson L. An ecological risk index for aquatic pollution control. A sedimentological approach. *Water research* 1980;14:975-1001.

Regione Lazio. Legge Regionale 17 giugno 1985, n. 94. Istituzione della riserva parziale naturale dei laghi Lungo e Ripasottile. *Bollettino Ufficiale Regione Lazio* n. 20, 10 luglio 1985.

Regione Lazio. Legge Regionale 6 ottobre 1997, n. 29. Norme in materia di aree naturali protette regionali. *Bollettino Ufficiale Regione Lazio – Supplemento Ordinario* n. 31, 10 novembre 1997.

Organisation for Economic Co-operation and Development. *Eutrophication of water: monitoring, assessment and control*. Paris: OECD; 1982.

Sansoni G. *Macroinvertebrati dei corsi d'acqua italiani*. Trento: Provincia Autonoma di Trento, Servizio protezione ambiente; 1988.

Tachet H, Bournaud M, Richoux P. *Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces*. Lyon: Université de Lyon; 1987.

APPENDICE
Normativa italiana e comunitaria sulle acque

La normativa italiana e comunitaria sulle acque può essere fondamentalmente ricondotta alle due leggi di riferimento in materia, il DL.vo n. 152 dell'11 maggio 1999 (e relative modifiche di cui al DL.vo n. 258 del 18 maggio 2000) e la Direttiva Quadro 2000/60 CE.

Queste leggi, che possono essere considerate in un certo senso complementari, consentono una visione globale dell'ordinamento giuridico inerente i servizi idrici; esse scontano notevoli ritardi nel recepimento (*Water Framework Directive*, WFD) e considerevoli difficoltà di attuazione (DL.vo 152/1999), ma rappresentano una cornice dettagliata cui orientarsi per tutte le azioni mirate alla tutela, salvaguardia, conservazione e miglioramento dello stato delle acque, integrando contemporaneamente gli obiettivi ambientali con quelli prettamente economici e di sviluppo. A tal fine, per l'applicazione dei principi economici (es. "chi inquina paga"), la Direttiva utilizza approcci e strumenti economici (come l'analisi costi-benefici o le politiche di prezzo dell'acqua), mentre il Decreto contiene una serie di disposizioni di natura economica, volte a promuovere e favorire, ovvero disincentivare, attività connesse con l'uso delle acque.

DL.vo n. 152/1999

Il DL.vo n. 152 del 1999, pur intitolato alla sola tutela delle acque dall'inquinamento si qualifica come norma-quadro di settore anche mediante il recepimento delle Direttive 91/271 e 91/676, concernenti rispettivamente il "Trattamento delle acque reflue urbane" e la "Protezione dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole". Il Decreto è vincolante sia nei confronti delle Regioni a statuto ordinario, in quanto contiene disposizioni che costituiscono principi fondamentali della legislazione statale ai sensi dell'art. 117, primo comma, della Costituzione, sia nei riguardi delle Regioni a statuto speciale e delle Province autonome (Trento e Bolzano), le quali adeguano ad esso la propria legislazione.

Pur essendo intitolato alla tutela delle acque il Decreto in realtà definisce disposizioni, requisiti e criteri in un ambito ben più vasto della mera tutela delle acque dall'inquinamento.

In sintesi sono due i principi cardini del DL.vo n. 152/1999:

1. integrazione tra la qualità ambientale dei corpi idrici e il contenimento, riduzione o eliminazione delle pressioni inquinanti dovute agli scarichi e alle emissioni diffuse (regolamentati in funzione della capacità dei corpi idrici recettori);
2. conduzione integrata del ciclo complessivo delle acque, dalla captazione alla depurazione e riuso.

Elementi caratterizzanti sia la Direttiva Quadro europea sia il Decreto Legislativo italiano possono essere riassunti nei loro principi ispiratori:

- Ambiente idrico, costituito dalle acque interne e sotterranee, dalle acque marino-costiere e di transizione e dagli ecosistemi acquatici e terrestri associati, è considerato come un sistema unico appartenente al Bacino Idrografico o ad un Distretto di Bacini.
- Piani di Bacino e i programmi di misure devono prevenire e ridurre l'inquinamento, favorire il risanamento dei corpi idrici inquinati, migliorare e proteggere le acque destinate ad usi specifici (acque idonee alla vita dei pesci e dei molluschi, acque di balneazione) e garantire la disponibilità e l'uso sostenibile di acqua di buona qualità per gli usi prioritari (acque destinate alla potabilizzazione e al consumo umano) e per tutti gli altri usi.
- È necessario, inoltre, perseguire l'uso sostenibile e durevole delle risorse mantenendo la capacità naturale di autodepurazione dei corpi idrici a sostegno di comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate ad essi associate, cioè garantendo per tutti i corpi idrici uno stato di buona qualità ambientale.

Disposizioni sui laghi

Nell'ampio panorama delle disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento, il Decreto in esame si concentra solo parzialmente sulle disposizioni inerenti la tutela dei laghi.

In particolare, l'allegato 1 intitolato al "monitoraggio e classificazione delle acque in funzione degli obiettivi di qualità ambientale", in relazione al concetto di corpi idrici significativi, introduce i laghi nella categoria dei corpi idrici superficiali, classificandoli in a) naturali, aperti o chiusi, a seconda che esista o meno un emissario; b) naturali ampliati e/o regolati, se provvisti all'incile di opere di regolamentazione idraulica. Vengono dunque considerati significativi i laghi aventi superficie dello specchio liquido pari a 0,5 km² o superiore (tale superficie è riferita al periodo di massimo invaso), e definito lo stato di qualità ambientale, sulla base dello stato ecologico e dello stato chimico del corpo idrico.

Il primo può essere considerato come l'espressione della complessità degli ecosistemi acquatici e della natura chimica e fisica delle acque e dei sedimenti, delle caratteristiche del flusso idrico e della struttura fisica del corpo idrico, considerando comunque prioritario lo stato degli elementi biologici dell'ecosistema. Gli elementi chimici considerati per la definizione dello stato ecologico saranno, a seconda del corpo idrico, i parametri chimici e fisici di base relativi al bilancio dell'ossigeno e allo stato trofico. Al fine di una valutazione completa dello stato ecologico, dovranno essere utilizzati opportuni indicatori biologici; oltre all'utilizzo dell'Indice Biotico Esteso (IBE), per i corsi d'acqua superficiali sarà necessario utilizzare i metodi per la rilevazione e la valutazione della qualità degli elementi biologici e di quelli morfologici dei corpi idrici che dovranno essere definiti con apposito Decreto ministeriale su proposta dell'ANPA (Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente), in particolare per le acque di transizione, le acque marine costiere e appunto i laghi.

Lo stato chimico, invece, viene definito in base alla presenza di sostanze chimiche pericolose. Ai fini della prima classificazione, la valutazione dello stato chimico dei corpi idrici superficiali è effettuata in base ai valori soglia riportati nella Direttiva 76/464/CE e nelle direttive da essa derivate, nonché nell'allegato 2 del presente Decreto alla sezione B; nel caso per gli stessi parametri siano riportati valori diversi, deve essere considerato il valore più restrittivo. Nella Tabella A1 sono riportati i principali inquinanti chimici già normati dalle direttive comunitarie. Per la definizione dello stato chimico, la selezione dei parametri da ricercare è effettuata dall'autorità competente, in relazione alle criticità presenti sul territorio.

Tabella A1. Principali inquinanti chimici da controllare nelle acque dolci superficiali

Tipologia	Inquinante
Inorganici (disciolti)	Cadmio Cromo totale Mercurio Nichel Piombo Rame Zinco
Organici (sul tal quale)	Aldrin Dieldrin Endrin Isodrin DDT Esaclorobenzene Esaclorocicloesano Esaclorobutadiene 1,2 dicloroetano Tricloroetilene Triclorobenzene Cloroformio Tetracloruro di carbonio Percloroetilene Pentaclorofenolo

Al fine di una valutazione completa dello stato chimico dovranno essere definiti, con apposito Decreto ministeriale su proposta dell'ANPA, metodi per la rilevazione e la valutazione della qualità dei sedimenti,

e metodi per la valutazione degli effetti provocati sulle comunità biotiche degli ecosistemi dalla presenza di sostanze chimiche pericolose, persistenti e bioaccumulabili.

Tali metodi dovranno integrare i criteri di determinazione dello stato chimico già adottati per i corpi idrici superficiali soprattutto per quanto riguarda le acque marine costiere o quelle a basso ricambio come i laghi.

In funzione dunque dello stato biologico e dello stato chimico, si determina lo stato ambientale dei corpi idrici significativi in relazione al grado di scostamento rispetto alle condizioni di un corpo idrico di riferimento. Gli stati di qualità ambientale previsti dal Decreto per le acque superficiali sono riportati in Tabella A2.

Tabella A2. Definizione dello stato ambientale per i corpi idrici superficiali

Stato ambientale	Descrizione
Elevato	Non si rilevano alterazioni dei valori di qualità degli elementi chimico-fisici e idromorfologici per quel dato tipo di corpo idrico in dipendenza degli impatti antropici, o sono minime rispetto ai valori normalmente associati allo stesso ecotipo in condizioni indisturbate. La qualità biologica sarà caratterizzata da una composizione e un'abbondanza di specie corrispondente totalmente o quasi alle condizioni normalmente associate allo stesso ecotipo. La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è paragonabile alle concentrazioni di fondo rilevabili nei corpi idrici non influenzati da alcuna pressione antropica.
Buono	I valori degli elementi della qualità biologica per quel tipo di corpo idrico mostrano bassi livelli di alterazione derivanti dall'attività umana e si discostano solo leggermente da quelli normalmente associati allo stesso ecotipo in condizioni non disturbate. La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, non comporta effetti a breve e lungo termine sulle comunità biologiche associate al corpo idrico di riferimento.
Sufficiente	I valori degli elementi della qualità biologica per quel tipo di corpo idrico si discostano moderatamente da quelli di norma associati allo stesso ecotipo in condizioni di riferimento. I valori mostrano segni di alterazione derivanti dall'attività umana e sono sensibilmente più disturbati rispetto alla condizione di "buono stato". La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è in concentrazione tale da non comportare effetti a breve e lungo termine sulle comunità biologiche associate al corpo idrico di riferimento.
Scadente	Si rilevano alterazioni considerevoli dei valori degli elementi di qualità biologica del tipo di corpo idrico superficiale, e le comunità biologiche interessate si discostano sostanzialmente da quelle di norma associate al tipo di corpo idrico superficiale inalterato. La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è in concentrazione tale da comportare effetti a medio e lungo termine sulle comunità biologiche associate al corpo idrico di riferimento.
Pessimo	I valori degli elementi della qualità biologica per quel tipo di corpo idrico superficiale presentano alterazioni gravi e mancano ampie porzioni delle comunità biologiche di norma associate al tipo di corpo idrico superficiale inalterato. La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è in concentrazione tale da indurre gravi effetti a breve e lungo termine sulle comunità biologiche associate al corpo idrico di riferimento.

Sempre nell'allegato 2, in tema di acque superficiali (monitoraggio e classificazione), si trova un ulteriore approfondimento dedicato agli indicatori di qualità e alle analisi da effettuare, specifico per i laghi.

La definizione dello stato di qualità ambientale dei laghi è basata sulle analisi effettuate sulla matrice acquosa e, qualora ne ricorra la necessità, tali analisi vanno integrate con determinazioni sui sedimenti e sul biota, ovvero da saggi biologici a medio e lungo termine.

Le determinazioni sulla matrice acquosa riguardano due gruppi di parametri, quelli di base e quelli addizionali. Per parametri di base si intende:

- *Parametri chimico-fisici*
 - alcalinità
 - azoto ammoniacale
 - azoto nitrico
 - azoto nitroso
 - azoto totale
 - conducibilità elettrica specifica
 - ortofosfato
 - ossigeno disciolto
 - pH
 - temperatura
- *Parametri macrodescrittori*
 - clorofilla a
 - fosforo totale
 - ossigeno ipolminico
 - trasparenza

La determinazione dei parametri di base è obbligatoria: mentre alcuni parametri sono relativi allo stato trofico e vengono utilizzati per la classificazione, altri servono a fornire informazioni di supporto per l'interpretazione dei fenomeni di alterazione. I parametri addizionali invece sono relativi ai microinquinanti organici e inorganici (quelli di ampio significato ambientale sono riportati nella Tabella A1).

Oltre alle rilevazioni scientifiche sullo stato ecologico e chimico per la determinazione dello stato di qualità generale del lago, è altrettanto importante la fase del campionamento, e a tale proposito il Decreto fissa criteri ben definiti per la scelta delle stazioni:

- *corpi d'acqua di superficie inferiore a 80 km²:*
 - viene utilizzata un'unica stazione fissata nel punto di massima profondità;
- *corpi d'acqua con superficie maggiore di 80 km² o di forma irregolare:*
 - il numero delle stazioni va individuato caso per caso, tenendo conto delle zone di maggior interesse (rami ciechi, grandi baie poco profonde, fosse isolate).

I campioni di acqua vanno prelevati lungo la colonna, con le seguenti modalità:

- *laghi con profondità fino a 5 metri:*
 - un campione in superficie e uno sul fondo;
- *laghi con profondità fino a 50 metri:*
 - un campione in superficie, uno a metà della colonna d'acqua e uno sul fondo;
- *laghi con profondità superiore a 50 metri:*
 - un campione in superficie, uno a 25 m, uno a 50 m, uno a 100 m, uno a multipli di 100 m, e uno sul fondo;
- *laghi che per peculiarità ambientali o situazioni di influsso antropico necessitano di un maggior dettaglio per la colonna d'acqua superiore:*
 - un campione in superficie, uno a 5 m, uno a 10 m, uno a 20 m, uno a 50 m, uno a 100 m, uno a multipli di 100 m, e uno sul fondo.

I campionamenti devono essere effettuati semestralmente, una volta nel periodo di massimo rimescolamento e una in quello di massima stratificazione.

Ai fini della classificazione dello stato ecologico dei laghi, viene valutato lo stato trofico così come indicato dalla Tabella A3. La classe da attribuire è quella che emerge dal risultato peggiore tra i quattro parametri indicati.

Tabella A3. Stato ecologico dei laghi

Parametro	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
Trasparenza (valore minimo)	>5	≤5	≤2	≤1,5	≤1
Ossigeno ipolimnico (valore minimo misurato nel periodo di massima stratificazione)	>80%	≤80%	≤10%	≤40%	≤20%
Clorofilla a (valore massimo)	<3	≤6	≤10	≤25	>25
Fosforo totale (valore massimo)	<10	≤25	≤50	≤100	>100

Per la valutazione dei parametri relativi agli inquinanti chimici di cui alla Tabella A1 si considera la media aritmetica dei dati disponibili nel periodo di misura; al fine dell'attribuzione dello stato ambientale, i dati relativi allo stato ecologico andranno confermati dagli eventuali dati relativi alla presenza degli inquinanti chimici della Tabella A1 secondo quanto indicato dalla Tabella A4.

Tabella A4. Stato ambientale dei laghi

Concentrazione inquinanti	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
≤ Valore soglia	Elevato	Buono	Sufficiente	Scadente	Pessimo
> Valore soglia	Scadente	Scadente	Scadente	Scadente	Pessimo

Esaurita la descrizione delle metodologie proposte per valutazione dello stato qualitativo, il Decreto conclude i riferimenti alla tutela dei laghi con l'allegato 6, riguardante i criteri per l'individuazione delle aree sensibili:

- laghi naturali, altre acque dolci, estuari e acque del litorale già eutrofizzati, o probabilmente esposti a prossima eutrofizzazione, in assenza di interventi protettivi specifici;
- acque dolci superficiali destinate alla produzione di acqua potabile che potrebbero contenere in assenza di interventi una concentrazione di nitrato superiore a 50 mg/L (stabilita in conformità alla Direttiva 75/440 concernente la qualità delle acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile);
- aree che necessitano, per gli scarichi afferenti, di un trattamento supplementare al trattamento secondario al fine di conformarsi alle prescrizioni previste dalla presente norma.

Per quanto riguarda il primo gruppo, per individuare il nutriente da ridurre mediante ulteriore trattamento, bisogna considerare che, nei laghi e nei corsi d'acqua che si immettono in laghi/bacini/baie chiuse con scarso ricambio idrico e ove possono verificarsi fenomeni di accumulazione, la sostanza da eliminare è il fosforo, mentre nel caso di scarichi provenienti da ampi agglomerati si può prevedere di eliminare anche l'azoto.

Comunque, oltre a queste caratterizzazioni, "generali", ai sensi del comma 2, punto a) dell'articolo 18, "sono da considerare in prima istanza come sensibili, tutti i laghi posti ad un'altitudine sotto i 1000 m sul livello del mare e aventi una superficie dello specchio liquido almeno di 0,3 km²." Per l'identificazione di ulteriori aree sensibili, oltre ai criteri sopra citati, spetta alle Regioni prestare attenzione a quei corpi idrici dove si svolgono attività tradizionali di produzione ittica.

Direttiva Quadro (WFD) 2000/60 CE

Il principio fondante della WFD afferma che le risorse idriche non sono un prodotto commerciale ma un patrimonio comune e pertanto va trattato come tale, conservato, migliorato e preservato per le attuali e future generazioni.

Gli scopi che si prefigge la Direttiva per conseguire una efficace protezione delle acque superficiali, delle acque di transizione, delle acque costiere e sotterranee, sono: impedire l'ulteriore deterioramento di tutti i corpi idrici intesi nella loro globalità funzionale, (costituiti cioè dall'acqua, dagli ecosistemi acquatici e terrestri connessi includendo le zone umide, le aree riparali, il biota, i sedimenti); proteggere, con misure di riduzione graduale degli scarichi puntuali ma anche delle emissioni e perdite di sostanze pericolose fino alla loro eliminazione dall'ambiente a scadenze fissate; favorire un utilizzo idrico sostenibile nel lungo periodo provvedendo anche a salvaguardare il territorio dal dissesto idrogeologico provocato da piene, inondazioni e siccità.

La conoscenza dello stato delle risorse, sia per gli aspetti quantitativi (disponibilità complessiva e rinnovabile) sia per quelli qualitativi (qualità dell'acqua e degli ecosistemi che l'acqua sostiene), della domanda di acqua per la vita dell'uomo e delle specie animali e vegetali e per lo sviluppo delle comunità sociali, è elemento essenziale per una corretta e sostenibile gestione della risorsa stessa e più in generale per una adeguata politica della risorsa e del territorio.

La protezione e il miglioramento delle risorse richiede un approccio combinato che integri le misure di tutela dello stato ambientale dei corpi idrici con le misure di riduzione/eliminazione delle pressioni e inquinamenti determinati dalle attività sociali e produttive dell'uomo e degli impatti da esse provocate.

La Direttiva quindi adotta un approccio concettuale integrato definito come schema DPSIR (Figura A1), dove "D" sono le cause determinanti (produzione, popolazione, trasporto ecc.), "P" le pressioni prodotte (emissioni, scarichi, captazioni), "S" lo stato ambientale delle risorse e quindi l'obiettivo ambientale da conseguire, "I" gli impatti sull'uomo e gli ecosistemi e "R" le risposte normative, organizzative, finanziarie.

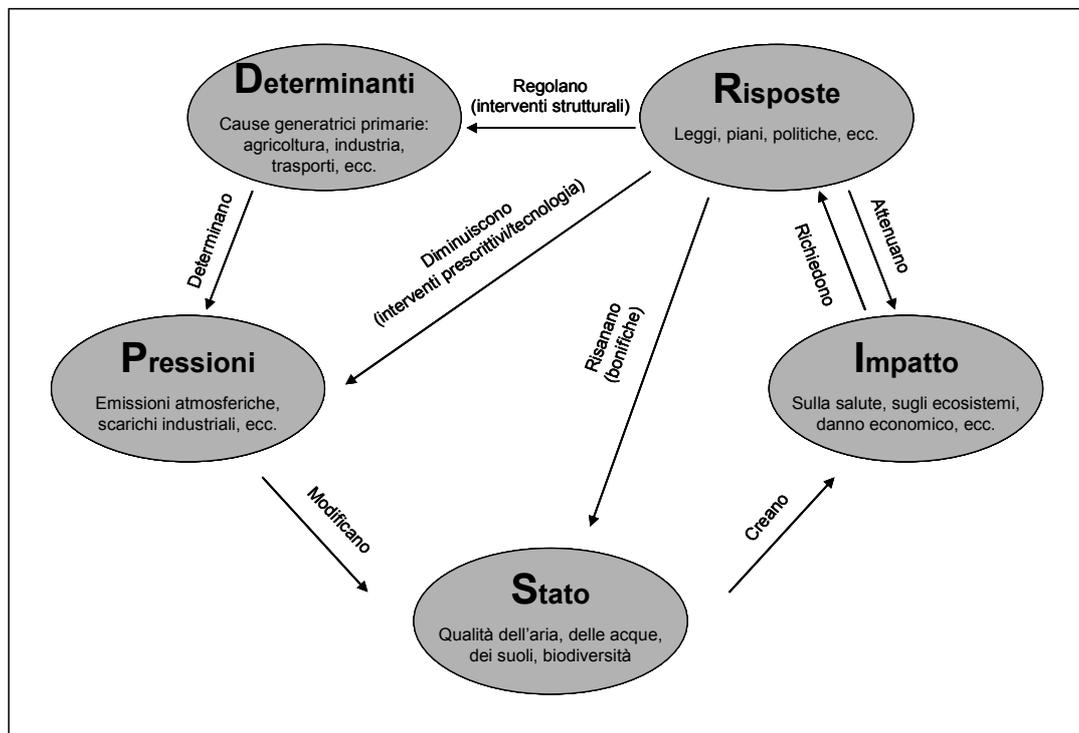


Figura A1. Schema concettuale DPSIR (Determinanti-Pressioni-Stato-Impatto-Risposte)

La Direttiva Quadro 2000/60/CE fissa i criteri generali di una politica ambientale mirata al perseguimento di obiettivi di salvaguardia e miglioramento della qualità dell'ambiente, nonché ad un'utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali, adottando principi di precauzione e azione preventiva, correggendo alla fonte il danno ambientale e utilizzando il principio del "chi inquina paga".

È emersa anche la necessità di una maggiore integrazione tra protezione e gestione sostenibile dell'acqua con le altre politiche comunitarie, come la politica energetica, dei trasporti, la politica agricola e della pesca, quella regionale e in materia di turismo. Una efficace politica delle acque ha bisogno, infatti, di tener conto della fragilità degli ecosistemi acquatici, essendo il loro equilibrio influenzato dalla qualità delle acque che li sostengono. La Direttiva fissa dunque obiettivi generali ambientali da raggiungere in tempi certi: primo fra tutti un "buono" stato ecologico di tutti i corpi idrici entro il 2016 in un contesto di usi sostenibili e tutela delle risorse stesse, con il traguardo finale della cessazione di ogni scarico emissione e rilascio di sostanze pericolose prioritarie (33 sostanze tra cui metalli, pesticidi, diossine, sostanze organoclorurate, contenute nell'allegato X della Direttiva) entro il 2020.

Per ottenere risultati corrispondenti agli obiettivi ambientali di buona qualità dell'acqua in ogni Bacino Idrografico, è necessario sviluppare una adeguata conoscenza delle caratteristiche del Bacino, dell'impatto delle attività umane e degli aspetti economici dell'utilizzo idrico. Poiché si può ragionevolmente prevedere la necessità di rilevanti risorse finanziarie per attuare una complessa politica di tutela, è indispensabile sviluppare strumenti operativi che sostengano lo sviluppo di queste politiche in modo sistematico e comparabile in tutta la Comunità. I criteri condivisi proposti riguardano:

- il principio del recupero dei costi dei servizi idrici, compresi i costi ambientali e la stima del valore delle risorse, in relazione ai danni o alle ripercussioni negative per l'ambiente acquatico;
- il principio "chi inquina paga" per gli aspetti sanzionatori della norma.

Per quanto riguarda invece la prevenzione e riduzione integrata dell'inquinamento, ci si dovrebbe ispirare ad un approccio combinato che riduca l'inquinamento alla fonte e fissi valori limite per l'emissione e norme di qualità ambientali.

Infine, non va trascurato l'aspetto quantitativo, istituendo principi generali per limitare l'estrazione eccessiva e l'arginazione, la deviazione e la modificazione artificiali delle acque.

Disposizioni sui laghi

Come già visto, il DL.vo 152/1999 concentrava la sua attenzione sulla caratterizzazione dei laghi in base allo stato ecologico e allo stato chimico del corpo acquifero. La Direttiva quadro propone una metodologia analoga ma più approfondita, caratterizzando i tipi di corpi idrici superficiali (tra cui i laghi), seguendo due sistemi distinti:

- *Sistema A*
che prevede in primo luogo la classificazione del corpo idrico superficiale del distretto idrografico per ecoregioni secondo le aree descritte dalla Tabella A5 e indicate nella mappa riportata nell'allegato XI e successivamente la classificazione di ciascuna ecoregione nei tipi di corpi idrici superficiali secondo i descrittori contenuti nella medesima Tabella.
- *Sistema B*
segundo il quale (Tabella A6) gli stati membri devono conseguire almeno lo stesso grado di classificazione realizzabile col sistema A.

Pertanto, ci si prefigge di classificare i corpi idrici superficiali del distretto idrografico in tipi avvalendosi dei valori relativi ai descrittori obbligatori nonché ai descrittori opzionali, o combinazioni di descrittori, tali da garantire che si possano determinare in modo affidabile le condizioni biologiche di riferimento tipiche specifiche.

Tabella A5. Classificazione del corpo idrico superficiale: sistema A

Tipologia fissa	Descrittori
Ecoregione	Ecoregioni indicate nella mappa A riportata nell'allegato XI
Tipo	Tipologia in base all'altitudine elevata: >800 m media: da 200 a 800 m bassa: <200 m Tipologia della profondità in base alla profondità media <3 m da 3 a 15 m >15 m Tipologia della dimensione in base alla superficie da 0,5 a 1 km ² da 1 a 10 km ² da 10 a 100 km ² >100 km ² Composizione geologica calcarea silicea organica

Tabella A6. Classificazione del corpo idrico superficiale: sistema B

Caratterizzazione alternativa	Fattori fisici e chimici che determinano le caratteristiche del lago e quindi incidono sulla struttura e la composizione della popolazione biologica
Fattori obbligatori	altitudine latitudine longitudine profondità composizione geologica dimensioni
Fattori opzionali	profondità media del lago forma del lago tempo di residenza temperatura media dell'aria intervallo delle temperature dell'aria caratteristiche del mescolamento (ad esempio monomittico, dimittico, polimittico) capacità di neutralizzazione degli acidi livello di fondo della concentrazione di nutrienti composizione media del substrato fluttuazione del livello delle acque

Allo stesso modo vengono presi in considerazione gli elementi qualitativi per la classificazione dello stato ecologico dei laghi, concentrando l'attenzione su:

- elementi biologici:
 - composizione, abbondanza e biomassa del fitoplancton
 - composizione e abbondanza dell'altra flora acquatica
 - composizione e abbondanza dei macroinvertebrati bentonici
 - composizione, abbondanza e struttura di età della fauna ittica

A sostegno degli elementi biologici vengono presi in considerazione:

- elementi idromorfologici:
 - regime idrologico
 - massa e dinamica del flusso idrico
 - tempo di residenza
 - connessione con il corpo idrico sotterraneo
 - condizioni morfologiche
 - variazione della profondità del lago
 - massa, struttura e substrato del letto
 - struttura della zona ripariale
- elementi chimici e chimico-fisici:
 - elementi generali
 - trasparenza
 - condizioni termiche
 - salinità
 - stato di acidificazione
 - condizioni dei nutrienti
 - inquinanti specifici
 - inquinamento da tutte le sostanze dell'elenco di priorità di cui è stato accertato lo scarico nel corpo idrico
 - inquinamento da altre sostanze di cui è stato accertato lo scarico nel corpo idrico in quantità significative.

In relazione ai valori di qualità ecologica determinati dai suddetti elementi, la Direttiva consente di classificare lo stato dei laghi in:

- stato ecologico elevato
- stato ecologico buono
- stato ecologico sufficiente.

Sono classificate come aventi stato scarso o cattivo le acque che presentano uno stato inferiore a quello sufficiente, e cioè:

- quelle che presentano alterazioni considerevoli dei valori degli elementi di qualità biologica e nelle quali le comunità biologiche interessate si discostano sostanzialmente da quelle di norma associate al tipo di corpo idrico superficiale inalterato, sono classificate come aventi stato scarso;
- quelle che presentano gravi alterazioni dei valori degli elementi di qualità biologica e nelle quali mancano ampie porzioni di comunità biologiche interessate di norma associate al tipo di corpo idrico superficiale inalterato, sono classificate come aventi stato ecologico cattivo.

Al fine di definire una visione coerente e globale dello stato delle acque all'interno di ciascun distretto idrografico, gli stati membri provvedono ad elaborare dei programmi di monitoraggio, che nel caso delle acque superficiali (laghi), riguardano:

- volume e livello o proporzione del flusso idrico nella misura adeguata ai fini dello stato ecologico e chimico e del potenziale ecologico;
- stato ecologico e chimico del potenziale ecologico.

Tali programmi devono essere operativi entro 6 anni dall'entrata in vigore della Direttiva (se non specificato diversamente) e il monitoraggio in questione deve essere effettuato secondo le prescrizioni di cui all'allegato V (art. 8).

La rete di monitoraggio deve essere progettata in modo da fornire una panoramica coerente e complessiva dello stato ecologico e chimico, tale da consentire la classificazione dei corpi idrici nelle 5 classi di cui sopra (elevato, buono, sufficiente, scarso o cattivo) e in base a tale caratterizzazione viene poi definito per ciascun periodo cui si applica il piano di gestione dei bacini idrografici, un programma di monitoraggio di sorveglianza e un programma di monitoraggio operativo (in taluni casi può essere necessario istituire anche un programma di monitoraggio di indagine).

Nello specifico, per quanto concerne i laghi, la frequenza temporale del monitoraggio dovrà essere fissata per ciascun parametro indicativo degli elementi di qualità biologica, idromorfologica e chimico-fisica come evidenziato nella Tabella A7.

Tabella A7. Frequenza temporale del monitoraggio dei laghi

Elementi di qualità	Frequenza
Biologica	
<i>fitoplancton</i>	6 mesi
<i>altra flora acquatica</i>	3 anni
<i>macroinvertebrati</i>	3 anni
<i>pesci</i>	3 anni
Idromorfologica	
<i>idrologia</i>	1 mese
<i>morfologia</i>	6 anni
Chimico-fisica	
<i>condizioni termiche</i>	3 mesi
<i>ossigenazione</i>	3 mesi
<i>salinità</i>	3 mesi
<i>stato dei nutrienti</i>	3 mesi
<i>stato di acidificazione</i>	3 mesi
<i>altri inquinanti</i>	3 mesi
<i>sostanze dell'elenco di priorità</i>	1 anno

*La riproduzione parziale o totale dei Rapporti e Congressi ISTISAN
a stampa o online deve essere preventivamente autorizzata.
Le richieste possono essere inviate a: pubblicazioni@iss.it.*

*Stampato da Ditta Grafiche Chicca & C. snc
Via di Villa Braschi 143, 00019 Tivoli (Roma)*

Roma, dicembre 2004 (n. 4) 19° Suppl.