

Lo stato di qualità delle acque del Lago di Bolsena nell'anno 2013: revisione critica dei risultati dell'ARPA Lazio

Recentemente l'ARPA Lazio ha reso pubblico la sua valutazione riassuntiva **“Stato di qualità delle acque del lago di Bolsena anno 2012 e 2013”** e i dati delle misure alla base di questa valutazione. Segue una revisione critica delle misure e valutazioni. dell'ARPA Lazio; additionally, accenniamo alle misure dell'Associazione Lago di Bolsena (ALdB) che sono quelle prese come referenza dall'Università della Tuscia e dal CNR Pallanza.

Stato ecologico del Lago:

Seguendo la nuova normativa (direttiva 2000/60/CE, recepita dal DL 152/06 e completata dai successivi regolamenti (DM 131/08 e DM 56/09), DM 260/10 e disposizioni successive), gli elementi per la classificazione dello stato ecologico del Lago sono gli Elementi di Qualità Biologica (EQB), gli elementi fisico-chimici, chimici (inquinanti specifici) e idromorfologici.

Elementi biologici e fisico-chimici:

Gli elementi biologici e fisico-chimici di sostegno permettono di determinare lo stato trofico del Lago. A questo scopo sono stati presi campioni d'acqua a varie profondità in punti vicino al centro del Lago: per l'ARPA nel punto L5.30 (42° 34,30'N, 11° 56,43'E), per l'ALdB nel punto “pelagica sud” (42° 35,00'N, 11° 56,50'E).

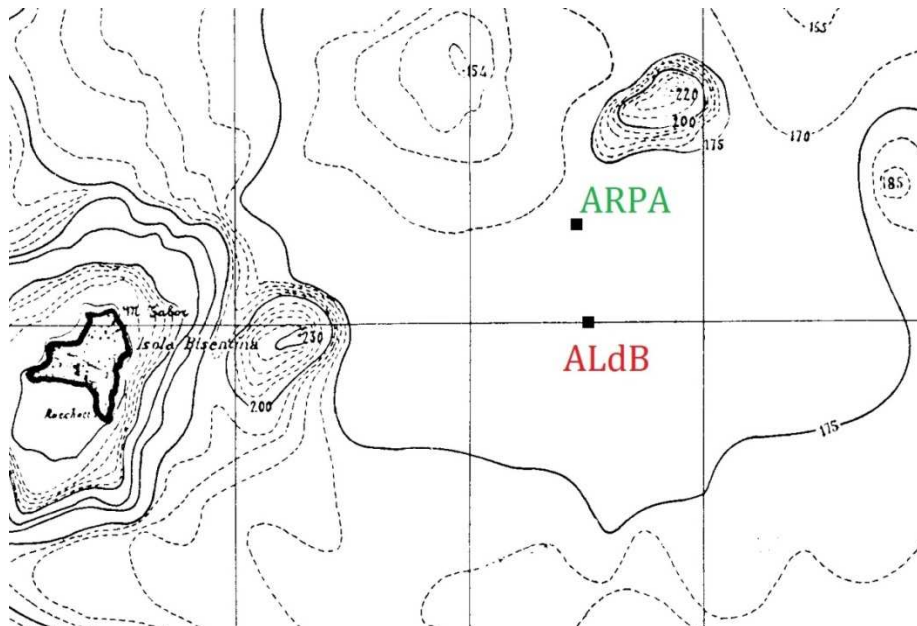


Illustrazione 1: Posizioni di campionamento al centro del Lago: punto L5.30 dell'ARPA, e punto “pelagica sud” dell'ALdB

La valutazione degli elementi biologici, che comprende l'analisi della flora e fauna acquatica, è complessa e costosa e fuori dalla portata di associazioni di volontariato come l'ALdB, però anche (ancora nel 2013) dell'ARPA Lazio. Per la valutazione dello stato trofico del Lago, ambedue si

concentrano quindi sulla determinazione dell'indice LTL_{eco} (Livello Trofico Laghi per lo stato ecologico). A questo fine si considerano tre parametri fisico-chimici (trasparenza, concentrazione totale di fosforo, e concentrazione dell'ossigeno disciolto), che indirettamente testimoniano dello stato trofico delle acque. L'indice LTL_{eco} corrisponde approssimativamente all'indice SEL della vecchia normativa, che fino all'anno 2010 attribuiva qualità "Sufficiente" al Lago di Bolsena.

Secondo la normativa è necessario conoscere la trasparenza "mediante il calcolo della media dei valori riscontrati nel corso dell'anno", il livello totale di fosforo "riferito 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", e i valori della concentrazione dell'ossigeno disciolto "misurati nell'ipolimnio alla fine del periodo di stratificazione".

Trasparenza:

La trasparenza fornisce una misura sommaria della concentrazione di fitoplancton nelle acque superficiali, che dipende soprattutto dalla disponibilità di nutrienti, dalla temperatura e dall'intensità luminosa. Come questi fattori, la trasparenza è variabile durante l'anno, in un intervallo (per il nostro lago) tra 4 m e 11 m all'incirca.

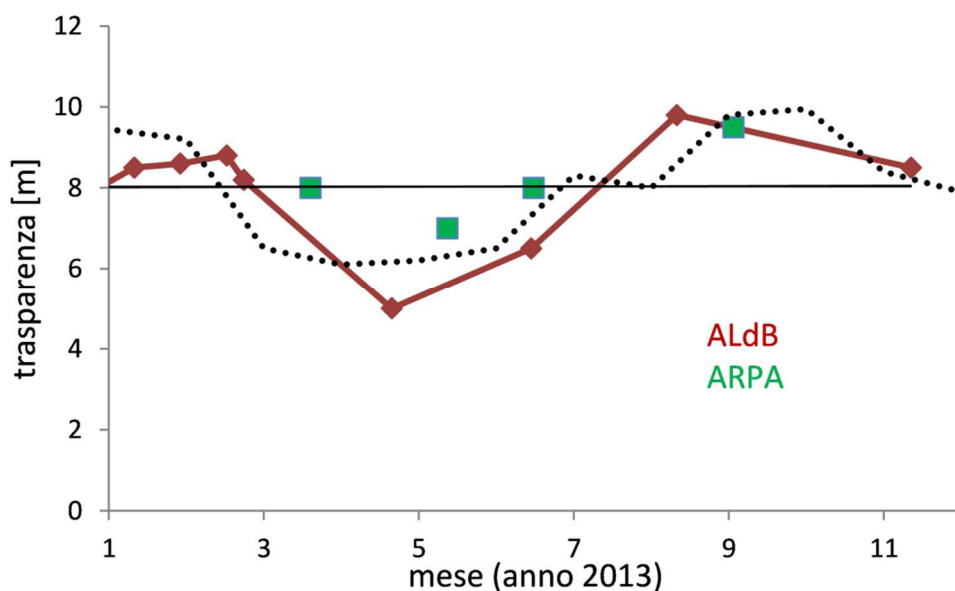


Illustrazione 2: *Variazione della trasparenza durante l'anno 2013 rilevata dall'ALdB con il disco Secchi (simboli rossi; la linea solida rossa è un aiuto visivo). I punti verdi rappresentano i dati per la trasparenza rilevati dall'ARPA. La linea tratteggiata rappresenta la media pluriennale dell'andamento della trasparenza.*

Il valore medio per la trasparenza determinato dall'ARPA dovrebbe corrispondere (con un grande margine di errore a causa della scarsità di misure) a quello dell'ALdB di circa 8 m (determinata da un least-squares-fit della curva della media pluriennale ai dati).

Concentrazione totale di fosforo:

L'elemento nutriente più importante, decisivo per lo stato trofico del Lago, è il fosforo. La sua concentrazione dipende dal bilancio tra apporti (da fogne e dall'agricoltura, e tramite liberazione dal fondo in condizioni anossiche) e consumi (dagli organismi acquatici e tramite fissazione nei

sedimenti). Il suo livello medio è da determinare alla fine dell'inverno ("nel periodo di piena circolazione alla fine della stagione invernale") quando il rimescolamento delle acque è massimo e, in condizioni favorevoli, completo. Nell'inverno 2012/2013 questo non era il caso (vedi simboli e curva blu nell'illustrazione 3, e curva blu nell'illustrazione 5), e si nota ancora un accumulo di fosforo negli strati più profondi del Lago. La media di P_{tot} (ponderata rispetto ai volumi degli strati - per disporre di informazioni più complete, sarebbe auspicabile una misura addizionale a una profondità di 75 m) è di circa $10,7 \pm 1,1 \mu\text{g/l}$. Istruttivo anche il grafico relativo alla concentrazione di fosforo nel mese di dicembre (simboli e curva rossa), nel periodo di massima stratificazione, dove il fosforo si è accumulato negli strati più profondi.

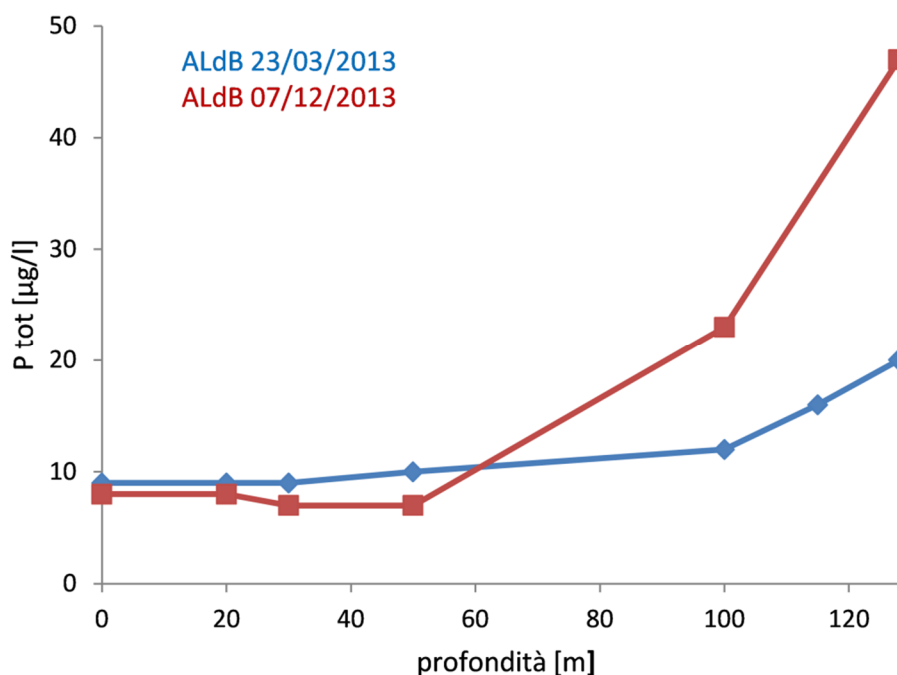


Illustrazione 3: Concentrazione totale di fosforo in funzione della profondità, per campioni presi nel periodo di massima stratificazione (simboli e curva rossi) e dopo rimescolamento invernale totale (simboli e curva blu). Analisi dell'ALdB (le linee solide sono un aiuto visivo).

I dati dell'ARPA Lazio della concentrazione del fosforo totale in funzione della profondità dei prelievi (con cinque campagne di monitoraggio effettuate) sono difficili da interpretare. Si osserva una spiccata variabilità del contenuto medio di fosforo nel corso dell'anno che oscilla tra un valore minimo più basso di $10 \mu\text{g/l}$ (la soglia di detezione) e un valore attorno a $40 \mu\text{g/l}$ rilevato in giugno. **Manca il rilevamento nel periodo di massimo rimescolamento (mesi di febbraio e marzo); il limite di rilevabilità (con $10 \mu\text{g/l}$) e la variabilità dei valori sono troppo alti, il numero di prelievi per campagna e l'affidabilità dell'analisi sono bassi.** La media ponderata rispetto ai volumi ipsografici per il rilevamento del 18 aprile (quello più vicino al periodo di massimo rimescolamento) è di circa $16 \mu\text{g/l}$ (assumendo $P_{tot} = 9 \mu\text{g/l}$ dove risulta sotto la soglia di detezione).

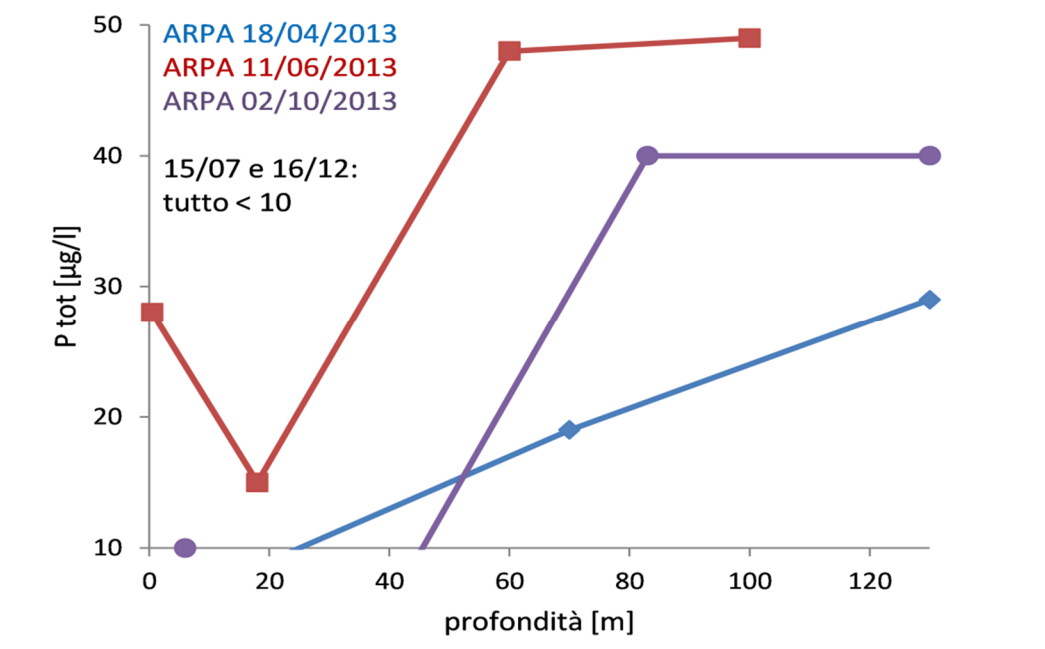


Illustrazione 4: Concentrazione totale di fosforo in funzione della profondità, per campioni presi in vari periodi dell'anno. Analisi dell'ARPA Lazio (le linee solide sono aiuti visivi).

Concentrazione dell'ossigeno disciolto ipolimnico:

La concentrazione di ossigeno è caratteristica dell'attività biologica nell'acqua e determina le forme di vita presenti. Illustrazione 5 mostra la distribuzione dell'ossigeno disciolto lungo tutta la colonna d'acqua nel periodo di massima stratificazione (curva rossa) determinata dall'ALdB. Si nota una concentrazione dell'ossigeno in costante diminuzione nell'ipolimnio (che in questo caso si estende tra circa 50 m di profondità e il fondo) con una media attorno al 45% della concentrazione di saturazione, e una forte diminuzione vicino al fondo. La distribuzione corrispondente a fine inverno (curva blu) evidenzia l'incompleto rimescolamento durante l'inverno 2012/2013 – l'ossigenazione non ha raggiunto tutti gli strati con uguale intensità.

Questo andamento della concentrazione dell'ossigeno in dipendenza della profondità e del periodo nell'anno è caratteristico per il nostro lago e per tutti i laghi con tipologia comparabile: dopo un rimescolamento massimo a fine inverno con ossigenazione degli strati profondi, nei mesi successivi, a causa della progressiva stratificazione, in profondità l'ossigeno man mano si esaurisce fino a una pronunciata anossia vicino al fondo in condizioni sfavorevoli.

Sorprende che questo andamento non è osservabile nei dati dell'ARPA Lazio, dove la concentrazione d'ossigeno risulta essenzialmente costante per tutte le campagne di rilevamento e tutte le profondità (e scende mai, in particolare, sotto un valore di 85% del valore di saturazione): sarebbe auspicabile una verifica di questi risultati insoliti. **Comunque, i dati dell'ARPA (rilevati in dicembre, punti verdi nel grafico 5), con un'unica misura in pieno ipolimnio, non si prestano per una seria determinazione della concentrazione media d'ossigeno.** Anticipiamo inoltre, che quest'unica misura nell'ipolimnio (che dà un valore di O_{disc} anormalmente alto) è l'argomento decisivo per la valutazione come "Buono" dell'indice LTL_{eco} .

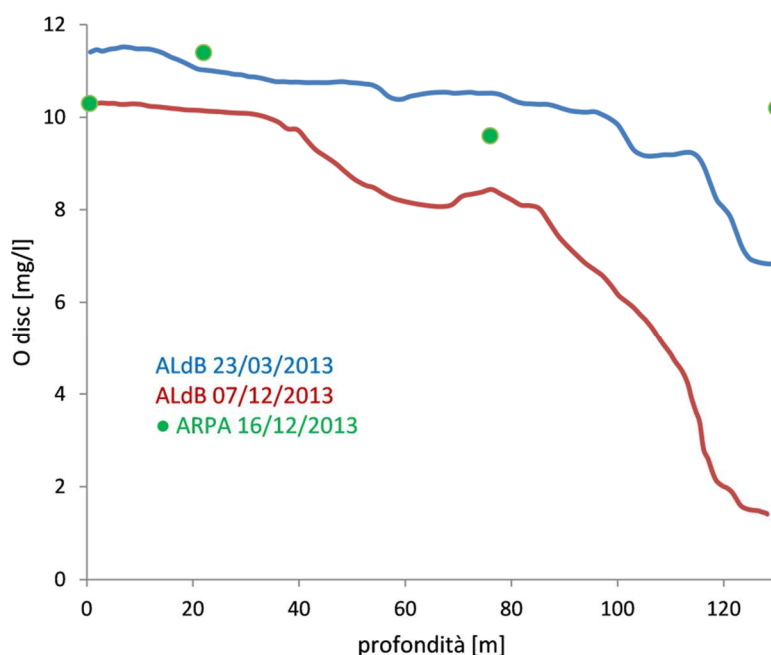


Illustrazione 5: Distribuzione dell'ossigeno disciolto in funzione della profondità nel periodo di massima stratificazione (curva rossa) e dopo massimo rimescolamento invernale (curva blu) determinata dall'ALdB. I punti verdi denotano le concentrazioni dell'ossigeno disciolto determinate dall'ARPA nel periodo di massima stratificazione.

Tabella 1 elenca i parametri determinanti l'indice LTL_{eco} e i loro valori secondo l'ARPA Lazio. Questi valori ricadono in uno degli intervalli L1, L2 e L3 contribuendo, secondo l'intervallo assegnato, un punteggio di 5 punti (L1), 4 punti (L2) o 3 punti (L3) all'indice LTL_{eco} che si calcola come somma dei tre punteggi. **Applicando un minimo di rigore scientifico, i dati dell'ARPA non permettono la determinazione di LTL_{eco} : né O_{disc} , né P_{tot} possono essere determinati in modo sufficiente.**

parametro	valore	intervallo L1	intervallo L2	intervallo L3	punteggio assegnato
ARPA					
P_{tot} [$\mu\text{g/l}$]	≤ 16	≤ 8	≤ 15	> 15	(3)
O_{disc} [%sat]	$\approx 90\%$	> 80	$80 > O_{disc} > 40$	≤ 40	(5)
T [m]	≈ 8	≥ 10	$\geq 5,5$	$< 5,5$	4
LTL_{eco}					(12)

Tabella 1: Determinazione dell'indice LTL_{eco} a partire dalle analisi dell'ARPA Lazio.

Malgrado la qualità insufficiente dei dati, l'ARPA nel suo riassunto assegna uno stato "Buono" all'indice LTL_{eco} constatando un miglioramento nel confronto dello stato "Sufficiente" dell'anno 2012: **un giudizio privo di base scientifica.**

Nel periodo di vigore della vecchia normativa, lo stato ecologico del Lago di Bolsena, valutato tramite l'indice SEL, risultava "Sufficiente". La promozione nella classe "Buono" (se si accettassero come scientificamente validi i dati dell'ARPA) sarebbe dovuta esclusivamente al cambiamento normativo dei criteri di valutazione, e non a un effettivo miglioramento della qualità delle acque.

Comunque, la normativa europea prevede il confronto dello stato del lago fra l'anno 2007 e 2015 chiedendo un miglioramento da "Sufficiente" a "Buono". Questo confronto necessariamente dev'essere fatto secondo i criteri della vecchia normativa.

Il fatto più importante da rilevare è che il parametro decisivo per la determinazione della classe di qualità è il contenuto di fosforo P_{tot} nelle acque del Lago. La trasparenza T , anche se ha conosciuto una diminuzione significativa nel corso degli ultimi 20 anni (di circa 1 metro nella media annuale), ricade nell'intervallo L2 con valori lontani dai limiti di classe. Anche il valore medio del contenuto dell'ossigeno disciolto O_{disc} nell'ipolimnio, soggetto a ampie variazioni di anno in anno (e senza variazioni significativi durante gli ultimi dieci anni), è saldamente situato nell'intervallo L2.

In questo stesso periodo invece, P_{tot} ha conosciuto un aumento significativo e notevole (illustrazione 6) e rischia di raggiungere il valore soglia di 15 $\mu\text{g/l}$ dell'intervallo L2 (nuova normativa) in pochi anni.

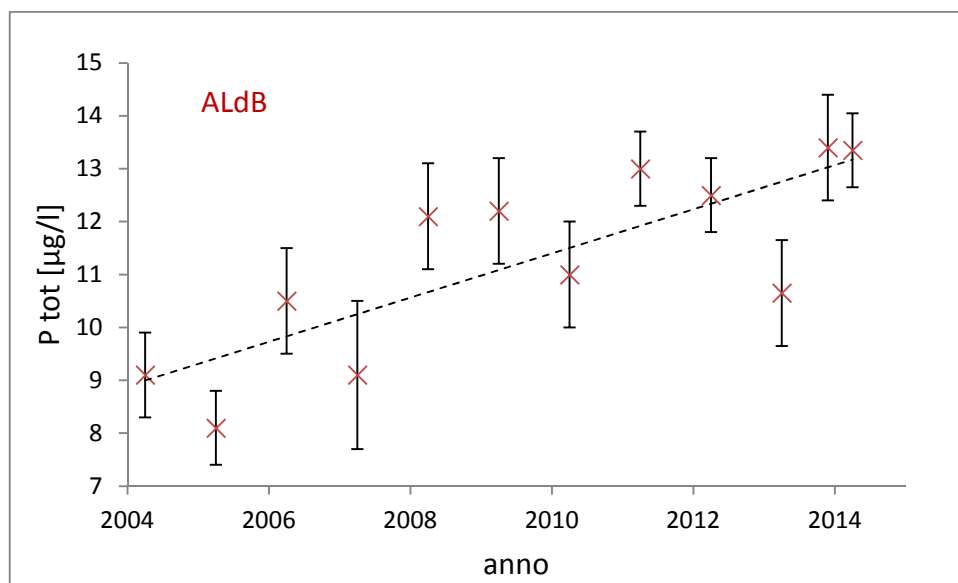


Illustrazione 6: Evoluzione della concentrazione totale di fosforo P_{tot} nel Lago nel corso degli ultimi dieci anni. Valori medi calcolati dai valori rilevati dall'ALdB dopo il rimescolamento invernale. Gli errori di misura dei valori medi indicati sono stime. La linea di tendenza (least squares fit) tratteggiata rappresenta l'ipotesi di un cambiamento lineare della concentrazione.

Elementi chimici:

Gli elementi chimici permettono di determinare lo stato chimico delle acque che, assieme allo stato trofico, definisce lo stato ecologico del Lago. Nel 2013, l'ARPA Lazio ha condotto 6 campagne di campionamento (sempre nel punto L5.30 al centro del Lago) a questo scopo, monitorando la presenza e la concentrazione delle sostanze nell'elenco di priorità e applicando gli standard di qualità previsti dalla normativa (DM 260/10, A2.6 e Tabella 1/A). Circa un terzo delle sostanze previste non sono state rilevate (e metà delle sostanze prioritarie pericolose), per il resto le concentrazioni sono state sotto i limiti di norma.

Lo stato chimico del Lago sarebbe quindi "Buono", anche se **un giudizio definitivo non è possibile perché mancano i dati per un terzo delle sostanze prioritarie**. Importante anche il dato che la concentrazione di arsenico è di 5 $\mu\text{g/l}$ per tutti i rilevamenti, e che quindi l'acqua del Lago è idonea ad essere miscelata con l'acqua degli acquedotti nel Viterbese per abbassare l'alta concentrazione di arsenico.

Stato ecologico e ambientale del Lago:

Nella sua sintesi, l'ARPA Lazio definisce lo stato ecologico del Lago di Bolsena come "Buono" sulla base della classe "Buono" dell'indice LTL_{eco}, della classe "Buono" dello stato chimico, e "Elevato" dell'indice fitoplanctonico.

A rigore, questa determinazione è senza base scientifica: i dati non permettono nessuna conclusione né relativo allo stato trofico, né all'indice fitoplanctonico, "valutato sulla base del contenuto di clorofilla "a"", la cui concentrazione però è stata rilevata in maniera non sistematica, con soltanto poche misure durante l'anno.

Stato igienico-sanitario delle acque di balneazione:

Secondo i bollettini per le acque di balneazione pubblicati dall'ARPA negli ultimi anni, lo stato igienico-sanitario delle acque del Lago è quasi sempre e dappertutto "eccellente". Come rilevato più volte e segnalato alle autorità, questo è un artefatto reso possibile dalla violazione delle disposizioni di legge. **Da una parte, la frequenza del campionamento di un prelievo al mese è troppo bassa per acque soggette a "inquinamenti a breve durata" causati dai frequenti malfunzionamenti del collettore disastroso, dall'altra parte i punti di campionamento sono spesso lontani da "dove si prevede il maggior afflusso di bagnanti ed il rischio più elevato di inquinamento"**. L'esempio più chiaro ne è la spiaggia di Capodimonte che è, nel suo tratto più frequentato su una lunghezza di quasi due chilometri, senza sorveglianza sanitaria, e che risultava di balneabilità "eccellente" anche nel mese di settembre 2011, quando per cinque giorni vi si riversavano tutte le acque fognarie del comune. Un altro esempio recente è la spiaggia di Bolsena, di qualità "eccellente" anche nel mese di settembre 2013, quando nella località Grancarro, per più di una settimana, accoglieva tutte le acque nere di San Lorenzo, Grotte di Castro e Bolsena.