

# Perché, per come e fatti del lago

Roberto Bertoni

[r.bertoni@ise.cnr.it](mailto:r.bertoni@ise.cnr.it)

CNR Istituto per lo Studio degli Ecosistemi, Verbania

2011





# Indice

Quanto è grande e profondo il Lago Maggiore?	5
Perchè il Lago Maggiore ha la forma di un grande fiume?	
Origine del Lago Maggiore	7
Nel lago ci sono forti correnti? Come si muove l'acqua del lago?	13
Fino a che profondità del lago arriva la luce (e il calore) del sole?	17
Perchè le acque del lago sono più trasparenti in inverno che in estate?	19
Perchè il ghiaccio galleggia?	21
Perchè oggi si trovano nei laghi specie che prima non c'erano?	23
Perchè nel lago dominano gli organismi piccoli?	25
Che cos'è il plancton?	27
Nel lago ci sono anche vegetali di grandi dimensioni?	29
Il lago sta bene?	31
Il lago è inquinato?	35
Si può fare il bagno nel lago?	37
L'acqua del lago si può bere? Il pesce del lago si può mangiare?	39
Il lago è acido? o che cos'è il pH?	41
Perché in estate vicino alla riva del lago c'è odore di terra bagnata?	43



## Quanto è grande e profondo il Lago Maggiore?



Il Lago Maggiore ha una superficie di  $212 \text{ km}^2$  e un volume di  $37 \text{ km}^3$  ossia 37 milioni di  $\text{m}^3$ .

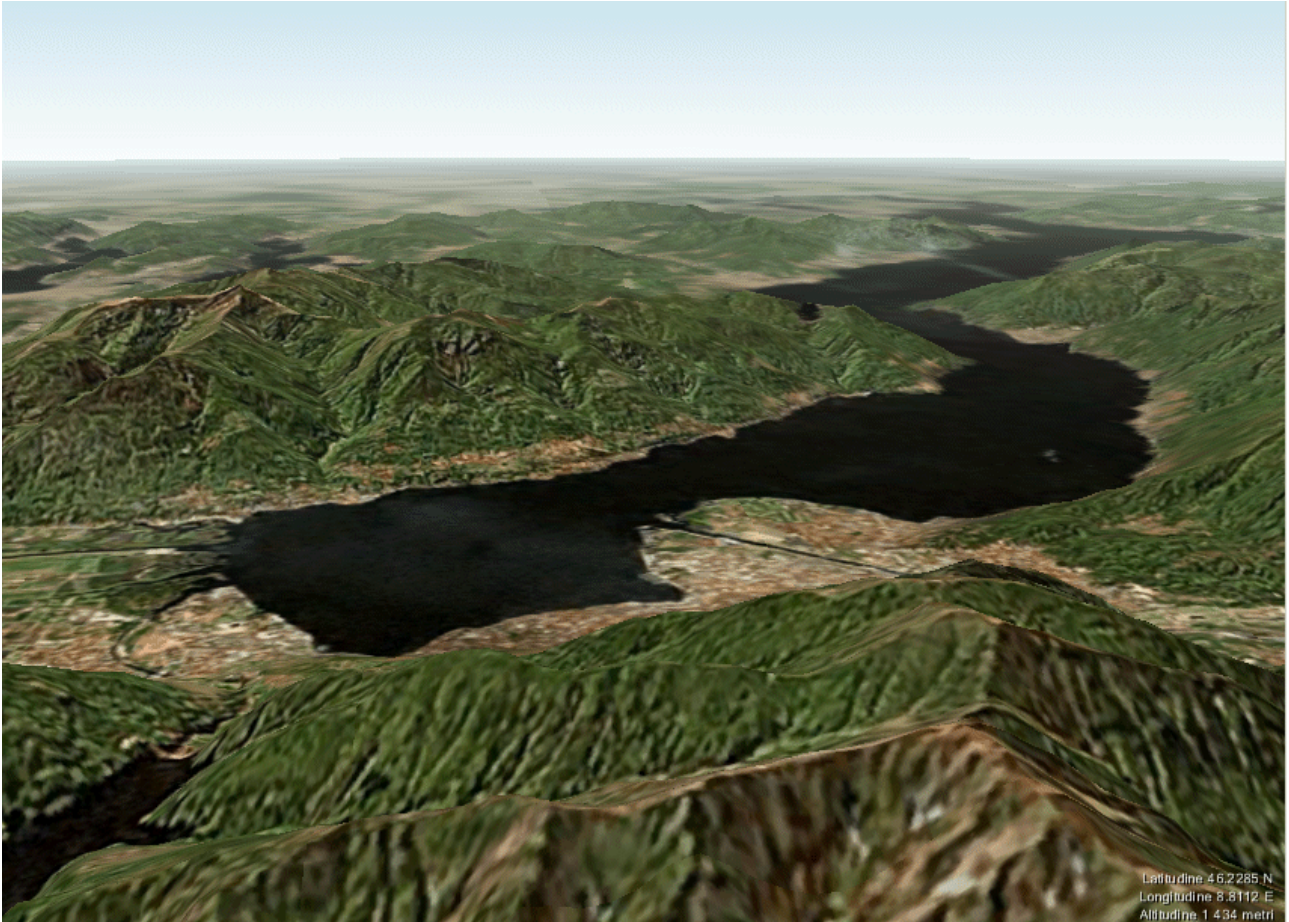
E' profondo 370 m ed il suo livello medio è a 194 m sul livello del mare.

Il suo bacino imbrifero, ossia la porzione di territorio che convoglia l'acqua delle piogge e delle nevi al lago, ha una superficie di  $6599 \text{ km}^2$ . E' il lago italiano con il bacino imbrifero più grande e per questo l'acqua del Lago Maggiore si ricambia piuttosto velocemente. Si è stimato che l'acqua del lago si cambi completamente in circa 15 anni.

Dall'emissario del Lago Maggiore, il Ticino, escono in media quasi  $300 \text{ m}^3$  d'acqua ogni secondo. Dato che in Italia il consumo d'acqua medio per abitante è di  $0,25 \text{ m}^3$  al giorno il Lago Maggiore è una riserva idrica davvero grande e importante.



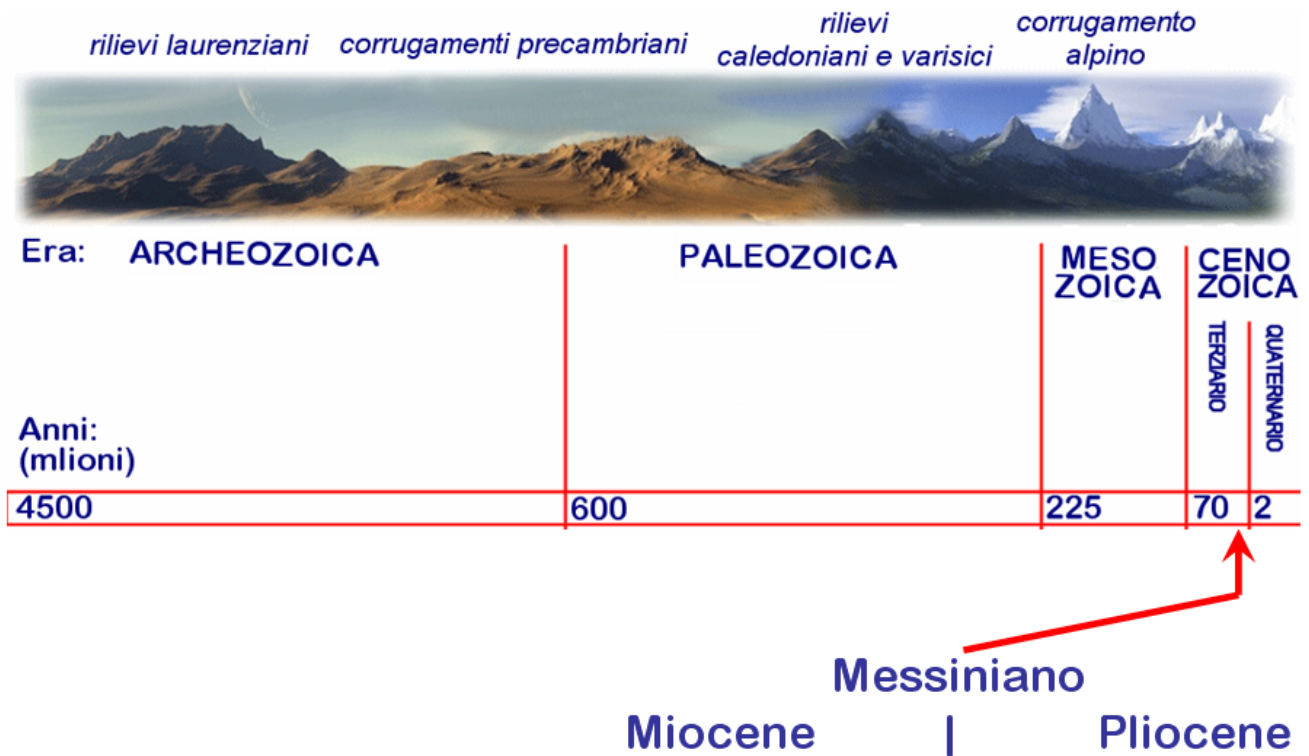
## Perchè il Lago Maggiore ha la forma di un grande fiume?



Se guardassimo dalle cime delle Alpi svizzere il Lago Maggiore, vedremmo che ha l'aspetto di un grande fiume che scende verso il mare. Questa forma è dovuta all'origine del Lago Maggiore.

# Le origini del Lago Maggiore

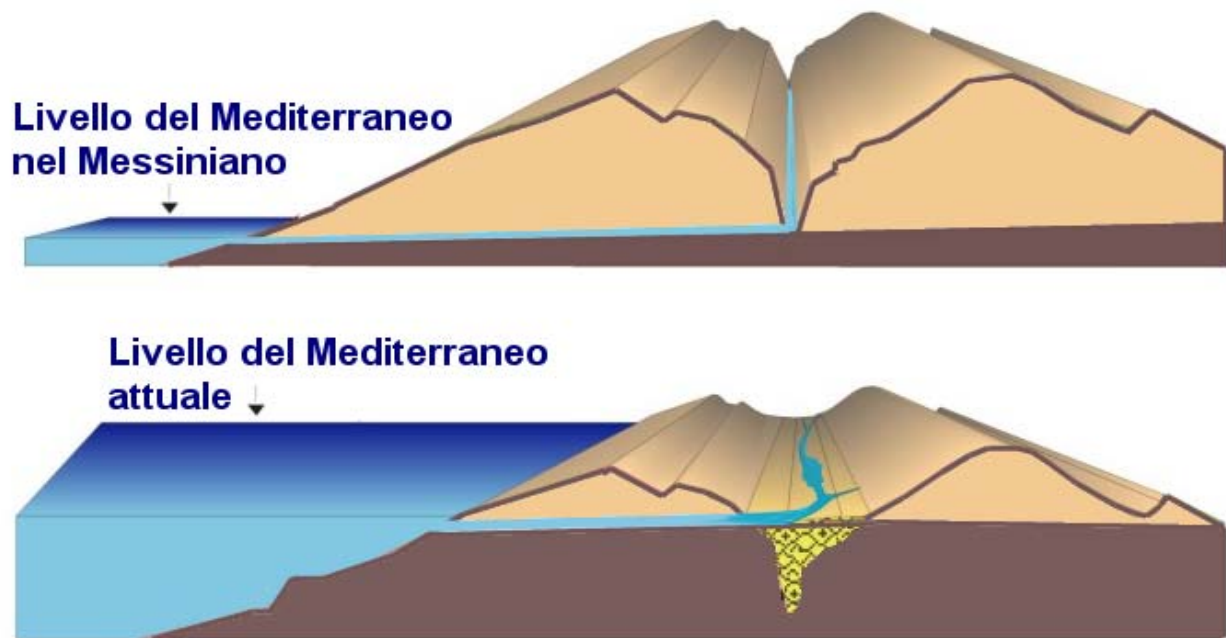
Circa 6-5 milioni di anni fa, mentre ancora era attivo il processo di formazione della catena alpina, in un periodo geologico chiamato Messiniano, si verificò una grave crisi idrica del Mar Mediterraneo.



Si pensa che, per la chiusura di quello che è ora lo stretto di Gibilterra, si interruppe la connessione tra il Mare Mediterraneo e l'Oceano Atlantico. Il mare perse, per evaporazione, tutta la sua acqua. La poca rimasta occupava i punti più profondi del bacino, come si può vedere nella ricostruzione qui sotto a sinistra. A destra c'è un'immagine del Mediterraneo attuale visto dal satellite.



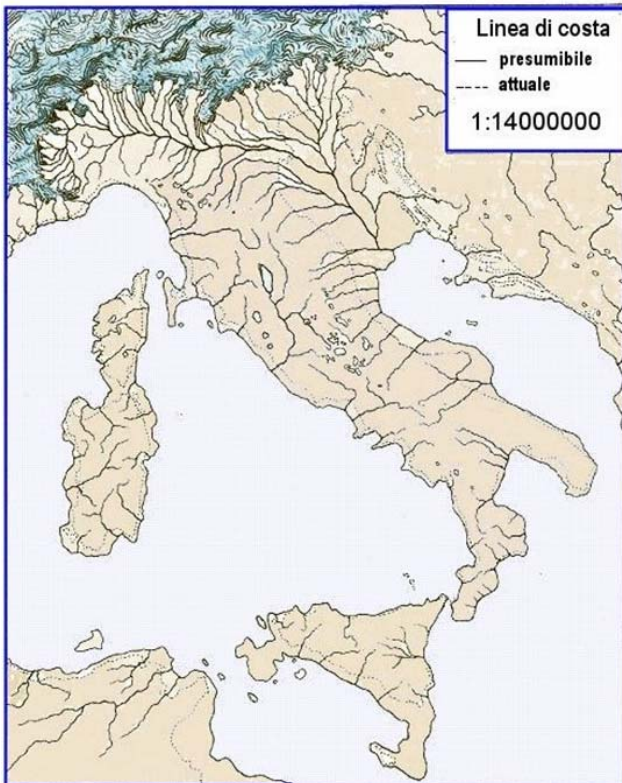




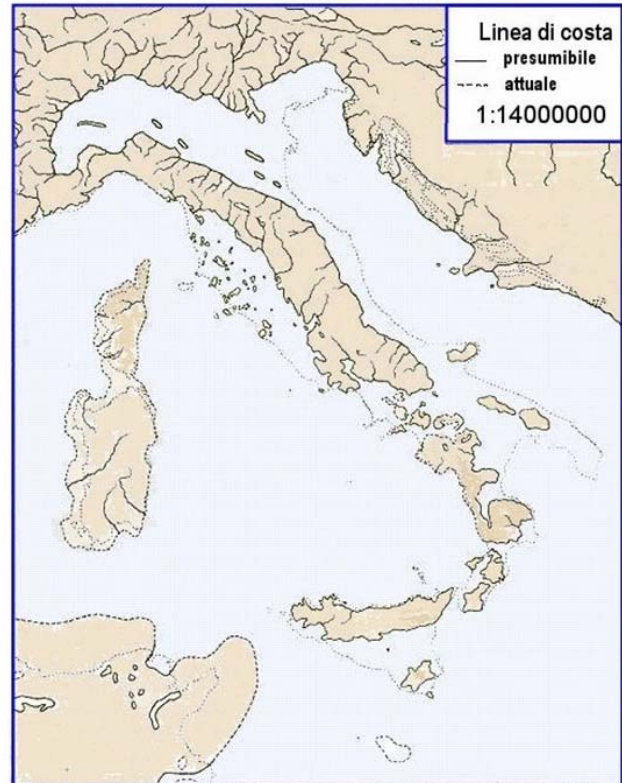
I fiumi, che scendevano impetuosi dalle Alpi ancora in formazione, scavarono solchi profondi nel suolo, creando valli con un profilo a V. L'attuale fondo delle valli alpine è oggi ben più alto rispetto al fondo valle antico perché questo è stato riempito dai detriti trasportati di fiumi nel corso dei millenni.

La produzione dei detriti che hanno riempito i solchi vallivi originari è stata promossa dalle glaciazioni. Queste, avvenute nell'era geologica chiamata Quaternario, sono consistite in un succedersi di millenni freddi e di millenni caldi. Nelle epoche fredde il livello degli oceani era molto basso perché molta della loro acqua si accumulava ai poli sotto forma di ghiaccio. Viceversa nei periodi interglaciali, caldi, la fusione dei ghiacci alzava il livello degli oceani allagando terre che, durante la glaciazione, erano rimaste all'asciutto.

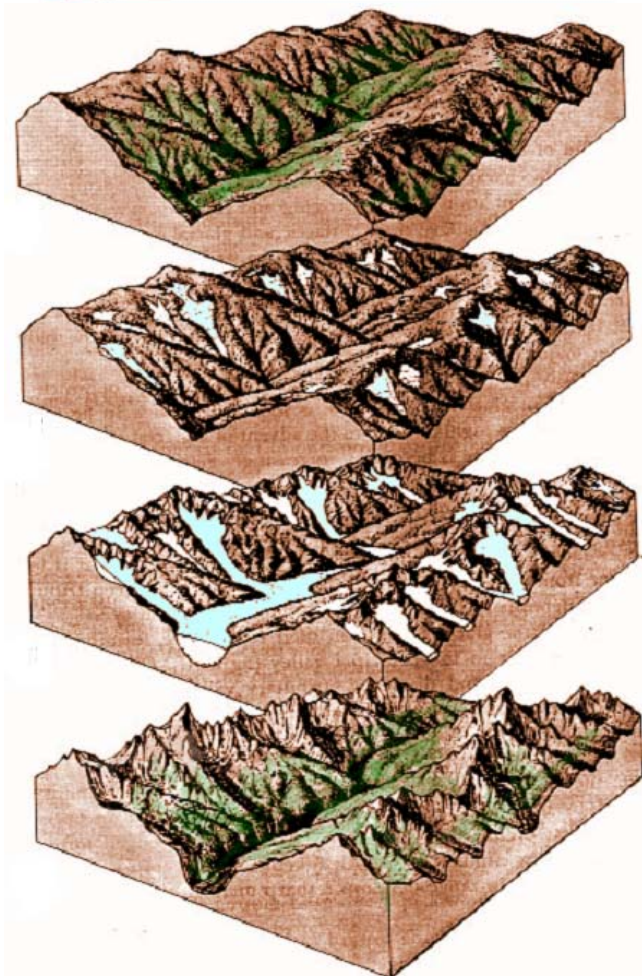
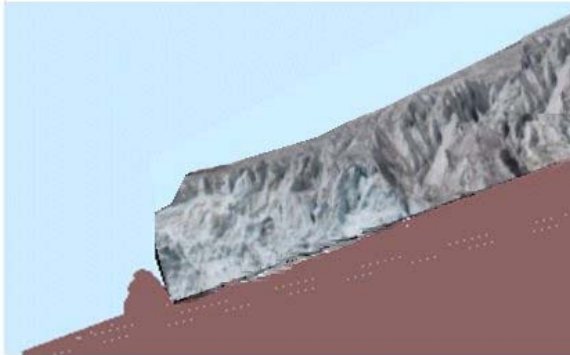
Questa immagine mostra come doveva apparire l'Italia durante il periodo di glaciazione e nel periodo interglaciale.



glaciazione presente



glaciazione assente



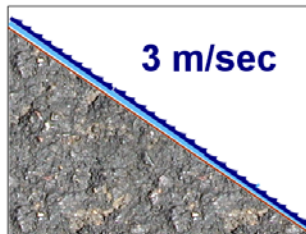
Formandosi ed espandendosi verso valle, i ghiacciai hanno agito come una ruspa, spingendo davanti al loro fronte i detriti strappati dal suolo . L'erosione glaciale è stata aiutata anche dall'azione delle acque che penetravano nelle fratture rocciose in forma liquida e, durante il gelo, aumentavano di volume arrivando a frantumare le rocce.

Poco a poco le antiche valli fluviali con un profilo a V si sono trasformate in valli con profilo ad U per l'azione di rimodellamento realizzata dall'attività glaciale. La cavità che attualmente è occupata dal Lago Maggiore deriva da una di tali valli, chiusa all'estremità inferiore dalla morena lasciata dal ghiacciaio.

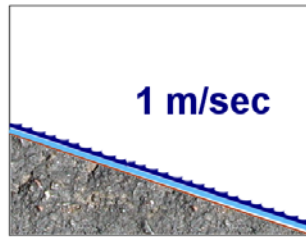
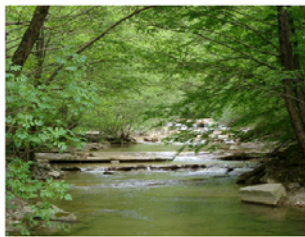
Un nuovo lago si può anche formare per separazione di un bacino da un lago più grande per il progressivo ampliarsi, dovuto alla deposizione di materiale solido, del delta di un immissario a spese del volume del lago. E' il caso del Lago di Mergozzo, separatosi in epoca storica dal Lago Maggiore per il progressivo incremento del delta del fiume Toce.



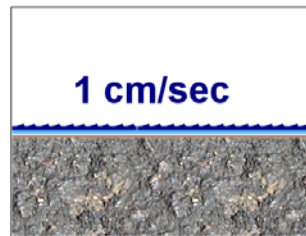
# Nel lago ci sono forti correnti? Come si muove l'acqua del lago?



Nei fiumi la forza di gravità fa muovere l'acqua che scivola lungo le pendenze.



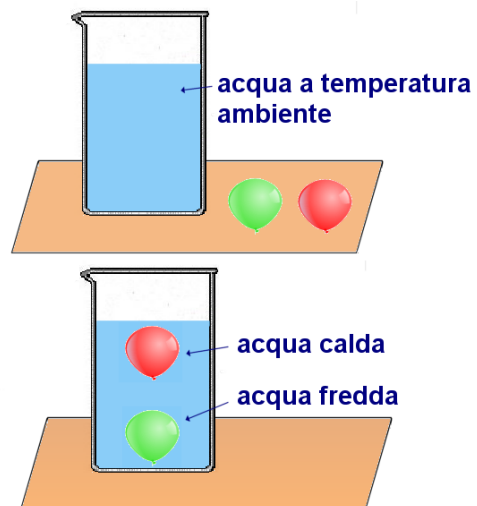
Ma nei laghi non c'è pendenza e l'acqua si muove lentamente mossa dal vento alla superficie e, nell'intera profondità del lago, mossa dalle differenze di densità (ossia di peso) dovute alle diverse temperature delle masse d'acqua.



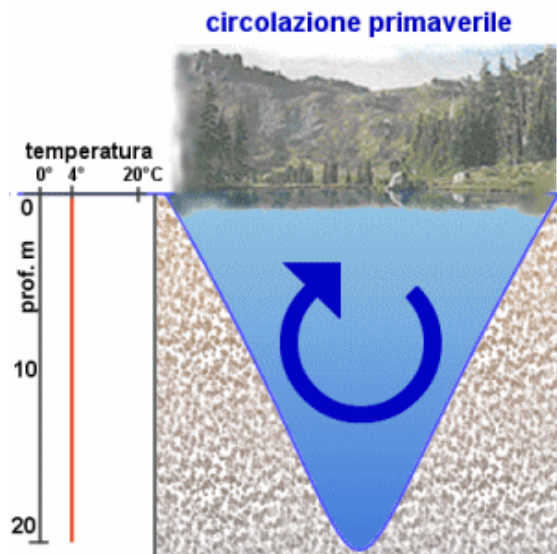
L'acqua più calda (meno densa) galleggia sopra quella più fredda (più densa).

Se immergiamo in un vaso con acqua a temperatura ambiente due palloncini, uno riempito d'acqua calda ed uno d'acqua fredda, il primo starà in superficie ed il secondo andrà a fondo.

Ovviamente il riscaldamento ed il raffreddamento del lago dipende, come per l'aria e per la terra, dal cambiamento del clima con il trascorrere delle stagioni.



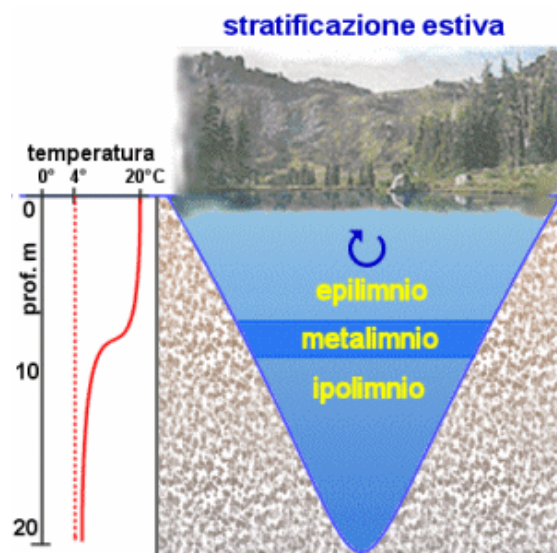
## Ecco come si muovono le acque del lago



Le acque di un lago, alla fine della stagione invernale presentano, a tutte le profondità un'uguale temperatura di circa 4°C (temperatura di massima densità dell'acqua).

L'azione del vento può facilmente provocare un rimescolamento delle acque più superficiali, a contatto con l'atmosfera e quindi contenenti abbondante ossigeno disciolto, con quelle sottostanti.

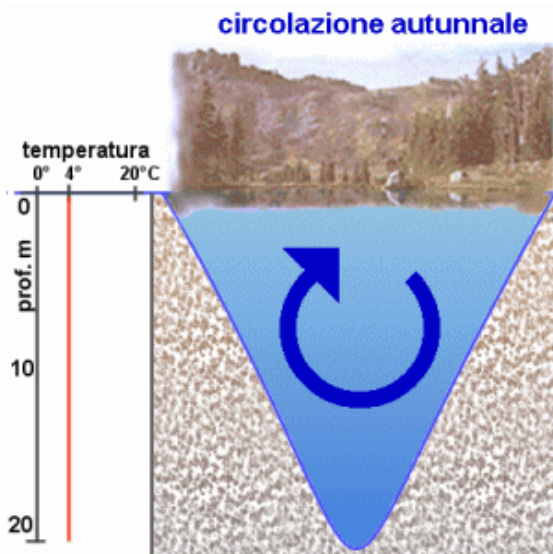
La **circolazione primaverile** che così si instaura ricarica di ossigeno l'intera colonna d'acqua



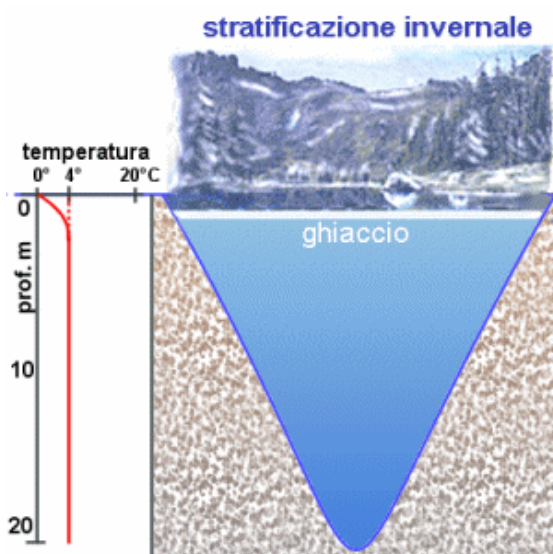
Col procedere della stagione, la radiazione solare alza la temperatura delle acque superficiali. Il vento, poi, mescola queste (+ calde e - dense) con quelle immediatamente sottostanti (+ fredde e + dense), distribuendo così il calore dagli strati più superficiali a quelli più profondi. L'avanzare della stagione calda fa sì che tra acque superficiali e profonde si formi un gradiente termico (cioè di densità) che ne impedisce il mescolamento.

Nella stagione calda, quindi, si avrà nel lago uno strato superficiale caldo (**epilimnio**) separato dalle acque profonde uniformemente fredde (**ipolimnio**) da uno strato di passaggio (**metalimnio**), dove si ha un rapido abbassamento della temperatura con il crescere della profondità. Durante questa **stratificazione estiva** si riduce lo scambio di ossigeno tra le acque superficiali e quelle profonde.

Lo strato ove si ha un gradiente di temperatura maggiore di 1 °C per metro è definito col termine **termoclinio**



In autunno l'acqua superficiale si raffredda, diventa più densa e scende verso il fondo. Con essa si abbassa anche lo strato, sempre più sottile, dove avviene il salto di temperatura, il metalimnio. Come già in primavera, per azione del vento il rimescolamento delle acque si intensifica ed esita, infine, in una circolazione completa (**circolazione autunnale**). Il corpo d'acqua si trova ora a circa 4 °C con l'ossigeno disciolto uniformemente distribuito

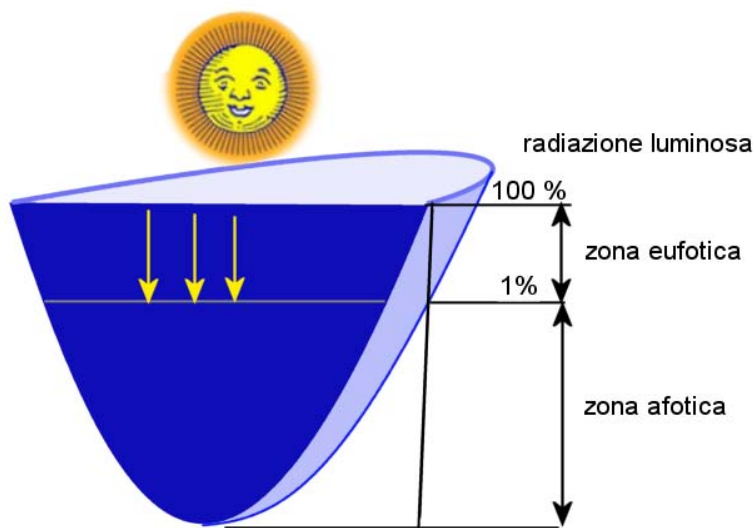
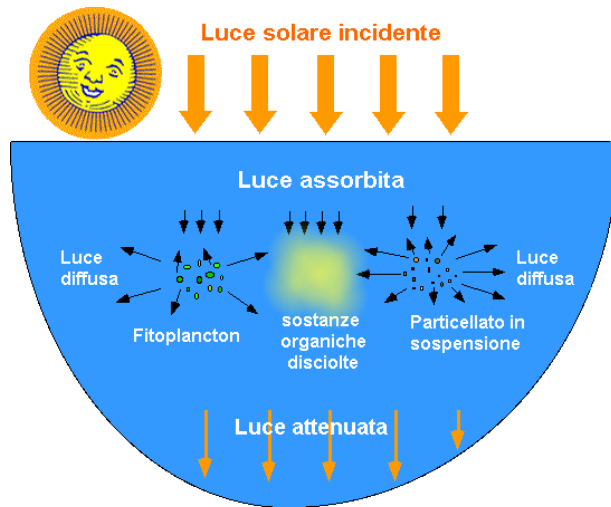


In inverno la densità dell'acqua diminuisce per un ulteriore raffreddamento. La particolarità della densità dell'acqua comporta una instabile stratificazione termica inversa, con uno strato superficiale più freddo sopra uno strato più profondo di acqua a 4 °C. Il ghiaccio, quando arriva a formarsi, copre la superficie del lago sulla quale galleggia poiché la sua densità a 0°C è solo i 9/10 di quella dell'acqua. Il ghiaccio può rendere stabile la stratificazione termica inversa e si produce così la **stratificazione invernale**.



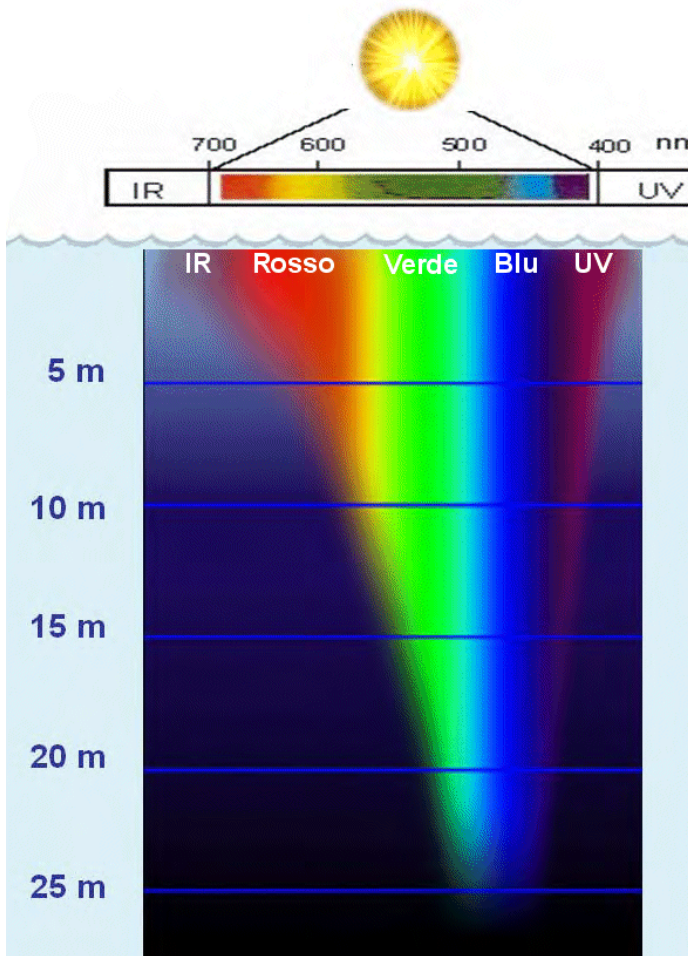


# Fino a che profondità del lago arriva la luce (e il calore) del sole?



Le acque del lago non sono completamente trasparenti perché le molecole d'acqua assorbono la luce e perché nelle acque ci sono organismi e particelle microscopiche in sospensione e sostanze disciolte più o meno colorate che impediscono il cammino della radiazione luminosa visibile e anche di quelle parti della radiazione solare che non si vedono ad occhio nudo: l'ultravioletto e l'infrarosso, che è la radiazione che porta il calore.

Nei nostri laghi la radiazione solare penetra al massimo fino a circa 20 metri di profondità. Però a questa profondità riesce ad arrivare soltanto l'uno per cento della radiazione che c'è in superficie. In questo strato dove c'è luce, che perciò si chiama zona eufotica, possono vivere gli organismi vegetali che hanno bisogno dell'energia luminosa per fare la fotosintesi. Le acque più profonde, che sono completamente al buio, costituiscono la zona afotica (= senza luce). Nei laghi più trasparenti la luce arriva fino a circa 40 metri di profondità.



La radiazione del sole, che ci appare come luce incolore, è in realtà fatta dalla somma di radiazioni a lunghezza d'onda diverse, che hanno un colore diverso. Non tutte le lunghezze d'onda penetrano in profondità allo stesso modo: l'infrarosso è assorbito rapidamente, il che significa che soltanto i primi metri d'acqua ricevono la radiazione calorica, quella che può aumentare la temperatura dell'acqua. Ma il vento che rimescola gli strati più superficiali spingendo un po' in fondo le acque che si sono scaldate e la conduzione di calore tra particelle d'acqua a temperature diverse permettono al calore di andare per alcuni metri in profondità. Anche l'ultravioletto è assorbito rapidamente perché le sostanze organiche disciolte sono opache a questa lunghezza d'onda.

Le radiazioni che arrivano a profondità maggiori sono il blu e il verde. Per questo chi si immerge in profondità percepisce solamente questi colori e le foto subacquee hanno una dominanza di colori verdi e blu, a meno che non siano state scattate usando un flash o una luce artificiale.

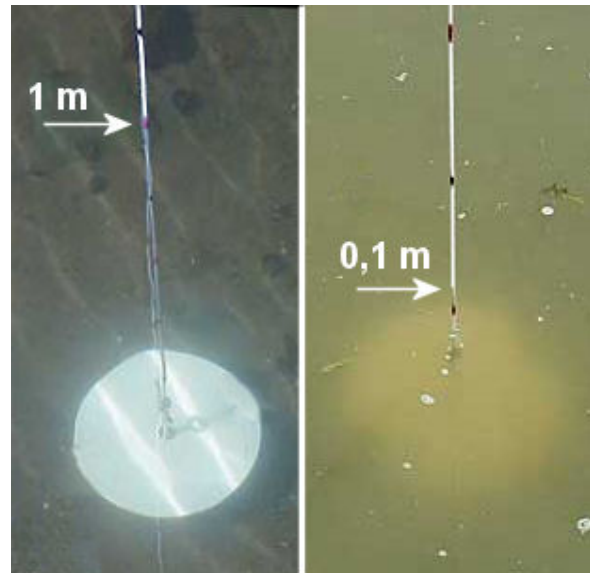


# Perchè le acque del lago sono più trasparenti in inverno che in estate?

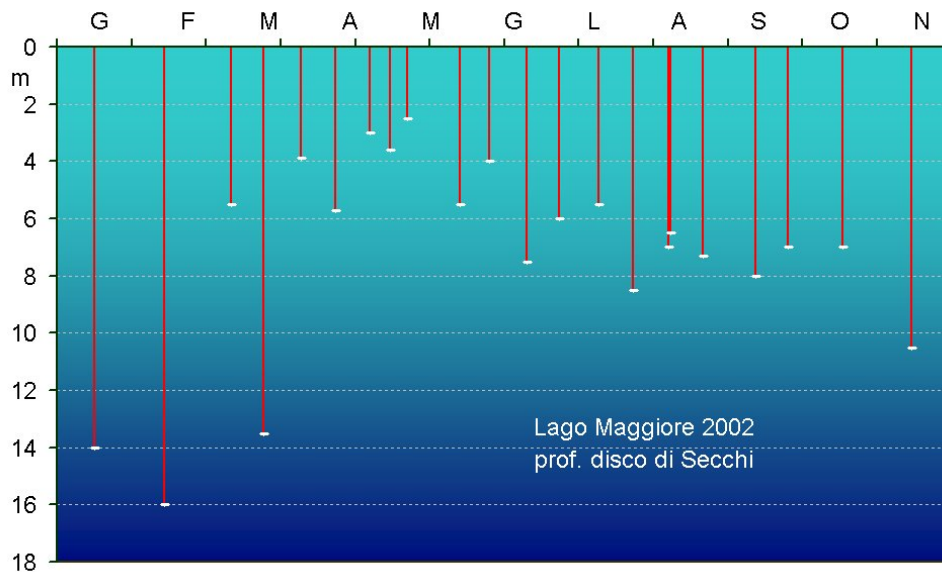
## Il disco di Secchi

Una misura della trasparenza delle acque lacustri è data dalla profondità di scomparsa del disco di Secchi, un disco bianco di circa 30 cm di diametro che viene immerso in acqua fissato ad una fune metrata. Un'elevata trasparenza è un pregio estetico ma, soprattutto, è indice del fatto che nel lago non c'è eccesso di produzione di alghe e di detrito

Ecco come appare il disco di Secchi in un lago poco produttivo (a sinistra) e in uno molto produttivo (destra).



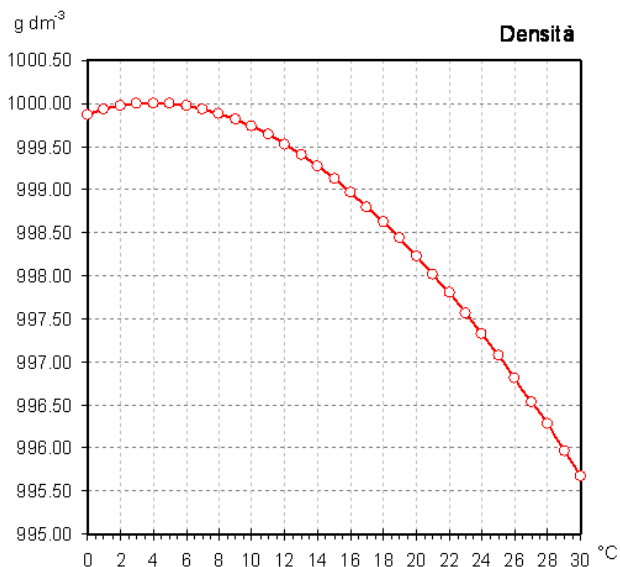
Le acque dei laghi sono più trasparenti in inverno perchè in questa stagione la produzione di alghe microscopiche è bassa e ci sono perciò poche cellule algali. Dunque sono molto scarse le particelle che impediscono alla luce di scendere in profondità.





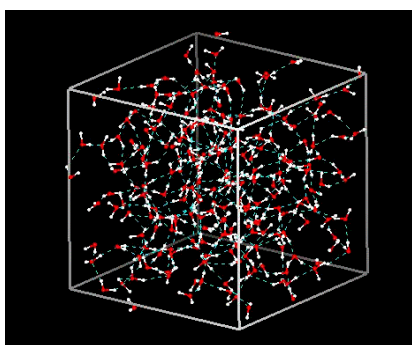
# Perché il ghiaccio galleggia?

Mai visto il ghiaccio galleggiare sul Lago Maggiore, tuttavia è un fatto che, se ve ne fosse, il ghiaccio vi galleggerebbe: deve essere stato così nell'era del disgelo, quando ben due ghiacciai, uno proveniente dall'Ossola ed un altro dal Canton Ticino, fusero le loro acque liberandovi seracchi a dare degli iceberg, come avviene oggi in Patagonia, nel caso ad esempio del Lago Argentino. Proviamo dunque a rispondere alla domanda del titolo, non fosse altro per onorare anche la memoria storica del Lago Maggiore: perché il ghiaccio galleggia sull'acqua liquida?

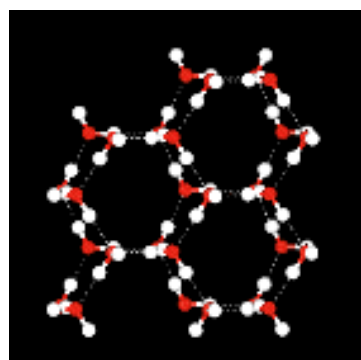


La densità dell'acqua è massima a 4°C (3.98°C per la precisione): l'acqua più fredda di 4°C è meno densa, cioè più leggera, fino al punto che un cubo di ghiaccio (0°C) di 1 dm di lato arriva a pesare circa 0,1 grammi in meno di un cubo d'acqua a 4°C delle stesse dimensioni. Sopra i 4°C l'acqua diventa tanto meno densa (più leggera) quanto più aumenta la temperatura.

Le conseguenze di questa proprietà dell'acqua sono estremamente importanti. Se il ghiaccio fosse più pesante dell'acqua liquida, esso sedimenterebbe sul fondo e non sarebbe più riscaldato dalla radiazione solare. I laghi si riempirebbero progressivamente di ghiaccio restando liquidi solo in superficie.



**Liquido:** nell'acqua liquida le molecole si possono muovere una rispetto alle altre, andando così ad occupare tutti gli spazi disponibili. Così in un'unità di volume trovano spazio molte molecole d'acqua.



**Solido:** nel ghiaccio, acqua solida, le molecole sono fisse in posizioni rigide, lasciando molto spazio vuoto tra una molecola e l'altra. In questa struttura cristallina in un'unità di volume trovano spazio meno molecole che nella condizione di liquido. Per questo il ghiaccio a parità di volume è più leggero dell'acqua liquida.



# Perchè oggi si trovano nei laghi delle specie che prima non c'erano?

La ricerca di nuove fonti alimentari è stata la prima spinta a trasferire nei nostri laghi specie ritenute più interessanti dal punto di vista alimentare. Spesso però specie esotiche sono state introdotte per divertimento o per ignoranza, danneggiando così stupidamente la biodiversità, patrimonio delle nostre acque. Infatti, le specie esotiche, non trovando competitori nei nuovi ambienti, spesso hanno il sopravvento arrivando a compromettere la fauna originaria.



*Cyprinus carpio*: di origine orientale, si ritiene sia stata introdotta già in epoca romana



*Ictalurus melas*: accidentalmente introdotto dal Nord America



*Coregonus sp*: introdotto dai laghi nord alpini nella seconda metà dell'800.



*Procambarus clarkii* : crostaceo importato intenzionalmente dal nord america nel secolo scorso



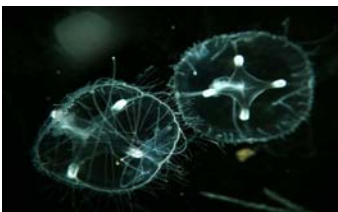
*Lepomis gibbosus*: introdotto dal Nord America alla fine dell'800 per scopi ornamentali



*Gambusia affinis*: importato intenzionalmente dal Centro Nord America per combattere la malaria



*Dreissena polymorpha*: mullusco introdotto accidentalmente dal Nord Europa nel secolo scorso.

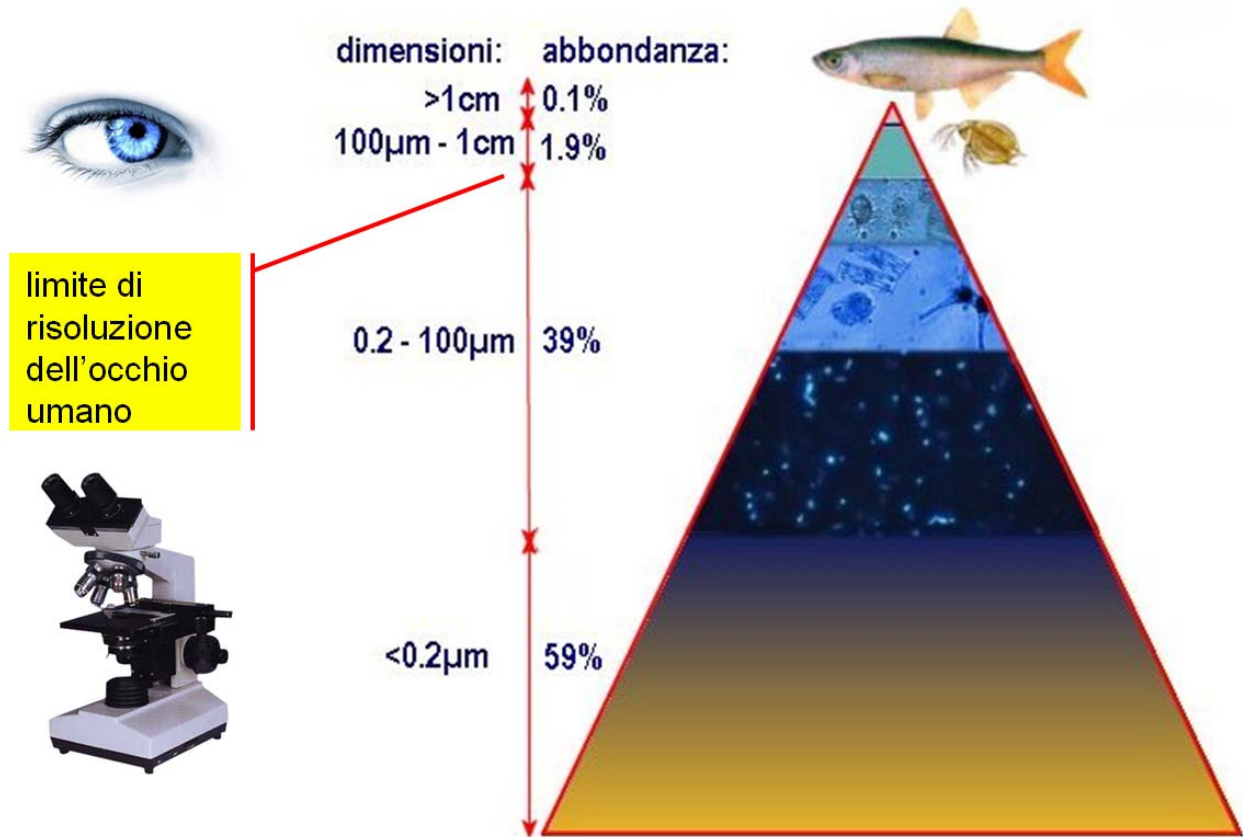


*Craspedacusta sowerbyi*: celenterato importato accidentalmente dalla Cina





# Perchè nel lago dominano gli organismi piccoli?

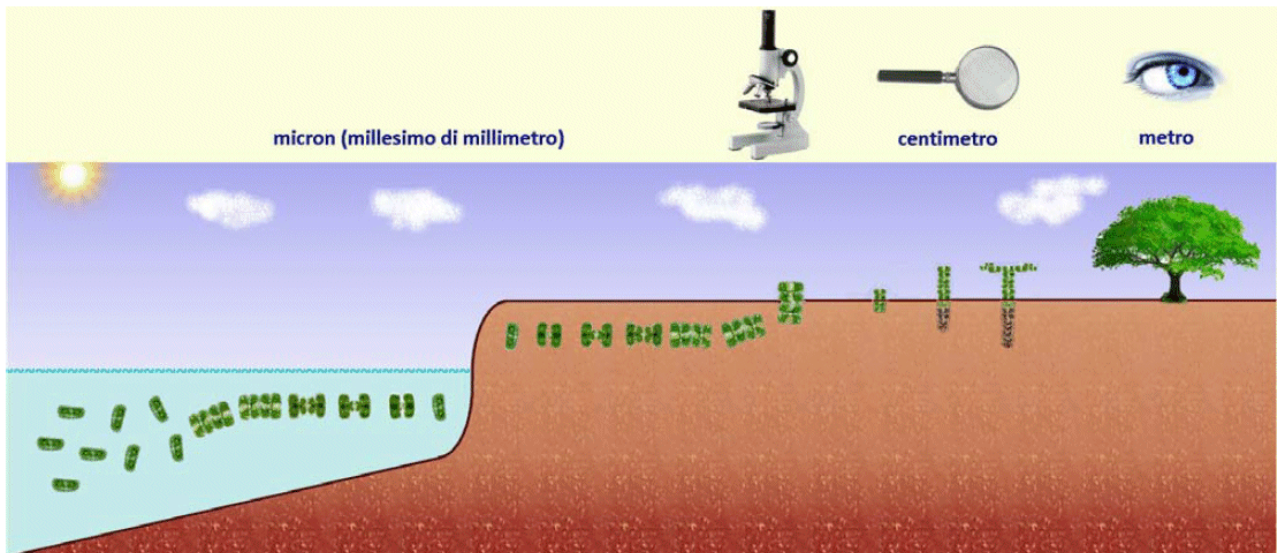


La catena alimentare, ossia la sequenza di organismi cibo e organismi mangiatori, può essere espressa anche come piramide delle biomasse. Questa è una rappresentazione della quantità di cibo disponibile per ogni anello della catena alimentare.

Alla base della piramide ci sono molti organismi piccoli, seguiti da organismi più grandi ma sempre meno numerosi. Questo è dovuto al fatto che il trasferimento di energia – cibo da un anello al successivo avviene sempre con delle perdite. In altre parole, soltanto una parte della biomassa vegetale diventa biomassa animale erbivoro e, analogamente, solo una parte di biomassa di erbivori diventa organismo di carnivori.

Però negli ecosistemi terrestri esistono anche vegetali di grandi dimensioni che sono invece scarsi nei laghi.

Questo succede perchè i vegetali terrestri hanno l'energia, cioè la luce, disponibile in uno spazio diverso da quello dove ci sono gli elementi nutritivi e l'acqua: l'energia è nell'atmosfera e i nutrienti sono nel suolo. Il vegetale terrestre deve allora sviluppare strutture, il fusto e le foglie, che vanno nell'atmosfera a captare l'energia solare, e strutture, le radici, che si immergono nel suolo per catturare acqua e nutrienti. Il fusto deve essere rigido e robusto per mantenersi alto nell'aria e le radici devono essere solide e potenti per penetrare nel terreno. Poi ci vogliono organi capaci di trasportare acqua e nutrienti dall'estremità delle radici alla sommità del fusto. Tutto questo obbliga il vegetale terrestre, anche se è piccolo, a realizzare strutture complesse e ingombranti.



Il vegetale acquatico, al contrario, ha intorno a sé tutto ciò che serve: la radiazione solare penetra nell'acqua nella quale sono disciolti i nutrienti minerali. Non ha quindi bisogno di unire diverse cellule e di specializzarle per costruire complessi sistemi di trasferimento della materia e dell'energia. Ogni cellula è circondata da energia e nutrienti e se delle cellule si uniscono in colonie, non necessitano di strutture rigide per restare unite perché sono in un mezzo, l'acqua, che ha quasi la loro stessa densità. Per questo nell'ambiente acquatico dominano le alghe, dei vegetali primitivi, generalmente unicellulari, microscopici e meno complessi dei vegetali terrestri. Ovviamente piccoli vegetali possono andar bene solamente per piccoli erbivori. Ecco perché il piccolo domina nelle acque.

## Che cos'è il plancton?

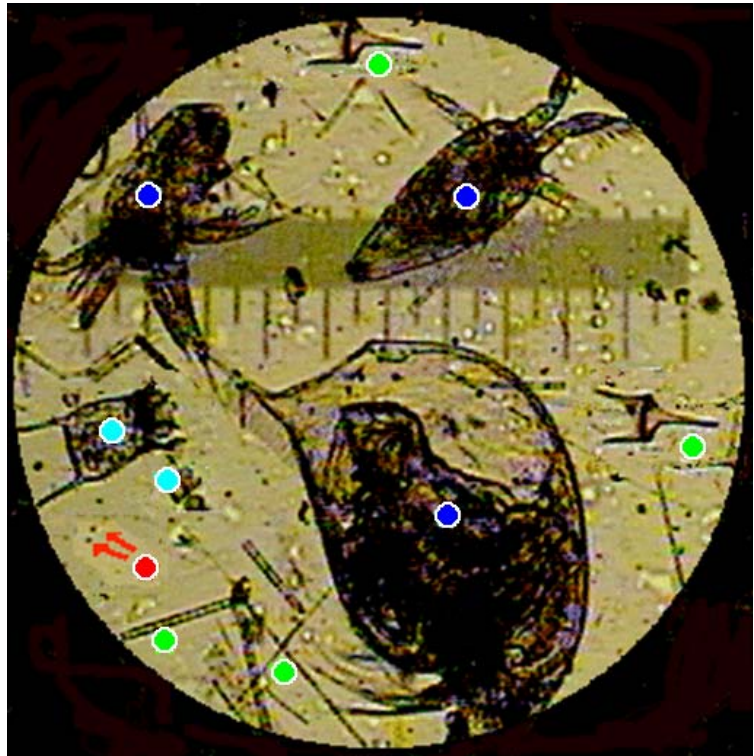
Gli organismi microscopici vegetali ed animali alla base della catena alimentare dei laghi costituiscono il plancton. Essi possono muoversi per compiere modesti spostamenti. Però sono trascinati dalle correnti che li trasportano in giro per il lago. Per questo per definirli è stata usata la parola plancton che in greco significa “vagabondo”.

Un campione di plancton al microscopio ottico, ingrandito 100 volte, appare così: →

La scala visibile sullo sfondo è lunga 1 mm, suddiviso in 10 intervalli di 100  $\mu\text{m}$  e 20 di 50  $\mu\text{m}$ . Il  $\mu\text{m}$  (micron) è la millesima parte di un millimetro.

Si vedono accanto a crostacei (●), rotiferi (●) ed alghe (●) ben riconoscibili, molti altri oggetti (●) che per le loro piccolissime dimensioni non sono facilmente identificabili.

Sono microscopiche particelle di detrito e batteri, che per essere visualizzati richiedono microscopi e tecniche di colorazione speciali.



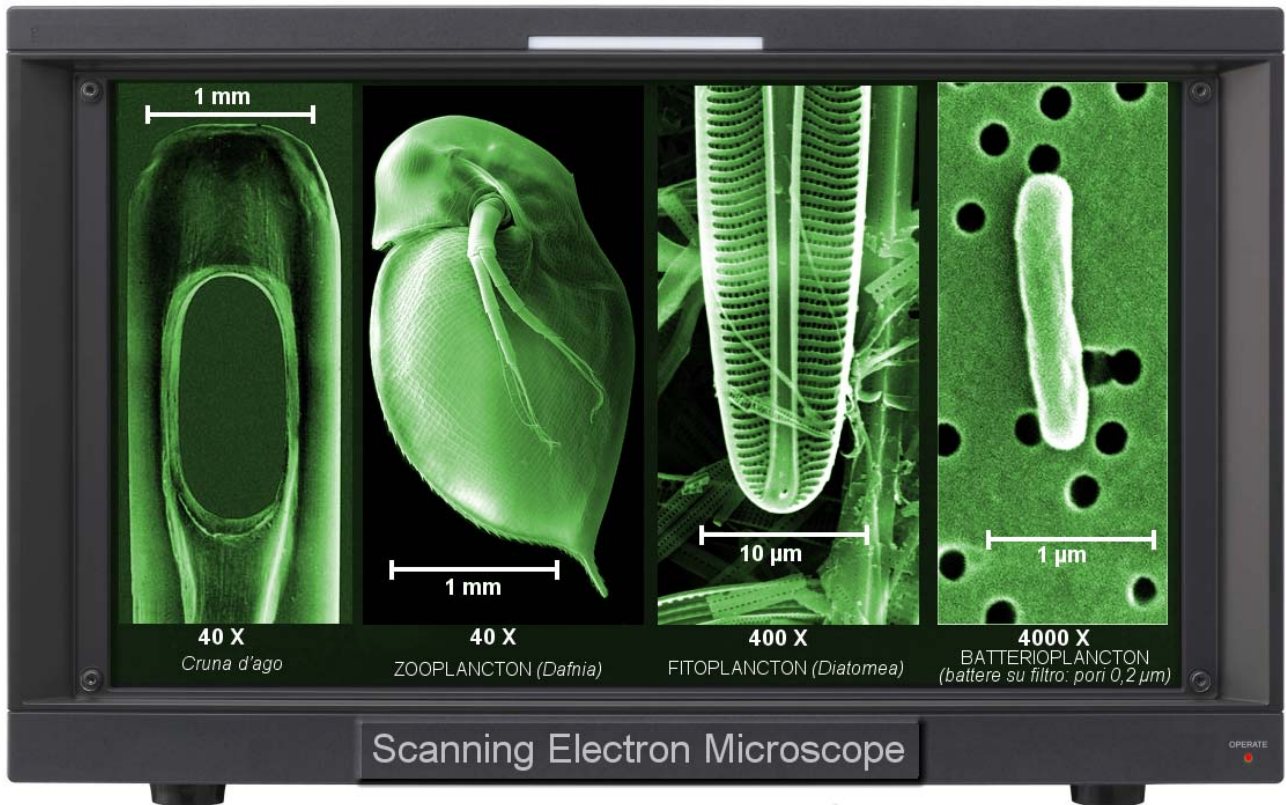
Gli organismi del plancton possono essere:

-**vegetali**: costituiscono il **fitoplancton** ●. Sono autotrofi, cioè produttori primari perché sono capaci di costruirsi la sostanza organica dalla quale sono formati a partire da sostanze inorganiche ed energia solare (processo di fotosintesi);

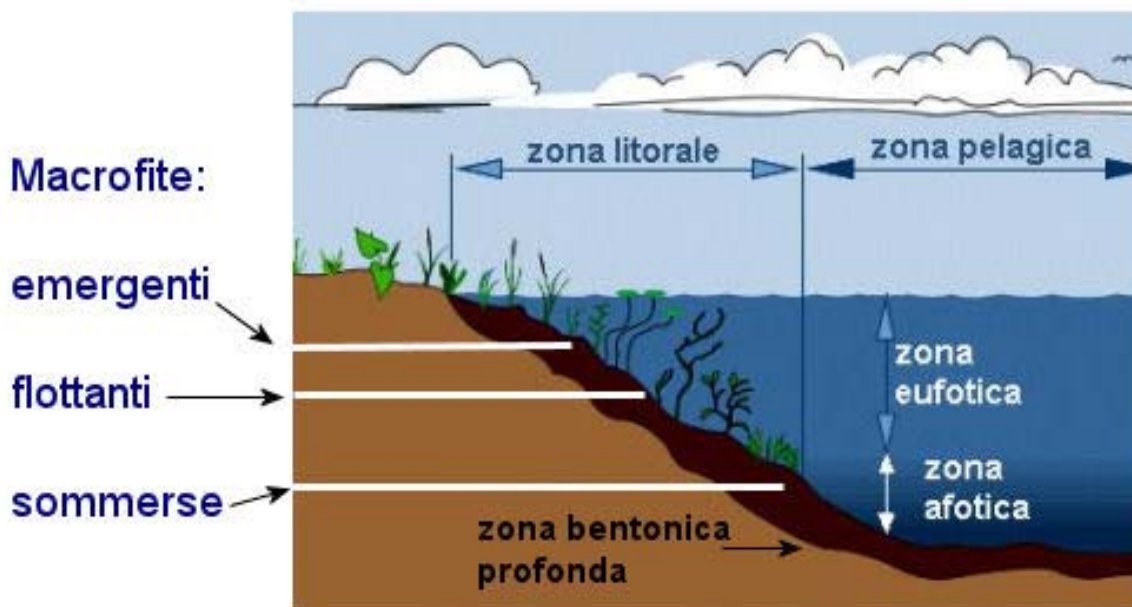
-**animali**: costituiscono lo **zooplancton** ●●. Sono organismi eterotrofi, cioè usano l'energia chimica delle molecole organiche sintetizzate dai produttori primari. Sono quindi dei consumatori primari se si cibano di vegetali (zooplancton erbivoro) o secondari se si nutrono di altri animali (zooplancton carnivoro) ;

-**batteri**: costituiscono il **batterioplancton** ●. Sono organismi eterotrofi e decompongono i resti degli altri organismi.

Con il microscopio elettronico a scansione gli organismi del plancton possono essere ingranditi molto senza perdita di risoluzione. Così le loro dimensioni sono più facilmente confrontabili: osservate la cruna di un ago ingrandita 40 volte rispetto ad una Dafia (allo stesso ingrandimento), ad un'alga ingrandita 400 volte e, infine, ad una cellula batterica ingrandita 4000 volte. Per essere osservato al microscopio il battere deve essere separato dall'acqua raccogliendolo su un filtro con maglie (pori) di dimensioni minori a quelle del battere. I pori del filtro appaiono come cerchi neri nell'immagine più a destra.



## Nel lago ci sono anche vegetali di grandi dimensioni?

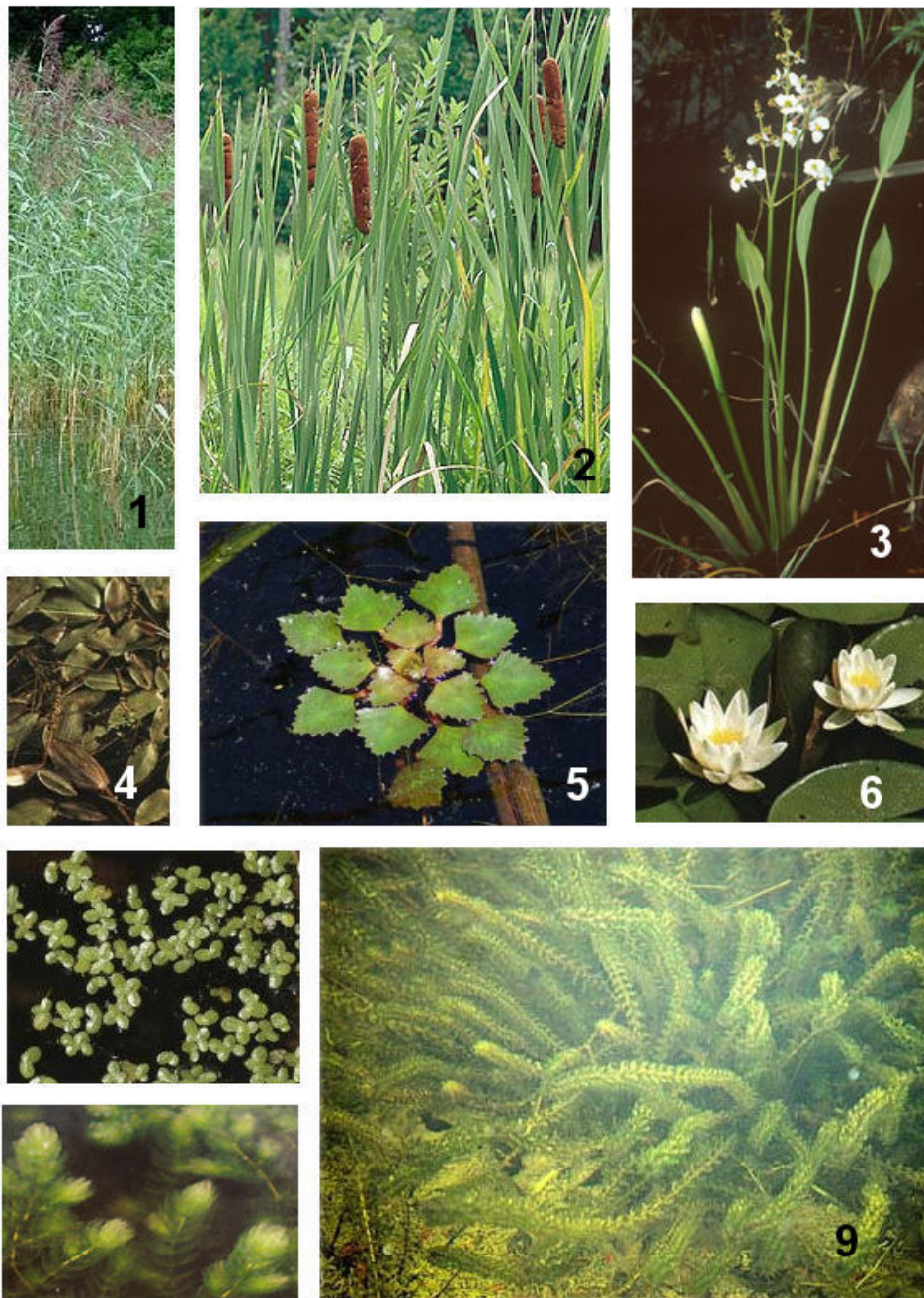


I grandi vegetali che abitano le sponde dei laghi sono le macrofite o idrofite. Non sono alghe ma piante con radici, fusto e foglie specializzate per vivere a metà tra aria ed acqua, galleggianti o completamente sommerse. Le loro radici si fissano al fondo del lago e, avendo bisogno sia del suolo che della luce, possono crescere soltanto fino alla profondità dove la luce arriva fino al fondo del lago. Questa regione del lago si chiama zona litorale.

In mare ci sono alghe che possono formare colonie di grandi dimensioni, lunghe diversi metri, che hanno cellule specializzate per la cattura della luce, per la riproduzione, per l'adesione al substrato. In qualche modo assomigliano a piante terrestri anche se il fatto di avere densità simile all'acqua non le obbliga a costruire fusti rigidi come gli alberi. Anche nei laghi c'è però un'alga, la *Chara*, che forma organismi di grandi dimensioni, dell'ordine del metro.



## Qualche esempio di macrofita:



Macrofite emergenti: 1) *Scirpus* sp., 2) *Thyfa* sp., 3) *Sagittaria* sp.

Macrofite flottanti: 4) *Potamogeton* sp., 5) *Trapa natans*, 6) *Nymphaea alba*, 7) *Lemna minor*.

Macrofite sommerse: 8) *Ceratophyllum demersum*, 9) *Elodea* sp..

**Il lago sta bene?**

**Il lago è inquinato?**

**Si può fare il bagno nel lago?**

**L'acqua del lago si può bere?**

**Il pesce del lago si può mangiare?**

Questa serie di domande, apparentemente simili, in realtà riflettono modi diversi di interessarsi sullo stato del lago. La prima domanda è fatta per conoscere la salute del lago come ecosistema. Nella seconda c'è un po' di interesse per l'utilizzabilità del lago, che può essere limitata dalla presenza in esso di sostanze nocive. La terza, la quarta e la quinta domanda si riferiscono direttamente alla possibilità di usare il lago per scopi ricreativi o alimentari.

Le risposte a queste domande sono diverse, anche se rispondendo ad una si può anticipare la risposta ad altre.

**Il lago sta bene?**

Il lago è un po' come un organismo. Star bene non vuol dire soltanto "non essere malato" ma anche "essere in forma". E' evidente che quando un individuo non è in forma è vulnerabile alle malattie o alle disfunzioni.

Un essere umano può essere:



di peso normale se è correttamente alimentato



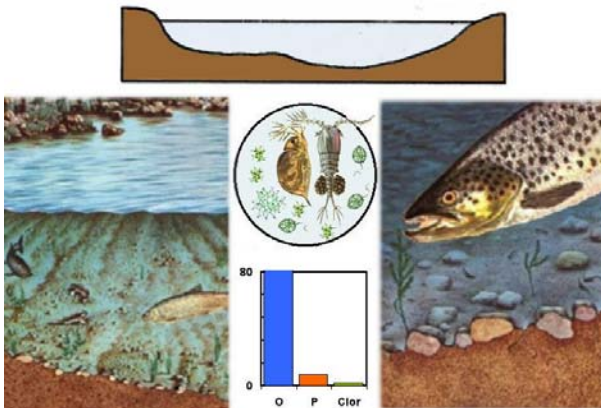
sovrappeso se la sua alimentazione è talvolta eccessiva



obeso quando la sua alimentazione è sempre eccessiva

Il lago può ricevere i nutrienti, cioè gli elementi fertilizzanti (fosforo e azoto) che permettono la crescita delle alghe, in quantità:

giusta, e sarà **oligotrofo**



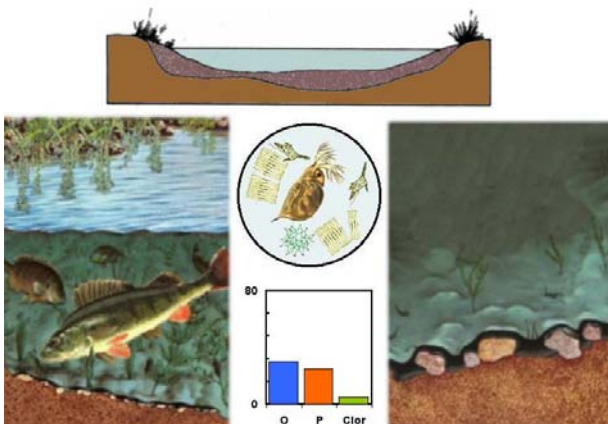
Ha sul fondo un deposito di sedimentario modesto.

La zona litorale ha buon popolamento ittico e scarsa presenza di idrofite. In prossimità del fondo possono vivere anche i salmonidi perché le acque sono sempre ossigenate.

La concentrazione di fosforo è bassa così come quella della clorofilla, indice dell'abbondanza di microalghe costituenti il fitoplancton

La trasparenza delle acque è, quindi, elevata.

un poco eccessiva, e sarà **mesotrofo**



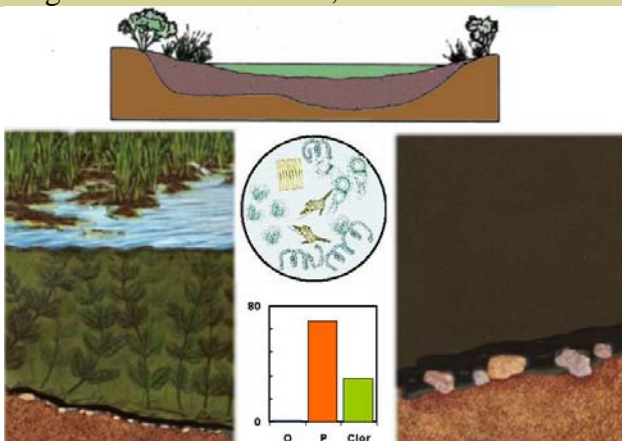
Il deposito sedimentario sul fondo inizia ad essere importante.

La zona litorale ha un popolamento ittico a percidie e ciprinidi e abbondante presenza di idrofite

Al fondo c'è un'evidente copertura di sedimenti costituiti da detrito organico. I pesci possono essere assenti perché la concentrazione d'ossigeno in estate può scendere a zero.

La concentrazione di fosforo e clorofilla sono aumentate rispetto alla situazione precedente. Il plancton risulta prevalentemente costituito da vegetali (fitoplancton) e la trasparenza delle acque risulta ridotta.

esageratamente eccessiva, e sarà **eutrofo**






Il sedimento sul fondo ha quasi riempito il lago e la vegetazione terrestre occupa ormai quasi completamente l'area prima occupata dalle acque: il lago diventerà un terreno paludoso e poi scomparirà completamente.

Nella zona litorale ci sono moltissime idrofite. Il popolamento ittico è a ciprinidi, quando c'è O<sub>2</sub>, ma al fondo l'anossia è permanente e i pesci sono sempre assenti. Vivono solo i batteri anaerobi che producono metaboliti tossici.

Il plancton è costituito in maggioranza da fitoplancton, dominato da alghe filamentose e cianobatteri. La concentrazione di fosforo e di clorofilla è molto elevata. La trasparenza delle acque lacustri è ridottissima.



I laghi a seconda del loro stato trofico hanno valori caratteristici di alcuni parametri, come la trasparenza, il contenuto di fosforo, il contenuto di clorofilla. I valori caratteristici di questi parametri per ciascun stato trofico dei laghi è riassunto in questa tabella:

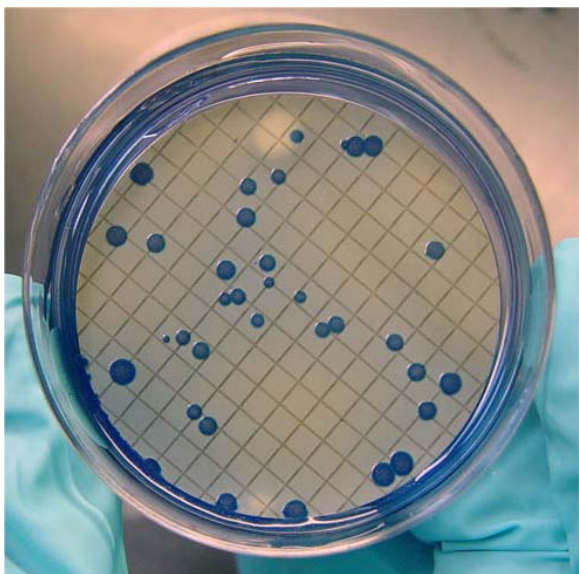
<b>Stato Trofico:</b>	<b>Disco Secchi (m)</b>	<b>Fosforo totale (mg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Clorofilla (mg/m<sup>3</sup>)</b>
 <p><b>Oligotrofo</b></p>	> 7.0	< 10	< 3
 <p><b>Mesotrofo</b></p>	3.0 - 7.0	10 - 20	3 - 5
 <p><b>Eutrofo</b></p>	1.0 - 3.0	20 - 50	5 - 15

E' evidente che quanto più è alto il contenuto in fosforo di un lago tanto più questo andrà verso l'eutrofia e l'abbondanza di questo elemento permetterà la crescita massiccia di alghe, espressa dalla concentrazione elevata di clorofilla. Poi la presenza nelle acque di molte cellule algali determinerà una bassa trasparenza



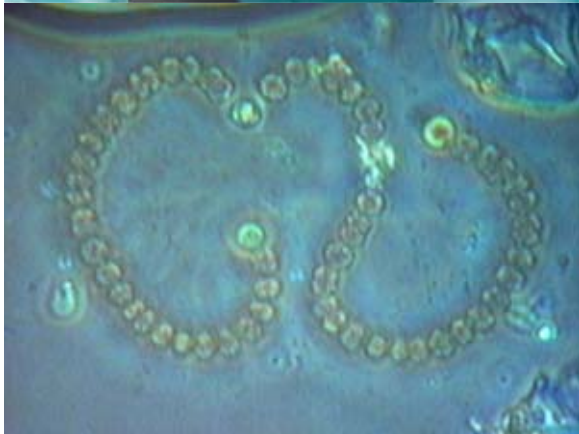
## Il lago è inquinato?

Se i nutrienti che rendono il lago mesotrofo o eutrofo provengono da scarichi domestici o da allevamenti, nelle acque lacustri saranno presenti anche batteri fecali e l'acqua del lago non è utilizzabile per fare il bagno né per uso alimentare. L'ARPA, Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente, è l'ente deputato ad esprimere i giudizi di potabilità e di balneabilità. Queste valutazioni devono essere rese pubbliche e sono reperibili sul sito web dell'ARPA di competenza.



**L'inquinamento fecale** colpisce un lago dove c'è un eccesso di batteri fecali perché in esso vengono versati reflui urbani o agricoli non trattati. L'inquinante viene dall'esterno del lago e può essere rimosso dagli impianti di trattamento delle acque di scarico.

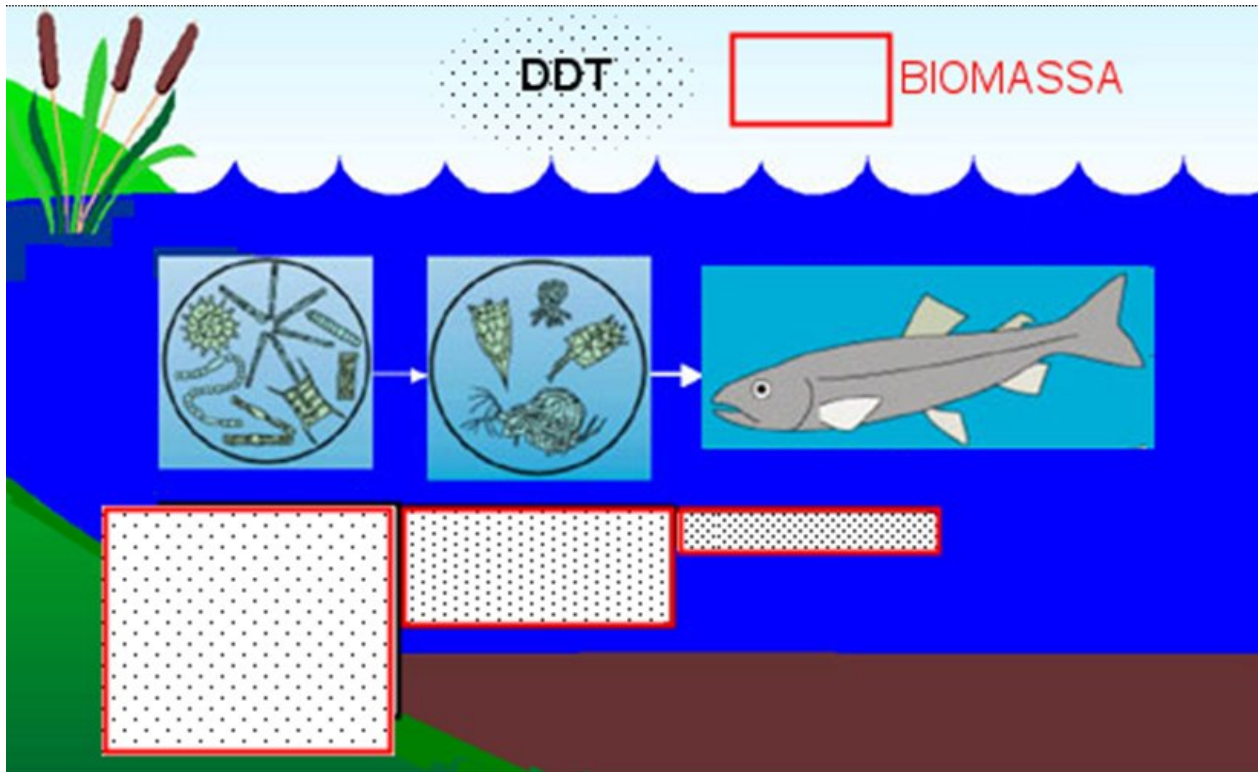
La carica batterica, cioè l'abbondanza di batteri fecali, si misura mettendo un campione d'acqua in una capsula contenente un terreno di coltura adatto e contando poi le colonie batteriche che si sviluppano.



Nell'**inquinamento da cianotossine**, dovuto a una crescita eccessiva (fioritura) dei cianobatteri, che possono produrre tossine pericolose per uomini ed animali e rendere l'acqua del lago inutilizzabile per fare il bagno e per l'uso alimentare, la sostanza tossica è prodotta all'interno del lago anche se i nutrienti che determinano la condizione di eutrofia provengono dall'esterno.

I batteri fecali e, in qualche caso, le cianotossine possono essere rimossi con trattamenti di potabilizzazione.

Il lago può essere inquinato anche dal versamento nelle acque di sostanze estranee, come certi metalli che, in alcune condizioni o in alcune forme chimiche, si possono sciogliere in acqua. Anche sostanze chimiche sintetizzate dall'uomo possono contaminare le acque. Le analisi chimiche per rilevarle sono spesso molto complesse e per questo si vanno a cercare specialmente quei contaminanti dei quali è nota la presenza sul territorio perchè in esso sono fabbricati o utilizzati.



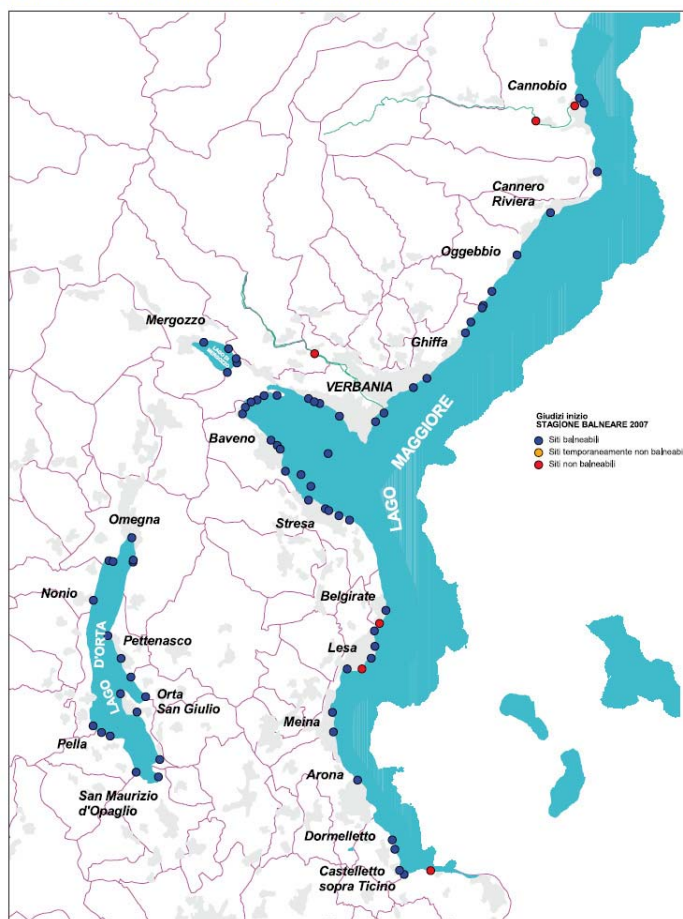
I contaminanti si concentrano lungo la catena alimentare. Per questo motivo anche se una sostanza tossica non raggiunge nelle acque concentrazioni così elevate da essere pericolose, la sua concentrazione nei pesci può arrivare ad essere alta.

Questo succede perchè i pesci, che stanno alla fine della carena alimentare, potrebbero accumulare la sostanza inquinante nel loro corpo, diventando così non commestibili.

## Si può fare il bagno nel lago?

La risposta la dà l'ARPA, Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente, che analizza i laghi per valutare l'idoneità delle loro acque per la balneazione. I controlli hanno frequenza quindicinale durante il periodo di campionamento, che inizia un mese prima della stagione balneare, ad aprile, e termina a settembre. Il Ministero della Salute, all'inizio di ogni stagione, sulla base dei risultati del monitoraggio dell'anno precedente effettuato da Arpa, comunica alla Regione i giudizi di balneabilità di ogni zona controllata, che li comunica con una delibera. "Individuazione delle zone idonee e non idonee alla balneazione nel territorio della Regione Piemonte".

Figura 15.24 - Laghi Maggiore, Orta e Mergozzo. Zone idonee alla balneazione - anno 2007



Fonte: Arpa Piemonte, Regione Piemonte

Laghi Maggiore, Orta e Mergozzo.  
Zone idonee alla balneazione  
(punti blu), anno 2007

Ma attenzione:  
divieto di balneazione  
non significa necessariamente "lago inquinato"!!!



Può esserci un altro  
pericolo o la spiaggia  
può non avere i  
necessari requisiti  
di sicurezza d'accesso.





## L'acqua del lago si può bere? Il pesce del lago si può mangiare?

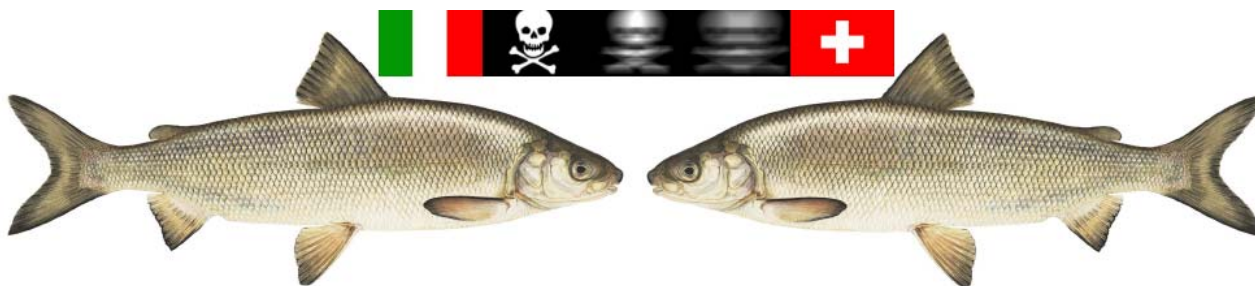
Ancora una volta la risposta la dà l'ARPA, Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente, che analizza i laghi per valutare la potabilità delle acque ed i pesci per verificare che il loro eventuale contenuto di sostanze tossiche rispetti i limiti dettati dalla legge.

Cosa curiosa sulla quale riflettere:

quale è il confine tra paura e pericolo? in altre parole, si può misurare il pericolo?

Il Lago Maggiore è in parte italiano ed in parte svizzero. Però i limiti per la balneabilità e per la commestibilità dei pesci sono diversi.

Qual è la conseguenza? Che pesci dello stesso lago, commestibili per la legge svizzera, sono considerati invece pericolosi per la salute umana dalla normativa italiana. E' verosimile che l'acqua ed i pesci, che non conoscono confini, siano diversamente pericolosi in Svizzera e in Italia?



Bisogna saperne di più: c'è bisogno di più ricerca su questo e su altri temi ecologici.





## Il lago è acido? Che cos'è il pH?

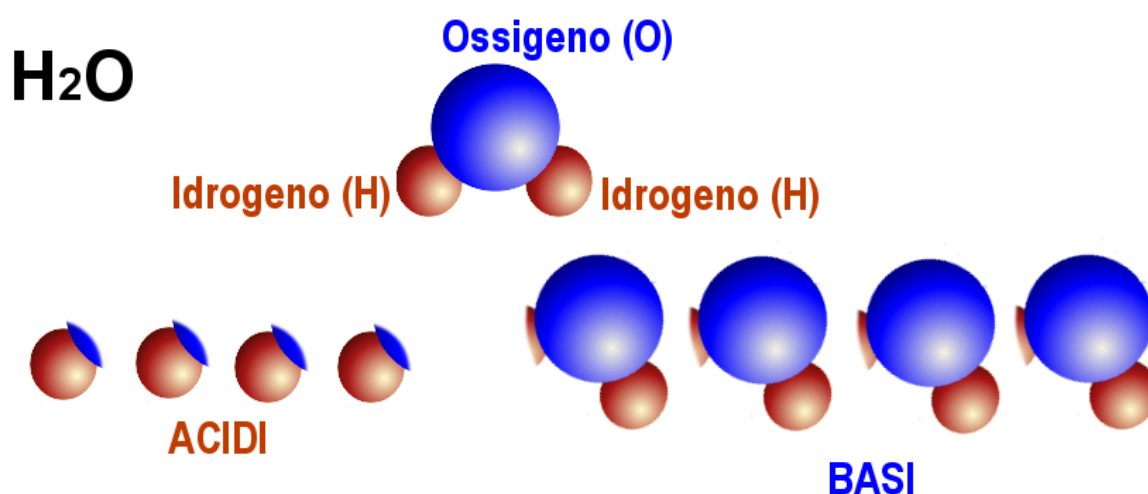
Spesso particolari condizioni di acidità o valori del pH anomali vengono usati per spiegare vere o presunte anomalie del lago. Ma che cos'è in realtà il pH?

L'espressione "pH" deriva dalle iniziali delle parole latine *potentia hydrogenii* o *pondus hydrogenii* (*potentia* = potere; *pondus* = peso; *hydrogenii* = idrogeno)

Che cosa c'entra il pH con la potenza o il peso dell'idrogeno?

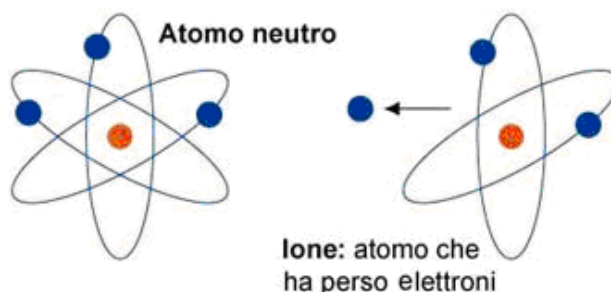
Per capirlo bisogna ricordare come sono fatte tutte le sostanze e, in particolare, com'è fatta la molecola d'acqua.

Tutte le sostanze sono fatte da milioni di piccoli atomi dei diversi elementi esistenti sulla terra che, unendosi, formano le diverse sostanze. Il più piccolo insieme di atomi di ciascuna sostanza esistente costituisce una molecola di quella sostanza. Una molecola d'acqua, per esempio, è fatta da due atomi di idrogeno e da uno di ossigeno. Per questo la formula chimica dell'acqua è  $H_2O$  dove "H" significa idrogeno, "2" sta per il 2 atomi di idrogeno e "O" significa ossigeno.



Quando si versa un acido in un certo volume d'acqua, esso aggiunge all'acqua stessa degli atomi di idrogeno (H). Quando si versa una base nell'acqua, essa aggiunge un atomo di idrogeno congiunto con uno di ossigeno (OH).

In realtà l'eccesso di H o di OH non è dato da atomi ma da **ioni**, cioè da atomi un poco "elettricamente sbilanciati" perchè staccandosi dalle molecole originarie perdono elettroni.



Quindi una soluzione acquosa diventa acida quando ha tantissimi ioni H, è neutra quando l'abbondanza di ioni H è pari a quella degli ioni OH e diventa basica quando ha pochissimi ioni H.

Però, dato che scrivere l'abbondanza o concentrazione degli ioni H (cioè il peso in grammi di H in un litro di soluzione) costringerebbe ad usare numeri molto piccoli con tanti decimali perché l'idrogeno pesa poco, si è deciso di ricorrere ad un artificio numerico per usare numeri di poche cifre per esprimere il pH.

L'artificio, che è schematizzato nella tabella qua sotto, consiste nel calcolare il reciproco della concentrazione (cioè dividere 1 per la concentrazione) e poi calcolare il logaritmo del numero risultante.

<b>concentrazione ioni H</b>	<b>1.0</b>	<b>0.0000001</b>	<b>0.000000000000001</b>
<b>suo reciproco</b>	<b>1</b>	<b>10000000</b>	<b>1000000000000000</b>
<b>logaritmo del reciproco</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>14</b>
			
	<b>acido forte</b>	<b>neutro</b>	<b>base forte</b>

Con questo accorgimento un intervallo molto ampio di variazione di concentrazione di ioni H è descritto da una scala semplice che va da 0 a 14.

Gli organismi vivono bene in acque con valori di pH vicini alla neutralità perché soluzioni troppo acide o troppo basiche danneggiano le proteine che costituiscono i corpi degli organismi oppure cambiano la possibilità di sciogliersi in acqua di gas e sostanze nutrienti o tossiche.

Per questo già valori di pH oltre l'intervallo 5,5 - 9 creano condizioni incompatibili con la vita di molte specie di organismi acquatici e possono risultare fastidiose o dannose per i bagnanti.

Qual'è il pH normale del Lago Maggiore?

Varia da 7,5 a 9. Questo valore, ancora tollerato dalla maggior parte dei pesci, è raggiunto quando si verifica una abbondante crescita delle alghe microscopiche che popolano la zona illuminata del lago. Queste durante la loro attività di fotosintesi usano la CO<sub>2</sub> disciolta e cambiano l'equilibrio degli ioni H e OH.

## Perché in estate vicino alla riva del lago c'è odore di terra bagnata?

L'odore di terra bagnata che si sente dopo i temporali estivi è dovuto ad una sostanza, la geosmina, prodotto da diversi microbi del suolo. La parola geosmina deriva dal greco e significa proprio "odore di terra". La geosmina si scioglie nell'acqua piovana e, quando questa evapora, i vapori la trasportano fino alle nostre narici. Il naso umano è molto sensibile alla geosmina e riesce a percepirla anche a bassissima concentrazione: 5 milionesimi di grammo sciolti in 1000 litri sono già sufficienti a far sentire l'odore.

Se sentite quell'odore passeggiando vicino alla riva del lago ma il temporale non c'è stato, quello che arriva alle vostre narici è l'odore della geosmina che si libera dalle cellule morte dei cianobatteri. Questi sono dei microrganismi acquatici che, in condizioni ambientali particolari, possono crescere a milioni ed addensarsi sulla superficie del lago. Ci sono tante specie di cianobatteri ma ad occhio nudo diventano visibili soltanto quando si accumulano formando striature verdastre, bluastre o rossastre, a seconda della specie.



Foto al microscopio di una colonia di cianobatteri ingrandita 400 volte



Striature sulla superficie del lago prodotte da colonie di cianobatteri

Ma che ci importa dei cianobatteri e delle loro geosmine? In fondo un poco di "odore di lago" non può far male di sicuro. E' vero, ma se i cianobatteri sono troppi la puzza diventa sgradevole ed il bagno nel lago può venir vietato perché non sempre i cianobatteri sono solamente degli innocui "fetentoni". Molti di loro possono produrre tossine, cioè sostanze velenose per altri esseri viventi, uomo incluso.

Quindi cianobatteri a volte, ma non sempre, sono pericolosi.. Per sapere se c'è pericolo l'Autorità Sanitaria, cioè l'ARPA, preleva un campione d'acqua di lago sospetta di contenere cianobatteri, lo esamina al microscopio per riconoscere di che organismo si tratta e, se è una specie potenzialmente tossica, fa delle analisi specifiche per scoprire quale e quanta tossina è stata prodotta. Se c'è nell'acqua una quantità di tossina o di cianobatteri che la producono superiore ai limiti di legge, le Autorità Sanitarie vietano la balneazione ed eventualmente altri usi delle acque incriminate. Perciò state attenti ai divieti di balneazione e se vedete che la superficie del lago un aspetto simile a quello della foto, informatevi bene prima di farvi un bagno nel lago.

Questo testo è estratto dal volume di prossima pubblicazione **Prati e sapori di lago**, edizioni Baobab.