



GUIDA TECNICA · OSSIGENO DISCIOLTO

L'ossigeno è l'unico parametro del laghetto che può passare da confortevole a letale in sei ore, tornare a valori perfetti prima che tu ti alzi dal letto, e non lasciare traccia in nessun test fatto a metà mattina. Questa pagina spiega il meccanismo, i numeri, e perché il momento in cui quasi tutti misurano è esattamente quello che non serve a niente.

In breve

- La solubilità dell'ossigeno *scende* quando l'acqua si scalda: circa 9 mg/l a 20 °C, 7,5 a 30 °C, 7,0 a 35 °C. Nello stesso intervallo il consumo delle koi e del filtro *sale*. Due curve che vanno in direzioni opposte.
- Il minimo giornaliero è sempre poco prima dell'alba: di notte nessuno produce ossigeno e tutti lo consumano.
- Vedere le koi boccheggiare in superficie alle 6 del mattino non è un capriccio: è la fine di una curva discendente iniziata al tramonto.
- In Pianura Padana l'estate non dà tregua notturna. Il minimo prima dell'alba non è un problema solo del Sud.
- Una misura fatta alle 15 di una giornata di sole può segnare il 130% di saturazione mentre alle 5 del mattino lo stesso laghetto era al 40%.
- L'aerazione notturna in estate è ordinaria amministrazione, non un intervento d'emergenza.

Due curve che si incrociano

Tutto il problema dell'ossigeno estivo sta in una singola frase: l'acqua calda ne contiene meno e i pesci ne chiedono di più. Non sono due effetti indipendenti che a volte coincidono, sono due effetti che coincidono *sempre*, e in Italia coincidono nel periodo in cui le koi mangiano di più e crescono di più.

La solubilità dei gas in acqua è governata dalla temperatura: più l'acqua è calda, meno gas riesce a trattenere in soluzione. È lo stesso motivo per cui una bottiglia d'acqua frizzante lasciata al sole si sgasa. La tabella qui sotto riporta la concentrazione di ossigeno disciolto (OD) al 100% di saturazione, a livello del mare, in acqua dolce.

TEMPERATURA ACQUA	OD A SATURAZIONE (100%)	CONTESTO ITALIANO
5 °C	12,8 mg/l	inverno padano, koi ferme

TEMPERATURA ACQUA	OD A SATURAZIONE (100%)	CONTESTO ITALIANO
10 °C	11,3 mg/l	mezza stagione lunga, filtro lento
15 °C	10,1 mg/l	ripresa alimentare
20 °C	9,1 mg/l	maggio / fine settembre
25 °C	8,2 mg/l	giugno normale
28 °C	7,8 mg/l	luglio in pianura, agosto al Sud
30 °C	7,5 mg/l	ondata di calore, laghetto poco profondo
32 °C	7,3 mg/l	strato superficiale sotto sole diretto
35 °C	7,0 mg/l	vasca fuori terra, laghetto piccolo esposto

Da 20 a 30 °C il tetto massimo scende di circa il 18%. Nello stesso salto termico il metabolismo di una carpa koi cresce grosso modo del doppio o poco più, e con esso il consumo di ossigeno, la produzione di ammonio e quindi anche il lavoro del filtro biologico — che a sua volta è un consumatore di ossigeno tutt'altro che trascurabile. Il margine si comprime da entrambi i lati contemporaneamente.

Quanto ne serve davvero

Le convenzioni diffuse nell'allevamento koi — non prescrizioni, e da verificare sul proprio laghetto — collocano il confort fra 8 e 10 mg/l, con 7 mg/l come minimo pratico, un margine ormai stretto fra 6 e 7, e uno stato di stress reale sotto i 6 mg/l. Sotto i 4 mg/l si parla di emergenza. Il punto delicato è che questi numeri assoluti significano poco senza la temperatura accanto: 6 mg/l a 12 °C è abbondanza (circa il 55% di saturazione, ma con un fabbisogno bassissimo); 6 mg/l a 29 °C è un laghetto già in affanno, perché è circa il 78% della saturazione con un fabbisogno al massimo stagionale. Per questo l'OD va sempre letto in coppia: **mg/l e % di saturazione**, mai uno solo dei due.

Il ciclo delle 24 ore

Di giorno, con luce, tutto ciò che è verde nel laghetto fa fotosintesi: fitoplancton (l'acqua verde), alghe filamentose sulle pareti, piante marginali, la patina biologica su ogni superficie. La fotosintesi produce ossigeno e consuma anidride carbonica. Al tramonto la produzione si ferma di colpo; la respirazione invece non si ferma mai. Continuano a respirare le koi, i batteri nitrificanti nel filtro biologico, i batteri eterotrofi nel sedimento sul fondo, e le stesse alghe che di giorno producevano ossigeno.

Il risultato è una curva prevedibile: massimo nel primo pomeriggio, discesa continua per tutta la notte, minimo assoluto negli ultimi minuti di buio. Non alle tre del mattino: **proprio prima dell'alba**, perché il consumo agisce senza interruzione per tutta la notte e la produzione riprende solo con la luce utile.

Quanto può essere ampia l'escursione — In un laghetto con acqua verde marcata, a fine luglio, la stessa acqua può misurare oltre il 130-150% di saturazione alle 15 (sovrasaturazione da fotosintesi, le bolle che si vedono attaccate alle pareti) e scendere sotto il 50% alle 5 del mattino. Chi misura una volta a settimana, di giorno, in quel laghetto ha una serie storica di valori eccellenti e un problema serio che non ha mai visto.

La stessa oscillazione, per lo stesso identico motivo chimico, produce anche l'**escursione giornaliera del pH**: la CO₂ consumata di giorno alza il pH, quella liberata di notte lo abbassa. Con una durezza carbonatica (KH) in ordine l'oscillazione resta una frazione di punto; con la riserva alcalina consumata diventa il preludio a un crollo del pH. Ossigeno e pH, di notte, raccontano lo stesso fenomeno da due angolazioni diverse.

Boccheggiare in superficie alle 6 del mattino

È il segnale che porta la maggior parte dei proprietari a cercare informazioni, di solito con il telefono in mano sul bordo del laghetto. Le koi stanno ferme in superficie, spesso vicino alla cascata o allo scarico di ritorno, con la bocca che rompe il pelo dell'acqua. Il termine tecnico è respirazione di superficie: il pesce cerca il sottilissimo strato d'acqua immediatamente a contatto con l'aria, che è l'unico rimasto con un tenore di ossigeno decente.

Cosa significa concretamente:

- **Non è l'inizio del problema, è la fine di una discesa.** Quando le koi boccheggiano l'OD è già ai minimi da un pezzo. Il momento in cui si poteva intervenire senza stress era tre o quattro ore prima.
- **Se sono raggruppate dove l'acqua rientra,** il problema è di ossigeno o di circolazione, non di comportamento. Un pesce che sta sotto il getto sta scegliendo l'unico punto ossigenato.
- **Se boccheggiano e l'ossigeno misurato è normale,** il sospetto si sposta subito su altro: i **nitriti (NO₂-)** legano l'emoglobina e impediscono il trasporto dell'ossigeno, quindi il pesce soffoca in acqua che, all'analisi, di ossigeno ne ha in abbondanza. Stessa scena, causa opposta. Vedi ammoniaca e nitriti. Anche branchie danneggiate da **ammoniaca libera (NH₃)** o da parassiti danno lo stesso quadro.
- **Se boccheggiano di pomeriggio,** con sole pieno, la faccenda è più grave: significa che il consumo supera la produzione anche nel momento migliore della giornata.

Perché una misura di giorno è la meno utile di tutte

Non perché sia sbagliata, ma perché campiona sistematicamente il punto più alto della curva. Una misura fatta fra le 11 e le 18 risponde alla domanda "quanto ossigeno c'è nel momento in cui ce n'è di più?", che non è la domanda che interessa. La domanda che interessa è "quanto ne è rimasto alle 5 del mattino di ferragosto, mentre ero al mare".

Chi vuole una risposta seria con un misuratore portatile ha una sola strada: alzarsi prima dell'alba, in una notte calda e umida, dopo una giornata di sole, con il laghetto alla massima densità alimentare dell'anno. Se lo si fa una volta in agosto si impara moltissimo. Il problema è che si impara una volta sola, e in un anno le notti a rischio in Pianura Padana sono decine.

La regola operativa — Se puoi fare una sola misura di ossigeno all'anno, falla in una notte serena e afosa di luglio o agosto, fra le 4 e le 6 del mattino, e annotala insieme a temperatura dell'acqua e ora esatta. Vale più di dodici misure di mezzogiorno.

Chi consuma ossigeno, oltre alle koi

In un laghetto ben popolato i pesci non sono nemmeno il consumatore principale. Vale la pena di conoscere gli altri, perché sono quelli che si possono governare.

- **Il filtro biologico.** La nitrificazione è un processo aerobico costoso: l'ossidazione dell'azoto ammoniacale consuma indicativamente 4-4,6 mg di ossigeno per ogni mg/l di azoto ossidato. Un filtro che lavora a pieno regime a fine luglio è un consumatore continuo, ventiquattr'ore su ventiquattro, e non si ferma di notte come le alghe.
- **Il sedimento sul fondo.** Fango, foglie, mangime non consumato: la degradazione eterotrofa consuma ossigeno molto più rapidamente della nitrificazione. Un fondo sporco è un debito di ossigeno che si paga di notte.
- **Le alghe stesse.** Di giorno produttrici nette, di notte consumatrici. Un'acqua verde densa è una bomba a orologeria: sposta l'escursione notturna verso il basso e, se collassa (per un trattamento, per un temporale, per un cambio di luce), il collasso stesso consuma ossigeno mentre la biomassa morta si decompone.
- **I trattamenti.** Permanganato di potassio, perossido, alcuni algicidi: sono ossidanti, e ossidare consuma capacità ossidativa dell'acqua. Trattare un laghetto caldo senza aerazione supplementare è uno degli errori che uccidono più koi in Italia, e succede quasi sempre in luglio.

Due fattori minori, ma da conoscere: il sale riduce leggermente la solubilità dell'ossigeno (attorno al 2% a 3 g/l — trascurabile rispetto alla temperatura, ma reale); e l'altitudine la riduce con la pressione atmosferica, quindi un laghetto in una valle prealpina a 600 m parte con circa il 6% di ossigeno in meno a parità di saturazione percentuale. Il valore in % di saturazione resta corretto, quello in mg/l no.

Nord e Sud: due estati diverse, lo stesso minimo notturno

La letteratura koi tradotta dal nord Europa dà per scontato che la notte estiva raffreddi il laghetto e ricostituisca la scorta di ossigeno. In Italia questo è falso in entrambe le regioni climatiche, per ragioni diverse.

Pianura Padana

L'estate padana è calda e umida. Con aria sopra i 35 °C, punto di rugiada alto e l'afa che non molla dopo il tramonto, la perdita di calore notturna del laghetto è modesta: l'evaporazione, che è il principale meccanismo di raffreddamento, è frenata proprio dall'umidità. L'acqua resta alta tutta la notte, il metabolismo resta alto tutta la notte, e la discesa dell'ossigeno parte da un tetto già basso. Chi ha un laghetto a Mantova, Brescia o nel veronese lo sa: le notti peggiori dell'anno non sono ventilate, sono immobili.

Sud, isole e coste tirreniche

Qui l'acqua può stare sopra i 28 °C per settimane consecutive, con evaporazione intensa. Il tetto di saturazione è permanentemente basso, e l'evaporazione porta con sé un secondo effetto: l'acqua se ne va, i sali restano. Conducibilità, salinità e durezza salgono lentamente da luglio a settembre, e i rabbocchi con acqua di rete calcarea li spingono ancora più su. Il sale dosato a giugno è ancora tutto lì a settembre — non evapora, e solo un cambio d'acqua lo toglie. Nelle zone soggette a limitazioni idriche estive, "basta fare un bel cambio" non è sempre una risposta disponibile, e questo rende l'aerazione ancora più centrale.

Aerazione notturna: come si imposta

Il trasferimento di ossigeno avviene all'interfaccia aria/acqua. Le bolle di un diffusore contribuiscono poco per scambio diretto: il loro lavoro vero è *sollevare* acqua di fondo verso la superficie e rompere la pellicola superficiale. Da qui alcune conseguenze pratiche.

- **Movimento di superficie prima di tutto.** Uno sfioro, una cascata, un ritorno orientato verso l'alto fanno più di quanto si creda. Un laghetto con superficie a specchio è un laghetto che scambia poco.
- **Diffusori a bolla fine, posizionati sul fondo,** distribuiti e non concentrati in un punto. Sul fondo hanno il percorso di risalita più lungo e muovono l'intera colonna d'acqua.
- **Dimensionamento:** una convenzione diffusa fra koikeeper per i mesi caldi è dell'ordine di 5-10 litri d'aria al minuto ogni 1.000 litri d'acqua, quindi 50-100 l/min per un laghetto da 10.000 litri. È una regola pratica, non una prescrizione: dipende da carico di pesce, profondità, ombreggiatura e tipo di filtro, e va verificata misurando.
- **Accesa tutta la notte, non a tempo.** Il timer che spegne l'aria alle 23 spegne l'ossigeno esattamente quando serve. Se proprio si vuole un timer, che vada al contrario: acceso dal tramonto all'alba come minimo, meglio 24 ore in luglio e agosto.
- **Il compressore d'aria è il carico elettrico più critico del laghetto.** Un blackout estivo notturno di quattro ore è un evento serio; vale la pena sapere se il proprio impianto ha una linea protetta e, in caso di temporali frequenti, considerare una continuità almeno per il compressore.

Nota per l'inverno: in Italia la calotta di ghiaccio spessa e prolungata è uno scenario alpino e prealpino, non padano. Nella maggior parte dei laghetti italiani il ghiaccio è sottile e di breve durata. Resta valida la regola di mantenere un punto di scambio aperto e di *non* spingere aria fredda in profondità d'inverno: l'aeratore in inverno va tenuto alto, appena sotto la superficie, per non rimescolare l'acqua più tiepida del fondo dove stazionano le koi.

Gli eventi che tolgono ossigeno in poche ore

EVENTO	MECCANISMO	FINESTRA TIPICA
Notte afosa dopo giornata di sole	massimo consumo, nessun raffreddamento, tetto basso	luglio-agosto, Nord e Sud
Giornata coperta o temporalesca	fotosintesi ridotta tutto il giorno, si arriva alla notte con meno riserva	tutta l'estate

EVENTO	MECCANISMO	FINESTRA TIPICA
Collasso dell'acqua verde	biomassa morta in decomposizione, consumo violento	dopo trattamenti o cambi di luce
Trattamento ossidante	consumo chimico diretto + stress branchiale	ogni volta, peggiore se caldo
Pulizia del filtro	flora batterica ridotta, picco di ammoniaca e nitriti nei giorni seguenti	2-5 giorni dopo
Bomba d'acqua di fine estate	acqua fredda e non tamponata, rimescolamento del fondo, torbidità	settembre-ottobre
Vasca da esposizione	molte koi in poca acqua, spesso senza filtro maturo	giornate di show

Ferragosto, detto onestamente

C'è un fattore di rischio italiano che nessun manuale straniero contempla: a metà agosto il paese chiude. Il proprietario è via due o tre settimane, il laghetto è affidato a un vicino o a un dosatore automatico, e questo accade nel tratto d'anno più caldo e meno indulgente. Chi passa a dare da mangiare la sera non vedrà mai il minimo prima dell'alba, e non saprà distinguere delle koi ferme in superficie all'ombra da delle koi che boccheggiano. È la ragione più concreta, e non serve gonfiarla, per avere una misura continua e qualcuno che la guardi mentre tu non ci sei.

Misurare l'ossigeno: cosa cambia rispetto agli altri parametri

L'OD non ha un equivalente valido fra le **strisce reattive** né fra i **test a gocce** di uso comune: i kit colorimetrici per l'ossigeno esistono ma sono lenti, delicati sul prelievo e poco pratici da fare al buio. Il metodo affidabile è una sonda, ottica (luminescenza) o elettrochimica. Le sonde ottiche moderne non hanno membrana né elettrolita da sostituire, restano stabili nel tempo e tollerano bene l'immersione permanente, ma la faccia ottica va tenuta pulita: una patina biologica di due settimane in acqua a 28 °C falsa la lettura, ed è il motivo per cui una sonda destinata a restare in acqua deve avere una **spazzola autopulente**.

Qualunque sia lo strumento, tre accortezze contano più della marca: misurare sempre nello stesso punto e alla stessa profondità (non nella cascata, che è il punto più ossigenato del laghetto e mente per eccesso); registrare l'ora insieme al valore, perché un OD senza orario non è un dato; e leggere sempre insieme mg/l, % di saturazione e temperatura. Per il confronto fra metodi vedi la guida ai [test dell'acqua del laghetto](#), e per gli intervalli di riferimento di tutti i parametri la [tabella dei valori](#).

Domande frequenti

Perché le mie koi boccheggiano in superficie solo la mattina presto e poi smettono?

Perché stai osservando la fine della curva notturna dell'ossigeno. Dal tramonto in poi nel laghetto nessuno produce più ossigeno mentre koi, batteri nitrificanti, sedimento e alghe continuano a consumarne. Il minimo è poco prima dell'alba; con le prime ore di luce la fotosintesi riparte e in un'ora o due il valore risale. Se il comportamento sparisce da solo entro metà mattina, il sospetto principale è proprio il minimo notturno di ossigeno. Se invece le koi boccheggiano anche di pomeriggio, o boccheggiano con ossigeno misurato normale, il sospetto si sposta su nitriti, ammoniaca libera o danno branchiale.

Ho misurato 9 mg/l alle tre del pomeriggio: posso stare tranquillo?

No, e non perché la misura sia sbagliata. Il pomeriggio di sole è il punto più alto della giornata: con acqua verde attiva si arriva anche a sovrasaturazione, oltre il 130% di saturazione. Lo stesso laghetto poche ore dopo può essere sotto il 50%. Una singola misura diurna non dice nulla sull'escursione notturna, che è la cosa che conta. Se vuoi un numero utile con uno strumento portatile, misura fra le 4 e le 6 del mattino in una notte calda, e annota temperatura e ora insieme al valore.

D'estate l'aeratore lo tengo acceso solo di notte: basta?

È molto meglio che tenerlo spento, ma nei mesi caldi la scelta più prudente è 24 ore su 24. Di giorno il filtro biologico lavora al massimo e consuma ossigeno senza interruzione, e in una giornata coperta o temporalesca la fotosintesi non compensa. L'errore da evitare in assoluto è il timer che spegne l'aria a tarda sera: toglie l'aerazione esattamente nelle ore in cui il laghetto è più in difficoltà. Come ordine di grandezza, una convenzione diffusa fra koikeeper è 5-10 litri d'aria al minuto ogni 1.000 litri d'acqua nei mesi caldi, da verificare misurando sul proprio impianto.

Vivo in Pianura Padana: il problema dell'ossigeno notturno non è soprattutto del Sud?

No, ed è un'idea che arriva dai testi tradotti dal nord Europa, dove le notti estive raffreddano davvero il laghetto. L'estate padana è calda e umida: con l'afa che non si rompe dopo il tramonto l'evaporazione è frenata, il laghetto non si raffredda, e la temperatura dell'acqua resta alta tutta la notte. Il consumo resta al massimo mentre il tetto di saturazione resta basso. Il minimo prima dell'alba in Lombardia, Veneto o Emilia è altrettanto reale che in Sicilia, con l'aggravante che molti proprietari del Nord non se lo aspettano.

Il sale nel laghetto riduce l'ossigeno disponibile?

Sì, ma poco: a 3 g/l la solubilità dell'ossigeno cala di circa il 2%, un effetto irrilevante rispetto ai 1,6 mg/l che si perdono passando da 20 a 30 °C. La cosa da tenere d'occhio con il sale è un'altra: non evapora. In un'estate secca l'acqua se ne va e il sale resta, quindi salinità e conducibilità salgono da sole nel corso di luglio e agosto, e solo un cambio d'acqua le riporta giù.

Come faccio a sapere se il problema è ossigeno o nitriti, visto che il pesce si comporta allo stesso modo?

Misurando entrambe le cose alla stessa ora. I nitriti legano l'emoglobina e impediscono il trasporto dell'ossigeno: il pesce soffoca in acqua che di ossigeno ne ha in abbondanza, e la scena in superficie è identica. Se l'ossigeno all'alba è normale e i pesci boccheggiano lo stesso, il primo controllo sono i nitriti, tipicamente 2-5 giorni dopo una pulizia del filtro o durante l'avvio del laghetto. Se invece ossigeno e nitriti sono entrambi in ordine, resta il danno branchiale, che è una questione veterinaria e non chimica.

