IVES Technical Reviews
vigna & vino

https://doi.org/10.20870/IVES-TR.2026.10500

# Cosa stiamo misurando realmente quando misuriamo l'ossigeno disciolto nel vino?

**Ignacio Nevares**[1]✉, **Maria del Alamo-Sanza**[1]✉

[1] UVaMOX Group, Universidad de Valladolid, Palencia, Spain

Gli ossimetri non misurano l'ossigeno in mg/L. I loro sensori rilevano alla pressione parziale dell'ossigeno ($pO_2$) o il flusso, e lo strumento converte tale segnale utilizzando un modello di solubilità. Nel vino, la matrice può influire sia sulla solubilità sia sulla risposta del sensore. I valori in mg/L sono utili in condizioni controllate, ma non sono sempre comparabili tra vini o strumenti diversi. Registrare il segnale nativo, la temperatura, la pressione consente di interpretare il risultato e la cinetica di consumo dell'ossigeno in modo più affidabile[1].

## Un valore familiare che nasconde una conversione

La procedura abituale è semplice: inserire la sonda, attendere la stabilizzazione del valore e annotare, ad esempio, 0,42 mg/L. Sembra diretto, ma il risultato che passa dal vino allo schermo comporta una conversione.

Un sensore di ossigeno non misura la massa dell'ossigeno presente in un litro di vino. In un elettrodo di Clark, la corrente dipende dal flusso attraverso la membrana; in un sensore ottico, l'ossigeno estingue la luminescenza di un indicatore. La risposta primaria riflette la disponibilità di ossigeno all'interfaccia del sensore—$pO_2$ o flusso. Per esprimerla in mg/L, lo strumento applica una relazione di solubilità.

Il risultato non è necessariamente errato, ma è derivato: la sua accuratezza dipende sia dal sensore che dal modello. Uno strumento può essere preciso e ripetibile, ma fornire comunque solo una concentrazione approssimativa se il modello non rappresenta correttamente il vino.

## Il vino non si comporta come l'acqua

Molti ossimetri sono calibrati in acqua satura d'aria o utilizzano relazioni di solubilità basate sull'acqua. Questi sono riferimenti adeguati per verificare il sensore, ma non per supporre che $pO_2$ e mg/L siano correlati allo stesso modo nel vino.

Il vino è una matrice idroalcolica complessa e reattiva. L'etanolo, gli zuccheri e l'estratto influenzano la solubilità; la temperatura e la pressione influenzano sia la solubilità che il trasporto. Lo spazio di testa e la $CO_2$ contribuiscono alle differenze tra il vino e un bicchiere d'acqua in equilibrio.

Pertanto, non esiste un unico coefficiente applicabile a tutti i vini. A parità di $pO_2$, vini diversi possono contenere quantità diverse di ossigeno fisicamente disciolto; una conversione generica può nascondere tale differenza anziché risolverla.

Due effetti della matrice devono essere tenuti distinti. L'effetto fisico-chimico modifica la solubilità e la relazione tra $pO_2$ e mg/L. L'effetto strumentale altera la risposta del sensore e può dipendere dal luminoforo e dal suo supporto oppure, negli strumenti polarografici, dalla diffusione attraverso la membrana. Negli studi di del Alamo-Sanza *et al.* (2014)[2], le deviazioni erano già evidenti in hPa e variavano da uno strumento all'altro. In otto vini reali, gli errori diretti dell'11–19 % sono scesi allo 0–5 % dopo una compensazione specifica per il dispositivo relativa all'etanolo e allo zucchero, e al di sotto dello 0,5 % con un sistema ottico. Ciò ha corretto la risposta del sensore; ma non ha determinato la reale solubilità del vino.

## Sorprendentemente, lo sapevamo già mezzo secolo fa

Tra il 1970 e il 1979, diversi gruppi sovietici hanno studiato la solubilità dell'ossigeno e la sua misurazione nei vini reali. Le barriere linguistiche e l'accesso limitato alle riviste scientifiche hanno fatto sì che questo lavoro rimanesse poco conosciuto, eppure i suoi risultati rimangono straordinariamente attuali.

Manuilova scoprì che l'aumento della temperatura riduceva la solubilità dell'ossigeno, mentre la risposta polarografica poteva aumentare. Fal'kovich concluse che i sensori a membrana rispondevano alla $pO_2$ e non direttamente alla massa di ossigeno. Moditis mise in evidenza il ruolo dell'estratto, mentre Datunashvili propose equazioni specifiche per la composizione del vino.

Il messaggio comune era chiaro: convertire un segnale in mg/L richiede la conoscenza della solubilità dell'ossigeno in quel particolare liquido. Mezzo secolo dopo, i nostri sensori sono migliori, ma la conversione rimane spesso generica[3,4,5,6].

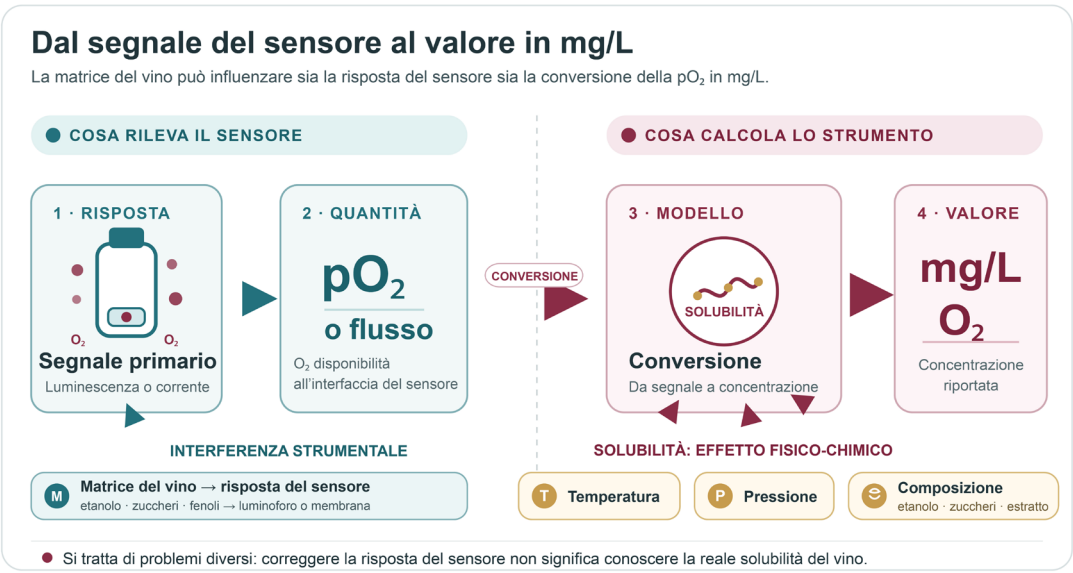



**FIGURA 1.** La matrice può influenzare sia la risposta del sensore sia la conversione della $pO_2$ in mg/L.

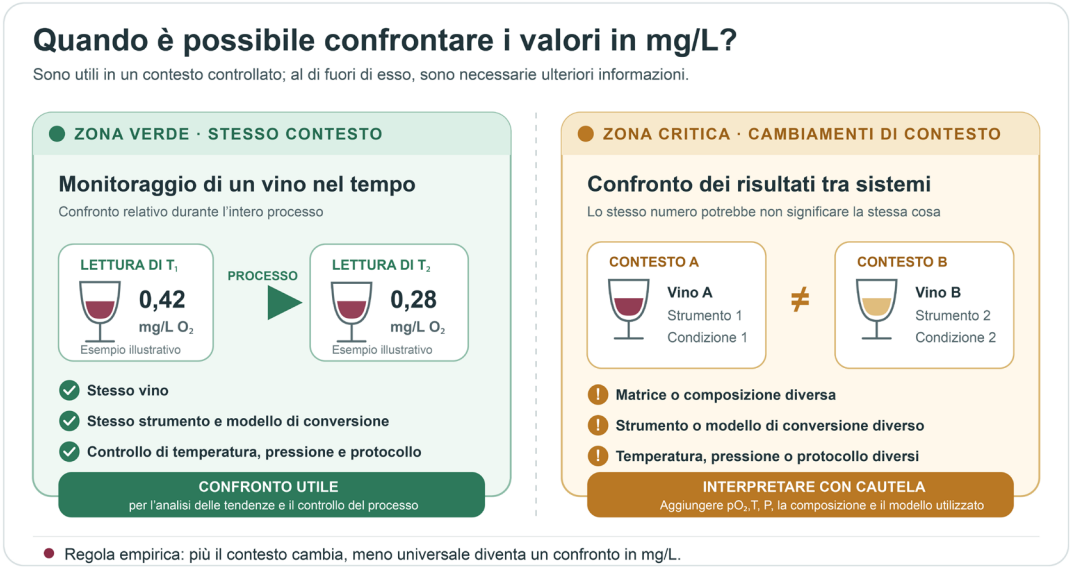



**FIGURA 2.** I valori in mg/L sono utili in un contesto controllato; al di fuori di esso, richiedono informazioni aggiuntive.

## Un sensore migliore non risolve il problema del modello

I sensori ottici hanno rappresentato un importante passo avanti: sono stabili, richiedono meno manutenzione, non consumano ossigeno durante la misurazione e consentono di effettuare misurazioni con il minimo disturbo.

Tuttavia, il luminoforo risponde ancora all'ossigeno presente nelle sue immediate vicinanze e il software necessita di un modello per esprimere tale risposta come concentrazione in massa. Una maggiore precisione e ripetibilità non compensano la solubilità sconosciuta del vino.

Possiamo ottenere un valore più stabile senza renderlo più universale. La precisione e la validità interpretativa sono questioni diverse.

## Quindi, dovremmo smettere di usare i mg/L?

No. I valori in mg/L sono utili per monitorare un vino in condizioni fisse e per valutarne le variazioni relative.

Usateli con cautela quando si confrontano matrici, strumenti o laboratori; nei calcoli stechiometrici o nelle stime del fabbisogno di $SO_2$; e quando si interpreta una singola lettura come se il vino fosse in equilibrio.

## Una semplice proposta per migliorare le misurazioni in cantina

Per capire da dove deriva il valore e quando è attendibile, il consiglio é di registrare i seguenti parametri, se lo strumento lo consente:

- **La lettura nativa.** $pO_2$, hPa o percentuale di saturazione, oltre ai mg/L.
- **Temperatura effettiva e pressione assoluta.**
- **Calibrazione e modello.** Registrare quelli utilizzati per convertire $pO_2$ in mg/L, tenendoli separati dalla compensazione strumentale per i componenti della matrice.
- **La matrice.** Identificare il vino, il contenuto alcolico, gli zuccheri, l'estratto e altri fattori rilevanti.
- **Contesto della misurazione.** Registrare dove e quando è stata effettuata la misurazione, il tempo di stabilizzazione, l'agitazione, lo spazio di testa e se il vino stava assorbendo o consumando ossigeno.

Se lo strumento riporta solo mg/L, la misurazione rimane utile per il controllo interno purché lo strumento e il protocollo rimangano costanti. Non bisogna attribuire al risultato un'universalità che la procedura non può garantire.

Una singola lettura riflette l'equilibrio momentaneo tra apporto e consumo di ossigeno. Negli studi di processo, l'evoluzione della $pO_2$—la sua pendenza, il tempo di esaurimento o l'area sotto la curva—spesso ci fornisce informazioni più significative rispetto a un singolo valore. I valori in mg/L rimangono utili come espressione operativa all'interno di un modello e di un insieme di condizioni noti[7].

## Conclusione

La questione non è se igli ossimetri misurino correttamente, ma cosa significhi il numero visualizzato sullo schermo.

Nel vino, i valori in mg/L derivano da una conversione che dipende dalla composizione, dalla temperatura, dalla pressione e dal modello di solubilità. La possibile interferenza della matrice con il sensore aggiunge un effetto a sé stante. I due aspetti devono essere valutati in modo indipendente.

La registrazione del segnale nativo e del contesto di misurazione, unita all'attenzione alla cinetica, rende il controllo dell'ossigeno più trasparente, comparabile e utile per le decisioni in cantina.■

*Ringraziamenti: Gli autori ringraziano sentitamente Alex Schulkin, ricercatore presso l'Australian Wine Research Institute, per il suo prezioso aiuto nella traduzione degli articoli in lingua russa che costituiscono una parte importante di questa rassegna.*

*Fonte: Articolo scientifico "Reassessing dissolved oxygen measurement in wines: Physicochemical and metrological limitations of mass-based reporting" (Food Chemistry, 2026).*

**1** Nevares, I., & del Alamo-Sanza, M. (2026). Reassessing dissolved oxygen measurement in wines: Physicochemical and metrological limitations of mass-based reporting. *Food Chemistry, 527*, 150953. Advance online publication. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2026.150953

**2** del Alamo-Sanza, M., Pando, V., & Nevares, I. (2014). Investigation and correction of the interference of ethanol, sugar and phenols on dissolved oxygen measurement in wine. *Analytica Chimica Acta, 809*, 162–173. https://doi.org/10.1016/j.aca.2013.11.053

**3** Manuilova, T. A., Lipits, B. V., & Sokolova, A. F. (1970). Determination of oxygen solubility in wine at various temperatures. *Sbornik Nauchno-Issledovatel'skikh Rabot, Moldavskii Nll Pishchevoi Promyshlennosti, 10*, 64–71. (In Russian).

**4** Fal'kovich, Y. E., Moditis, I. Z., & Gun'ko, G. P. (1976). Limit solubility of oxygen in wines. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Pishchevaya Tekhnologiya, 2*, 32–34. (In Russian).

**5** Moditis, I. Z., Strukova, V. E., & Fal'kovich, Y. E. (1977). Maximum solubility of atmospheric oxygen in wine. *Vinodelie i Vinogradarstvo SSSR, 4*, 15–18. (In Russian).

**6** Datunashvili, E. N., Ezhov, V. N., Ledenkova, T. P., Kozlovskii, Y. V., & Ananchenkova, G. M. (1979). Effect of basic constituents of wine on the solubility of atmospheric oxygen. *Vinodelie i Vinogradarstvo SSSR, 4*, 56–59. (In Russian).

**7** del Alamo-Sanza, M., Sánchez-Gómez, R., Martínez-Martínez, V., Martínez-Gil, A., & Nevares, I. (2021). Air saturation methodology proposal for the analysis of wine oxygen consumption kinetics. *Food Research International, 147*, 110535. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110535


Questo lavoro è fornito con la licenza Creative Commons Attribuzione 4.0 Internazionale.