



Approfondimento Tecnico
Misura dell'Ossigeno Disciolto a
FLUORESCENZA

ANALISI DELL'OSSIGENO DISCIOLTO NELLE ACQUE

L'analisi dell'Ossigeno Disciolto, nei sistemi di trattamento delle acque, è stata effettuata storicamente per mezzo di sensori denominati a "cella di Clark", sia di tipo galvanica che polarografica. Detta tipologia di sensori ha sempre necessitato una frequente e delicata manutenzione in ragione della necessità di una continua pulizia, periodica sostituzione della membrana e dell'elettrolita, rigenerazione della sonda, ricalibrazione molto frequente, tale da rendere il loro utilizzo stressante per gli operatori a causa del lungo tempo necessario per effettuare le operazioni precedentemente elencate, rendendo problematico un controllo continuo ed efficace sia della reale concentrazione dell'ossigeno nelle vasche di ossidazione, ma soprattutto la gestione automatica del sistema di areazione.

Grazie all'introduzione di nuovi sensori per la misura dell'ossigeno disciolto, in particolare con tecnica di misura a fluorescenza, e particolarmente mirati al monitoraggio nei trattamenti delle acque reflue, le problematiche precedentemente descritte sono superate.

È quindi possibile ottimizzare la manutenzione ed annullare i costi di gestione per le parti di consumo. Ulteriore vantaggio dei sensori a fluorescenza è rappresentato dal non necessitare un flusso in movimento (come necessario per i tradizionali sensori a cella di Clark) in quanto non consumano ossigeno. Pertanto possono essere installati in qualunque stadio degli impianti di trattamento acque, anche in presenza di condizioni particolarmente critiche e corrosive che normalmente distruggono i sensori tradizionali.

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

1. La sorgente emette una luce a ~ 475 nm, sul retro dell'elemento sensibile.
2. La parte del sensore a contatto con l'acqua in analisi consiste in uno strato sottile di materiale idrofobico sol-gel. Un complesso del rutenio è intrappolato nella matrice, immobilizzato e protetto dall'acqua
3. La luce proveniente dal LED eccita il complesso del rutenio che si trova immobilizzato sul sensore
4. Il complesso del rutenio così eccitato emette una fluorescenza, con energia a circa ~ 600 nm.
5. Quando il complesso di rutenio così eccitato, viene a contatto con una molecola di ossigeno, l'eccesso di energia viene trasferito alla molecola di Ossigeno, senza sviluppo di radiazioni, riducendo o raffreddando il segnale di fluorescenza. Il grado di questa riduzione è correlato alla concentrazione di Ossigeno presente nell'acqua a contatto con il sensore



Riduzione della fluorescenza

La molecola di Ossigeno è in grado di ridurre in modo molto efficiente la fluorescenza o la luminescenza di determinate sostanze luminifere. Questo effetto (scoperto per primo nel 1939 da Kautsky) viene chiamato "riduzione dinamica della fluorescenza). Il contatto di una molecola di ossigeno con un fluoroforo nel suo stato di eccitazione porta ad un trasferimento di energia senza emissione di radiazioni. Il valore della riduzione della fluorescenza viene rapportato alla frequenza delle collisioni con le molecole e quindi alla concentrazione delle molecole di Ossigeno presenti nel liquido.

DOMANDE FREQUENTI RELATIVE ALLA TECNICA DI MISURA A FLUORESCENZA

1.) In quale modo viene misurata la concentrazione dell'Ossigeno Disciolto con la tecnica della FLUORESCENZA ?

Una specifica energia ad una determinata lunghezza d'onda viene trasmessa su di un composto del rutenio che è immobilizzato su una matrice di gel. Il rutenio assorbe questa energia, modificando il livello di energia emessa dagli elettroni. Gli elettroni quindi subiranno un processo di riduzione ritornando al loro livello di energia iniziale, emettendo come energia residua dei fotoni aventi una specifica lunghezza d'onda. Questa energia è chiamata fluorescenza. Tenendo sotto controllo l'intensità della lunghezza d'onda trasmessa, la quantità di fluorescenza emessa è completamente conosciuta e riproducibile. Se vi sono molecole di ossigeno presenti, la quantità di fluorescenza viene ridotta in quanto da esse assorbita. Misurando esattamente la quantità di fluorescenza assorbita è possibile determinare con precisione la quantità di ossigeno disciolto presente nel campione liquido nel quale il sensore è immerso.

2.) Da quanto tempo questa tecnologia è conosciuta ed utilizzata ?

La tecnologia della fluorescenza è ben conosciuta essendo stata utilizzata per la determinazione dell'ossigeno disciolto in molti campi tra cui quello dell'ambiente medico per circa vent'anni. Nel corso dell'ultimo decennio questa tecnologia è stata modificata per renderla idonea all'utilizzo nei bioreattori. L'utilizzo di questa tecnologia nel campo del trattamento delle acque di scarico è stata successiva allo sviluppo di sensori robusti, di costo ridotto, di facile utilizzo e che necessitassero di minima o nessuna manutenzione. I ricercatori della INSITE hanno raggiunto tutti gli obiettivi ottenendo risultati sorprendenti di affidabilità, durata e nessuna manutenzione del sistema analitico.

3.) Quale è la vita media dei sensori a FLUORESCENZA per l'ossigeno disciolto?

La vita media dei sensori è di circa dieci anni. Durante tutta la vita del sensore non esiste la necessità di sostituire alcuna parte di consumo, nessuna parte di ricambio, nessun kit di ricarica, nessuna membrana, cartuccia, testa di elettrodo, soluzione chimica, etc.

4.) Ogni quanto tempo occorre calibrare il sensore ?

Si suggerisce di controllare la calibrazione una volta all'anno. Normalmente il sensore deriva meno dell'1% per anno.

5.) E' possibile calibrare il sensore in campo ?

Sì, il sensore può essere facilmente calibrato sul campo, confrontandolo con un dato di riferimento. Il tutto necessita un tempo medio di circa un minuto per completare l'operazione.

6.) I sensori sono intercambiabili oppure sono dedicati ad ogni singolo analizzatore ?

Tutti i sensori della INSITE sono intercambiabili al 100%. Il microprocessore inserito nel sensore è in grado di "dialogare" con il microprocessore dell'analizzatore, autoidentificandosi. In questo modo l'analizzatore è in grado di operare in modo corretto con ogni sensore.

7.) La luce del sole può danneggiare il sensore, modificarne le caratteristiche di risposta, ridurne la vita media?

No, i sensori a fluorescenza della INSITE non subiscono nessun effetto dalla esposizione, anche prolungata, alla luce solare. Ciò è esattamente l'opposto di quanto succede ai sensori a (chemi) luminescenza che invece subiscono una degradazione molto sensibile se esposti alla luce solare, sia diretta, riflessa o indiretta. Questa degradazione è cumulativa nel tempo, pertanto solo estraendo frequentemente i sensori dal liquido, anche per effettuare solamente una pulizia della durata di 5 minuti, determina un danneggiamento del sensore che ne riduce drasticamente la vita.

8.) Quale è la differenza tra la FLUORESCENZA e la (chemi) luminescenza ?

Malgrado i due metodi siano apparentemente simili, essi in realtà si differenziano per un principio di misura sostanzialmente diverso: La fluorescenza (utilizzata dalla INSITE) è la misura diretta della reazione determinata da un materiale in risposta alla eccitazione generata da una sorgente di energia. La luminescenza è invece la misura del tempo necessario al materiale utilizzato, per ritornare alle condizioni normali dopo che la sorgente dell'eccitazione energetica è stata rimossa. Questo sistema può essere utilizzato per la misura dell'ossigeno disciolto mediante un sistema "ottico" di misura ed occorre il tempo necessario all'eccitazione e sua rimozione.

9.) Quale è la precisione del sistema INSITE a FLUORESCENZA ?

L'accuratezza della misura, verificata nel tempo da molteplici sensori installati in campo è risultata essere di +/- 0.05 ppm

10.) Quale è il flusso minimo che deve avere l'acqua in analisi per effettuare la misura ?

A differenza delle tradizionali sonde di misura dell'ossigeno a cella di Clark i sensori a fluorescenza NON necessitano un minimo flusso del campione in quanto non consumano l'ossigeno presente, pertanto non è necessario l'apporto di nuovo ossigeno proveniente da nuovo campione d'acqua in costante movimento; i sensori a fluorescenza effettuano una misura accurata anche in acqua stagnante.

11.) I sensori a FLUORESCENZA devono essere costantemente bagnati, anche se non in uso ?

No, i sensori possono rimanere anche completamente asciutti, senza alcuna perdita di accuratezza, sensibilità, diminuzione del tempo di risposta o calibrazione. Non è necessario alcun particolare accorgimento per mantenerli bagnati se non utilizzati.

13.) E' possibile utilizzare il sistema di misura dell'Ossigeno Disciolto a FLUORESCENZA per basse concentrazioni di ossigeno ?

Sì, il sistema analitico utilizzato dai sensori INSITE, consente misure accurate anche a basse concentrazioni quali ad esempio i trattamenti anossici o anaerobici. Diverse installazioni effettuate, con misure nel range da 0.03 ppm a 0.08 ppm hanno confermato l'attendibilità e la precisione della misura anche a basse concentrazioni.

14.) Per quale motivo si utilizza la misura dell'ossigeno disciolto nei reattori biologici di trattamento delle acque?

Vi sono molti motivi per la misura dell'ossigeno disciolto nel trattamento delle acque, tutti dipendenti dai diversi sistemi di trattamento utilizzati. Generalmente i motivi principali sono:

- 1- Ottimizzare le condizioni di esercizio nelle vasche di trattamento per ottenere la giusta composizione microbiologica dei fanghi attivi.
- 2- Ridurre il consumo di energia delle soffianti. Una adeguata automazione ed asservimento delle soffianti alla misura di Ossigeno consente di ottenere significativi risparmi sui costi di esercizio, che possono raggiungere valori del 30%; detto valore è particolarmente significativo se si considera che in un trattamento aerobico spesso il costo energetico è molto prossimo al 70% del complessivo costo di gestione.
- 3- Ridurre al minimo la necessità di mano d'opera per il controllo, manutenzione e gestione dei sistemi analitici impiegati nei reattori biologici.

