

# MONITORAGGIO IN CONTINUO DEI TENSIOATTIVI IN ACQUE REFLUE

TRE ANNI DI CONTROLLO IN CONTINUO DEI TENSIOATTIVI NON IONICI E ANIONICI CON UN INNOVATIVO SISTEMA BIFASICO HANNO MIGLIORATO LA GESTIONE DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE ED EVITATO LO SCARICO, ANCHE ACCIDENTALE, DELLE ACQUE CONTENENTI TENSIOATTIVI. UNA CENTRALINA MISURA I TENSIOATTIVI E IL COD CON METODI DI TIPO SPETTROFOTOMETRICO.

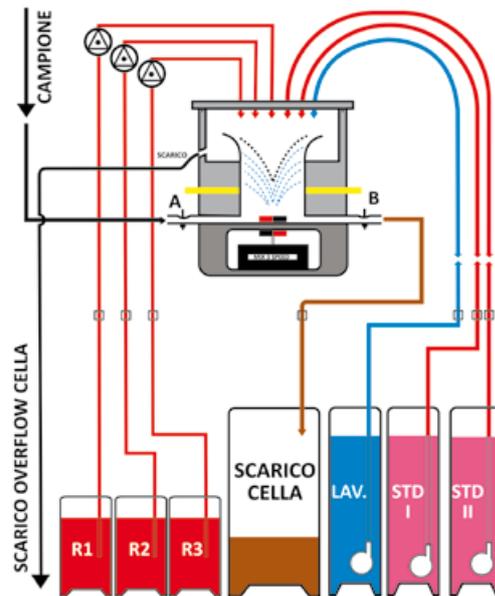
L'innovazione della tecnologia dell'analisi colorimetrica online di unità automatiche di monitoraggio chimico ha permesso di ingegnerizzare in una cella fotometrica l'analisi chimica dei tensioattivi sia anionici che non ionici. La cella di processo viene alimentata da un sistema idraulico ed è dotata di una sorgente monocromatica a led come rilevatore fotometrico. L'innovazione dell'analisi dei tensioattivi consiste nell'introduzione di un sistema bifasico (acqua/cloroformio, acqua/diclorometano), che permette di eliminare tutte le interferenze di torbidità e di altre specie chimiche interferenti. L'unità automatica è stata utilizzata per tre anni da un'importante industria di tensioattivi, cosmetica e farmaceutica. La centralina determina, in continuo, a intervalli di tempo programmati (attualmente di 8 ore), i tensioattivi anionici e non ionici. Completa le due misure la determinazione del COD (domanda chimica di ossigeno), con ossidazione chimica e misura colorimetrica. La lettura integrata delle tre misure ha consentito di ottimizzare la gestione dell'impianto di depurazione e ha impedito e lo scarico, anche accidentale, di acque inquinate.

Il monitor fotometrico tri-canale, denominato Hydronova, della ditta Ecofield, prevede l'automazione, della determinazione dei tensioattivi non ionici, attraverso la misura fotometrica delle sostanze attive al TBPE-AS (sostanze attive al tetrabromo phenolftalein-etil-estere) eseguita sulla fase diclorometanica, alla lunghezza d'onda di 609 nm. Invece, i tensioattivi anionici, determinati come sostanze attive al MB-AS (sostanze attive al blu di metilene), vengono rilevati fotometricamente, dopo estrazione in fase cloroformica, alla lunghezza d'onda di 650 nm.

Infine, nella stessa unità monitor, è stato installato un terzo canale per la determinazione del COD, che viene

FIG. 1  
MISURA DI  
TENSIOATTIVI E COD  
IN ACQUE REFLUE

Schema idraulico di flusso della cella di reazione e lettura:  
R1, R2, R3 = reattivi  
LAV = lavaggio  
STD1 e STD2 = soluzioni standard.  
Per la determinazione in continuo dei tensioattivi non ionici, anionici e della sostanza organica lo schema si ripete per il tri-canale.



misurata dall'intensità dello sviluppo della colorazione del cromo trivalente (verde), eseguita direttamente nella fase acquosa a 639 nm, risultante dalla riduzione del cromo esavalente (giallo) per opera delle sostanze ossidabili contenute nel campione.

La misura anche di questo parametro rappresenta il dato di riferimento migliore per valutare il carico complessivo di inquinanti organici provenienti dagli impianti di produzione dei tensioattivi. Lo schema idraulico del nuovo sistema tri-canale è riportato in figura 1. Questo sistema, attualmente ancora in funzione, fornisce un riscontro immediato che supporta la corretta conduzione e gestione delle diverse fasi di trattamento presenti nell'impianto di depurazione. Infatti, attraverso la predisposizione di diversi punti di prelievo del campione lungo la filiera di trattamento, è possibile valutare il rendimento di rimozione degli inquinanti di ciascuna sezione, individuando l'anello debole del processo di depurazione, nel caso in cui si evidenzino problemi. In questo tipo di impianti di depurazione, le procedure di controllo tradizionali

prevedono complesse operazioni di campionamento e di analisi in laboratorio, con complesse procedure di estrazione dalla fase acquosa dei complessi chimici colorati, con tempi di risposta spesso incompatibili con la corretta gestione degli scarichi. Invece, nel processo analitico a *batch-wise*, attuato dal sistema Hydronova, tutte le fasi del processo analitico, relative al campionamento, aggiunta reagenti, estrazione della fase organica e lettura fotometrica, avvengono in un unico reattore, eliminando tutti i passaggi previsti dalle procedure tradizionali. Con questo sistema, il tempo che intercorre tra il campionamento e la risposta analitica è al massimo di 20-30 minuti. Nelle figure 2, 3 e 4 sono riportati in un grafico i dati relativi ai tre metodi automatici d'analisi di circa tre anni di monitoraggio. Nei grafici sono evidenziati, in rosso, i dati relativi al controllo della taratura strumentale nel tempo (Quality Control). Si può notare la stabilità strumentale e la riproducibilità nel tempo dei valori standard misurati come se fossero acque di scarico. In blu

sono indicati i valori misurati delle acque, a valle dell'impianto dei reflui industriali dell'azienda farmaceutica produttrice di tensioattivi. I dati confermano la validità della scelta aziendale per il controllo in continuo dei propri scarichi attraverso il monitoraggio dei tre parametri più critici per la gestione delle acque. L'unità di monitoraggio Hydronova, in questa applicazione, è collegata in continuo con il proprio impianto di depurazione e, quando si registrano misure non conformi, il sistema automaticamente dirotta le acque in un deposito di stoccaggio provvisorio prima di venire riciclate in testa all'impianto di trattamento. Nei grafici, i picchi di concentrazione superiori ai valori di legge, rappresentano gli eventi durante i quali i reflui sono stati riciccolati.

## I vantaggi del monitoraggio in continuo con la centralina tri-canale

Sulla base dei tre anni di funzionamento continuo della centralina tri-canale si possono trarre le seguenti considerazioni e valutazioni sulla gestione del sistema Hydronova:

- la continuità di funzionamento del sistema è avvenuta senza interruzioni; si è raggiunto questo importante risultato grazie alla selezione dei materiali e della dotazione strumentale; la cella di processo analitico innovativa, il sistema di agitazione magnetica, le pompe peristaltiche e i materiali costituenti il sistema idraulico, sono il risultato di indagini e prove che nei tre anni di attività hanno trovato la conferma più importante
- il processo analitico può essere seguito tramite la cinetica di reazione che permette di avere informazioni rapide e supplementari rispetto ai metodi tradizionali; infatti è possibile stabilire il punto esatto della curva dove effettuare la lettura analitica (tempo di reazione) sulla base delle caratteristiche del campione in esame
- stabilità della taratura strumentale verificata tramite QC (Quality Control) con controllo trimestrale, senza la necessità di interventi intermedi
- l'intervento dell'operatore è minimo ed è limitato all'integrazione dei reagenti che avviene con cadenza mensile
- la possibilità di visionare i dati in loco e in rete.

In termini gestionali dell'impianto, il sistema di monitoraggio consente di evitare scarichi accidentali non conformi e se, opportunamente integrato nella realtà impiantistica del depuratore, consente

FIG. 2  
TENSIOATTIVI  
NON IONICI

Valori di tensioattivi non-ionici misurati nelle acque reflue. In rosso i valori puntuali di QC (controllo qualità) di 4,00 mg/l molto stabile nel tempo.

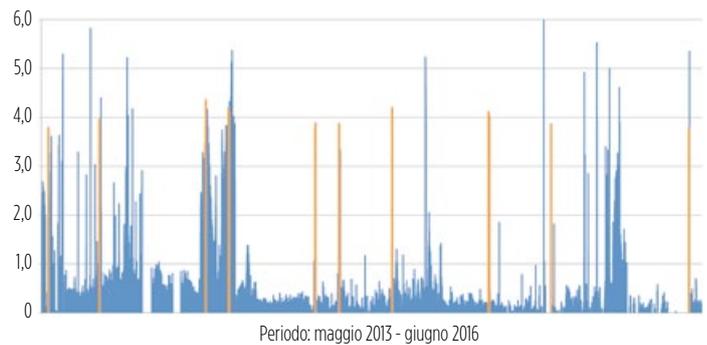


FIG. 3  
TENSIOATTIVI  
ANIONICI

Valori di tensioattivi anionici misurati nelle acque. In rosso i valori puntuali di QC (controllo qualità) di 2,00 ppm, molto stabili nel tempo.

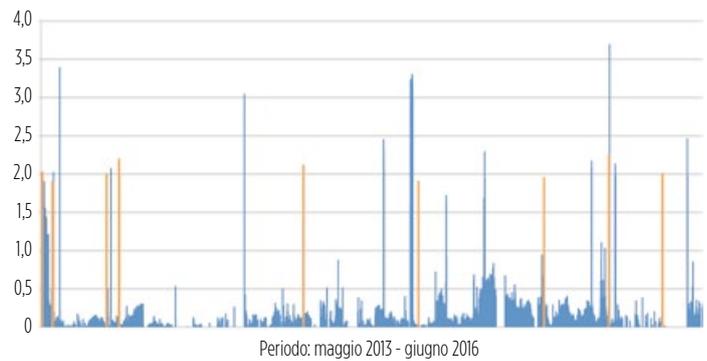
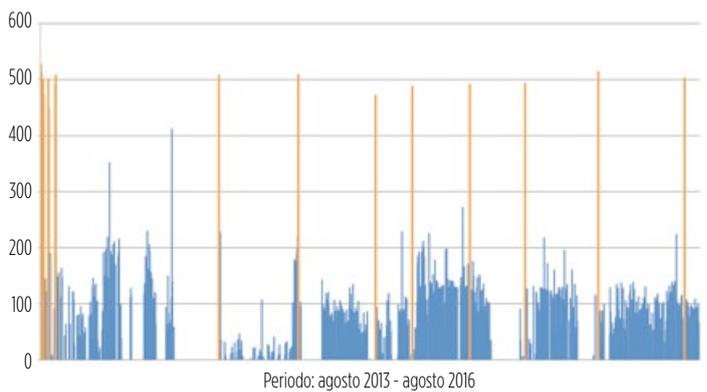


FIG. 4  
COD IN ACQUE  
REFLUE

Valori di COD misurati nelle acque reflue. In rosso i valori misurati nel tempo della soluzione standard contenente 500 mg/l di COD. I reflui con picchi di concentrazione superiori a 120 mg/l sono stati riciccolati nell'impianto di trattamento.



di valutare il rendimento di rimozione di ciascuna sezione di trattamento evidenziando eventuali malfunzionamenti.

L'esperienza triennale di monitoraggio in continuo, in un impianto di depurazione di un'azienda produttrice di numerosi preparati di tensioattivi per l'igiene personale, ha permesso di verificare come il sistema Hydronova possa rappresentare un'ottima scelta per la corretta gestione dell'impianto, contenendo i costi di ore/uomo e automatizzando il riciclo degli scarichi fuori norma.

La semplicità gestionale della centralina è l'elemento chiave, che è stato raggiunto grazie all'ausilio dell'agitazione magnetica nel processo di estrazione del complesso colorato nella fase organica, e alla selezione di materiali e componentistica innovativa, unitamente alla scelta della tecnica analitica colorimetrica, assolutamente sperimentata e del tutto analoga a quelle storicamente adottate in laboratorio. Inoltre, la semplicità e l'affidabilità dell'automazione è assai rilevante

dal punto di vista dell'innovazione strumentale da campo, in quanto per la prima volta si è robotizzato il metodo d'analisi dei tensioattivi non ionici e anionici in soluzione non acquosa. I due metodi in sistema bifasico presentano, infine, anche rispetto ai metodi tradizionali di misura da campo con i kit analitici, l'esclusione dei cosiddetti "falsi positivi e falsi negativi", correlati all'acidità e all'alcalinità dello scarico. Infatti, con questo metodo, detti "falsi" non si possono verificare in quanto tutti i parametri analitici di misura sono costantemente sotto controllo e automaticamente eliminati attraverso il dosaggio dei reagenti contenenti opportune soluzioni tamponanti.

**Franco Scarponi<sup>1</sup>, Gianpiero De Prisco<sup>2</sup>, Arianna Donati<sup>2</sup>, Armando Bedendo<sup>3</sup>**

1. Università di Bologna (ex dirigente ArpaER)
2. Gestori dell'impianto di depurazione dell'industria chimico-farmaceutica
3. Ecofield Rovigo