

Stima della capacità di trattamento dei rifiuti liquidi negli impianti di depurazione con misure biologiche a titolazione

N. Fiocchi, F. Ciappelloni*, E. Ficara**, R. Canziani**, R. Farina****

* ing. N. Fiocchi, ing. Francesco Ciappelloni: SPES s.c.p.a. Via L. Corsi, 43 – 60044 Fabriano (AN) Tel. 051.6098503, 0732.625158, Fax 0732.227526, e-mail nicola.fiocchi@spesonline.com, francesco.ciappelloni@spesonline.com

** ing. Elena Ficara, prof. Roberto Canziani: DIAR Sezione ambientale, Politecnico di Milano – Piazza Leonardo da Vinci, 32 – 20133 Milano – Tel. 02.23964-07/10, Fax 02.23996499; e-mail elena.ficara@polimi.it, roberto.canziani@polimi.it

*** dott. Roberto Farina: ENEA ACS PROT-IDR, Centro di Ricerca Bologna, Via Martiri di Monte Sole, 4 - 40129 Bologna – Tel. 051.6098580, Fax 051.6098309, email farina@bologna.enea.it

L'art. 110 del D.Lgs. 152/06 regola lo smaltimento dei rifiuti liquidi presso impianti di trattamento di reflui urbani è materia di particolare interesse per gli enti gestori, in considerazione del fatto che il trattamento di tali rifiuti, soggetto alla tariffa determinata dall'Autorità d'Ambito, può costituire una voce non trascurabile nell'economia di gestione di un impianto, soprattutto se si considerano le basse tariffe esigibili per il servizio idrico negli ambiti territoriali caratterizzati da acque di rifiuto di prevalente origine domestica, senza significative utenze industriali.

Se, in linea di principio, le indicazioni sono chiare, in pratica, la definizione di capacità residua di trattamento non è esplicitata, né sono indicati o suggeriti i metodi per la sua determinazione e verifica. Anche in merito alla compatibilità del rifiuto liquido con il processo, il legislatore indica che tale verifica vada effettuata, anche occasionalmente, mediante analisi chimico-fisica e tossicologica, senza specificare alcuna metodica di riferimento.

In generale, la normativa suggerisce che, per verificare la trattabilità di un rifiuto liquido presso uno specifico impianto di depurazione, occorre:

1. verificare preventivamente l'efficacia dei processi biologici nella gestione ordinaria dell'impianto e la compatibilità degli stessi con eventuali aumenti di carico conseguenti ai potenziali extra-flussi (determinazione della capacità residua);
2. valutare gli effetti che il reflu liquido, in ragione delle sue caratteristiche chimico-fisiche, potrebbe avere sul processo depurativo, per garantirne il buon funzionamento anche in presenza di tale reflu (verifica della compatibilità del rifiuto con il processo).

Il presente contributo vuole suggerire una procedura per integrare le valutazioni basate sulla quantificazione di parametri impiantistici - il cui intervallo ottimale, in relazione alle rese depurative, è suggerito dall'esperienza - che sono comunemente utilizzate per la stima della capacità residua. La procedura proposta prevede infatti l'esecuzione di misure sperimentali dell'attività della

biomassa deputata alla depurazione, in grado di quantificare sia il buon funzionamento dei trattamenti biologici sia la compatibilità degli stessi con specifici extra-flussi .

In particolare, si propone l'impiego della tecnica di titolazione a set-point pH/DO-stat, che, grazie all'applicazione di test semplici, economici e di durata relativamente breve, permette di estrarre informazioni di notevole interesse gestionale relativamente alla rimozione della sostanza organica e dell'azoto. Rispetto alle più note metodiche respirometriche, applicabili ai processi che comportano un consumo di ossigeno, la titolazione pH/DO-stat permette di valutare anche i tassi e le velocità di conversione dei processi che comprendono consumo o produzione di alcalinità, e, quindi, quei processi che hanno un effetto sul pH, come la denitrificazione.

Titolazione a set-point pH/DO-stat – principi del metodo

La tecnica di titolazione a set-point detta pH-stat è stata sviluppata negli anni '90 presso il Politecnico di Milano, per monitorare attività nitrificante, denitrificante e studiare fenomeni di inibizione su biomasse a fanghi attivi. Più recentemente è l'implementazione della titolazione a set-point DO-stat, utilizzabile fra l'altro per misure di attività nitrificante ed eterotrofa. Le due tecniche a titolazione possono essere utilizzate separatamente o contemporaneamente sul medesimo campione, aumentando in questo ultimo caso il contenuto informativo del test.

In un reattore batch in cui avvengono reazioni biologiche che implicano consumo o produzione di acidità e, eventualmente, consumo di ossigeno, la titolazione a set-point permette di mantenere pH e/o concentrazione di ossigeno disciolto (DO) a valori costanti mediante l'aggiunta controllata e a elevata precisione di una o più soluzioni titolanti. Il volume di titolante dosato e la velocità di titolazione risultano proporzionali rispettivamente al substrato convertito e all'attività biologica. Per l'esecuzione dei test si utilizza il titolatore automatico MARTINA che permette di mantenere costanti la concentrazione di pH e/o di ossigeno disciolto della soluzione mediante l'aggiunta controllata di soluzioni diluite di acidi o basi forti (HCl o NaOH) e perossido d'idrogeno.

Applicazione delle metodiche a titolazione al calcolo della capacità residua (CR)

Le metodiche a titolazione possono essere facilmente applicate per la determinazione della capacità residua (CR) di un impianto di depurazione se i dati resi disponibili dai test a titolazione sono integrati con i bilanci di massa usualmente applicati nella gestione degli impianti. L'affidabilità dei risultati si fonda sul fatto che i risultati stessi si basano sulle effettive determinazioni sperimentali della attività batterica (nitrificante e/o denitrificante) che permettono di valutare l'effettivo rendimento dei singoli processi.

La procedura proposta permette di caratterizzare il processo depurativo con un grado di dettaglio sufficiente all'implementazione di opportune strategie gestionali, sia rispetto all'operatività ordinaria sia per quanto riguarda la pianificazione della gestione di rifiuti liquidi.

Verifica della compatibilità dei rifiuti liquidi con il processo biologico

Una volta definita la capacità residua di trattamento per l'impianto in esame, esaminiamo ora il caso in cui si voglia valutare l'ipotesi di trattare un generico rifiuto liquido. Per verificare la trattabilità

del rifiuto, in particolare per quanto concerne la rimozione dell'azoto, è importante appurare se il rifiuto in esame possa avere effetti negativi (inibizione o tossicità) sul processo di nitrificazione. Infatti il test di inibizione della nitrificazione è generalmente riconosciuto come uno tra i metodi più sensibili per testare la tossicità di composti chimici, miscele di composti e acque di scarico. Nel presente lavoro viene proposto l'utilizzo di un metodo a titolazione pH/DO-stat per tale determinazione.

La procedura qui sintetizzata permette di valutare la reale capacità di un impianto di smaltire rifiuti liquidi azotati. Essendo basata su misure sperimentali che quantificano, da un lato, la capacità di rimozione effettiva e massima dell'impianto (attività nitrificante e potenziale denitrificante del refluo) e, dall'altro, gli effetti del refluo liquido sull'efficienza dell'impianto stesso (inibizione della nitrificazione, presenza di forme di azoto non nitrificabili) è complementare ai bilanci di massa usualmente impiegati per valutare la presenza di una capacità di trattamento residua.

Essa rappresenta per i gestori sia un valido supporto alle decisioni sia una procedura di calcolo documentabile e giustificabile, come espressamente richiesto dalla legislazione vigente.

A breve sarà resa disponibile in versione integrale la procedura di calcolo, per ulteriori informazioni si prega di contattare gli autori all'indirizzo: ambiente@spesonline.com.

Bibliografia

- Dalzell D.J.B., Alte S., Aspichueta E., de la Sota A., Etxebarria J., Gutierrez M., Hoffmann C.C., Sales D., Obst U., Christofi N. (2002). A comparison of five rapid direct toxicity assessment methods to determine toxicity of pollutants to activated sludge. *Chemosphere* 47, 535–545.
- Di Marino R., Moro G., Rosa A., Prestigiacomo M., Brigante G. (2006) La capacità residua di un impianto di depurazione di acque reflue urbane: dal trattamento di rifiuti liquidi alla verifica della potenzialità. *IA Ingegneria Ambientale* vol. XXXV n. 4 aprile 2006
- Ficara E., Musumeci, A. and Rozzi A. (2000a). Comparison and combination of titrimetric and respirometric techniques to estimate nitrification kinetics parameters. *Water SA* 26(2), 217-224.
- Ficara E., Rocco A. and Rozzi A., (2000b). Determination of nitrification kinetics by the ANITA_DOstat biosensor. *Water Sci. Tech.*, 41(12), 121-128.
- Ficara E. and Rozzi A. (2001). pH-stat titration to assess nitrification inhibition. *Journal of Environmental Engineering, ASCE*, 127(8), 698-704.
- Ficara E., Rozzi A., Cortelezzi P. (2002). Theory of pH-stat titration. *Biotechnology and Bioengineering*, 82(1), 28-37.
- Ficara E. and Rozzi A. (2002) Coupling pH-stat and DO-stat titration to monitor degradation of organic substrates'. *Proc. 5th IWA Chemical Industry Group Conference, Nimes Nov. 13-15. 2002* [*Water Sci. Tech.*, 2004, 49(1), 69-77].
- Fiocchi N., Ficara E., Canziani R., Luccarini L., Ciappelloni F., Ratini P., Pirani M., Mariani S. (2006) SBR on-line monitoring by set-point titration. *Water Science & Technology* 53(4–5), 541–549
- Henze, M., Grady Jr, C. P. L., Gujer, W., Marais, G. v. R., Matsuo, T. (1986). Activated sludge model no 1. International Water Association, formerly International Association on Water Pollution Research and Control. Scientific and Technical Reports No 1. ISSN: 1010-707X.
- Metcalf & Eddy (2003) *Wastewater Engineering – Treatment and Reuse* – Mc Graw Hill

- Onnis A., Carucci A., Cappai G. (2006) Titration biosensors for the estimation of the biochemical nitrate demand of municipal and industrial wastes. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* 33, 243–246
- Yuan Z. and Bogaert H. (2001). Titrimetric respirometer measuring the nitrifiable nitrogen in wastewater using in-sensor experiments. *Water Res.* 35, 143-150.