



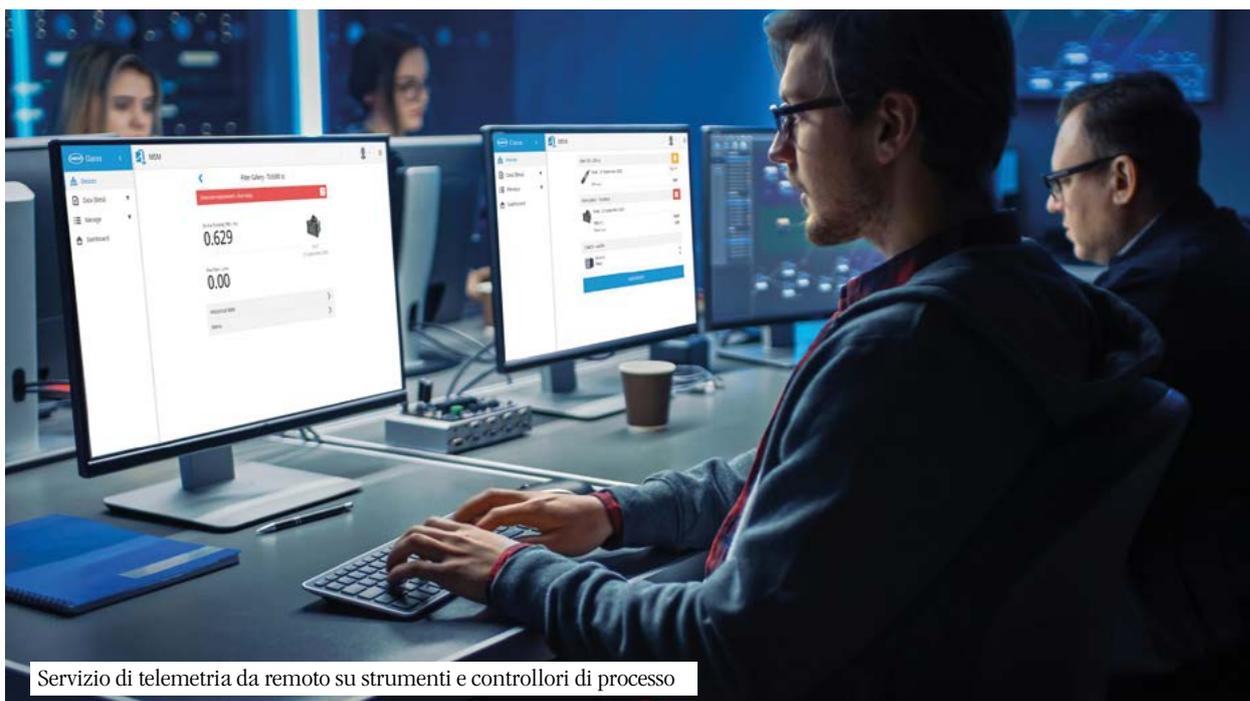
## GESTIONE DI UN IMPIANTO DI DEPURAZIONE CON IMPIEGO DI STRUMENTAZIONE DI ANALISI ON LINE E CONTROLLORI AVANZATI ED AUTOMATICI DEL PROCESSO

**Ing. Maria Serena Gironi** – *Sales Development Manager HACH ITALIA*

### Introduzione

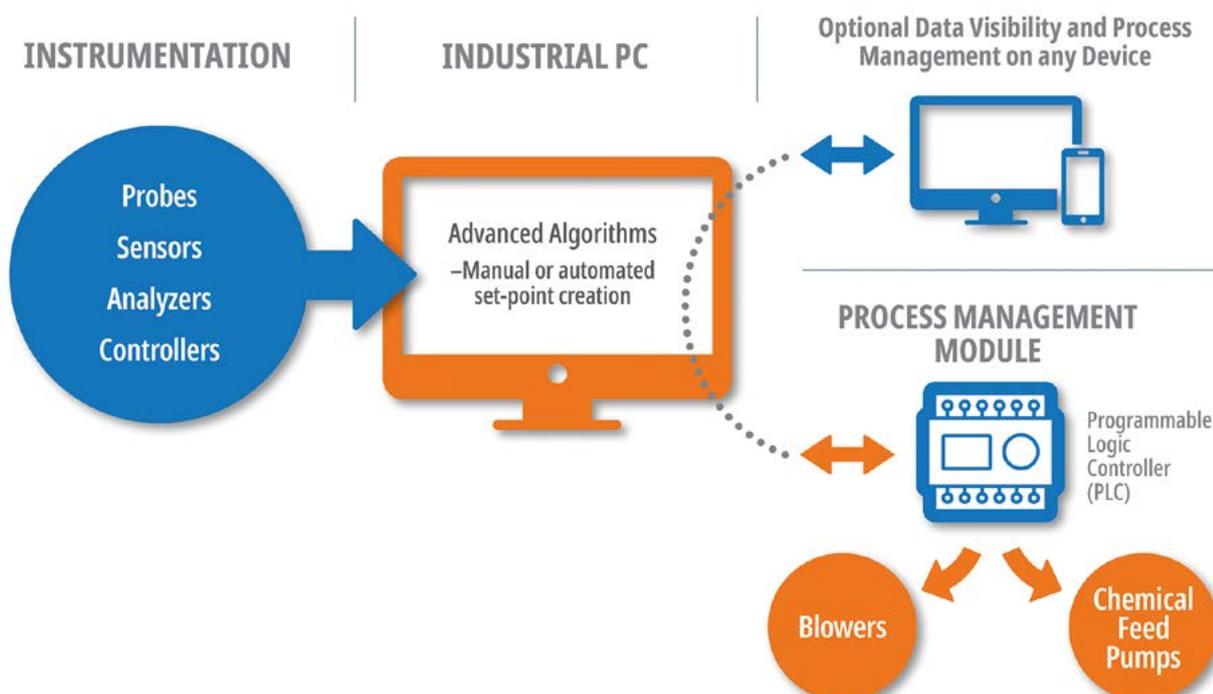
Il mercato delle acque reflue ha visto negli ultimi anni una continua evoluzione non soltanto per l'innovazione tecnologica che lo ha caratterizzato in termini di disponibilità di apparecchiature e strumenti di controllo sempre più affidabili e performanti, nonché di nuovi protocolli e tecnologie di comunicazione ma anche e soprattutto per il cambiamento di approccio che si è verificato nella gestione stessa dell'impianto di depurazione. Si è infatti gradualmente passati da una filosofia che prevedeva il semplice monitoraggio dei vari parametri chimico/fisici in uscita dall'impianto per avere la sicurezza del rispetto dei limiti legislativi (peraltro sempre più restrittivi perché associati alla definizione e riclassificazione delle aree sensibili, normativa con limiti sempre più stringenti) ad una filosofia che cerca di avere una comprensione e consape-

volezza più approfondita dei meccanismi del processo allo scopo di ottimizzarne il funzionamento sia in termini di incremento della resa globale del processo sia per quanto riguarda la riduzione dei costi gestionali che il depuratore comporta. L'utilizzo di strumenti in linea affidabili che forniscono una misura dei parametri chiave del trattamento depurativo e permettono di avere una maggiore visibilità di ciò che sta avvenendo nel processo e soprattutto la loro integrazione in sistemi completi di controllo, verifica e regolazione automatica delle macchine consente di ottenere una gestione più razionale delle singole fasi del trattamento depurativo, un incremento dell'efficienza globale dell'impianto nel suo complesso (anche in presenza di elevate fluttuazioni nel carico entrante) ed un'importante riduzione dei costi gestionali dell'impianto in termini di efficientamento energetico. Ciò a mag-



IdA





Architettura di integrazione dei controllori di processo con SCADA e PLC di impianto

gior ragione per gli impianti di depurazione di bassa potenzialità che sono spesso i più difficili da gestire e da ottimizzare per diverse ragioni: sono scarsamente controllati ed equipaggiati con strumenti di misura e controllo; hanno spesso problemi a garantire il risultato finale dell'effluente come rispetto dei limiti di legge; si trovano a gestire frequentemente picchi di carico improvviso (non equalizzato da elevati valori nel flusso entrante); si trovano in posizioni difficilmente raggiungibili e sono scarsamente presidiati.

## Le fasi più critiche da gestire nel processo di depurazione

Le fasi più difficili da gestire in un impianto di depurazione in termini di monitoraggio dell'efficienza di trattamento e di riduzione dei costi gestionali annessi sono quelle legate all'abbattimento dei nutrienti (Azoto e Fosforo) nella linea acque e alla linea fanghi.

### 1) La defosfatazione chimica

La rimozione chimica del fosforo che può arrivare all'impianto di depurazione sotto diverse forme (come orto fosfato  $PO_4\text{-P}$  o fosforo legato alla materia organica) e con una concentrazione che tipicamente varia tra 5-30 mg/l, viene solitamente realizzata tramite l'aggiunta di agenti chimici che contengono ioni metallici (i più comuni: solfato di alluminio, solfato ferrico, cloruro ferrico). Il processo globale di eliminazione

del fosforo che passa attraverso una serie di fasi (precipitazione, coagulazione, flocculazione e filtrazione con la formazione di molecole aggregate di fosfato di metallo) può essere effettuata prima (pre-precipitazione a monte delle vasche di ossidazione), durante (precipitazione simultanea nelle vasche a fanghi attivi) o dopo il processo biologico (post-precipitazione, a valle dei reattori biologici) ed, in ogni caso, porta alla formazione di fanghi che devono essere necessariamente smaltiti nelle successive fasi di trattamento.

Si intuisce facilmente come un controllo in continuo dell'ortofosfato grazie ad un analizzatore online che dà l'informazione in tempo reale della concentrazione effettivamente presente nella fase di trattamento e la sua implementazione a dispositivi di automazione che consentono il dosaggio automatico degli agenti precipitanti possa portare ad un notevole risparmio dei prodotti defosfatanti usati, ad una minor produzione dei fanghi da smaltire ed, infine, ma non meno importante, ad un effluente con concentrazioni del parametro di legge Fosforo a valori quasi costanti e comunque sempre al di sotto del limite normativo.

### 2) La rimozione dell'Azoto in un impianto funzionante con logica a Cicli alternati

Generalmente, l'Azoto, che può arrivare all'impianto di depurazione sotto diverse forme (principalmente azoto ammoniacale) viene eliminato



SW RTC integrato nella centralina Sc4500plus per controllo del processo

attraverso un processo che prevede rispettivamente l'ossidazione biologica dei composti inorganici dell'azoto (fase di nitrificazione) e la successiva riduzione biologica dell'azoto nitrico e nitroso (fase di denitrificazione). Il controllo della fornitura di aria in un impianto a fanghi attivi è molto importante per due motivi: perché rappresenta un fattore determinante per l'efficienza del processo (in termini di rimozione dell'azoto, sedimentazione dei fanghi, stato di salute della biomassa) ma anche perché di fatto la fornitura dell'ossigeno nel trattamento di ossidazione rappresenta una delle principali voci di costo gestionali di un impianto (25-40%). Una fornitura ottimizzata nella vasca di ossidazione consente quindi di non avere sprechi di energia dovuti ad una fornitura eccessiva e permette di adeguare il sistema a condizioni variabili del carico entrante assicurando in tal modo la massima efficienza di trattamento e stabilità del processo. La rimozione dell'Azoto attraverso le fasi di Nitrificazione e Denitrificazione si concretizza in diversi schemi di impianto: impianti con flusso a pistone, ossidazione in continuo e ricircolo miscela areata e impianti funzionanti con aerazione ad intermittenza – tipici degli impianti medio-piccoli e generalmente con problemi di spazio. In impianti a ciclo alternato sono quelli in cui la fase di nitrificazione e rispettivamente di denitrificazione avvengono nel medesimo comparto; in questo caso il processo ad aerazione intermittente permette, attraverso l'utilizzo di un ciclo di accensione e spegnimento dell'aria all'interno della vasca, la forma-

zione di condizioni aerobiche ed anossiche adeguate per far avvenire sequenzialmente e alternativamente la nitro e la denitro. Il fattore determinante per aumentare la resa complessiva di rimozione dell'azoto è quello di ottimizzare la durata delle due fasi. Tradizionalmente la logica di alternanza nitro/denitro è una logica di tipo temporale: l'accensione dei meccanismi di aerazione per creare condizioni aerobiche e il loro spegnimento con l'attivazione contemporanea dei dispositivi di miscelazione avvengono in base a fasce orarie prestabilite. Si intuisce come un controllo ed una gestione automatica del ciclo alternato non su fasce orarie temporizzate ma basata sull'impiego di sonde ed analizzatori in continuo dei parametri chiave del processo ( $\text{NH}_4\text{-H}$  e  $\text{NO}_x\text{-N}$ ) permetta di avere una gestione ottimale del processo, una logica più flessibile, razionale e flessibile nell'alternanza delle rispettive fasi ed ottenere conseguentemente un notevole risparmio energetico.

### 3) La fase di Disidratazione nella Linea Fanghi

I processi depurativi di trattamento delle acque reflue portano alla produzione di fanghi (fango che proviene dalla sedimentazione primaria che contiene il 2%-3% di secco e molta sostanza putrescibile, fango prodotto nella vasca biologica con 0.8%-1.6% di secco, fango da processo di abbattimento chimico del fosforo). Il deposito, la movimentazione e lo smaltimento del fango prodotto rappresentano importanti voci di costo operative di un impianto e l'invio alle fasi successive di trattamento deve essere realizzato solo



nel momento in cui il fango ha raggiunto una determinata concentrazione allo scopo di evitare spreco di energia e volumi nella linea stessa. I costi operativi si evidenziano in modo particolare nella fase di disidratazione del fango (centrifuga) dove viene aggiunto un polielettrolita, prodotto chimico necessario per l'addensamento del fango stesso. Tipicamente il dosaggio del polimero viene effettuato manualmente, con portata fissa, indipendentemente dalle caratteristiche del fango che entra nella centrifuga e tutto questo può portare a sovradosaggio e spreco del prodotto, scarsa stabilità di processo, qualità del fango ottenuto scarsa e non costante. Si intuisce facilmente come, in questa fase di trattamento del fango di depurazione, l'implementazione di una misura in continuo ed in tempo reale della concentrazione degli SST (Solidi Sospesi Totali) ed un controllore di processo che, sulla base degli SST misurati sul fango da disidratare, dosi in automatico il polimero in centrifuga rappresenti decisamente un passo in avanti per la gestione ottimale anche della linea fanghi.

### I controllori di processo HACH RTC (Real Time Controller)

I Software ed algoritmi dei Controllori di Processo RTC sono appositamente progettati per garantire processi automatici di misura, controllo e gestione del processo garantendo un risparmio sui prodotti usati ed efficientamento energetico, sempre con la sicurezza di avere sempre uno scarico conforme alle normative vigenti. Partendo infatti dalle misure in campo fornite da sonde ed analizzatori che danno la visibilità completa di ciò che sta avvenendo nella specifica fase di trattamento, i software dei control-

lori di processo elaborano i segnali dal campo in algoritmi di calcolo e strategie di controllo di diversa tipologia (ad anello aperto, ad anello chiuso o una combinazione di entrambe) che controllano i processi non sulla base del tempo o volume ma sulla base dell'effettivo carico. Una diagnostica avanzata ed integrata nella strumentazione e nel controllore stesso aumenta l'affidabilità di processo, permettendo di stabilire se le variazioni di misura dipendono da alterazioni dello strumento o del processo in modo sempre da dare la massima sicurezza per il raggiungimento del risultato finale. Da oggi i Software RTC sono integrati direttamente nella centralina digitale universale Sc4500 che gestisce tutte le sonde ed analizzatori online, centralina Sc4500 che quindi diventa da semplice visualizzatore della misura a vero e proprio controllore di processo in grado di interfacciarsi con qualsiasi dispositivo di automazione presente sull'impianto.

### L'innovativo controller Sc4500plus con integrati SW RTC: la soluzione ideale per gli impianti medio-piccoli

La centralina Sc4500plus diventa la soluzione ideale per il controllo di processo degli impianti medio-piccoli essendo caratterizzata da un investimento ridotto, da costi di installazione ridotti al minimo, da un'elevata flessibilità di integrazione nei sistemi di automazione già presenti in impianto con protocolli classici ed avanzati di comunicazione. Grazie ad una diagnostica avanzata integrata nella centralina stessa, fornisce in qualsiasi momento informazioni dettagliate sulla qualità della misura, sullo stato attuale di salute dello strumento e sulla eventuale necessità di manutenzione preventiva per ogni sonda. Il tutto accessibile anche da remoto tramite piattaforma cloud dedicata che permette l'invio di notifiche in caso di superamento di limiti impostati ed in caso di malfunzionamento o avvertimenti di guasto sugli strumenti di analisi. Tutti i parametri chiave del processo vengono memorizzati e si può visualizzare su apposita pagina grafica il trend che ne delinea l'andamento generale. Più centraline dello stesso tipo possono essere messe in rete tra di loro per creare un vero e proprio network di misura e controllo.

### Centralina Sc4500plus con SW P-RTC per la gestione ottimale del processo di defosfatazione

Il Controllore di processo P-RTC (Phosphate Real Time Controller) consente di ottenere il massimo beneficio e risparmio nel dosaggio automatico degli agenti precipitanti (fino al 40% di risparmio) e nella produzione di fanghi perché, a differenza delle tradizionali tecni-

che basate solo sul valore della portata o del carico entrante, basandosi sulla concentrazione effettivamente presente di Orto-fosfato, tiene conto di eventuali fluttuazioni che si possono verificare ed è in grado di rispondere in tempo reale a variazioni repentine del parametro monitorato. Esperienze concrete dimostrano che i vantaggi ottenibili da una logica di regolazione di questa tipologia sono legati ai seguenti aspetti:

- miglioramento della qualità dell'effluente e costante rispetto dei limiti normativi: fissando il set point della concentrazione di PO<sub>4</sub> si riesce a garantire una concentrazione di P<sub>tot</sub> sempre al di sotto dei limiti normativi;
- risparmio nel dosaggio del precipitante chimico: vengono evitate situazioni di dosaggio eccessivo del defosfatante visto che viene monitorata in continuo la concentrazione di ortofosfato da abbattere;
- minor produzione di fanghi: il più razionale dosaggio di precipitante comporta una minor produzione dei fanghi che devono essere smaltiti nelle successive fasi di trattamento;
- maggiore stabilità di processo anche in condizioni di estrema variabilità del carico entrante.

Il SW gestionale P-RTC integrato nella centralina Sc4500plus riceve come input il segnale relativo alla concentrazione di PO<sub>4</sub>-P dall'analizzatore on-situ PHOSPHAX SC installato in corrispondenza del punto di analisi e quindi in grado di fornire la misura analitica in modo diretto, affidabile ed immediato. Il segnale di misura della portata deve essere integrato da segnale 4-20mA proveniente da un misuratore di portata o da un PLC sulla centralina stessa. Il segnale di output viene trasmesso come segnale analogico direttamente alla pompa di dosaggio o al PLC dell'impianto. Il SW P-RTC è in grado di realizzare una logica di controllo ad anello aperto (Open loop) con misura a monte rispetto al punto di dosaggio o una logica ad anello chiuso (Closed loop) con misura del parametro PO<sub>4</sub>-P a valle rispetto al defosfatante o una combinazione di entrambe le logiche di controllo.

### **Centralina Sc4500plus con SW N/DN-RTC per la gestione ottimale del processo biologico a ciclo alternato**

Il sistema di ottimizzazione N/DN RTC per impianti biologici funzionanti con processo a ciclo alternato è un controllore di processo che, sulla base della misura on-line dei parametri chiave della fase ossidativa (Ammoniaca e Nitrati, Ossigeno) consente la regolazione automatica della fase intermittente e della fornitura di ossigeno allo scopo di ottimizzare le performance della fase biologica sia per quanto concerne l'efficacia del trattamento che per ciò che riguarda la riduzione dei costi gestionali. Il controllore di processo

N/DN RTC ottimizza in tal modo la durata delle fasi di nitrificazione e denitrificazione in funzione dei parametri analitici chiave che direttamente intervengono nel processo ad aerazione intermittente (concentrazione di azoto ammoniacale e di quello nitrico e nitroso). Questo tipo di regolazione è più favorevole rispetto alla logica basata sull'alternanza delle fasi su base temporale o parametri indiretti o sulla base della sola misura di ossigeno, dal momento che, attivando ad hoc i dispositivi di aerazione, comporta un minor consumo energetico, una maggiore efficienza di abbattimento dell'azoto (quindi una qualità più elevata dell'effluente) ed una maggiore stabilità di controllo. Il modulo di regolazione RTC è dotato anche di una logica di sicurezza per la quale, in caso di indisponibilità delle misure analitiche, viene comunque garantita continuità di controllo sulla base dell'andamento storico o di valori prefissati.

### **Centralina Sc4500plus con SW SP-RTC per la gestione ottimale della fase di Disidratazione della Linea Fanghi**

Il sistema di regolazione automatica SP-RTC integrato nella centralina Sc4500 consente una gestione ottimale della fase di Disidratazione poiché regola in automatico il dosaggio del polimero usato in funzione della concentrazione di Solidi sospesi monitorata online sul fango in ingresso alla centrifuga (grazie alla sonda SOLITAX SC) ed, opzionalmente, sul chiarificato in uscita dalla macchina stessa. Esperienze reali dimostrano che i vantaggi ottenibili da una logica di regolazione di questa tipologia sono legati a diversi aspetti: aumento della capacità di trattamento della macchina, processo di trattamento più efficace (fango più concentrato), funzionamento stabile sulla base del reale carico anziché del volume, maggiore stabilità di processo, dosaggio più razionale del polielettrolita, riduzione dei costi di smaltimento del fango prodotto.

### **Conclusioni**

I vantaggi che derivano dall'utilizzo di misuratori in linea dei parametri chiave del processo depurativo cominciano ad essere sempre più apprezzati poiché, abbinati a controllori di processo specifici per le varie fasi che sono integrati direttamente nella centralina di misura si traducono, oltre che in un miglioramento della qualità dell'effluente, anche in un risparmio economico facilmente quantificabile ed un incremento dell'efficienza globale di funzionamento dell'impianto di depurazione.

**Hach**  
<https://it.hach.com/>

