



Application Note AN-PAN-1040

Ammoniaca nell'acqua di raffreddamento delle centrali termoelettriche

Le centrali termoelettriche necessitano di enormi quantità d'acqua, dal momento che utilizzano vapore altamente puro ad alta pressione per far girare le turbine. Viene implementato un circuito separato dell'acqua di raffreddamento, che aiuta a formare un vuoto quando il vapore si condensa dopo le turbine. Il mantenimento di questo vuoto con parametri di condensazione ottimali è fondamentale per garantire l'efficienza della centrale.

I condensatori in rame sono suscettibili alla corrosione dell'ammoniaca (NH_3). Piccole incrinature nel condensatore insieme all'elevata pressione differenziale tra il circuito del vapore e il circuito dell'acqua di raffreddamento causano la

contaminazione dell'acqua ad elevata purezza nella caldaia, provocando problemi gravi e la necessità di un arresto dell'impianto per effettuarne la manutenzione. Il monitoraggio NH_3 online nell'acqua di raffreddamento con un analizzatore di processo può segnalare problemi precoci in un impianto prima che sia necessaria un'intermediazione significativa. Questa Application Note di processo presenta un modo per monitorare da vicino la concentrazione di NH_3 nell'acqua di raffreddamento delle centrali per garantire la protezione dei costosi asset aziendali (es. tubazioni, caldaie e altro) e contribuisce a salvaguardare il funzionamento degli impianti.

INTRODUZIONE

Le centrali termoelettriche richiedono enormi quantità di acqua per convertire l'energia dal calore generato in elettricità, utilizzando vapore ad alta purezza e pressione per ruotare le turbine. Il vapore perde energia e condensa, formando un vuoto dopo le turbine, e il vapore ricondensato viene rimandato alla caldaia per il riutilizzo. Il mantenimento di questo vuoto con parametri di condensazione ottimali è fondamentale per garantire l'efficienza della centrale. L'acqua di raffreddamento viene utilizzata in un circuito dell'acqua separato per scambiare il calore dal condensatore all'ambiente circostante. Le fonti d'acqua per il raffreddamento possono variare da acqua di mare, laghi e fiumi, alle acque reflue municipali trattate (MWW). Il circuito dell'acqua di raffreddamento, discusso in altre Application Notes di processo Metrohm ([AN-PAN-1013](#), [AN-PAN-1038](#)), è

classificato come una *tantum* o a ricircolo (il raffreddamento a secco non è discusso qui). Il numero crescente di linee guida ambientali e limiti di scarico termico ha costretto molti impianti a utilizzare circuiti chiusi di ricircolo dell'acqua di raffreddamento, riducendo il fabbisogno di acqua di raffreddamento di circa il 95% rispetto ai sistemi di raffreddamento *una tantum*. Il calore del condensatore può essere dissipato in diversi modi, più comunemente da una torre di raffreddamento evaporativa (**Figura 1**). Sono necessarie solo piccole quantità di acqua di reintegro per sostituire le perdite per evaporazione, deriva e spurgo nei circuiti dell'acqua di raffreddamento a ricircolo. La chimica dell'acqua di raffreddamento viene mantenuta principalmente per inibire la formazione di incrostazioni e la crescita microbica (incrostazioni), nonché per controllare la corrosione.

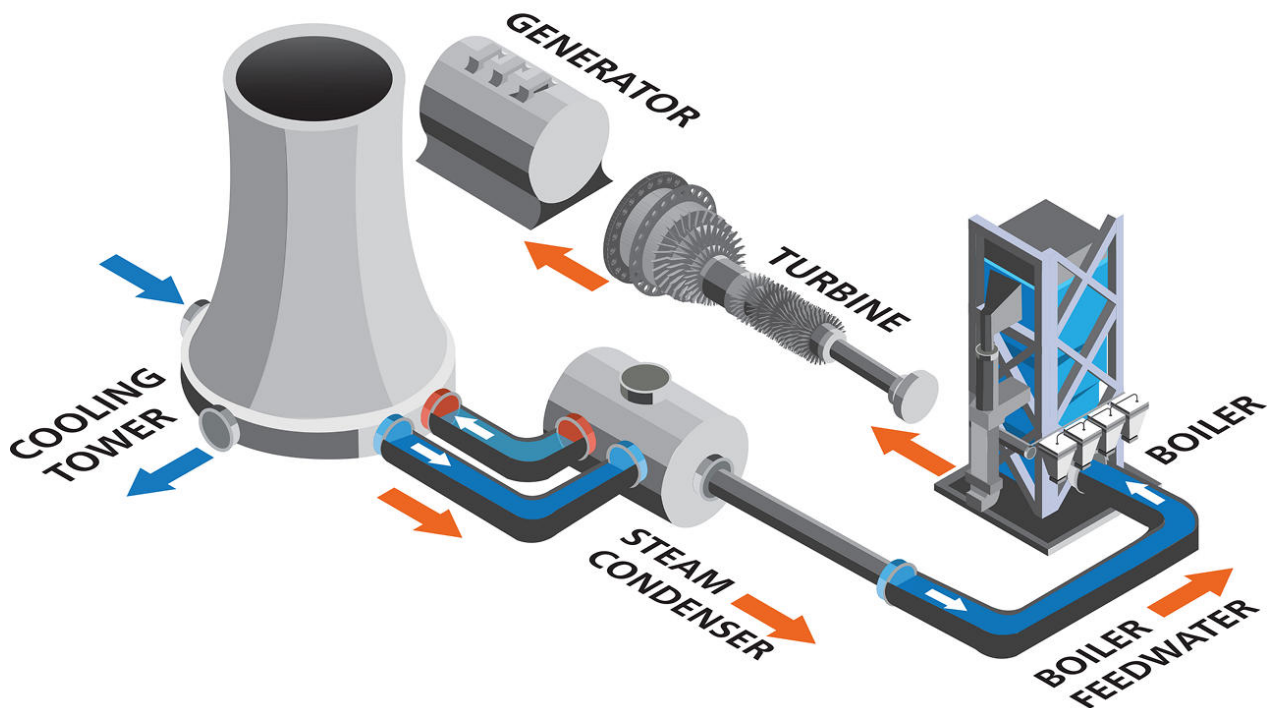


Figure 1. Esempio schematico di un sistema di raffreddamento ad acqua a ricircolo di acqua per una centrale termoelettrica.

Le leghe di rame (Cu) sono ormai utilizzate quasi esclusivamente nei condensatori del circuito acqua-vapore. Lo svantaggio è la suscettibilità del rame e delle sue leghe alla **corrosione** dell' NH_3 . L'ammoniaca è anche nutriente per i microbi, che causano **incrostazioni biologiche**. Le torri di stripping dell'ammoniaca possono essere implementate in loco per rimuovere una percentuale significativa di NH_3 tramite stripping acqua-aria, altrimenti è necessario il trattamento dell'acqua. La stessa torre di raffreddamento può rimuovere l' NH_3 volatile a livelli di pH ottimali. Secondo l'Electric Power Research

La corrosione del Cu e delle sue leghe può essere inibita aggiungendo **triazoli** per formare composti poco solubili sulla superficie del metallo. La clorazione di routine del sistema contro le incrostazioni biologiche ridurrà un po' i livelli di ammoniaca man mano che si formano le clorammine. I prodotti della corrosione e altre impurità possono essere rimossi mediante pulizia chimica. Tuttavia, è chiaro che l'ammoniaca è dannosa per il circuito dell'acqua di raffreddamento e deve essere trattata o rimossa in altro modo prima che possa verificarsi la corrosione del Cu. **Metrohm Process Analytics** offre più analizzatori di processo online in grado di misurare NH_3 nell'acqua di raffreddamento delle centrali elettriche, avvisando il sistema di distribuzione chimica (CDS) di aggiungere più inibitori di corrosione, cloro o altri prodotti chimici di trattamento al circuito prima che si possano verificare danni estremi.

Institute (EPRI), nei sistemi con leghe di rame deve essere rispettato un limite superiore di **2 mg/l di NH_3** per prevenire una forte corrosione. Il risultato è una maggiore concentrazione di Cu negli effluenti o altri scarichi, che è di interesse ambientale. La corrosione può anche causare perdite e guasti catastrofici nelle tubazioni. Piccole perdite e crepe combinate con l'ampio differenziale di pressione tra il circuito del vapore e il circuito dell'acqua di raffreddamento contamineranno l'acqua ad alta purezza nella caldaia, causando gravi problemi e rendendo necessaria la fermata per la manutenzione dell'impianto.

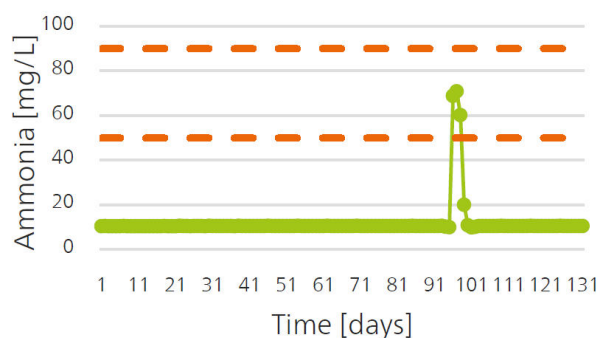


Figure 2. Grafico di tendenza dell'ammoniaca (NH_3) che mostra un picco di concentrazione in un periodo di 130 giorni, che potrebbe portare a una possibile corrosione. Le linee tratteggiate sono guide per le misure di controllo, che possono essere modificate in base ai requisiti del processo.

APPLICAZIONE

Il monitoraggio online del contenuto di ammoniaca è possibile con il **2060 Process Analyzer** o con il **2026 Titrolyzer** di Metrohm Process Analytcs (Figura 3). Un elettrodo ionoselettivo di ammoniaca (NH_3 -ISE) viene utilizzato in questa applicazione per un'analisi online rapida, semplice e accurata di concentrazioni di NH_3 nell'acqua di raffreddamento. Dopo il campionamento, viene aggiunta una soluzione TISAB (Total Ionic Strength Adjustment Buffer) per regolare il pH a 11 o superiore e la concentrazione di NH_3 nel campione è determinata utilizzando il metodo dell'aggiunta di standard dinamico.

Range tipico 0–100 mg/l di NH_3



Figure 3. Alcuni degli analizzatori Metrohm Process Analytics in grado di determinare online la concentrazione di ammoniaca. A sinistra: Analizzatore di processo 2060, a destra: Titrolyzer 2026.

NOTE

Concentrazioni più basse di ammoniaca possono essere analizzate online con **metodi colorimetrici o cromatografici ionici**, disponibile anche da Metrohm Process Analytics. Altre applicazioni online sono disponibili per l'industria energetica ed elettrica come: silice nell'acqua di alimentazione delle caldaie, calcio e

solfato nel processo di desolforazione dei fumi, acido borico nell'acqua di raffreddamento, reattori ad acqua pressurizzata (PWR), misurazioni di ultratracce di ferro (Fe) e Cu, concentrazione di ammina ricca/magra e CO_2 catturato negli impianti di cattura del carbonio e molti altri.

ULTERIORI LETTURE

[Monitoraggio della corrosione nelle centrali elettriche: analisi ultratracce online di Fe e Cu](#)

[2026 Ammonia Analyzer](#)

[Produzione di energia: Analisi del valore m \(Alcalinità\)](#)

[nell'acqua di raffreddamento](#)

[Monitoraggio online del sodio nelle centrali elettriche industriali](#)

VANTAGGI DELLA TITOLAZIONE NEL PROCESSO

- **Ambiente di lavoro sicuro** e campionamento automatizzato
- **Proteggere le preziose risorse aziendali** (ad es. tubi, PWR e turbine, che sono soggette a corrosione)
- **Risparmiare** riducendo i tempi di fermo: l'analizzatore invia allarmi per valori fuori specifica che informano prima l'operatore



CONTACT

Metrohm Italiana Srl
Via G. Di Vittorio, 5
21040 Origgio (VA)

info@metrohm.it

CONFIGURAZIONE



2026 Titrolyzer

Il 2026 Titrolyzer esegue titolazioni potenziometriche mediante un sistema a buretta di alta precisione ed elettrodi ad alte prestazioni. Diversi tipi di titolazione includono acido/base, redox e titolazioni di precipitazione. Una tecnica a punto di inflessione con auto-ritrovamento può essere applicata alla maggior parte delle applicazioni. È anche possibile usare l'analizzatore per misurare il pH in situazioni in cui i sensori inline altrimenti fallirebbero.

Inoltre il 2026 Titrolyzer è in grado di eseguire il metodo d'aggiunta standard dinamico mediante una buretta a elevata precisione ed elettrodi ionoselettivi ad alte prestazioni (ISE). Questo metodo adatta il volume di aggiunta standard alla concentrazione effettiva del campione mediante un approccio dinamico differenziale. Inoltre tiene conto di valori di pendenza ISE per diversi intervalli. Ciò significa che gli ISE possono essere utilizzati per i loro intervalli di misura finali, bassi o elevati. Una misura della temperatura di accompagnamento elimina eventuali effetti della temperatura sui risultati dell'analisi.

Vari mercati sono ideali per il 2026 Titrolyzer come quello chimico, petrolchimico, dei semiconduttori, ambientale, minerario, dell'acciaio/metalli e dell'acqua potabile.

Le applicazioni selezionate includono:

- Soluzioni acide o alcaline
- Cloruro
- Perossido di idrogeno
- Durezza
- Cianuro
- Rame
- Fluoruro di idrogeno
- pH
- e altro



2060 Process Analyzer

Il 2060 Process Analyzer è un analizzatore chimico per via umida online adatto a innumerevoli applicazioni. Questo analizzatore di processo prevede un nuovo concetto di modularità che consiste in una piattaforma centrale, chiamata «armadio di base».

L'armadio di base è composto da due parti. La parte superiore contiene uno schermo tattile e un PC industriale. La parte inferiore contiene una parte flessibile a umido in cui è alloggiato l'hardware per l'analisi effettiva. Se la capacità di base della parte a umido non è sufficiente a risolvere le sfide delle vostre analisi, è possibile aggiungere all'armadio di base fino a quattro ulteriori armadi con parte a umido per garantire uno spazio sufficiente a risolvere le sfide anche delle applicazioni più impegnative. Gli armadi aggiuntivi possono essere configurati in modo tale da combinare ciascun armadio con parte a umido con un armadio per reagente con rilevamento del livello (non a contatto) integrato, in modo migliorare il tempo di funzionamento dell'analizzatore.

Il 2060 Process Analyzer permette di eseguire diverse tecniche chimiche per via umida: titolazione, titolazione Karl Fischer, fotometria, misurazione diretta e metodi di aggiunta standard.

Per soddisfare tutti i requisiti del progetto (o tutte le vostre esigenze), sono disponibili sistemi di preconditionamento del campione, a garanzia di una soluzione per analisi robusta. Possiamo offrire qualunque sistema di preconditionamento del campione, ad esempio sistemi di raffreddamento o riscaldamento, degassificazione e riduzione della pressione, filtraggio e tanto altro.