



## Application Note AN-PAN-1016

# Silice nell'acqua di alimentazione della caldaia

A causa della crescente domanda del settore per una produzione di energia più efficiente e dell'aumento delle pressioni di esercizio nelle moderne caldaie, la necessità di misurare e controllare le concentrazioni di silice (Si) è più cruciale che mai. Concentrazioni eccessive di silice nell'acqua di alimentazione della caldaia possono causare depositi sulle pale della turbina e sui tubi della caldaia. Questi depositi provocano punti caldi localizzati che riducono l'efficienza di scambio termico e devono quindi essere evitati.

Questa Application Note di processo descrive in dettaglio l'analisi online della silice nell'acqua di

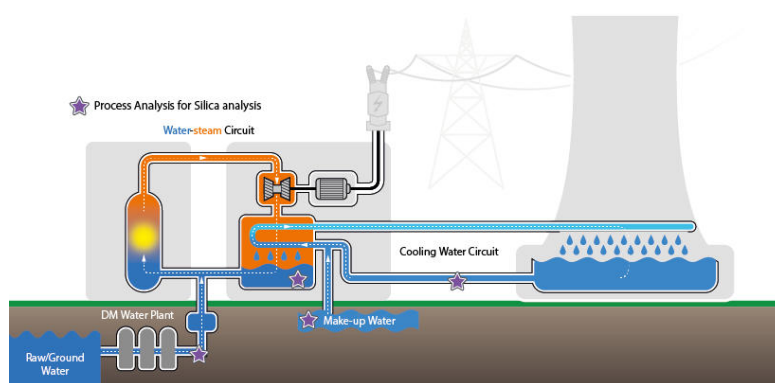
alimentazione della caldaia. Ciò si ottiene tramite fotometria differenziale utilizzando un modulo cuvetta termostatico all'avanguardia per evitare il contatto del campione con il rivelatore. Questo metodo offre diversi intervalli di concentrazione per la silice: 0–50 g/L e 0–1 mg/L o superiore.

In combinazione con il sistema di controllo distribuito (DCS) della centrale elettrica, il monitoraggio online di questo analita mediante un analizzatore di processo garantisce che il ridimensionamento possa essere controllato prima che influisca sull'efficienza della centrale, riducendo in definitiva i tempi di fermo e i costi di manutenzione.

La silice, nota come biossido di silicio, comprende più del 10% in massa della crosta terrestre [1]. Viene utilizzato in una varietà di applicazioni dalla microelettronica (nella produzione di wafer) ai componenti utilizzati nell'industria alimentare. Nell'industria energetica, la silice non è così apprezzata ed è considerata una delle principali impurità che causano incrostazioni e depositi della caldaia sulle pale delle turbine a vapore. Il calcare della caldaia è causato dalle impurità che precipitano dall'acqua e formano depositi sulle superfici di trasferimento del calore. Man mano che la scala si accumula nel tempo, riduce le velocità di trasferimento del calore. Ciò porta a punti caldi locali che causano il surriscaldamento e la rottura dei tubi della caldaia, provocando costose interruzioni della caldaia. Inoltre, l'incrostazione della caldaia non trattata riduce l'efficienza della caldaia a causa del ritardo del calore e aumenta i costi di esercizio a causa di spurghi della caldaia non programmati e più frequenti. Il ridimensionamento sulle pale delle turbine dello statore provoca cambiamenti nelle velocità del flusso di vapore e una riduzione della pressione che diminuisce l'efficienza e la capacità di uscita di una turbina a vapore. A causa della crescente domanda del settore per

una produzione di energia più efficiente e dell'aumento delle pressioni di esercizio nelle moderne caldaie, la necessità di misurare e controllare le concentrazioni di silice è più cruciale che mai. L'acqua di alimentazione della caldaia è il punto di monitoraggio più critico e maggiore è la pressione nella caldaia, minore dovrebbe essere la concentrazione di silice. Altri punti di campionamento (**Figura 1**) includono l'interno delle caldaie a tamburo e l'acqua che ritorna alla caldaia dal condensatore per garantire che i limiti della silice rientrino nelle specifiche. La silice svolge anche un importante ruolo di controllo del processo nell'impianto di demineralizzazione in cui l'acqua demineralizzata viene prodotta e lucidata dalle acque sotterranee o superficiali. Un aumento della concentrazione di silice o una svolta della silice suggerisce un letto di scambio ionico esaurito ed è un indicatore di controllo per una rigenerazione tempestiva.

Metrohm offre un'ampia gamma di analizzatori di processo adatti per monitorare la silice da livelli bassi di ppb (g/L) a livelli elevati di ppm (mg/L). Il 2029 Process Photometer di Metrohm Process Analytics (Figura 2) è lo strumento più diretto e facile da usare per farlo online.



**Figure 1.** Diagramma schematico di una centrale termica con stelle che notano aree in cui l'analisi di processo online può essere integrata nel sistema.



**Figure 2.** 2029 Process Photometer.

## APPLICAZIONE

Il monitoraggio online del contenuto di silice è possibile con il f2029 Process Photometer (**figura 2**) o con 2060 TI/2035 Process Analyzers (**figure 3 e 4**, rispettivamente) di Metrohm Process Analytics. La silice è determinata mediante fotometria differenziale

con il metodo del blu di molibdeno. Tutti questi analizzatori di processo utilizzano un modulo cuvette termostato all'avanguardia per evitare il contatto del campione con il rivelatore.



---

**Figure 3.** 2060 TI Process Analyzer.



---

**Figure 4.** 2035 Photometric Analyzer.

**Tabella 1.** Parametri di misura della silice per analisi fotometriche.

Parametri	Range
Silice	0–50 g/L (ppb) o 0–1 mg/L (ppm)

## NOTE

Gli analizzatori di processo di Metrohm Process Analytics possono essere combinati con accessori intelligenti e versatili (ad es. sensori) per requisiti

multiparametro: vale a dire durezza, cloro, cloruro, sodio, ammoniaca, pH, conducibilità e metalli come ferro, alluminio e rame, per dirne alcuni.

## APPLICATION NOTES CORRELATE

[AN-PAN-1038 Produzione di energia: analisi del numero m \(alcalinità\) nell'acqua di raffreddamento](#)

[AN-PAN-1056 Monitoraggio online del sodio nelle centrali elettriche industriali](#)

[AN-PAN-1040 L'ammoniaca nell'acqua di](#)

[raffreddamento delle centrali termoelettriche](#)

[AN-PAN-1045 Monitoraggio online degli inibitori della corrosione del rame nell'acqua di raffreddamento](#)

## VANTAGGI DELLA TITOLAZIONE NEL PROCESSO

- **Risparmia denaro riducendo i tempi di fermo:** l'analizzatore invia allarmi per valori fuori specifica che informano prima l'operatore
- **Proteggere le risorse aziendali di valore** (ad es. tubi, PWR e turbine, che sono soggette a ridimensionamento)
- **Elevata precisione** per limiti di rilevamento inferiori della silice





## RIFERIMENTI

1. Flörke, O. W.; Graetsch, H. A.; Brunk, F.; et al.  
Silica. In *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*; Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Ed.; Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA: Weinheim, Germany, 2008; p a23\_583.pub3.  
[https://doi.org/10.1002/14356007.a23\\_583.pub3](https://doi.org/10.1002/14356007.a23_583.pub3).

## CONTACT

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

[info@metrohm.it](mailto:info@metrohm.it)

## CONFIGURAZIONE



### 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 condizionamento del campione, a garanzia di una soluzione per analisi robusta. Possiamo offrire qualunque sistema di condizionamento del campione, ad esempio sistemi di raffreddamento o riscaldamento, degassificazione e riduzione della pressione, filtraggio e tanto altro.



### 2035 Process Analyzer - Fotometrico

Il 2035 Process Analyzer per misure fotometriche include un modulo fotometro compatto stabile su una vasta gamma di concentrazioni, termostato con capacità di agitatore. Questo analizzatore viene offerto con due opzioni: un sistema a cuvette oppure una sonda a immersione in fibra ottica. Il sistema a cuvette è compatto, in modo da ridurre il consumo di reagente, ma offre un percorso ottico lungo per un'alta sensibilità. La sonda ad immersione fibra ottica amplia la gamma di applicazione rendendo sostanzialmente semplice la misurazione accurata dei campioni ad alta concentrazione, attraverso l'uso di fasi di diluizione del campione interne e di un cammino ottico più piccolo rispetto al sistema della cuvetta.

L'analisi fotometrica è una tecnica comune ampiamente utilizzata che può determinare ioni come ammoniaca, manganese e ferro nell'acqua potabile o anche calcio e magnesio in soluzioni saline. Gli effetti indesiderati sulla matrice del campione, come il colore del campione o la torbidità, possono essere rimossi con misure differenziali, effettuate prima e dopo l'aggiunta di un reagente colorato.





### 2029 Process Photometer

Il 2029 Process Photometer esegue misure fotometriche sensibili di assorbimento nel campo della luce visibile. I limiti di rilevamento nel campo di pochi ppb lo rendono uno strumento attraente per una varietà di applicazioni.

Il cuore dell'analizzatore è costituito da un modulo fotometrico compatto ad alte prestazioni pronto per la misura online 24 ore su 24, 7 giorni su 7. Comprende una provetta termostata da 3 cm di cammino ottico e tecnologia LED, la quale assicura misure stabili e accurate indipendentemente dall'ambiente. La stabilizzazione dello sviluppo del colore viene rilevata automaticamente facendo uso di misure di assorbanza differenziali. I metodi del laboratorio fotometrico possono essere facilmente trasferiti al 2029 Process Photometer, eliminando qualsiasi distorsione nei risultati per una migliorata validazione del processo.

Vari mercati sono ideali per il 2029 Process Photometer come quello chimico, ambientale, dei semiconduttori, petrolchimico, alimentare e delle bevande, dell'acqua potabile e dell'energia/energia elettrica.

Le applicazioni selezionate includono:

- Fosfati
- Silice
- Cloro
- Nichel
- Zinco
- Rame
- Cromo
- Ammoniaca
- Nitrato
- Nitrito
- Durezza
- e altro