



## Application Note AN-PAN-1002

# Monitoraggio online di cianuro e oro nella soluzione di lisciviazione dell'oro

La cianurazione è un metodo di lisciviazione chimica comune per estrarre l'oro dai minerali. Per garantire un'efficiente lisciviazione e il recupero dell'oro, è fondamentale una misurazione precisa dei livelli di cianuro, con sistemi di riempimento automatico per i serbatoi di lisciviazione.

Il monitoraggio dei livelli di cianuro WAD (debole dissociabile in acidi) fornisce informazioni sui metalli trattati e contribuisce all'ottimizzazione del processo di cianurazione. Questa misurazione aiuta anche a monitorare lo scarico delle acque reflue e gli interventi di detossificazione, importanti per il rispetto delle normative ambientali.

L'uso di analizzatori di processo online consente il monitoraggio in tempo reale dei livelli di cianuro e dei metalli in soluzione (ad esempio l'oro), consentendo agli operatori di processo di apportare tempestivamente modifiche per migliorare l'efficienza e rispettare le rigide normative.

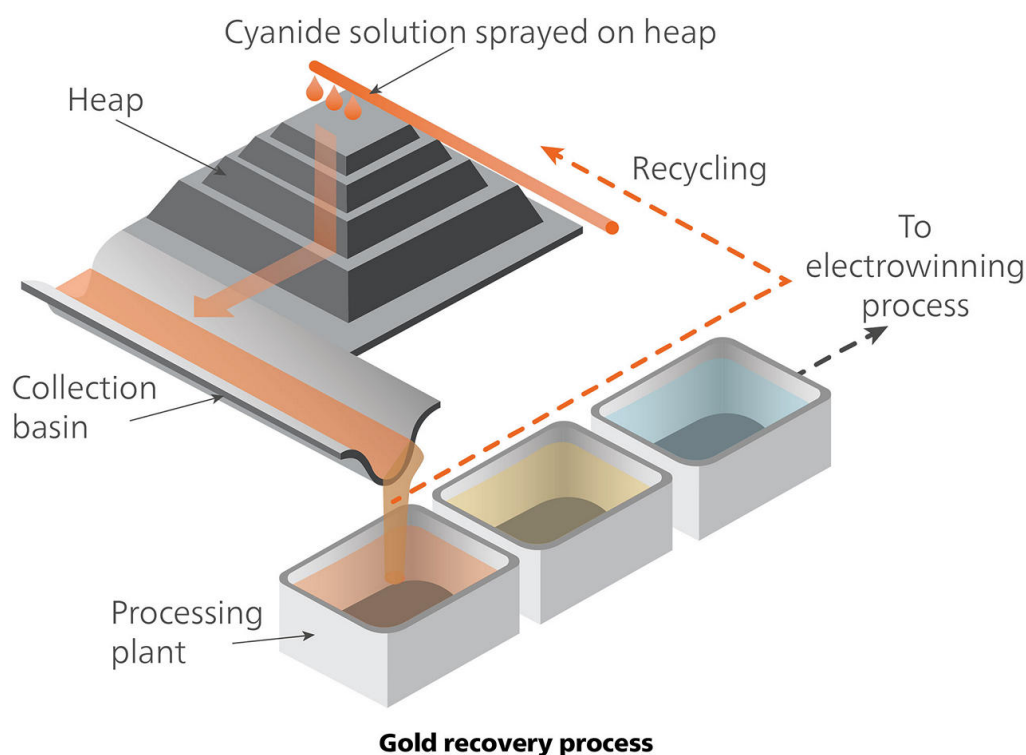
Questa Application Note di processo descrive in dettaglio l'analisi online di cianuro e oro nel processo di recupero dell'oro. 2060 TI Process Analyzer e 2060 XRF Process Analyzer di Metrohm Process Analytics offrono misurazioni precise ed efficienti, riducendo tempi, manodopera ed errori umani.

## INTRODUZIONE

Il cianuro è una sostanza chimica industriale ampiamente utilizzata, principalmente per l'estrazione di oro, argento e platino [1]. Il cianuro aiuta a sciogliere questi metalli dai loro minerali in un processo noto come cianurazione.

Questo processo prevede la frantumazione del minerale e la successiva lisciviazione dei metalli

preziosi da esso utilizzando una soluzione di cianuro di sodio (NaCN) o cianuro di potassio (KCN) [2]. Gli ioni cianuro ( $\text{CN}^-$ ) formano un complesso con l'oro, che si dissolve in soluzione per un'ulteriore estrazione nei processi a valle (ad esempio, mediante elettrovincita, **Figura 1**).



**Figure 1.** Uno schema illustrato del processo di recupero dell'oro.

Per garantire una lisciviazione e un recupero dell'oro efficaci, sono necessarie misurazioni accurate per riempire automaticamente i serbatoi di lisciviazione con cianuro e mantenere livelli ridotti di cianuro nel flusso di scarti del mulino.

La misurazione del cianuro WAD fornisce agli operatori di processo un'indicazione immediata dei

metalli WAD in lavorazione, per ottimizzare ulteriormente il processo di cianurazione. Le letture WAD sono anche un indicatore precoce per l'impianto di detossificazione, utile per ottimizzare il processo di distruzione del cianuro, insieme al dosaggio automatico dei prodotti chimici per la detossificazione.



Inoltre, il rilascio di qualsiasi forma di cianuro può causare gravi danni all'ambiente; pertanto, per rispettare le normative sugli scarichi dell'impianto, è necessario un rigoroso monitoraggio delle acque reflue per rilevare la presenza di cianuro libero, cianuro WAD o TCN (cianuro totale).

Tradizionalmente, le concentrazioni di cianuro sono state monitorate utilizzando metodi di laboratorio manuali (ad esempio, la titolazione). Pur essendo in grado di fornire dati, questi metodi presentano diversi svantaggi.

Il campionamento manuale introduce ritardi nell'ottenimento dei risultati, rendendo i dati meno rappresentativi dello stato attuale del processo di cianurazione. Inoltre, il campionamento manuale

## APPLICAZIONE

Il cianuro può essere determinato in diversi modi con **2060 TI Process Analyzer** (Figura 2). Il cianuro libero viene analizzato mediante titolazione diretta o rilevazione fotometrica, a seconda delle concentrazioni coinvolte. Per determinazioni più complesse di cianuro totale e WAD, 2060 TI Process Analyzer può essere dotato di una serie di moduli digestore, condensatore, assorbitore caustico e fotometro per garantire il recupero completo del cianuro da soluzioni complesse di cianuro metallico. L'analisi, che richiede molto tempo, può essere completamente automatizzata con 2060 TI Process Analyzer. I vantaggi includono risparmio di tempo e uniformità delle misurazioni senza esposizione al cianuro, garantendo misurazioni sicure e affidabili in tutta la raffineria.

richiede molto lavoro, è pericoloso (a causa della tossicità del cianuro) e soggetto a errori umani, con conseguenti potenziali imprecisioni nelle misurazioni. Inoltre, la natura intermittente del campionamento manuale potrebbe non rilevare improvvise fluttuazioni nelle concentrazioni di cianuro, compromettendo potenzialmente il controllo del processo e la conformità ambientale.

Integrando gli analizzatori di processo online nella raffineria, gli operatori possono controllare rapidamente i livelli di cianuro nel processo di lisciviazione e negli effluenti delle acque reflue. Questo li aiuta ad apportare correzioni per migliorare l'efficienza e ridurre i danni all'ambiente.



**Figure 2.** 2060 TI Process Analyzer.

Inoltre, l'oro e altri metalli possono essere monitorati con **2060 XRF Process Analyzer** (Figura 3). Utilizzando la tecnologia EDXRF (fluorescenza a raggi X a dispersione di energia), questo analizzatore di processo online offre una sensibilità eccezionale nella misurazione dell'oro nella soluzione di stripping quasi in tempo reale.

I limiti di rilevabilità per l'analisi XRF sono influenzati da vari fattori, come il tempo di analisi, la preparazione del campione e i metodi di calibrazione. Grazie al suo avanzato rivelatore a deriva di silicio e all'uso sinergico di molteplici tecniche di analisi, 2060 XRF Process Analyzer raggiunge limiti di rilevabilità precisi e bassi, in particolare per metalli preziosi come l'oro.

L'integrazione di entrambe le tecniche di analisi (titolazione/fotometria e XRF) nel 2060 XRF Process Analyzer offre agli utenti una soluzione completa per il monitoraggio dei livelli di cianuro e delle concentrazioni di metalli nel processo di recupero dell'oro. Questa integrazione migliora la sicurezza dell'impianto, garantisce il recupero completo del cianuro da soluzioni complesse e accelera il ritorno sull'investimento (ROI) consolidando entrambi i metodi in un unico analizzatore, riducendo così l'ingombro e i costi operativi.



**Figure 3.** 2060 XRF Process Analyzer.

**Tabella 1.** Parametri da monitorare nel processo di recupero dell'oro.

| Parametri    | Concentrazione | Tecnica    |
|--------------|----------------|------------|
| Free cyanide | 0–200 µg/L     | Photometry |
| WAD Cyanide  | 1–250 mg/L     | Titration  |
| Gold (Au)    | mg/L to %*     | XRF        |

The total cyanide method is based on ISO 6703/1 and WAD cyanide on method 4500-CN-Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

The cyanidation process must operate at pH levels above 10.5, typically ranging from 11 to 12, to

prevent the formation of hazardous hydrogen cyanide (HCN) gas. Consequently, reliable pH monitoring is essential in such demanding environments, and Metrohm Process Analytics ProTrode pH sensors excel in providing inline monitoring solutions for this purpose.

## CONCLUSIONE

Il cianuro è un parametro importante da misurare nel processo di recupero dell'oro e dei suoi effluenti. 2060 TI Process Analyzer di Metrohm Process Analytics aiuta ad analizzare regolarmente il cianuro per evitare errori e garantire la conformità alle normative. Inoltre, 2060 XRF Process Analyzer monitora efficacemente i

livelli di oro nella soluzione di strippaggio.

Insieme, questi analizzatori di processo online forniscono una comprensione completa del processo di recupero dell'oro monitorando simultaneamente qualsiasi forma di cianuro e oro in modo sicuro ed efficiente.

## RIFERIMENTI

1. *The Safe and Effective Use of Cyanide - Society for Mining, Metallurgy & Exploration.*  
<https://www.smenet.org/what-we-do/technical-briefings/the-safe-and-effective-use-of-cyanide-in-the-minin> (accessed 2024-03-20).
2. Hai, X. *The Ultimate Guide to Gold Cyanidation.*  
<https://www.cnlitereagent.com/special-guide/ultimate-guide-gold-cyanidation/> (accessed 2024-03-28).

## APPLICATION NOTES CORRELATE

[AN-PAN-1006 Analisi online di zinco, acido solforico e ferro durante la raffinazione dello zinco](#)

## ALTRI DOCUMENTI CORRELATI

[8.000.5317 2026 Cyanide Analyzer](#)

[AN-I-009 Cianuro nell'acqua](#)

## VANTAGGI DELL'ANALISI NEI PROCESSI ONLINE

- Non è necessario alcun campionamento manuale, quindi si riduce l'esposizione del personale a sostanze chimiche pericolose (cianuro).
- **Garantire il rispetto** delle normative governative in materia di acque reflue.
- **Ottimizza la qualità del prodotto** e aumenta i profitti con tempi di risposta rapidi alle variazioni di processo.
- **Diagnostica completamente automatizzata:** allarmi automatici quando i campioni non rientrano nei parametri di specifica.



---

## 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.



### 2060 XRF Process Analyzer

**2060 XRF Process Analyzer** è uno strumento di analisi di processo online non distruttivo con tecnologia Energy-Dispersive X-ray Fluorescence (EDXRF). Questo strumento di analisi garantisce il monitoraggio preciso e quasi in tempo reale dei flussi di campioni liquidi nei processi industriali.

Grazie alla sua capacità di collegare fino a 20 punti di campionatura, **2060 XRF Process Analyzer** agevola l'analisi XRF online senza intoppi. In quanto parte della piattaforma 2060, integra facilmente più tecniche analitiche in una sola piattaforma. Scoprite il potere della combinazione tra XRF e titolazione o fotometria per ottenere informazioni complete sui processi come mai prima d'ora.