

Application Note AN-PAN-1066

# Análisis en línea de cadmio en depuradores húmedos de gases de plantas incineradoras

La incineración de residuos sólidos municipales (RSU) produce gases de combustión llenos de metales pesados, lo que requiere medidas estrictas de control de emisiones. El tratamiento implica separación de partículas, lavado y desulfuración. El gas tratado se libera, mientras que los residuos (corriente residual) se eliminan. El agua utilizada en el depurador de gases húmedo juega un papel importante en el proceso de tratamiento. Por lo tanto, el tratamiento de aguas residuales es esencial para cumplir con los estándares regulatorios.

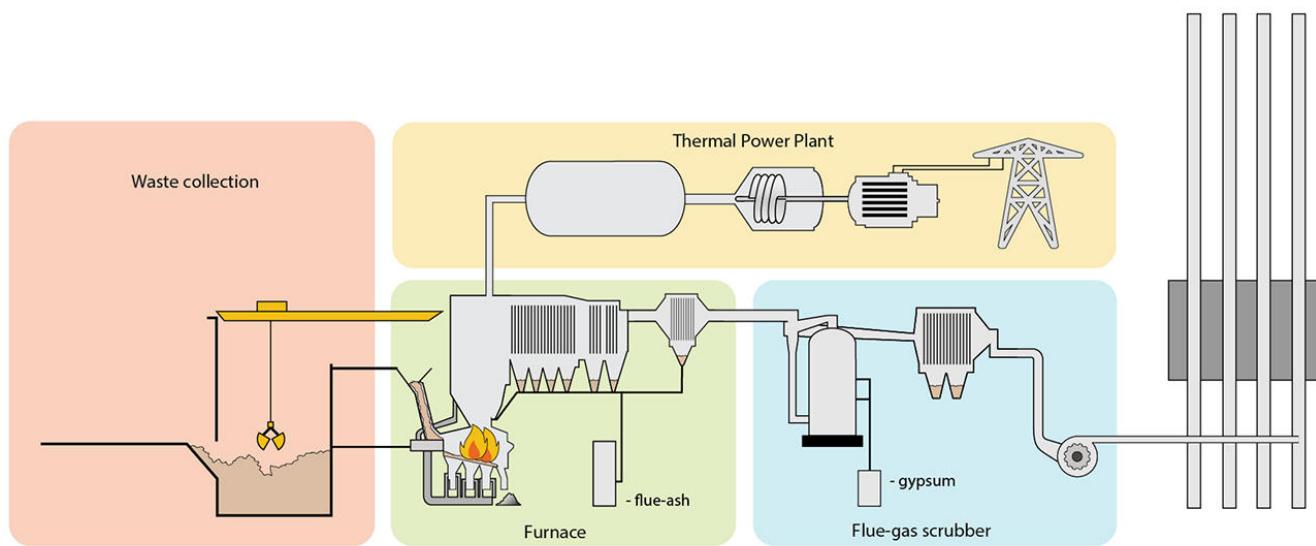
Las fluctuaciones en la carga contaminante requieren un seguimiento periódico. Los métodos tradicionales

como la espectroscopía de absorción atómica (AAS) proporcionan solo una vista instantánea, lo que genera la necesidad de un monitoreo continuo. Esta nota de aplicación de proceso detalla el uso de un analizador en línea como el analizador de procesos VA 2060 para abordar este desafío. El analizador de procesos VA 2060 ofrece mediciones cada hora, alertando a los operadores cuando se acercan los valores límite. Esto garantiza una intervención oportuna (como la regeneración del intercambiador de iones, la prevención de infracciones) y el mantenimiento del cumplimiento de las regulaciones establecidas.

## INTRODUCCIÓN

Incineración de residuos sólidos municipales (RSUI) (Figura 1) es un método de gestión de residuos comúnmente utilizado debido tanto a su capacidad para reducir significativamente el volumen de residuos como a su potencial para la generación de

energía [1]. Sin embargo, genera gases de combustión cargados de metales pesados y otros contaminantes nocivos, lo que requiere estrictas medidas de control de emisiones.

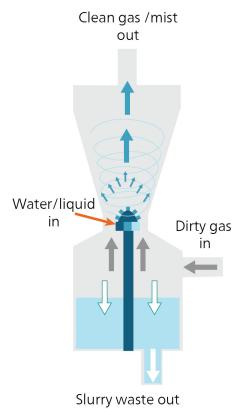


**Figure 1.** Esquema de una planta incineradora de residuos sólidos municipales.

En estas plantas se utiliza un sistema de control de la contaminación del aire (APC) para reducir dichas emisiones. En primer lugar, la separación de partículas sólidas se produce mediante un precipitador electrostático. A continuación, los gases de combustión se someten a un lavado, comenzando con un proceso de enfriamiento logrado mediante pulverización de agua que elimina simultáneamente cloruros y metales pesados (**Figura 2**). Luego se produce la desulfuración (también conocida como fase alcalina), que se consigue introduciendo sosa cáustica en el agua de lavado.

El gas residual limpio se libera al medio ambiente, mientras que las cenizas purificadas y los residuos de APC se desechan adecuadamente. Dado que estas impurezas se disuelven en el agua de depuración, el agua debe someterse a un tratamiento y posterior examen en la estación depuradora de aguas residuales (EDAR).

Las aguas residuales de la planta deben cumplir con los valores límite reglamentarios locales. Tradicionalmente, las inspecciones internas mensuales utilizan espectroscopía de absorción atómica y fotometría en el laboratorio.



**Figure 2.** Depurador húmedo de gases de incineración.

Sin embargo, los niveles de contaminantes en las aguas residuales purificadas varían debido a su composición original y al estado de carga del intercambiador de iones que requiere una regeneración periódica. Como resultado, las muestras recogidas durante las inspecciones sólo proporcionan una breve descripción. Esto dificulta que los operadores y las autoridades garanticen que se cumplan sistemáticamente los límites establecidos.

Por lo tanto, los analizadores de procesos en línea se vuelven importantes para el cumplimiento. El analizador de procesos 2060 VA, por ejemplo, proporciona mediciones cada hora de la concentración de zinc, cadmio, plomo u otros metales en las aguas residuales del proceso.

Al emplear determinación voltamétrica, el analizador de procesos VA 2060 (**figura 3**) funciona de forma totalmente automática. También cuenta con un sistema de alarma que notifica al personal de la planta cuando alguno de los metales pesados monitoreados se acerca a los valores límite. Esta alerta oportuna permite la introducción de la regeneración del intercambiador de iones u otras estrategias de mitigación, evitando eficazmente el incumplimiento de los valores límite.

## APLICACIÓN

El analizador de procesos VA 2060 emplea voltamperometría de separación anódica (ASV) con un electrodo de carbón vítreo modificado con una película de mercurio (Hg-GC). Tanto el análisis como el mantenimiento del electrodo de Hg-GC están



**Figure 3.** Analizador de procesos 2060 VA de Metrohm Process Analytics.

completamente automatizados, lo que garantiza eficiencia y precisión. Este método demuestra su resiliencia en diversas matrices de muestras, incluida agua altamente salina.

**Tabla 1.** Parámetros a monitorear durante el tratamiento de aguas residuales luego del proceso de lavado húmedo de gases de una planta de incineración.

Parámetros	Concentración	Técnica
Cd	1–30 µg/L	Voltametría
Zn	1–80 µg/L	Voltametría
Pb	1–30 µg/L	Voltametría

Si bien esta nota de aplicación se centra principalmente en el análisis en línea de cadmio en depuradores de gases húmedos en instalaciones de MSWI, es aplicable fuera de este contexto específico. El analizador de procesos que se describe aquí es adecuado para su uso con una amplia gama de

incineradores, incluidas las centrales eléctricas de carbón. Esta versatilidad resalta la utilidad más amplia del analizador de procesos 2060 VA, que proporciona información valiosa para el monitoreo ambiental y el cumplimiento normativo en una amplia gama de procesos de combustión industrial.

## CONCLUSIÓN

La MSWI reduce eficazmente el volumen de desechos y genera energía, pero emite contaminantes que requieren un control estricto. El analizador de procesos VA 2060 ofrece monitoreo continuo del

agua de proceso utilizada en el depurador de gases húmedo, lo que garantiza el cumplimiento normativo al proporcionar valores de concentración de metales pesados por hora.

## REFERENCIAS

1. Phua, Z.; Giannis, A.; Dong, Z.-L.; et al. Characteristics of Incineration Ash for Sustainable Treatment and Reutilization. *Environ Sci Pollut Res* **2019**, 26 (17), 16974–16997.  
<https://doi.org/10.1007/s11356-019-05217-8>.

## NOTAS DE APLICACIÓN RELACIONADAS

[AN-PAN-1009 Análisis en línea de amoníaco, nitrato y nitrito en aguas residuales.](#)

[AN-PAN-1039 Determinación de fósforo orto y total en agua.](#)

## BENEFICIOS

- Cumplimiento de garantía con regulaciones gubernamentales (efluentes de aguas residuales).
- Ahorre dinero reduciendo el tiempo de inactividad: el analizador envía alarmas por valores fuera de especificación que informan al operador antes.
- Datos de proceso disponibles a su alcance 24 horas al día, 7 días a la semana significa no tener que esperar por métodos de laboratorio manuales y lentos.
- Tratamiento químico eficiente monitoreando constantemente las corrientes afluente.
- Vida útil prolongada del equipo. (intercambiadores de iones): optimiza el programa de regeneración y, por lo tanto, reduce los costos.



## CONTACT

Metrohm Hispania  
Calle Aguacate 15  
28044 Madrid

[mh@metrohm.es](mailto:mh@metrohm.es)

## CONFIGURACIÓN



### 2060 VA/CVS Process Analyzer

El 2060 VA Process Analyzer es un instrumento de análisis de procesos online que aplica análisis voltamperométricos para monitorizar procesos con precisión. Gracias a sus módulos de parte húmeda personalizables, permite la integración de unidades de dosificación, bombas y sensores de nivel para hacer frente a cualquier desafío.

El 2060 CVS Process Analyzer es un instrumento de análisis de procesos online diseñado para efectuar análisis online de aditivos orgánicos en baños galvánicos dentro de las industrias de fabricación de placas de circuito impreso (PCB) y semiconductores. Mediante una reacción electródica que imita el proceso de producción, se pueden cuantificar aditivos en condiciones auténticas. Asimismo, la modularidad de este instrumento de análisis permite realizar trabajos de titulación, fotometría y preacondicionamiento de muestras, así como la interconexión con múltiples flujos de muestras.