



Application Note AN-PAN-1059

# Análisis en línea de estroncio y bario en salmuera de alta pureza

El cloro y la sosa cáustica son dos de las sustancias químicas más producidas a nivel mundial. Se utilizan para fabricar numerosos productos químicos intermedios, que a su vez son materias primas importantes para varias industrias (p. ej., pulpa y papel, petroquímica y farmacéutica). El proceso cloro-álcali es responsable de la mayor parte de la producción de cloro y soda cáustica.

El proceso de cloro-álcali crea estos dos productos juntos en proporciones similares a través de la electrólisis de salmuera de cloruro de sodio (o potasio). Para que el proceso sea lo más eficiente posible, la salmuera debe estar libre de impurezas (p. ej., metales alcalinotérreos); de lo contrario, las costosas membranas pueden ensuciarse, lo que genera altos costos de mantenimiento inesperados.

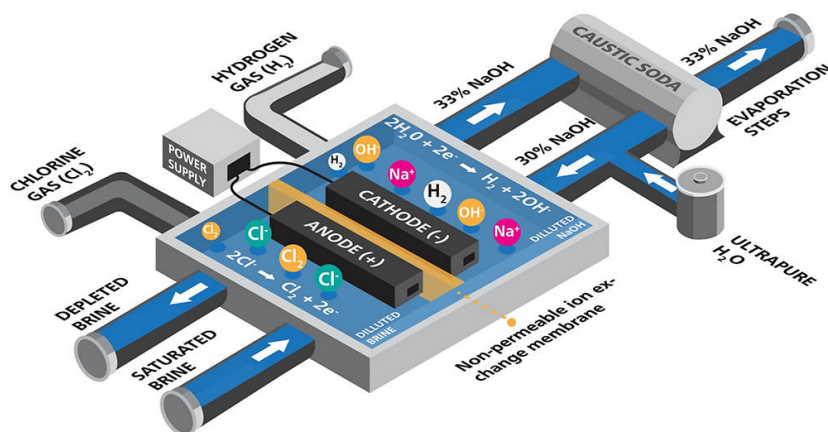
Los analizadores de procesos de Metrohm se pueden utilizar en varias etapas de este proceso, desde el control de impurezas en salmuera sin tratar hasta salmuera ultrapurificada. Esta nota de aplicación de proceso describe un método para determinar la concentración de estroncio y bario en salmuera como detectores tempranos de ensuciamiento de

Se pueden utilizar diferentes métodos para crear cloro y soda cáustica (NaOH) a partir de salmuera, pero la técnica de electrólisis más aplicada en Europa es la **técnica de células de membrana**, ya que no incluye mercurio y asbesto como las otras opciones.

**Figura 1** muestra una ilustración de la técnica de celda de membrana para la producción de cloro a partir de materia prima de salmuera saturada. Para la técnica de celda de membrana de cloro-álcali, el ánodo y el cátodo están separados por una membrana selectiva de intercambio de iones. Esto permite que solo los

membrana mediante cromatografía iónica de proceso en línea. El uso de esta técnica analítica multiparamétrica puede ayudar a reducir el riesgo de ensuciamiento prematuro de la membrana y evitar un mantenimiento inesperado y altos costos de servicios públicos con análisis automatizados las 24 horas del día, los 7 días de la semana.

iones de Na cargados positivamente penetren en la semicelda del cátodo. La salmuera purificada se bombea a la semicelda del ánodo como electrolito. Luego, los iones de Cl cargados negativamente de la salmuera se oxidan en el ánodo, convirtiéndolos en cloro gaseoso ( $\text{Cl}_2$ ). En el lado de la semicelda del cátodo, el agua se reduce a gas hidrógeno ( $\text{H}_2$ ), dejando los iones de hidróxido resultantes ( $\text{OH}^-$ ) para reaccionar con  $\text{Na}^+$  que ha migrado a través de la membrana, formando finalmente NaOH.



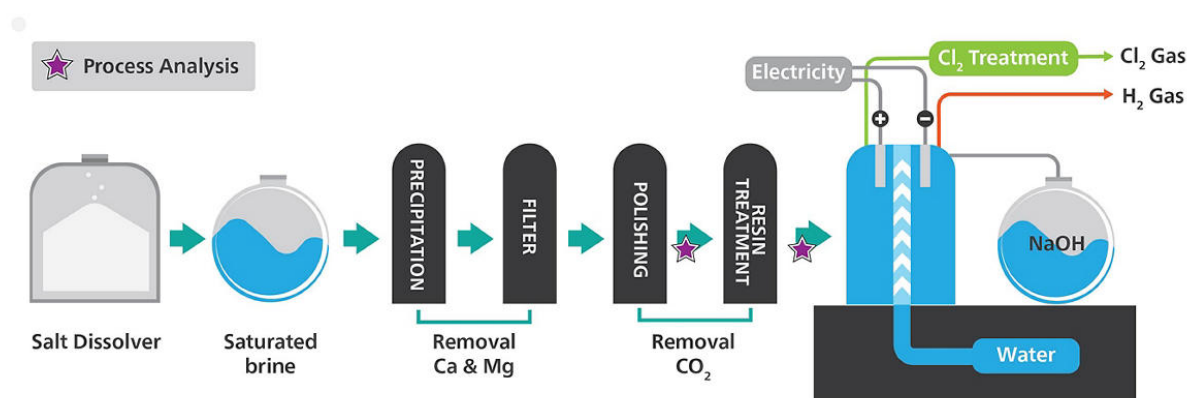
**Figure 1.** Diagrama de la técnica de celda de membrana de cloro-álcali utilizada para producir cloro a partir de salmuera saturada.

Adaptado de [www.eurochlor.org](http://www.eurochlor.org).

Para que este proceso sea lo más eficiente posible y para evitar el ensuciamiento prematuro de la membrana, la materia prima de salmuera debe estar libre de impurezas. Esto hace indispensable el análisis químico de la salmuera.

Dependiendo del origen de la salmuera, las impurezas iónicas pueden variar. El calcio y el magnesio (dureza) son las impurezas iónicas más comunes aquí. El seguimiento de estas sustancias proporciona información importante sobre la eficacia de la eliminación de impurezas antes del paso de electrólisis (Figura 2). Sin embargo, el estroncio y el

bario también pueden estar presentes y son igual de dañinos para las membranas, incluso en cantidades mínimas. Típicamente,  $\text{Sr}^{2+}$  y  $\text{Ba}^{2+}$  son los primeros iones multivalentes que atraviesan la membrana de intercambio iónico, lo que los convierte en excelentes parámetros para monitorear la vida útil de los intercambiadores de iones. Al monitorear los niveles de trazas de estroncio y bario en la salmuera purificada, se puede detectar un avance antes de que el calcio y el magnesio ensucien la membrana. El rango de medición deseado para ambos contaminantes es de 10 a 100  $\mu\text{g/L}$ .



**Figure 2.** Diagrama esquemático del proceso total de cloro-álcali con estrellas que señalan las áreas ideales para el análisis del proceso en línea.

Las técnicas analíticas aplicadas con más frecuencia para la determinación de estroncio y bario en salmuera son la cromatografía iónica (IC), la espectrometría de masas de plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) y la espectrometría de emisión óptica ICP (ICP-OES). Aunque ICP es una técnica multiparamétrica que cubre amplios rangos

analíticos, también es costosa, no se puede implementar fácilmente en línea y requiere personal capacitado. Además, el límite de detección de estroncio y bario no es lo suficientemente bajo con ICP en comparación con el análisis IC, y los costos operativos para ICP son más altos debido al uso de grandes cantidades de argón de alta pureza.

Metrohm Process Analytics ofrece una solución para monitorear estroncio y bario en salmuera: el **Analizador de procesos de cromatografía iónica (IC) 2060** con preconcentración en línea combinada y eliminación de matriz en línea. Con una inyección, el 2060 IC Process Analyzer puede cuantificar estroncio y bario. El sistema de análisis se alimenta directa y continuamente con muestras a través de un bypass

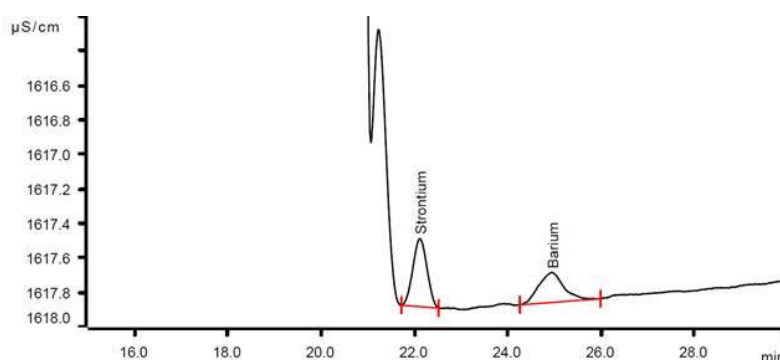
en la corriente del proceso.

La calibración automática garantiza excelentes límites de detección, así como una alta reproducibilidad y recuperación. Además, el analizador de procesos 2060 IC proporciona alarmas si se alcanzan los límites de concentración de advertencia o intervención preestablecidos, lo que ayuda a ahorrar costos al evitar el ensuciamiento prematuro de la membrana.

## APLICACIÓN

El análisis se lleva a cabo de forma totalmente automática mediante la preconcentración en línea (**Metrosep Chel PCC 1 VHC/4.0.**) combinado con Eliminación de matriz en línea. La detección de niveles traza de estroncio y bario se realiza a través de un

detector de conductividad. Esta combinación de técnicas permite la posibilidad de medir cantidades muy bajas de estroncio y bario en salmuera altamente concentrada (**figura 3**), logrando un rango de medición de 12–120 µg/L para ambos analitos.



**Figure 3.** Cromatograma de una muestra de salmuera (>300 g/L NaCl) enriquecida con estroncio y bario. Se preconcentró una alícuota de muestra de 4 ml en Metrosep Chel PCC 1 VHC/4.0 y luego se eluyó en una columna de separación Metrosep C6. Los picos de estroncio y bario están bien separados del pico grande de la matriz de sodio. Con este método se pueden alcanzar límites de detección muy bajos de cationes multivalentes en salmuera altamente concentradas.

Las numerosas técnicas inteligentes de preacondicionamiento de muestras que ofrece la cromatografía iónica de Metrohm (p. ej., **preconcentración y eliminación de matriz**) hacen que el análisis de impurezas catiónicas en soluciones de salmuera sea simple y fácil de realizar en línea. La

integración de un módulo de producción de eluyente incorporado y PURELAB® flex 5/6 opcional de ELGA® para el suministro continuo de agua ultrapura sin presión permite una operación en línea autónoma fácil durante todo el día.

**Tabla 1.** Especificaciones para la determinación de estroncio y bario con IC en línea en salmuera saturada de NaCl ultrapurificada.

	Gama	LOD
Estroncio	12–120 µg/L	12 microgramos/L
Bario	30–120 µg/L	30 microgramos/L



**Figure 4.** 2060 IC Process Analyzer

## CONCLUSIÓN

El análisis de procesos de Metrohm **Analizador de procesos IC 2060** puede medir de manera confiable trazas de estroncio y bario en salmueras industriales comúnmente utilizadas en la industria de cloro-álcali. Este método de análisis utilizado en el analizador

permite productores de cloro-álcali para evitar el ensuciamiento prematuro de las costosas membranas de intercambio iónico utilizadas en el proceso, así como los costos significativos de reemplazo y mantenimiento.

[Libro blanco: Optimización de la producción de cloro-álcali a través del análisis químico en línea](#)  
[AN-PAN-1058 Determinación en línea de litio en](#)

[corrientes de salmuera con cromatografía iónica](#)  
[AN-PAN-1005 Análisis de calcio, magnesio en salmuera](#)

Folleto: Seguimiento de trazas de estroncio en salmueras

Folleto: Industria del cloro-álcali: soluciones fiables

online, inline y atline para satisfacer las necesidades de su proceso

## BENEFICIOS EN EL ANÁLISIS ONLINE

- Bajos costos de servicios públicos y mantenimiento al prevenir el ensuciamiento prematuro de la membrana
- Línea base estable y operación 24/7 debido a la preparación de eluyente en línea
- ambiente de trabajo seguro debido al muestreo automatizado
- Excelentes límites de detección, alta reproducibilidad, y tasas de recuperación superiores debido al muestreo y la calibración automatizados
- Análisis de alta precisión para una amplia gama de analitos con múltiples opciones de detectores



## CONTACT

Metrohm México  
Calle. Xicoténcatl #181, Col.  
Del Carmen, Alcaldía  
Coyoacán.  
04100. Ciudad de México  
México

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



## CONFIGURACIÓN



### 2060 IC Process Analyzer

El 2060 Ion Chromatograph (IC) Process Analyzer de Metrohm Process Analytics se basa en el concepto de la plataforma modular 2060. Esta arquitectura modular permite la separación de los armarios en diferentes lugares alrededor de una planta y la conexión de hasta 20 corrientes de muestras para ahorrar tiempo en el análisis secuencial en múltiples áreas dentro de una planta.

Este instrumento de análisis no tiene límites en cuanto a la personalización de hardware, software y aplicaciones. Desde el módulo de producción continua de eluyentes, los módulos de partes húmedas para el acondicionamiento de muestras, y los múltiples bloques detectores de CI, el 2060 IC Process Analyzer tiene todas las opciones para cualquier aplicación industrial.

El software 2060 es una solución de software "todo en uno" que controla el instrumento de análisis para realizar análisis rutinarios, con diferentes métodos de operación, hojas de control de tiempo y gráficos de tendencias. Además, gracias a la variedad de protocolos de comunicación del proceso (por ejemplo, Modbus o E/S discretas), el software 2060 puede programarse para enviar retroalimentación y alarmas automáticas al proceso y tomar medidas si es necesario (por ejemplo, volver a medir una muestra o iniciar un ciclo de limpieza). Todas estas características aseguran un diagnóstico completamente automático del proceso industrial, las 24 horas del día, los siete días de la semana.



### Metrosep Chel PCC 1 VHC/4,0

Columna de preconcentración para cationes polivalentes. Los cationes monovalentes se eliminan mediante la eliminación de la matriz antes de la inyección.