INSTRUMINING

Mide · Controla · Optimiza

NOTA TÉCNICA

Medición en línea de ácido libre y cobre en circuitos de lixiviación y SX-EW

Tecnología: analizador sónico en línea LiquiSonic® (SensoTech GmbH, Alemania) | **Aplicación:** PLS, refino, electrolito y líneas de ácido | **Rev.:** noviembre 2026

1. PROPÓSITO DE ESTA NOTA

Esta nota describe una alternativa de medición continua en línea de concentración de ácido sulfúrico libre y, en configuración ampliada, de cobre en solución, aplicable a circuitos de lixiviación, extracción por solventes y electroobtención. El objetivo es evaluar en conjunto con el área de procesos y metalurgia si la tecnología aporta valor en los puntos de medición de su operación, y definir los antecedentes necesarios para dimensionar correctamente la aplicación.

INSTRUMINING no propone en esta etapa una solución cerrada: propone una evaluación técnica conjunta. Las condiciones bajo las cuales esta tecnología entrega resultados confiables están descritas explícitamente en la sección 5.

2. SITUACIÓN OPERACIONAL TÍPICA

En la mayoría de las operaciones el control de acidez y de tenor de cobre se apoya en muestreo manual y análisis de laboratorio, con frecuencias que van desde una a varias veces por turno. Esto implica:

- Latencia entre la condición real del proceso y la decisión de control, típicamente de una a varias horas.
- Ajustes de dosificación de ácido y de operación de SX basados en información ya desfasada.
- Carga significativa de muestreo y análisis sobre el laboratorio de planta.
- Dificultad para detectar desviaciones transitorias (arrastres, cambios de mineralogía en pilas, alteraciones en el balance de electrolito).

Una medición continua no reemplaza al laboratorio, pero permite cubrir el intervalo entre análisis y reducir el tiempo de reacción.

3. PRINCIPIO DE MEDICIÓN

El instrumento mide la **velocidad de propagación del sonido** en el líquido, junto con la temperatura del proceso. En una solución binaria bien definida, la velocidad sónica compensada en temperatura es función directa de la concentración, lo que permite inferir el contenido de ácido de forma continua.

En soluciones de la industria del cobre la matriz no es binaria: coexisten H_2SO_4, $CuSO_4$ y agua. Para resolver esta condición el fabricante ofrece una configuración de **tres componentes**, que combina la medición de velocidad sónica con una medición de conductividad en el mismo punto. Con ambas señales independientes es posible resolver simultáneamente ácido libre y cobre en solución.

En puntos donde la composición es esencialmente ácido y agua —por ejemplo líneas de ácido fresco o de dilución — basta la medición sónica simple, que es más económica y de mantenimiento más sencillo.

El sensor es de inserción directa en cañería o en un arreglo de derivación, no tiene partes móviles, no emplea fuentes radiactivas y no requiere consumibles ni reactivos. Se fabrica en **acero inoxidable, Hastelloy o tántalo**, y en versión con revestimiento **Halar o PFA** para los medios más corrosivos; el material se define según la corriente, su temperatura y su composición.

4. PUNTOS DE MEDICIÓN Y VALOR ESPERADO POR CORRIENTE

El valor operacional de la medición no es el mismo en todas las corrientes. La siguiente tabla resume el criterio con el que recomendamos priorizar los puntos:

Corriente	Variable de mayor interés	Uso operacional
PLS (solución rica de lixiviación)	Cobre en solución (tenor); acidez como variable secundaria	Contabilidad metalúrgica y seguimiento de recuperación de pilas; detección temprana de caídas de tenor; verificación de la alimentación a SX.
Refino	Ácido libre	Control de la dosificación de ácido al riego de pilas; optimización del consumo específico de ácido; verificación del balance ácido del circuito.
Electrolito pobre y rico	Cobre y ácido simultáneos (relación ácido/Cu)	Control de eficiencia de corriente y calidad catódica en la nave; detección de desviaciones del balance del tank house.
Ácido fresco, make-up y dilución	Concentración de H_2SO_4	Verificación de recepción y de dilución; control de dosificación. Medición sónica simple es suficiente.
Reciclo / regeneración de ácido	Ácido libre	Control de la recirculación y de la purga; reducción de sobredosificación.

Observación importante: en corrientes cargadas de cobre (PLS y electrolito rico) el aporte principal es la lectura de cobre y la relación ácido/cobre, no la lectura de ácido por sí sola. El control de ácido libre propiamente tal se define en refino y en las líneas de reposición. Recomendamos dimensionar la inversión con ese criterio.

5. CONDICIONES PARA UN DESEMPEÑO CONFIABLE

Esta sección es la más relevante para la evaluación técnica y se presenta de forma explícita:

- **Calibración específica por planta.** La relación entre velocidad sónica, conductividad y composición depende de la matriz real de cada operación. Cada punto de medición requiere una calibración construida con datos de laboratorio de esa planta, obtenidos durante una campaña de muestreo paralelo. El analizador de laboratorio **LiquiSonic® Lab**, que mide con el mismo principio, facilita esa campaña y la verificación posterior.
- **Rango de operación acotado.** La exactitud y repetibilidad alcanzables se definen caso a caso, una vez establecidos los rangos de concentración y la composición típica. El fabricante no compromete cifras genéricas de exactitud sin esa información, y consideramos correcto ese criterio.
- **Impurezas variables.** La presencia y variabilidad de hierro, manganeso, cobalto, cloruro y otros iones influye en ambas señales, particularmente en la conductividad. Cuando esas impurezas varían de manera independiente del par ácido–cobre, la separación entre ambas variables se degrada. Caracterizar este punto con datos históricos de la planta es parte del trabajo previo.
- **Temperatura y sólidos.** La compensación de temperatura es intrínseca al método, pero requiere una medición representativa. En corrientes con sólidos en suspensión, arrastres orgánicos o crud, debe evaluarse la instalación mecánica (posición, orientación, arreglo en derivación) para asegurar una lectura estable y un acceso razonable a limpieza.
- **Estabilidad en el tiempo.** El fabricante indica que no se espera deriva del sensor. Aun así, recomendamos definir desde el inicio una rutina de verificación contra laboratorio, con frecuencia decreciente una vez validada la calibración.

En síntesis: la tecnología es robusta y de bajo mantenimiento, pero no es un instrumento de instalar y operar sin trabajo previo de caracterización. El éxito depende de la calidad de los datos de proceso disponibles.

6. ANTECEDENTES REQUERIDOS PARA EVALUAR LA APLICACIÓN

Para entregar una recomendación seria por punto de medición, y una definición de exactitud alcanzable, requerimos los siguientes antecedentes:

Antecedente	Detalle solicitado
Identificación del punto	Corriente, ubicación en el diagrama de proceso y objetivo de control asociado.
Composición	Rangos de H_2SO_4 y de cobre (mínimo, normal, máximo). Impurezas principales con sus rangos: Fe total y Fe^{3+}/Fe^{2+}, Mn, Co, Cl^-, nitratos si aplica.
Datos históricos de laboratorio	Serie de análisis del punto (idealmente 3 a 6 meses) para evaluar variabilidad y construir la base de calibración.
Condiciones de operación	Temperatura de operación y su rango; presión; caudal; presencia de sólidos, orgánico arrastrado o crud.
Condiciones mecánicas	Diámetro y material de cañería, disponibilidad de brida o carrete, espacio disponible, factibilidad de arreglo en derivación.
Integración	Sistema de control de destino, protocolo requerido (4-20 mA, Modbus, PROFIBUS/PROFINET, Ethernet/IP), alimentación disponible y clasificación de área.

7. REFERENCIAS E INSTALACIONES EXISTENTES

El fabricante declara instalaciones de referencia del sistema de tres componentes en operaciones de cobre en Europa y América. Para su evaluación podemos gestionar el detalle técnico de estas referencias —puntos instalados, rangos, resultados de validación contra laboratorio— y, de ser posible, una conversación directa entre su área de procesos y el especialista de aplicación del fabricante.

En Chile, en una aplicación distinta —ácido sulfúrico concentrado—, la Fundición Chuquicamata de Codelco opera desde 2019 siete analizadores LiquiSonic® y un LiquiSonic® Lab en sus dos plantas de ácido de doble contacto y doble absorción.

8. PROPUESTA DE TRABAJO

- Reunión técnica con el área de procesos, metalurgia e instrumentación para revisar el diagrama de flujo y priorizar puntos de medición.
- Entrega por su parte de los antecedentes de la sección 6 para los puntos priorizados.
- Evaluación de factibilidad por parte del fabricante, con definición de configuración (sónica simple o tres componentes), exactitud esperada y alcance de la calibración.
- De existir interés, definición de una prueba en terreno acotada en un punto representativo, con campaña de muestreo paralelo para validar contra laboratorio antes de cualquier decisión de inversión mayor.

Este último punto es el que recomendamos: validar en un punto antes de escalar.

CONTACTO

INSTRUMINING CHILE SpA — distribuidor de SensoTech en Chile
Avda. Príncipe de Gales 5921, Oficina 1302, La Reina, Santiago
T +56 2 2455 1110 | ventas@instrumining.com | instrumining.com/aplicacion-acido

Documento de carácter informativo. Las condiciones definitivas de aplicación, exactitud y alcance se establecen una vez evaluados los antecedentes del proceso.