	Procedimiento	Clave	
	Extracción y eliminación de Cobalto y Cadmio de los cementos de Cobre	Revisión	1
		Fecha	06/06/2025
		Páginas	Página 1 de 6

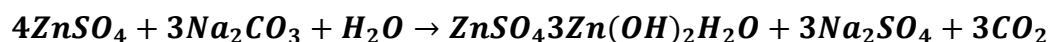
Informe de resultados en pruebas para la recuperación de cobalto

Objetivos generales

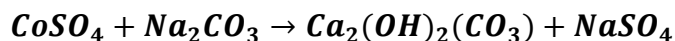
- Evaluar las condiciones óptimas de pH para la extracción y eliminación de cobalto y cadmio de los cementos de cobre.

Introducción

pH 7.5



pH 9




Parte I: Diseño experimental

Se tomaron 5kg de muestra del sólido provenientes de la descarga del filtro EL-094 de lavado de residuos de cobre. Con dicha muestra se busca realizar una lixiviación con una mezcla de electrolito agotado y el sólido lavado previamente, a distintos valores de pH, 2.5, 3.0 y 3.5.

Material y reactivos

- Vasos de precipitado (1L)
- Vasos de precipitado (100 mL)
- Agitador eléctrico
- Parrilla de calentamiento
- Soporte universal
- Termómetro
- Guantes resistentes para soluciones ácidas
- Medidor de pH
- Jeringas de 5 mL
- Electrolito agotado
- Agua

I.Q. María Fernanda Zarate Buenrostro
I.B.P. José Juan Herrera Carreón
I.Q. Julieta Natalia Segura

	Procedimiento	Clave	
	Extracción y eliminación de Cobalto y Cadmio de los cementos de Cobre	Revisión	1
		Fecha	06/06/2025
		Páginas	Página 2 de 6

Diseño experimental

Tabla 1. Condiciones experimentales iniciales

Experimento	pH	T(°C)	t _{reacción} (h)	Sólido (g)	Solución (g)
1	2.5	80	2	300	300
2	3	80	2	300	300
3	3.5	80	2	300	300

1. Con la muestra de sólido se realiza una homogeneización y cuarteado para obtener una muestra representativa.
2. Se toman 300 gramos de sólido, se secan y afinan para análisis de [Cu], [Cd], [Co] y [Zn] en laboratorio.
3. En un vaso de precipitado se toman 300g de muestra homogeneizada y se agrega la misma cantidad de agua para obtener una relación 50%(w/w).
4. Se ajusta el pH a 2.5, 3.0 y 3.5, respectivamente, agregando EA.
5. Se inicia agitación a y calentamiento.
6. La reacción permanece en agitación constante a 250 rpm durante dos horas a 80°C.
7. El pH se monitorea cada 30 min y en caso de ser necesario se ajusta agregando EA.
8. Al finalizar la reacción se filtra y se envía la solución a laboratorio para análisis de [Cu], [Cd], [Co] y [Zn].
9. El sólido se lava dos veces con agua a 70 °C y se filtra nuevamente.
10. El sólido filtrado y lavado se seca y se afina con una malla 100.
11. Las muestras sólidas se envían para análisis de [Zn], [Cd], [Cu] y [Co].

Parte II: Resultados

A continuación, se presentan los datos experimentales obtenidos durante la lixiviación de cobalto:


	Procedimiento		Clave	
	Extracción y eliminación de Cobalto y Cadmio de los cementos de Cobre		Revisión	1
			Fecha	06/06/2025
			Páginas	Página 3 de 6

Tabla 2. Datos del Diseño Experimental

Masa de lodo (g)	E.A. (mL)	pH				
		0 min	30 min	60 min	90 min	120 min
300	70	2.5	2.45	2.47	2.52	2.52
300	28	3	2.95	3.03	3.03	2.95
300	20	3.5	3.4	3.3	3.5	3.49

En el gráfico 1 se observa que el pH se mantuvo constante en cada uno de los casos. Para controlar el pH se adicionó electrolito agotado hasta alcanzar al valor deseado.

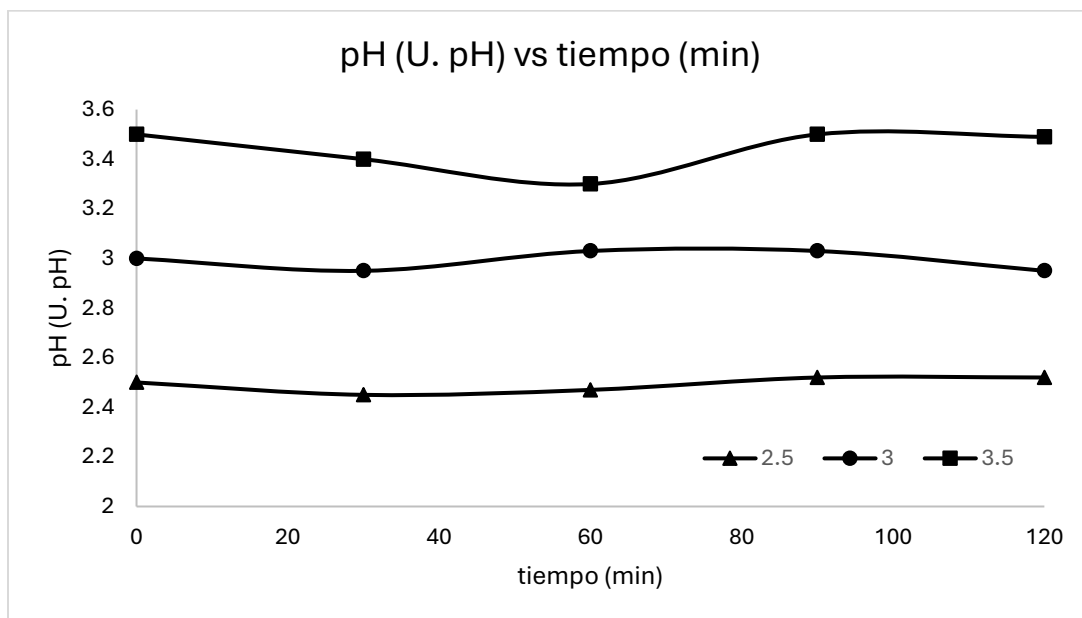


Gráfico 1. Datos del Diseño Experimental


Las siguientes muestras se analizaron laboratorio central:

Tabla 3. Pruebas enviadas a laboratorio

PRUEBA	pH	EVALUAR		ANALIZAR
1	2.5	Solución	Sólido	[Cd], [Zn], [Cu], [Co]
2	3.0	Solución	Sólido	[Cd], [Zn], [Cu], [Co]
3	3.5	Solución	Sólido	[Cd], [Zn], [Cu], [Co]
Referencia			Sólido	[Cd], [Zn], [Cu], [Co]

En el gráfico 2, observamos que la diferencia más significativa es el porcentaje de Zn recuperado en sólidos, a un pH de 3.5 alcanza un 9% mientras que a pH de 2.5 y 3

I.Q. María Fernanda Zarate Buenrostro
I.B.P. José Juan Herrera Carreón
I.Q. Julieta Natalia Segura

	Procedimiento	Clave	
	Extracción y eliminación de Cobalto y Cadmio de los cementos de Cobre	Revisión	1
		Fecha	06/06/2025
		Páginas	Página 4 de 6

precipita solamente entre el 1-2% de Zn. Este resultado se sale de la especificación del porcentaje inicial de Zn que se tenía que apenas alcanzaba un 3.28%, por lo que se decidió omitir los resultados obtenidos a un pH de 3.5 debido a la discrepancia en dicha concentración.

Asimismo, se presenta una menor tasa de extracción de cadmio a pH de 3 y 3.5, alcanzando 2.11% y 2.14% en el sólido, respectivamente. Por otro lado, la concentración de cobalto no se modificó significativamente a distintos pH, teniendo un rango de entre 0.38-0.4%. (Ver gráfico y tabla 2).

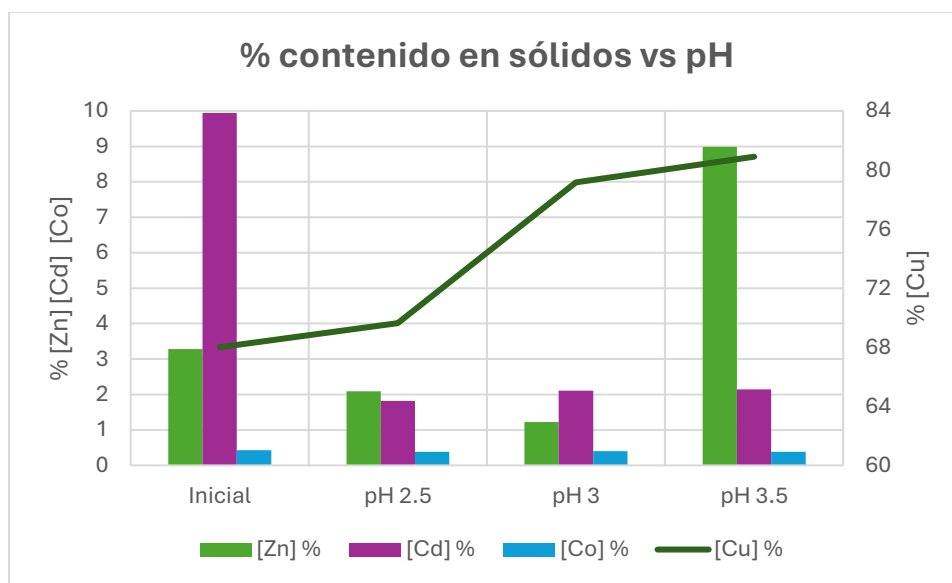


Gráfico 2. Contenido de Zn, Cu, Co, Cd en sólidos

Tabla 4. Contenido de Zn, Cu, Co, Cd en sólidos

Sólidos				
pH	[Zn] %	[Cd] %	[Co] %	[Cu] %
Inicial	3.28	9.94	0.43	68
pH 2.5	2.09	1.82	0.38	69.64
pH 3	1.22	2.11	0.4	79.17
pH 3.5	8.99	2.14	0.38	80.9

En el caso de la solución filtrada se observa que la menor concentración de metales en solución (Zn, Cd, Cu y Co) se presenta a un pH de 3.5. En general, a un pH de 3 se presentan menores concentraciones de cobre y de cobalto.

I.Q. María Fernanda Zarate Buenrostro
I.B.P. José Juan Herrera Carreón
I.Q. Julieta Natalia Segura


	Procedimiento	Clave	
	Extracción y eliminación de Cobalto y Cadmio de los cementos de Cobre	Revisión	1
		Fecha	06/06/2025
		Páginas	Página 5 de 6

Tabla 5. Contenido de Zn, Cu, Co y Cd en solución filtrada

Solución filtrada				
pH	[Zn] g/L	[Cd] ppm	[Cu] ppm	[Co] ppm
pH 2.5	29.44	2061	6969	623
pH 3	23.92	2179	5652	725
pH 3.5	12.55	1304	1759	528

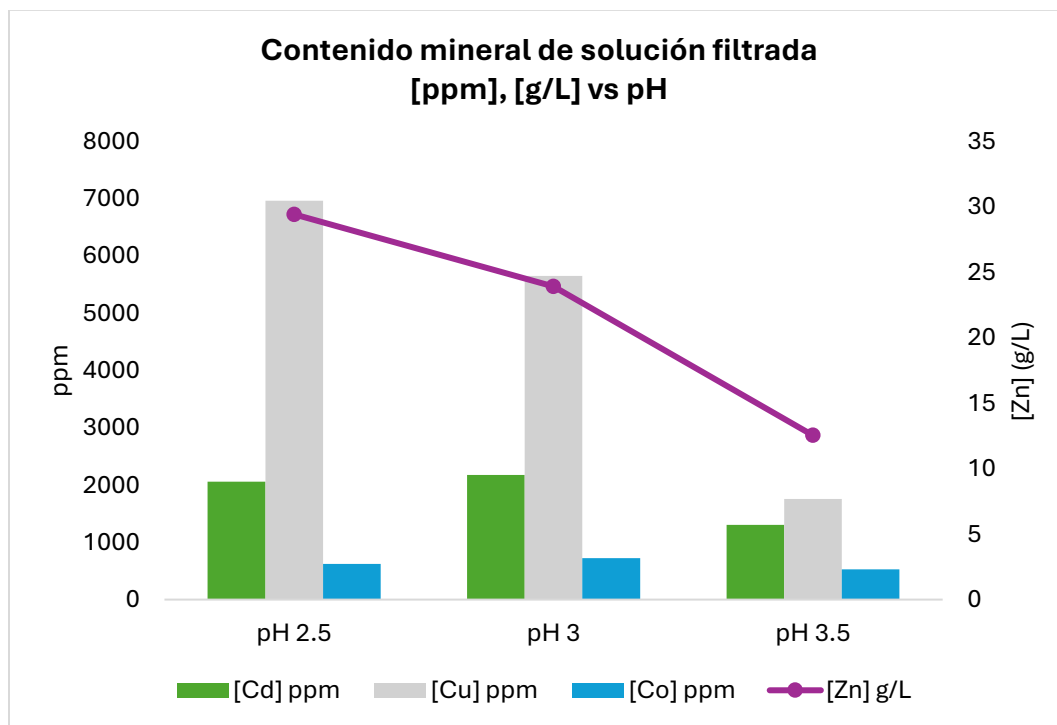



Gráfico 3. Contenido de Zn, Cu, Co y Cd en solución filtrada

Conclusión

De acuerdo con los resultados obtenidos y el objetivo del experimento, que consiste en reducir la concentración de cadmio en el sólido filtrado a menos del 1.5%, se observa que la prueba realizada a pH 2.5 presentó uno de los mejores desempeños en cuanto a remoción de este metal. No obstante, operar a un pH tan ácido implica un mayor consumo de agente neutralizante, lo que incrementa los costos operativos.

I.Q. María Fernanda Zarate Buenrostro
I.B.P. José Juan Herrera Carreón
I.Q. Julieta Natalia Segura

	Procedimiento	Clave	
	Extracción y eliminación de Cobalto y Cadmio de los cementos de Cobre	Revisión	1
		Fecha	06/06/2025
		Páginas	Página 6 de 6

Por lo tanto, se concluye que el pH 3 representa las condiciones óptimas en términos de costo-beneficio. A este valor de pH, se logró una extracción eficiente de cobalto y cadmio en la solución filtrada, alcanzando concentraciones de 725 ppm y 2179 ppm, respectivamente. En cuanto al sólido filtrado, las concentraciones residuales fueron de solo 2.1% para el cadmio, lo que indica una separación efectiva. En el caso de cobalto observamos que el porcentaje se mantuvo constante, por lo que no se presentó una extracción significativa en solución.

I.Q. María Fernanda Zarate Buenrostro
I.B.P. José Juan Herrera Carreón
I.Q. Julieta Natalia Segura