

# CONCENTRACION DE METALES EN LIXIVIADOS DE ARENAS DESCARTADAS DE FUNDICION ALQUÍDICO-URETÁNICAS EXTRAÍDOS BAJO DIFERENTES PROCEDIMIENTOS ESTANDARIZADOS

Roberto E. Miguel, Robert S. Dungan, Atilio A. Porta y Roxana B. Banda Noriega

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Centro de Investigaciones y Estudios Ambientales. Pinto 399 C.P. 7000. Tandil, Bs. As. Argentina. [estebanmiguel@gmail.com](mailto:estebanmiguel@gmail.com)

## Introducción

Las industrias de fundición elaboran piezas de metales ferrosos y no ferrosos que abastecen la producción automotriz, naval, minera y agrícola.

Para obtener las piezas se confeccionan moldes que copian la figura del elemento a producir. En los moldes se incorpora el metal fundido y cuando el metal se solidifica, el molde es colapsado para obtener la pieza.

Los moldes se elaboran con arena silíceas y aglomerantes, como arcillas, o bien mediante el uso de resinas químicas, como por ejemplo las resinas alquídicas-uretánicas, que utilizan metales para el curado, en Argentina el plomo. Algunas empresas reutilizan varias veces la arena dentro del sistema productivo hasta su descarte final. Estas arenas descartadas de fundición (ADF) se disponen en rellenos controlados y no controlados, con importantes costos económicos y ambientales, sin embargo, asegurando ciertos niveles de calidad, podrían utilizarse como subproductos en otros procesos productivos. Ello requiere un cuidadoso procedimiento de uso, y además analizar su composición.

El objetivo de este trabajo es determinar la concentración de metales en el lixiviado extraído desde ADF de origen alquídico-uretánico con la aplicación de tres procedimientos de lixiviación estandarizados. Las concentraciones se compararon con los límites establecidos en la Ley 24.051 de Residuos Peligrosos de Argentina y el Código de Regulaciones Federales de Estados Unidos. Catorce muestras de ADF y siete muestras de arenas silíceas naturales (ASN) fueron colectadas de siete fundiciones de la provincia de Buenos Aires. El muestreo se efectuó bajo el método IRAM 29523 adaptado a las particularidades del residuo y los procesos productivos. Las muestras fueron sometidas a los procedimientos de lixiviación ASTM D 3897, EPA SW 846 1310 (EP) y 1311 (TCLP). Las especificidades de cada procedimiento se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1: Criterios de operación de los procedimientos de extracción

Criterio	ASTM	EP	TCLP
Fluido de extracción	Agua destilada	Agua destilada	Solución buffer
Control de pH	No requerido	pH $5 \pm 0.2$ con ácido acético 0.5 N	$4.93 \pm 0.05$ con ácido acético, hidróxido de sodio y agua bidestilada
Tamaño de partículas	No requerido	<9.5 mm	<9.5 mm
Ratio líquido-sólido	20:1	16:1	20:1
Método de extracción	Rotación a 29 rpm	Rotación a 30 rpm	Rotación a 30 rpm
Tiempo de extracción	$18 \pm 0,25$ h	24 h	$18 \pm 2$ h
Separación del lixiviado	Filtro de 0,45 $\mu$ m	Filtro de 0,45 $\mu$ m	Filtro de fibra de vidrio de 0,6– 0,8 $\mu$ m

† El pH del agua bidestilada fue de 4,87 previo al procedimiento de extracción.

Posteriormente se determinaron en los lixiviados las concentraciones de Ag, Ba, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb y Zn por espectroscopia de emisión atómica por inducción de plasma acoplada de acuerdo al método 6010 C (U.S. EPA, 2007).

## Resultados

Los analitos Ag, Cd, Cr y Ni se encontraron por debajo del límite de detección del método (LDM) de < 0,007; <0,003; <0,007 y <0,020 mg.L<sup>-1</sup> respectivamente, para las muestras de ADF y ASN estudiadas.

Tabla 2: Resumen de concentraciones de metales en arena silícea natural (ASN) y arena descartada de fundición (ADF) bajo diferentes procesos de extracción

Metal	ASTM				EP				TCLP			
	ASN <sup>†</sup>		ADF <sup>‡</sup>		ASN		ADF		ASN		ADF	
	Med	± SD	Med	± SD	Med	± SD	Med	± SD	Med	± SD	Med	± SD
Ag	0,004	0,000	0,004	0,000	0,004	0,000	0,004	0,000	0,004	0,000	0,004	0,000
Ba	0,002	0,001	0,007	0,005	0,020	0,014	0,024	0,013	0,103	0,029	0,031	0,037
Cd	0,002	0,000	0,002	0,000	0,002	0,000	0,002	0,000	0,002	0,000	0,002	0,000
Cr	0,004	0,000	0,004	0,000	0,004	0,000	0,004	0,000	0,004	0,000	0,004	0,000
Cu	0,003	0,000	0,003	0,001	0,003	0,000	0,003	0,002	0,003	0,000	0,012	0,008
Ni	0,010	0,000	0,010	0,000	0,010	0,000	0,010	0,000	0,010	0,000	0,010	0,000
Pb	0,021	0,000	0,129	0,148	0,021	0,000	0,888	2,127	0,021	0,000	2,546	3,118
Zn	0,016	0,007	0,027	0,038	0,014	0,017	0,053	0,066	0,017	0,014	0,023	0,015

Med: promedio; ± SD: desvío estándar; <sup>†</sup>ASN: 7 muestras; <sup>‡</sup>ADF: 14 muestras

Para las muestras con concentraciones <LDM se utilizó la mitad de LDM.

Bario y Zn fueron detectados en la mayoría de las muestras de ADF para los diferentes procedimientos de extracción. La concentración media de Ba en ASTM, EP y TCLP fue de 0,007; 0,024 y 0,031 mg.L<sup>-1</sup> respectivamente. En las ASN la concentración media fue de 0,003, 0,020 y 0,103 mg.L<sup>-1</sup>. La concentración media de Zn en ADF fue de 0,027; 0,053 y 0,023 mg.L<sup>-1</sup> para los procedimientos ASTM, EP y TCLP, en tanto que para ASN fue de 0,016; 0,014 y 0,017 mg.L<sup>-1</sup>.

Cobre fue detectado por encima del LDM en la mayoría de las muestras de ADF sometidas al procedimiento TCLP con una concentración media de 0,011 mg.L<sup>-1</sup> mientras que para los procedimientos EP y ASTM fue de 0,003 mg.L<sup>-1</sup>. Cu no fue detectado en las ASN para ninguno de los tres procedimientos de extracción.

Plomo, el analito problema debido a su uso como acelerador de curado de la resina alquídica uretánica, no se detectó por encima del LDM de <0,042 mg.L<sup>-1</sup> en las ASN. En los lixiviados de ADF fue detectado en altas concentraciones en EP y TCLP con una media de 0,888 y 2,546 mg.L<sup>-1</sup> respectivamente, en ASTM fue de 0,128 mg.L<sup>-1</sup>.

Para todos los procedimientos de extracción se advierte una significativa desviación estándar de las concentraciones de metales detectados por encima de LDM, situación que se asocia a las particularidades de los procesos de producción.

Del total de 14 muestras de ADF alquídica uretánicas, dos superan los límites de Pb para el procedimiento EP (1 mg.l<sup>-1</sup>) y TCLP (5 mg.l<sup>-1</sup>) de acuerdo a la Ley Nacional 24.051 y Código de Regulaciones Federales de Estados Unidos 261.24 (ver Tabla 3).

Tabla 3: Regulatory levels for metals in leaching extracts

Metales	Concentration (mg L <sup>-1</sup> )	
	EP (LRP)	TCLP (CRF)
Ag	5	5
Ba	100	100
Cd	0.5	1
Cr	5	5
Cu	100	-
Ni	1.34	-
Pb	1	5
Zn	500	-

CRF, Código de Regulaciones Federales de Estados Unidos, Título 40, Parte 261.24; LRP, Ley de Residuos Especiales 24.051, 831/93 Anexo VI

Estas muestras se relacionan con procesos productivos que reutilizan la arena en varias oportunidades antes de su descarte con el fin de reducir el consumo de ASN y evitar la generación de residuo. Sin embargo el reciclado continuo genera un residuo con características peligrosas.

### **Conclusiones**

El procedimiento de extracción TCLP es más agresivo que el EP para la mayoría de los metales. El procedimiento ASTM D 3897 extrae menor concentración de metales que TCLP y EP. La diferencia en las concentraciones de metales extraídas se debe a las diferencias de pH.

Las arenas descartadas de fundición generadas bajo el sistema alquídico uretánico poseen en algunos casos concentraciones de Pb en lixiviado superiores a los límites establecidos en las normativas por lo que en casos puntuales deben ser consideradas residuo peligrosos o especiales.

Si se evitan superar los niveles de metales en lixiviados exigidos por la reglamentación, las ADF serán residuos no especiales-peligrosos, y por lo tanto pueden ser almacenados en condiciones normales, transportadas sin inconvenientes y utilizarse como subproductos en otros procesos productivos.

### **Referencias**

- Argentina, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable. 1993. Ley de Residuos Peligrosos. <http://www.ambiente.gov.ar/?aplicacion=normativa&IdNorma=538&IdSeccion=0> (acceso 02-07-2012).
- ASTM International. 2004. Standard Test Method for Shake Extraction of Solid Waste with Water. Designation: D 3897-85. West Conshohocken, PA, USA.
- Code of Federal Regulation. Title 40. Section 261.24. Toxicity Characteristic. Available from: <http://www.gpo.gov/fdsys/browse/collectionCfr.action?collectionCode=CFR> (acceso 02-07-2012).
- Deng, A., 2009. Contaminants in waste foundry sands and its leachate. *International Journal Environment and Pollution* 38: 425-443.
- Dungan, R.S., Dees, N.H., 2009. The characterization of total and leachable metals in foundry molding sands. *Journal of Environmental Management* 90: 539-548.
- Instituto de Estandarización y Certificación. 2003. Norma IRAM 29523. Determination of the composition of Unprocessed Urban Solid Waste. pp. 1- 22. *Environmental Quality-Soil Quality*.
- U.S. EPA. Test Method for Evaluation of Solid Waste, Physical/Chemical Methods SW 846 Available at <http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/main.htm> (acceso 02-07-2012).