

“ CARACTERIZACIÓN Y EXTRACCIÓN DE ORO CONTENIDO EN MATRICES DE DESECHOS INDUSTRIALES DE FUNDICIÓN. “

Gerencia de Ciencias Ambientales, Dpto de Estudios del Ambiente

Jaime Vite Torres, Manuel Vite Torres, Andrés Díaz Calva y Carmen Carreño de León.

Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. Apartado Postal 18-1027 Col. Escandón c.p. 11801

D.F. México.

RESUMEN



MX0100221

Se caracterizo y lixivio Oro de arenas de fundición, estos desechos son producto entre otros de la industria automotriz donde se les utiliza como material para moldes, los cuales son contaminados por diversos metales durante la fundición. Para realizar el proceso de lixiviación se utilizaron cuatro Columnas Termostatizadas acopladas, para caracterizar al sólido se utilizó la técnica de Difracción de Rayos X, para el análisis cualitativo se empleo la técnica de Análisis por Activación y para el estudio de los licores se empleo la técnica de Espectrometría por Difracción de Plasma (ICP-AS). Los resultados obtenidos muestran que el proceso que se realizo utilizando las Columnas Termostatizadas, fue mas eficiente, que los métodos recomendados internacionalmente.

INTRODUCCION

En México se generan actualmente alrededor se 600,000 Ton/día de desechos industriales, todo ello repartido en los cuatro sectores industriales de acuerdo a la clasificación de la SEMARNAP, estos son los siguientes: I Minería-Extractiva y de Fundición; II Ingeniería Química Básica Orgánica e Inorgánica; III Agroindustria y IV Peligrosos.

Sobre los desechos sólidos que produce el sector automotriz o la industria metal-mecánica entre otras, están las arenas de fundición. Este material es utilizado para moldear piezas de automotores, quedando contaminadas por diversos metales, entre los que se pueden mencionar al Oro, Platino y Plata. Estos metales preciosos están aleados con otros elementos en muy bajas concentraciones, las

estructuras de los compuestos ó aleaciones metálicas dependen del proceso y las condiciones en que fueran efectuadas. Las fundiciones, incluso de acuerdo a nuestra investigación dependen también del tipo y características de las empresas encargadas de tratarla debido a que los elementos van asociados de acuerdo a su reactividad, así como también de la cantidad de contaminantes que tengan cada desecho.

Por otra parte para el tratamiento de metales existen diferentes metodologías tales como incineración, en los trabajos de Fernandez ⁽¹⁾, Carnes ⁽²⁾ y Buscholz ⁽³⁾, así como la recuperación de metales de la industria electroquímica, en los trabajos de wraux y Nguyen ⁽⁴⁾, Rajeshwar ⁽⁵⁾ y Ajmal ⁽⁶⁾ y otro métodos utilizando el proceso de flotación en los trabajos de Moussavig Carleson ⁽⁷⁾ así como de Huang ⁽⁸⁾, la remoción de metales por intercambio ionico en el trabajo de Petruzzelli ⁽⁹⁾ ó por lodos activados en Chang ⁽¹⁰⁾, así mismo se han planteado diseños de plantas piloto por Vite ⁽¹¹⁾.

GENERALIDADES

La clasificación de las arenas depende de su utilización, entre otras se encuentran las siguientes:

1. Arenas Verdes. Utilizadas para moldes que no requieren secarse antes del vaciado (moldes pequeños) siendo su composición la siguiente: SiO₂ (80-85%) arcilla (10-15%), agua (4-6%).
2. Arena secada. Utilizada en moldes que requieren secarse antes del vaciado, dicho vaciado aumenta la resistencia de los

moldes y pueden vaciarse piezas de varias toneladas. Su composición es la siguiente SiO₂ (70-80%), arcilla (15-25%), agua (5-8%).

Arena de corazones. El elemento básico de un corazón de arena aglomerada es la sílice después de hornearse adquiere cierta cohesión en verde (aglutinación), y una resistencia suficiente (aglomeración). Estas cualidades se obtienen mezclando Sílice y aglutinante con aglomerante únicamente. Los aglutinantes son. La arcilla natural, la dextrina, el almidón, las harinas de cereales Etc. El papel del aglomerante es el de soldar, entre si a los granos de sílice, y es posible mediante un aceite secante, que endurece por oxidación (aceite de linaza).

Arenas de Moldeo. Particularmente importantes son las arenas de moldeo, las cuales están constituidas por granos duros ligados por un aglomerante, cuya acción es parcialmente función del contenido en agua de la mezcla.

Los granos duros de arena están constituidos por cuarzo ó sílice cristalizada de dimensiones y formas variables según su origen. Por otro lado, los aglomerantes pueden ser minerales, la arcilla, las bentonitas, el silicato de sodio y el

cemento, que se utilizan de preferencia para preparar arenas de moldeo.

DESARROLLO EXPERIMENTAL

Se utilizo 4 columnas acopladas para el proceso de lixiviación de metales de los productos de fundición. Estas columnas denominadas termostalizadas fueron patentadas por nuestro grupo de investigación tanto el proceso como el equipo⁽¹²⁻¹³⁾. En este sistema las columnas operan a 60 °C con flujo de aire de 1600 cc/min, se elimino el CO₂ del aire de antes de su inclusión en la columna. Se utilizo un agente surfactante, un reductor y se opero en diferentes rangos de pH (2,5,7 y 10) para estudiar la eficiencia del proceso. Un esquema de las columnas termostalizadas acopladas.

ANALISIS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Se recibieron siete muestras de arenas de fundición de una empresa automotriz establecida en México, la cual produce 900 unidades por día, se realizó el análisis cuantitativo de cada una de ellas los resultados se presentan en la tabla 1. En estas muestras se pudo observar la presencia de metales como Au, Pt y Ag.

Tabla 1 Análisis cualitativo de muestras de Arenas de Fundición.

Muestra	Componentes	Total
M ₁ (Arena de la extracción de hierro gris)	Co, Se, Na, Mn, Mg, Al, Cl, V, Eu, W, Sm, Ce, Sn, Cr, La, As, Sb, Fe, Zn, Br, Cu, Km, Ga, B a y Pb*	25
M ₂ (Sólida y extracto) Rotaclone I. (Arena de desmoldeo I).	Sm, Eu, Cl, La, K, Na, Al, Ca, Mn, Br, Ce, Zn Co, As y Pb*	15
M ₃ (Reciclamiento de arena verde)	Co, Se, Na, Mg, Al, V, Sm, Ba, Ce, Sn, Cr, La, As, Sb, Fe, Zn Ca, Dy, Ti, Ag y Pb*	21
M ₄ (Arena de desmoldeo II)	Sm, Eu, Cl, K, Cr, La, As, Ga, Sc, Na, Al, Ca, Mn, Fe, Br, La,	20

	Sb, Zn, Sm y Pb*	
M ₅ (Sólida y extracto) Arena proveniente de máquina de cabeza de cilindro I.	Eu, Sm, W, Fe, Cr, K, As, Sb, Ga, Mn, Co, Ca, Na, Al, Cl, Ce, Zn, Au, Ge, Pt y Pb*	20
M ₆ (Sólida y extracto) Arena proveniente de máquina de cabeza de cilindro II.	Sm, W, Fe, Cr, As, Sb, Ga, Co, La, Na, Al, Ca, Mn, Cl, Br, Fe, Co, Zn, Au, Ge, Pt y Pb*	22
M ₇ (Arena de desecho de corazones)	Co, Se, Na, Mn, Mg, Al, Cl, V, Eu, Sm, Ba, Ce, Cr, La, As, Sb, Fe, Zn, Cu, Ti y Pb.	21

Se recibieron 3 muestras de otra empresa automotriz situada en el Valle de México, las muestras recibidas de esta empresa, corresponden a arenas de careo, arenas de desmoldeo I y arenas de desmoldeo II. Las muestras fueron digeridas para su análisis cuantitativo identificando la concentración inicial como Ci, que corresponde a la cantidad

de metal presente con la matriz de la muestra antes de efectuar el proceso de lixiviación, así como Cf corresponde a la concentración final de los cationes presentes en los licores de extracción, el cociente de ambos multiplicado por cien nos da la eficiencia del proceso de extracción. En las siguientes tablas se pueden observar los resultados obtenidos.

Tabla 2. Concentraciones de los metales presentes en las muestra original de arenas de careo (Ci) y en la de los licores después del proceso de lixiviación (Cf), a diferentes pH.

Elemento	Ci (mg/g)	Cf (µg/ml)			
		pH 2	pH 5	pH 7	pH 10
Cr	0.021 ± 0.002	30 ± 1	0.28 ± 0.02	0.30 ± 0.05	0.21 ± 0.62
Fe	1.75 ± 0.10	78 ± 2	8.58 ± 0.1	3.67 ± 0.5	< 2.5
Ni	< 0.002	46 ± 2	1.25 ± 0.1	5.75 ± 0.1	0.46 ± 0.5
Al	2.74 ± 0.05	90 ± 3	1.49 ± 0.1	1.06 ± 0.1	< 0.75
Co	0.004 ± 0.0005	0.92 ± 0.05	0.19 ± 0.02	< 0.063	0.19 ± 0.01
Ge	< 0.005	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00
Pb	< 0.005	1.27 ± 0.1	0.76 ± 0.05	0.46 ± 0.05	0.16 ± 0.05
V	0.008 ± 0.001	< 0.075	0.20 ± 0.02	0.22 ± 0.02	< 0.075
As	< 0.006	< 2	< 2	< 2	< 2
Ti	1.40 ± 0.05	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050
Au	< 0.004	< 0.25	< 0.25	< 0.25	< 0.25

Tabla 3. Concentraciones de los metales presentes en la muestra original del proceso de desmoldeo I (Ci), y en la de los licores después del proceso de lixiviación (Cf) a diferentes pH.

Elemento	Ci (mg/g)	Cf (µg/ml)			
		pH 2	pH 5	pH 7	pH 10
Cr	0.12 ± 0.02	2.46 ± 0.1	0.40 ± 0.05	< 0.075	< 0.075
Fe	39.69 ± 0.5	1740 ± 10	1700 ± 10	135 ± 2	< 2.5

Ni	0.028 ± 0.002	0.96 ± 0.05	3.46 ± 0.1	1.38 ± 0.1	< 0.1
Al	3.11 ± 0.072	13.65 ± 0.2	4.90 ± 0.1	< 0.75	1.46 ± 0.1
Co	0.005 ± 0.001	< 0.063	< 0.063	< 0.063	< 0.063
Ge	< 0.005	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00
Pb	0.018	0.57 ± 0.1	0.69 ± 1	0.11 ± 0.02	< 0.1
V	0.006 ± 0.001	< 0.075	0.1 ± 0.02	0.22 ± 0.02	0.13 ± 0.01
As	< 0.006	3.95 ± 0.5	< 2	< 2	< 2
Ti	0.46 ± 0.007	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.50 ± 0.05
Au	< 0.014	8.05 ± 0.1	0.60 ± 0.05	19.50 ± 0.5	< 0.25

Tabla 4. Concentraciones de los metales presentes en la muestra original del proceso de desmoldeo II (Ci), y en la de los licores después del proceso de lixiviación (Cf) a diferentes pH.

Elemento	Ci (mg/g)	Cf (µg/ml)			
		pH 2	pH 5	pH 7	pH 10
Cr	0.004 ± 0.0005	1.20 ± 0.1	< 0.075	0.10 ± 0.01	0.12 ± 0.02
Fe	1.95 ± 0.030	1300 ± 20	54 ± 2	6.32 ± 0.1	< 2.5
Ni	< 0.002	0.22 ± 0.05	4.12 ± 0.1	< 0.10	< 0.10
Al	5.82 ± 0.01	20.73 ± 0.5	1.57 ± 0.1	< 0.75	< 0.75
Co	0.0026 ± 0.0005	< 0.063	< 0.063	0.10 ± 0.01	0.13 ± 0.01
Ge	< 0.005	1.20 ± 0.15	< 1.00	3.10 ± 0.5	< 1.00
Pb	0.014 ± 0.002	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.30 ± 0.05
V	0.005 ± 0.001	< 0.075	< 0.075	0.17 ± 0.02	0.11 ± 0.01
As	< 0.006	17.10 ± 0.1	< 2	< 2	< 2
Ti	0.68 ± 0.005	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.065 ± 0.005
Au	< 0.004	0.30 ± 0.05	< 0.25	< 0.25	< 0.25

CONCLUSIONES.

El pH que favoreció con mayor frecuencia la extracción de metales fue en rango ácido, sin embargo en la muestra de arenas de desmoldeo I se obtuvo una mayor eficiencia a pH 7 para la extracción de Oro

Con el equipo y proceso descrito en el presente estudio, fue posible extraer metales de aleaciones metálicas cuya estabilidad termodinámica es mayor que los enlaces covalentes.

Con la metodología descrita, se pudo obtener en algunos casos mejores ganancias en los procesos de lixiviación de oro, que por los métodos de digestión recomendados internacionalmente.

Existe una amplia gama de posibles estudios sobre los desechos de fundición, sobre todo lo que respecta a la cinética, especiación y estructura de los mismos, utilizando Columnas Termostatizadas.

REFERENCIAS.

1. Fernández M.A. (1992) Behavior of heavy metals in the combustion gases of urban waste incinerators. *Environ. Sci. Technol.* 26, 1040-7.
2. Carnes R.a (1992). Metal and incinerators: the lastest regulatory phase. *J. Hazard Mater.* 30,340-53.
3. Buscholz B. y Landsberg S. (1994). Leaching dynamics studies of municipal solid waste incinerator ash. *Atmos. Environ.*28, 3617-24.
4. Wiaux and Nguyen T. (1990). Recovered value from electroplating industry waste. *Met. Finish* 88, 85-86.
5. Rajeshwar K. (1994). Electrochemistry and the enviroment *J. Appl. Electrochem.* 24, 1077-91.
6. Ajmal M. (1996). Studies on removal and recovery of Cr (VI) from electroplating waste. *Water Res.* 30, 1478-82.
7. Moussavi M. y Carleson T.E. (1990). Foam separation of metal ions in air pressurized tanks. *Plat. Surf. Finish* 77,44-6.
8. Huang S.D. (1995). Adsorbing colloid flotation of heavy metals ion from aqueous solution at large ionic strange, *Environ. Sci. Technol.* 29, 2802-7.
9. Petruzzelli D. (1995). Ion exchange process from chromium removal and recovery from tannery wastes. *Ind. Eng. Chem. Re.* 34, 2612-17.
10. Huang S.D. (1995). Adsorbing colloid flotation of heavy metals ion from aqueous solution at large ionic strange, *Environ. Sci. Technol.* 29, 2802-7.
11. Vite J. Etal. (1998). Lixiviación de metales pesados de residuos industriales peligrosos por medio de Columnas Termostatzadas y diseño de una Planta Piloto. *Rev. Int. Contam. Ambient.* 14 (2) 101-110.
12. Vite, J. (1994). Apparatus and Process for Extracting Metal Values from Foundry Sands. U.S Patent 5,356,601.Oct.
13. Vite, J. (1994). Apparatus and Process for Extracting Metal Values from Foundry Sands U.S. Patent. 5,376,000. Dec.