

Metales Pesados presentes en Pilas Tipo Botón y su Comportamiento en el Agua y en la Tierra

Juan Carlos Luján

CEDIA – Facultad Regional Tucumán – Universidad Tecnológica Nacional – Rivadavia 1050 (4000) Tucumán – Argentina
Teléfono 0381 156.400.729 email: jclujan53@yahoo.com.ar

Resumen - Se realizó un estudio experimental analítico de laboratorio, identificando las sustancias contenidas en el electrolito de las pilas que se comercializan en el mercado nacional y su grado de toxicidad humana y ambiental (eco-toxicidad).

También se realizaron experiencias sobre el comportamiento de dichas celdas desarmadas y expuestas a la acción de aguas ácidas, neutras y alcalinas, a los efectos de determinar la movilidad de los metales pesados hacia dichos medios.

Asimismo se enterraron pilas enteras y desarmadas en columnas de tierra natural, siendo sometidas a la acción de lluvias artificiales con agua destilada, analizándose los lixiviados.

En el presente estudio que lleva 28 meses de ensayos, hasta los 10 meses de pruebas no se habían encontrado metales pesados en los lixiviados; sin embargo fue inmediata la aparición de incrementos en el pH debido a la naturaleza alcalina de algunas pilas.

También se encontraron cambios significativos en la conductividad eléctrica y hubo hallazgos de metales no citados por la bibliografía.

Una vez concluidos los estudios, está previsto transferir los resultados del programa a las autoridades provinciales, municipales y comunales para otorgarles una base técnica y científica que les permita fijar políticas ambientales.

Palabras Clave: Pilas, contaminación, lixiviados, metales pesados, mercurio, cadmio, níquel

Abstract - Experimental study was conducted analytical laboratory, identifying the substances contained in the electrolyte of the batteries sold in the domestic market and the degree of human toxicity and environmental (eco-toxicity).

Also conducted experiments on the behavior of these cells unarmed and exposed to the action of acid water, neutral and alkaline, in order to determine the mobility of heavy metals into the media.

Also batteries were buried whole and disarmed in natural soil columns, being subjected to the action of artificial rain with distilled water, analyzed the leachate.

The study takes a period of 10 months and still not found heavy metals in the leachate. However, was immediately the appearance of increases in pH due to the alkaline nature of some batteries.

We also found significant changes in electrical conductivity and metal findings were not mentioned in the literature.

After completion of studies is planned to transfer the results of the program to provincial, municipal and community to give them a technical and scientific base to enable them to set environmental policies.

Key Words: Batteries, button cell, pollution, leachate, heavy metals, mercury, cadmium and nickel

INTRODUCCIÓN

Las pilas son causa de preocupación debido a las sustancias tóxicas presentes en sus componentes, entre ellas el mercurio, el cadmio, el níquel y otros metales pesados (Métodos Estándar para el Análisis de Aguas y Aguas de desecho 19 Ed.).

El definir una política sobre la disposición final o el tratamiento y reciclado de estos residuos resulta imperioso para proteger el impacto ambiental de los mismos sobre cursos superficiales y subterráneos de agua (Fullea García, 1999). En la Argentina, según datos

del INDEC, ingresaron en 1991 cuatro millones de pilas botón (Mantell, 2002).

En Suiza las pilas se consideran residuos peligrosos y está prohibido enterrarlas o depositarlas en rellenos sanitarios. En ese país se recupera el mercurio, el zinc y el manganeso para ser reciclados, además de alentar el uso de equipos con pilas recargables, teniendo dichos aparatos un descuento del 10% y una etiqueta con el símbolo ISO, que alerta al consumidor sobre la peligrosidad de las pilas recordando al usuario que una vez agotadas deben retornar al punto de venta

([http://\(www.inti.gov.ar/sabercomo/inti-0104/inti2.htm](http://(www.inti.gov.ar/sabercomo/inti-0104/inti2.htm), <http://www.ambiente-ecologico.com/ediciones/068-03-2000/068-alfredomarcipar.html>, <http://www.alihuen.org.ar/informacionen-general/residuos-peligrosos-generados-en-nuestras-casas.html>).

En Austria desde 1991 se prohíbe arrojarlas con la basura común. En España desde 1993 ya no se fabrican pilas con alto contenido de mercurio y en Alemania obligan al fabricante y al comerciante a reciclarlas desde 1993.

La Asociación Europea de Fabricantes de Pilas Secas (Euro pile) es una entidad que representa a varias compañías y propuso e instrumentó un programa de reducción gradual del uso del mercurio (<http://www.alihuen.org.ar/informacion-en-general/residuos-peligrosos-generados-en-nuestras-casas.html>). Desde 1994 ya no se fabrican pilas con dicho metal pesado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se usaron las siguientes herramientas para el desarme de pilas y baterías:

- Pinzas de fuerza, pinzas de corte, estiletes de acero, morsa y espátulas de acero inoxidable.
- Ácido nítrico diluido para la descontaminación de herramientas.
- Instrumentales analíticos: peachímetro, conductímetro, espectrofotómetro rango visible, balanza analítica y fotómetro de llama con filtros interferenciales para Li, Ba, Na y K.
- Se fabricaron 4 Columnas de pvc de 1,5 metros de longitud dispuestas verticalmente y cargadas con tierra estratificada natural con cubetas colectoras de lixiviados conteniendo pilas enteras y desarmadas a 20 cm de la superficie superior.
- Se usó agua destilada con una conductividad de 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y un pH de 6,7 para simular lluvias periódicas.
- Se desintegraron medio centenar de pilas y baterías recargables de distintas marcas y características, realizando marchas analíticas para identificar los metales tóxicos.
- Se aplicó un régimen de lluvias simuladas con agua destilada de 10 mm diarios hasta alcanzar 800 mm anuales.
- Se utilizaron los métodos analíticos colorimétricos y espectrofotométricos estándar para el análisis de aguas residuales. APHA- AWWA-WPCF (Métodos Estándar para el Análisis de Aguas y Aguas de desecho 19 Ed).

DESARROLLO Y RESULTADOS EXPERIMENTALES

Los primeros ensayos consistieron en desarmar pilas vaciando su contenido electrolítico sobre distintos tipos de soluciones acuosas y estacionarlas para lue-

go estudiar la liberación de sustancias contaminantes.

Al cabo de 10 meses de exposición de pilas desarmadas en el agua destilada, en aguas naturales de ríos ligeramente alcalinas y en solución de ácido nítrico al 10% v/v, se obtuvieron los siguientes hallazgos:

En ácido nítrico

- En los extractos utilizando ácido nítrico se encontraron mercurio, cadmio, níquel, cobre y bario, en tanto que fueron negativas las pruebas para arsénico III y V, para plomo y para cromo III y VI (Fig. 1).

Estudios sobre lixiviados

Paralelamente se estudiaron periódicamente durante 10 meses los lixiviados producidos con lluvias artificiales de agua destilada sobre columnas conteniendo pilas enterradas (Fig. 2).

Se monitorearon parámetros potenciométricos, conductimétricos y el pH de los extractos acuosos.

Los estudios analíticos realizados hasta el presente sobre los percolados evidenciaron la presencia de los siguientes elementos químicos procedentes de las pilas desarmadas y enterradas en las columnas:

Se encontraron cantidades apreciables de sodio (Na), potasio (K), litio (Li), e hidróxido de potasio (KOH) provenientes de pilas y baterías alcalinas.

El bario (Ba) fue hallado en el electrolito de las pilas desarmadas, pero al hacer contacto con aguas naturales alcalinas o bien con los componentes del suelo reacciona con los sulfatos formando sulfato de bario BaSO_4 haciéndose insoluble, razón por la cual luego no se lo detecta en bajas concentraciones declinando luego de los 22 meses (Fig. 3).

- No se detectaron hasta el momento los siguientes contaminantes: mercurio bivalente (Hg II), cadmio (Cd), níquel (Ni), arsénico (As) III - V, ni cromo (Cr) III - VI.

Se encontraron vestigios de cadmio (Cd) producido por difusión capilar hacia la superficie de tierra de las columnas procedente de pilas recargables de Ni-Cd producido por la presencia de una constante capa húmeda en la parte superior sometida a lluvias constantes. Probablemente este fenómeno se pueda revertir aumentando la profundidad del sitio de enterramiento de las pilas y será motivo de próximos ensayos.

La migración vertical ascendente del cadmio también se explica por la impermeabilización del suelo de las columnas de lixiviación causado por el potasio presente en las pilas alcalinas bajo la forma de hidróxido de potasio KOH.

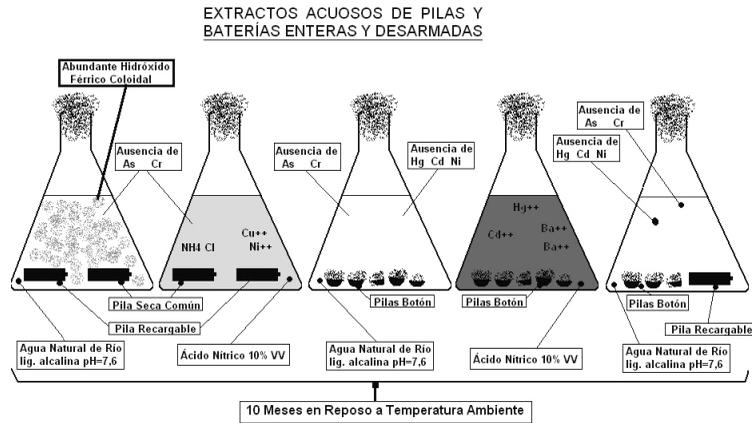


Fig. 1 - Ensayos de liberación de elementos químicos por parte de pilas desarmadas hacia soluciones acuosas neutras, ligeramente alcalinas y ácidas

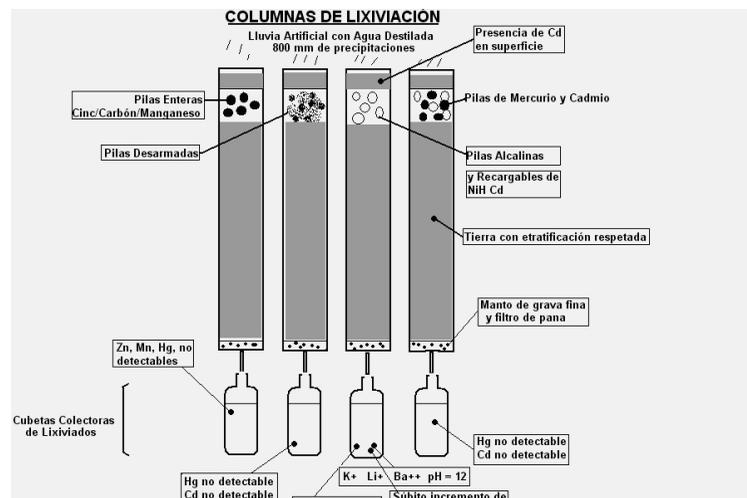


Fig. 2 - Columnas de lixiviación conteniendo pilas enterradas y sujetas a lluvias artificiales, en la parte inferior se recogen líquidos que son estudiados para la búsqueda de metales pesados y otros contaminantes

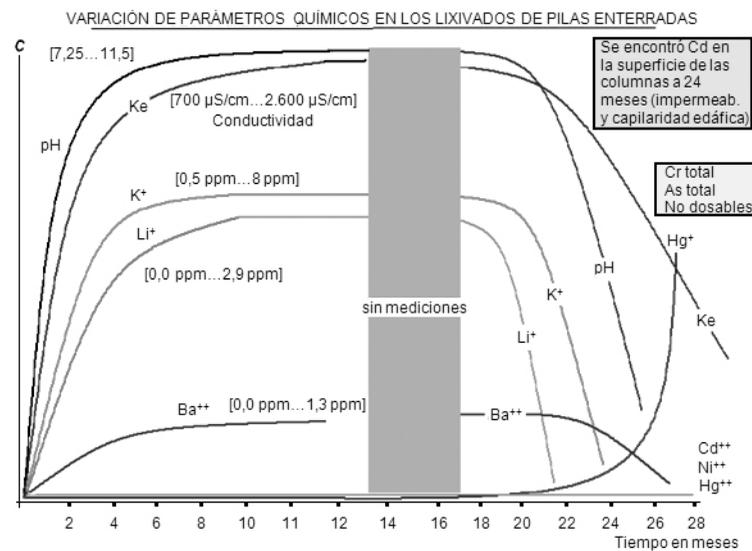


Fig.3 - Variación de los parámetros químicos en los lixiviados de pilas enterradas durante un período extendido a 1 año y 2 meses de experiencias con un intervalo de 2 meses sin agregar agua de lluvia en las columnas (estación seca)

VARIACIONES QUE SUFRIERON LOS PARÁMETROS QUÍMICOS AL TRANSCURRIR 28 MESES DE PRODUCIR LIXIVIADOS

Puede observarse en la Fig. 3 un amesetamiento de los parámetros químicos entre los 10 y 20 meses de iniciados los ensayos de simular lluvias y recoger lixiviados.

Luego entre los meses 20 y 28 puede observarse la caída de la concentración de litio, potasio, bario como así también un descenso de la conductividad y del pH por efecto de lavado de la columna de suelo.

Sin embargo después del mes 22 apareció un frente ascendente de iones de mercurio monovalente Hg^+ , que podría explicarse en la pérdida de la capacidad captadora de este metal tóxico por parte de los coloides del suelo.

Nótese también en la Fig. 3 que el bario (Ba) encontrado en el electrolito de las pilas adquiere concentraciones relativamente bajas y declina a partir del 20° mes hasta hacerse casi nulo en el mes 28° debido a la absorción por parte de los sulfatos del suelo, los cuales lo transforman en sulfato de bario $BaSO_4$ muy insoluble, atóxico y no bio disponible.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El mercurio de las pilas, al encontrarse bajo la forma de amalgama, no se libera en los extractos acuosos neutros o ligeramente alcalinos. En cambio sí se disuelve rápidamente en soluciones ácidas fuertes tales como el ácido nítrico, situación que no se da en las condiciones naturales de un agua de río. Comportamiento similar ocurre con el cadmio y el níquel.

Se encontraron vestigios de cadmio en la superficie de las columnas ocasionado por la impermeabilización potásica, lo cual puede considerarse irre-

levante por ahora y sujeto a revertirse modificando la profundidad del enterramiento de las pilas.

El impacto más inmediato encontrado fue un brusco ascenso del pH y la conductividad causado por las pilas alcalinas. Dada la capacidad amortiguadora y dilutora de los cursos subterráneos de agua este fenómeno sería poco preocupante.

Resulta prematuro arriesgar diagnósticos concluyentes a 2 años de iniciados los estudios, considerando que el plan está calculado para 5 años de duración o más, pero ya se observan tendencias que indican ausencia de impactos inmediatos por parte de algunos metales pesados, ya que la presencia de arcillas en los suelos ofrece una gran capacidad captadora de los mismos.

Nota / Está previsto continuar durante años estudiando el comportamiento de las columnas de tierra y sus lixiviados, como así también extender el presente trabajo a otros residuos electrónicos procurando neutralizar o encontrar un procedimiento para reciclar los elementos tóxicos hallados.

REFERENCIAS

Métodos Estándar para el Análisis de Aguas y Aguas de desecho 19 Ed. APHA – AWWA – WPCF Editorial Panamericana México DF.

Fullea García, J., 1999 - Acumuladores Electroquímicos, Ed Mc Graw – Hill Serie Electrotecnologías N° 6, Cap. 10 – 11, pgs 153 a 190.

Mantell G. H., 2002, Ingeniería Electroquímica, Ed Mc Graw Hill, Cap 6 -7 pg 120 – 134.

<http://www.inti.gov.ar/sabercomo/inti-0104/inti2.htm>
<http://www.ambiente-ecologico.com/ediciones/068-03-2000/068-alfredomarcipar.html>

<http://www.alihuen.org.ar/informacionen-general/residuos-peligrosos-generados-en-nuestras-casas.html>
<http://www.ecovolta.org.ar>