



M. en C. Mario Alberto Maldonado Tapia
Perito

Probitas Æquitas Veritas

Asociación Mexicana de Productores de Pilas, A.C.

Atención:

Lic. Raymundo Higuera Urista.

Presidente.

El que suscribe Maestro en Ciencias Mario Alberto Maldonado Tapia, con cédula profesional 1627007 expedida por la Secretaría de Educación Pública. Perito Químico y en Impacto Ambiental del Consejo de la Judicatura Federal con denominación P.090-2003, según se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 13 de diciembre del 2002, Perito Químico y en Impacto Ambiental del Tribunal Superior de Justicia del Distrito Federal, según se publicó en el Boletín Judicial del Distrito Federal el 10 de julio del 2003.

En atención a lo solicitado me permito hacer de su conocimiento la siguiente:

OPINIÓN PERICIAL EN QUÍMICA AMBIENTAL

Objetivo.

Dadas las características de las pilas primarias gastadas alcalinas y de cinc/carbono; concluir sobre la posible exposición al medio ambiente de su contenido, al ser desechadas como residuos sólidos municipales.

Antecedentes.

Con la finalidad de resolver según lo expuesto en el objetivo, se revisó la documentación proporcionada por el representante legal de la Asociación Mexicana de Productores de Pilas, A.C. y la normatividad internacional vigente y aplicable misma que a continuación se detalla:

1. **Informe de resultados.** Departamento de Ingeniería Metalúrgica. Facultad de Química. UNAM, 7 de marzo del 2006. Sobre los productos ENERGIZER

- MAX, ENERGIZER e2, EVEREADY GOLD, EVEREADY EXTRA DURATION de la compañía **Eveready de México, S.A. de C.V.**
2. **Informe de resultados.** Departamento de Ingeniería Metalúrgica. Facultad de Química. UNAM, 7 de marzo del 2006. Sobre los productos de las marcas AGUILA NEGRA, VARTA LONG LIFE, VARTA HIGH ENERGY, RAY O VAC, RAY O VAC MAXIMUM, RAY O VAC HEAVY DUTY de la compañía **Ray O Vac de México, S.A. de C.V.**
 3. **Informe de resultados.** Departamento de Ingeniería Metalúrgica. Facultad de Química. UNAM, 7 de marzo del 2006. Sobre los productos de las marcas SONY ALKALINE, SONY SUPER, SONY ULTRA HEAVY DUTY, SONY STAMINA PLUS, SONY STAMINA PLATINUM, SONY WALKMAN de la compañía **Sony Nuevo Laredo, S.A. de C.V.**
 4. **Informe de resultados.** Departamento de Ingeniería Metalúrgica. Facultad de Química. UNAM, 7 de marzo del 2006. Sobre los productos de las marcas DURACELL COOPER y DURACELL ULTRA de la compañía **Gillette Distribuidora de México, S. de R.L. de C.V.**
 5. **Informe de resultados.** Departamento de Ingeniería Metalúrgica. Facultad de Química. UNAM, 7 de marzo del 2006. Sobre los productos de las marcas SUPER GLIP 2000, TECTRON HEAVY DUTY, ROCKET ULTRA GREEN, POWERCELL SUPER, BRÜDER, FANTASY ULTRA GREEN, KENDALL Y FUJITSU.
 6. **Informe de resultados.** Oficio FQUI/QEA/06/22. Sección de Química Experimental y Aplicada. Facultad de Química. UNAM, 10 de septiembre del 2006. Sobre los productos ENERGIZER MAX, ENERGIZER e2, EVEREADY GOLD, EVEREADY EXTRA DURATION de la compañía **Eveready de México, S.A. de C.V.**
 7. **Informe de resultados.** Oficio FQUI/QEA/06/23 Sección de Química Experimental y Aplicada. Facultad de Química. UNAM, 10 de septiembre del 2006. Sobre los productos de las marcas AGUILA NEGRA, VARTA LONG LIFE, VARTA HIGH ENERGY, RAY O VAC, RAY O VAC MAXIMUM, RAY O VAC HEAVY DUTY de la compañía **Ray O Vac de México, S.A. de C.V.**

8. **Informe de resultados.** Oficio FQUI/QEA/06/24 Sección de Química Experimental y Aplicada. Facultad de Química. UNAM, 10 de septiembre del 2006. Sobre los productos de las marcas SONY ALKALINE, SONY SUPER, SONY ULTRA HEAVY DUTY, SONY STAMINA PLUS, SONY STAMINA PLATINUM, SONY WALKMAN de la compañía **Sony Nuevo Laredo, S.A. de C.V.**
9. **Informe de resultados.** Oficio FQUI/QEA/06/25 Sección de Química Experimental y Aplicada. Facultad de Química. UNAM, 10 de septiembre del 2006. Sobre los productos de las marcas DURACELL COOPER y DURACELL ULTRA de la compañía **Gillette Distribuidora de México, S. de R.L. de C.V.**
10. **Informe de resultados.** Oficio FQUI/QEA/06/26 Sección de Química Experimental y Aplicada. Facultad de Química. UNAM, 10 de septiembre del 2006. Sobre los productos de las marcas SUPER GLIP 2000, TECTRON HEAVY DUTY, ROCKET ULTRA GREEN, POWERCELL SUPER, BRÜDER, FANTASY ULTRA GREEN, KENDALL Y FUJITSU.
11. **METHOD 9095B PAINT FILTER LIQUIDS TEST. Environmental Protection Agency.** Norma internacional en la que se describe el procedimiento de análisis para la determinar la presencia de líquidos libres en una muestra de residuos sólidos.
12. **METHOD 9096 LIQUID RELEASE TEST (LRT) PROCEDURE. Environmental Protection Agency.** Norma internacional en la que se describe el procedimiento de análisis para determinar la posibilidad de que líquidos sean liberados por residuos sólidos cuando se encuentren bajo presión en un tiradero municipal.

Desarrollo pericial.

Las pilas son dispositivos que nos permiten aprovechar la energía eléctrica que se genera de una reacción electroquímica. Al estar los elementos de esta reacción encapsulados, las pilas sirven en apariencia para el almacenamiento de energía eléctrica portátil; Se distingue entre las pilas primarias o aquellas que no se

pueden regenerar y las pilas secundarias o aquellas que se pueden regenerar o "recargar". Esta propiedad de ser pila primaria o secundaria es dependiente de los electrodos empleados. Dentro de las primarias y siguiendo la distinción por los sistemas electroquímicos empleados se encuentran entre otras las pilas ALCALINAS y las de CINC/CARBONO.

Los sistemas electroquímicos de las pilas alcalinas y de cinc/carbono son reactores encapsulados que generan energía eléctrica a partir de energía química. Conforme los componentes de la pila van reaccionando entre sí, se genera energía eléctrica que es utilizada por los aparatos eléctricos que alimenta. Al gastarse una pila primaria alcalina o de cinc/carbono, permanecen en su interior los componentes del sistema que no reaccionaron y los subproductos de la reacción electroquímica.

En la pasta electrolítica de una pila una pila gastada se tienen los siguientes materiales:

Pila de cinc/carbono

Dióxido de manganeso	Cinc metálico	Cloruro de cinc
Hidróxido óxido de manganeso	Hidróxido de cinc	Agua

Pila alcalina

Dióxido de manganeso	Cinc metálico	Hidróxido de potasio
Hidróxido óxido de manganeso	Óxido de cinc	Agua

Mientras estos componentes de las pilas gastadas permanezcan dentro de los vasos electrolíticos, su relativa toxicidad al medio ambiente se verá disminuida. Dependiendo la magnitud del impacto de la resistencia del contenedor en condiciones ambientales.

No se tiene certeza científica si al disponer de las pilas primarias gastadas alcalinas y de cinc/carbono, los componentes residuales de estas pueden ser expuestos al medio ambiente.

Para efecto de lo anterior, la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México realizó, a través de la Sección de Química Experimental y

Aplicada y el Departamento de Ingeniería Metalúrgica, ensayos sobre diversas marcas y modelos de pilas gastadas que se comercializan actualmente en México; verificando si las características de diseño y construcción de estas, en las condiciones de estudio permiten la emisión de lixiviados.

El **METHOD 9095B PAINT FILTER LIQUIDS TEST** consiste en determinar si bajo condiciones estáticas, el residuo sólido escurre lixiviado. El **METHOD 9096 LIQUID RELEASE TEST (LRT) PROCEDURE**, consiste en determinar si bajo condiciones dinámicas, el residuo sólido escurre lixiviado. Para esto, se le somete a una fuerza compresiva, durante un tiempo determinado y al término de este período se determina si se tuvieron deformaciones estructurales o presencia de lixiviados. Ambos procedimientos de análisis fueron emitidos y son reconocidos por la **Environmental Protection Agency**; agencia Ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica con amplio reconocimiento internacional. Los procedimientos de análisis, los resultados obtenidos y las conclusiones derivadas de estos se documentaron por los Laboratorios de la Universidad Nacional Autónoma de México en los informes de prueba señalados en los antecedentes del 1 al 10¹. En las tablas 1 y 2 del presente documento se resumen los resultados obtenidos²; señalándose claramente que todas las marcas, modelos y tipos de pilas analizadas no emitieron lixiviados al medio ambiente en las condiciones de ensayo.

Estos resultados demuestran que en todas las pilas analizadas, representativas estadísticamente del mercado de pilas comercializadas en México, **NO SE EMITEN LIXIVIADOS EN LAS CONDICIONES DE ANÁLISIS.**

LOS RESULTADOS OBTENIDOS POR LOS LABORATORIOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, SON CONCLUYENTES SOBRE EL HECHO QUE LOS COMPONENTES INTERIORES DE LOS PRODUCTOS ANALIZADOS, **PERMANECEN ENCAPSULADOS EN LAS CONDICIONES DE ANÁLISIS.**

¹ Vide supra páginas 1 y 2.

² Tablas 1 y 2. Páginas 6 a 9 de este documento.

Tabla 1
Concentrado de resultados
9095b PAINT FILTER LIQUIDS TEST.

Marca	Tipo	Tamaño	Resultados
Energizer Max	alcalina	AA	Sin líquidos libres
		AAA	Sin líquidos libres
		D	Sin líquidos libres
		C	Sin líquidos libres
Energizer e2	alcalina	AA	Sin líquidos libres
		AAA	Sin líquidos libres
		D	Sin líquidos libres
		C	Sin líquidos libres
Eveready Gold	alcalina	AA	Sin líquidos libres
		AAA	Sin líquidos libres
Eveready extra duration	Zn/C	AA	Sin líquidos libres
		AAA	Sin líquidos libres
		D	Sin líquidos libres
		C	Sin líquidos libres
Aguila negra	Zn/C	AA	Sin líquidos libres
		D	Sin líquidos libres
Varta long life	alcalina	AA	Sin líquidos libres
		AAA	Sin líquidos libres
		D	Sin líquidos libres
		C	Sin líquidos libres
Varta high energy	alcalina	AA	Sin líquidos libres
		AAA	Sin líquidos libres
		D	Sin líquidos libres
		C	Sin líquidos libres
Ray O Vac	Zn/C	AA	Sin líquidos libres
		D	Sin líquidos libres
		C	Sin líquidos libres
Ray O Vac Maximum	Zn/C	AA	Sin líquidos libres
		AAA	Sin líquidos libres
		D	Sin líquidos libres
		C	Sin líquidos libres
Ray O Vac Heavy Duty	Zn/C	AA	Sin líquidos libres
		AAA	Sin líquidos libres
		D	Sin líquidos libres
		C	Sin líquidos libres

**Concentrado de resultados
9095b PAINT FILTER LIQUIDS TEST
(continuación)**

Marca	Tipo	Tamaño	Resultados
Sony Alkaline	Alcalina	AA	Sin líquidos libres
		AAA	Sin líquidos libres
Sony Super	Zn/C	D	Sin líquidos libres
		C	Sin líquidos libres
Sony Ultra Heavy duty	Zn/C	AA	Sin líquidos libres
		AAA	Sin líquidos libres
		D	Sin líquidos libres
		C	Sin líquidos libres
Sony Stamina Plus	alcalina	AA	Sin líquidos libres
		AAA	Sin líquidos libres
		D	Sin líquidos libres
Sony Stamina Platinum	alcalina	AA	Sin líquidos libres
		AAA	Sin líquidos libres
		D	Sin líquidos libres
		C	Sin líquidos libres
Sony Walkman	alcalina	AA	Sin líquidos libres
Duracell ultra	alcalina	AA	Sin líquidos libres
		AAA	Sin líquidos libres
Duracell copper	alcalina	AA	Sin líquidos libres
		AAA	Sin líquidos libres
		D	Sin líquidos libres
		C	Sin líquidos libres
Super Glip 2000	alcalina	AA	Sin líquidos libres
Tectron Heavy Duty	alcalina	AA	Sin líquidos libres
Rocket Ultra Green	alcalina	AA	Sin líquidos libres
Powercell super	alcalina	AA	Sin líquidos libres
Brüder	alcalina	AA	Sin líquidos libres
Fantasy ultra green	alcalina	AA	Sin líquidos libres
Kendall	alcalina	AA	Sin líquidos libres
Fujitsu	alcalina	AA	Sin líquidos libres

Tabla 2
CONCENTRADO DE RESULTADOS
9096 LIQUID RELEASE TEST PROCEDURE.

Marca	Tipo	Tamaño	Resultados
Energizer Max	alcalina	AA	Sin liberación de líquidos
		AAA	Sin liberación de líquidos
		D	Sin liberación de líquidos
		C	Sin liberación de líquidos
Energizer e2	alcalina	AA	Sin liberación de líquidos
		AAA	Sin liberación de líquidos
		D	Sin liberación de líquidos
		C	Sin liberación de líquidos
Eveready Gold	alcalina	AA	Sin liberación de líquidos
		AAA	Sin liberación de líquidos
Eveready extra duration	Zn/C	AA	Sin liberación de líquidos
		AAA	Sin liberación de líquidos
		D	Sin liberación de líquidos
		C	Sin liberación de líquidos
Aguila negra	Zn/C	AA	Sin liberación de líquidos
		D	Sin liberación de líquidos
Varta long life	alcalina	AA	Sin liberación de líquidos
		AAA	Sin liberación de líquidos
		D	Sin liberación de líquidos
		C	Sin liberación de líquidos
Varta high energy	alcalina	AA	Sin liberación de líquidos
		AAA	Sin liberación de líquidos
		D	Sin liberación de líquidos
		C	Sin liberación de líquidos
Ray O Vac	Zn/C	AA	Sin liberación de líquidos
		D	Sin liberación de líquidos
		C	Sin liberación de líquidos
Ray O Vac Maximum	Zn/C	AA	Sin liberación de líquidos
		AAA	Sin liberación de líquidos
		D	Sin liberación de líquidos
		C	Sin liberación de líquidos
Ray O Vac Heavy Duty	Zn/C	AA	Sin liberación de líquidos
		AAA	Sin liberación de líquidos
		D	Sin liberación de líquidos
		C	Sin liberación de líquidos

CONCENTRADO DE RESULTADOS
9096 LIQUID RELEASE TEST PROCEDURE
 (continuación)

Sony Alkaline	Alcalina	AA	Sin liberación de líquidos
		AAA	Sin liberación de líquidos
Sony Ultra Heavy duty	Zn/C	D	Sin liberación de líquidos
		AA	Sin liberación de líquidos
		AAA	Sin liberación de líquidos
Sony Stamina Plus	alcalina	D	Sin liberación de líquidos
		AA	Sin liberación de líquidos
Sony Stamina Platinum	alcalina	AAA	Sin liberación de líquidos
		D	Sin liberación de líquidos
Sony Walkman	alcalina	AA	Sin liberación de líquidos
Duracell ultra	alcalina	AA	Sin liberación de líquidos
Duracell copper	alcalina	AA	Sin liberación de líquidos
		AAA	Sin liberación de líquidos
Super Glip 2000	alcalina	C	Sin liberación de líquidos
Tecton Heavy Duty	alcalina	AA	Sin liberación de líquidos
Powercell super	alcalina	AA	Sin liberación de líquidos
Fantasy ultra green	alcalina	AA	Sin liberación de líquidos
Fujitsu	alcalina	AA	Sin liberación de líquidos

2
11
1

Consideraciones.

- Las muestras de pilas obtenidas de Gillette distribuidora, S. de R.L. de C.V., Eveready de México, S.A. de C.V., Ray o vac de México, S.A. de C.V. y Sony Nuevo Laredo, S.A. de C.V. se analizaron por los laboratorios del Departamento de Ingeniería Metalúrgica y la Sección de Química Experimental y Aplicada de la Facultad de Química de La universidad Nacional Autónoma de México.
- En porciones de las pilas recibidas, los laboratorios de la Sección de Química Experimental y Aplicada aplicó el **METHOD 9095B PAINT FILTER LIQUIDS TEST**, encontrando que bajo las condiciones de análisis las pilas analizadas no emiten lixiviado alguno.
- Adicionalmente a lo anterior, el estudio efectuado por los laboratorios de la Sección de Química Experimental y Aplicada reporta que porciones de las pilas recibidas para análisis, no han lixiviado en un periodo de aproximadamente seis meses.
- Por otra parte, el estudio efectuado por los laboratorios de la Sección de Química Experimental y Aplicada comenta que las pilas recibidas para análisis, correspondientes al mercado informal; a pesar de venir en su empaque original, carecían de carga. Por lo que de origen son deficientes y de mala calidad.
- En porciones de las pilas recibidas, los laboratorios del Departamento de Ingeniería Metalúrgica aplicó el **METHOD 9096 LIQUID RELEASE TEST (LRT) PROCEDURE**, encontrando que bajo las condiciones de análisis las pilas analizadas no emiten lixiviado alguno.
- Adicionalmente a lo anterior, el estudio efectuado por los laboratorios del Departamento de Ingeniería Metalúrgica reporta que las porciones de las pilas recibidas para análisis, no sufren deformación alguna en las condiciones de análisis.

Conclusiones.

Primera.- Para todos los estudios realizados los laboratorios de la Sección de Química Experimental y Aplicada y del Departamento de Ingeniería Metalúrgica de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México contaron con muestras totalmente representativas de los productos que se distribuyen y comercializan en el mercado nacional por las empresas Gillette distribuidora, S. de R.L. de C.V., Eveready de México, S.A. de C.V., Ray o vac de México, S.A. de C.V. y Sony Nuevo Laredo, S.A. de C.V. Siendo los resultados que se presentan aplicables al comportamiento del mercado de las pilas en México.

Segunda.- Para todas las marcas y tipos de pilas analizadas: Eveready, Eveready Gold, Energizer Max, Energizer e2, Rayovac supercell, Rayovac Heavy duty, Varta long life, Aguila negra, Rayovac maximum, Varta High Energy, Duracell Ultra, Duracell copper, Sony new super, Sony new ultra, Sony Stamina plus, Sony Stamina platinum, Sony Walkman, Super Glip 2000, Tectron Heavy Duty, Rocket Ultra Green, Powercell Super, Brüder, Fantasy Ultra Green, Kendall y Fujitsu se encontró que bajo las condiciones de análisis descritas en el **METHOD 9095B PAINT FILTER LIQUIDS TEST**, las pilas analizadas no tienen líquidos libres.

Tercera.- Para todas las marcas y tipos de pilas analizadas: Eveready, Eveready Gold, Energizer Max, Energizer e2, Rayovac supercell, Rayovac Heavy duty, Varta long life, Aguila negra, Rayovac maximum, Varta High Energy, Duracell Ultra, Duracell copper, Sony new super, Sony new ultra, Sony Stamina plus, Sony Stamina platinum, Sony Walkman, Super Glip 2000, Tectron Heavy Duty, Rocket Ultra Green, Powercell Super, Brüder, Fantasy Ultra Green, Kendall y Fujitsu se encontró que bajo las condiciones de análisis descritas en el **METHOD 9096 LIQUID**

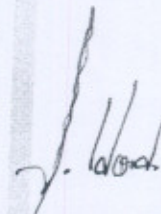
RELEASE TEST (LRT) PROCEDURE,, las pilas analizadas no emiten lixiviado alguno.

Cuarta.- Las pilas descargadas de las marcas Eveready, Eveready Gold, Energizer Max, Energizer e2, Rayovac supercell, Rayovac Heavy duty, Varta long life, Aguila negra, Rayovac maximum, Varta High Energy, Duracell Ultra, Duracell copper, Sony new super, Sony new ultra, Sony Stamina plus, Sony Stamina platinum y Sony Walkman mantienen encapsulados, en las condiciones de análisis, los componentes interiores de la pasta electrolítica.

Lo cual hago de su conocimiento, para los fines legales a que haya lugar.

Atentamente,

México, Distrito Federal a 25 de septiembre de 2006



M. en C. Mario Alberto Maldonado Tapia

Perito P.090-2003

Consejo de la Judicatura Federal