



Instituto  
Nacional  
de Tecnología  
Industrial

Informe

# Gestión de pilas y baterías eléctricas en Argentina



Ministerio de Producción  
Presidencia de la Nación



# Gestión de pilas y baterías eléctricas en Argentina

---

Este documento fue realizado por  
INTI-Ambiente e INTI-Química

Anónimo

Gestión de pilas y baterías eléctricas en Argentina / Anónimo. - 1a ed . - San Martín : Instituto Nacional de Tecnología Industrial - INTI, 2016. Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online  
ISBN 978-950-532-282-4

1. Informes. 2. Informes de Investigación. 3. Residuos Peligrosos.  
I. Título.  
CDD 363.737

### **Edición y diagramación**

Dirección de Comunicación del INTI  
Áreas de Publicaciones y Diseño Gráfico y Multimedia

Esta publicación no podrá ser reproducida o transmitida en forma alguna por ningún medio sin permiso previo del Instituto Nacional de Tecnología Industrial.

Hecho el depósito que establece la ley 11.723. Derechos reservados.

# Índice

---

<b>1. OBJETIVO</b>	7
<b>2. INTRODUCCIÓN</b>	8
<b>2.1 Características y funcionamiento</b>	8
<b>2.2 Clasificación</b>	9
<b>2.3 Efectos sobre la salud y el ambiente</b>	11
2.3.1 Efectos sobre el Ambiente	12
2.3.2 Efectos sobre la Salud	12
<b>3. MARCO LEGAL</b>	14
<b>3.1 Internacional</b>	14
<b>3.2 Nacional</b>	18
<b>3.3 Ciudad autónoma de buenos aires</b>	21
<b>4. MOVIMIENTO DE PILAS Y BATERIAS EN ARGENTINA</b>	23
<b>4.1 Consideraciones generales</b>	23
<b>4.2 Totales de importaciones y exportaciones</b>	24
<b>4.3 Importaciones</b>	26
4.3.1 Pilas Primarias	27
4.3.2 Pilas Secundarias	29
<b>5. TRATAMIENTOS DE PILAS Y BATERÍAS AGOTADAS</b>	31
<b>5.1 Pretratamiento o tratamiento mecánico</b>	31
<b>5.2 Hidrometalurgia</b>	32
<b>5.3 Pirometalúrgico</b>	32
<b>5.4 Destilación por vacío</b>	33
<b>5.5 Relleno de seguridad</b>	34
5.5.1 Inmovilización de Componentes	34
<b>6. PANORAMA ARGENTINO EN CADA ETAPA DE LA GESTIÓN</b>	35
<b>6.1 Generación</b>	35
<b>6.2 Transporte y traslado</b>	36
<b>6.3 Tratamiento y disposición final</b>	36
<b>7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	39



# 1. Objetivo

---

El presente informe tiene por objeto renovar el informe realizado por INTI en 2013 referido a la gestión de pilas y baterías eléctricas en Argentina y determinar cuál es el estado de situación actual según su composición como residuo peligroso, incluyéndolo entre los residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, (RAEEs).

La finalidad del informe es identificar cuáles son las problemáticas ambientales, las enfermedades más frecuentes y las principales características asociadas a los compuestos de las pilas y baterías y los tratamientos a los que son sometidas para la recuperación de sus componentes.

A tal fin, se realiza un breve análisis de la normativa vigente a nivel internacional, –a los efectos de identificar la evolución de los requerimientos sobre la gestión de pilas y baterías– y un análisis del marco legal vigente que las regula en la Argentina.

Para estimar la cantidad de pilas y baterías de los diferentes tipos que ingresan y egresan del país se realiza un análisis de los datos registrados en el Sistema “on line” de importaciones y exportaciones del MERCOSUR, ExiNet, del período comprendido entre enero de 2003 a diciembre de 2015.

Finalmente se analiza la situación en Argentina en las diferentes etapas de su gestión y se exponen las conclusiones pertinentes.

## 2. Introducción

### 2.1 CARACTERÍSTICAS Y FUNCIONAMIENTO

Una pila eléctrica es un dispositivo que convierte energía química en energía eléctrica por un proceso químico transitorio. En este proceso las características químicas de los componentes resultan alteradas. Cuando no pueden volver a su forma original, una vez que la energía ha sido consumida se denominan Pilas Primarias ó No Recargables; mientras que si las características químicas pueden ser reconstituidas se llaman Pilas Secundarias, Pilas Recargables, ó Acumuladores.

Los elementos químicos que conforman las pilas generan reacciones de óxido-reducción, en las cuales un elemento gana electrones, disminuyendo su número de oxidación, y el otro elemento pierde electrones, aumentando su número de oxidación.

Para que esto sea posible la estructura de la pila está conformada por dos electrodos, generalmente metálicos. Uno de ellos actúa como polo negativo (-) o ánodo, y el otro como polo positivo (+) o cátodo, sumergidos en un electrolito, o sustancia conductora que permite el pasaje de electrones entre los electrodos (Figura 1).

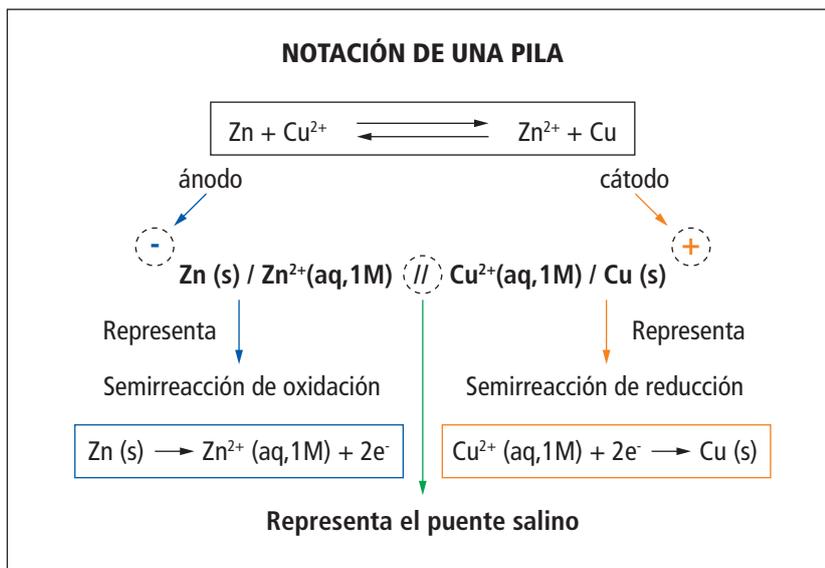


Figura 1.- Notación de una Pila<sup>(1)</sup>

La circulación de electrones representa la transformación de la energía química en energía eléctrica generando una corriente eléctrica que puede ser utilizada para el funcionamiento de diferentes tipos de elementos o equipos.

Existe la costumbre de denominar a las pilas recargables o acumuladores como "baterías" y al resto "pilas". Sin embargo si nos remitimos al inicio del estudio de la electricidad se denominaban pila cuando se juntaban varios elementos o celdas, uno encima de otro, o sea "apilados", y batería cuando las celdas estaban adosadas lateralmente. Surge así que la denominación de pilas o baterías serviría para cualquier tipo, sean éstas primarias o secundarias.

(1) [http://e-ducativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/4750/4861/html/1\\_produccion\\_de\\_corriente\\_elctrica\\_por\\_reacciones\\_redux\\_pilas.html](http://e-ducativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/4750/4861/html/1_produccion_de_corriente_elctrica_por_reacciones_redux_pilas.html)

Como en el mercado existen diversos tipos de pilas que para lograr una mayor capacidad se agrupan en forma apilada o adosada, pudiendo ser del tipo primarias o secundarias, se considera su denominación como pilas, baterías primarias o comunes y pilas, baterías secundarias, recargables, ó acumuladores.

## 2.2 CLASIFICACIÓN

En la actualidad existe en el mercado una gran diversidad de pilas y baterías primarias y secundarias, variando la naturaleza de sus componentes activos, su geometría y tamaño. Cada pila o batería tiene su propia combinación de materiales que determinan la capacidad, voltaje y vida útil.

Existen varios criterios de clasificación:

- Por la posibilidad de carga: no recargables o primarias y recargables o secundarias.
- Por tipo de electrodo: en general según su cátodo y en algunos casos según el ánodo.
- Por la forma de uso: portátiles y estacionarias.
- Por el tipo de electrolito: acuoso y no acuoso, alcalinas, ácidas.
- Por su tamaño: desde mWh hasta MWh.
- Por sus aplicaciones: arranque, tracción, nivelación de picos.

A continuación se describen los diferentes tipos de pilas y baterías que se encuentran en el mercado en relación con su posibilidad de carga, o por el tipo de electrodo (Tabla 1).

**Tabla 1.- Clasificación, composición y usos de pilas y baterías**

Pila y Batería		Composición <sup>(1)(2)</sup>			Clasificación s/ 24.051 <sup>(3)</sup>		Usos y Características	
Tipo	Nombre	Electrodo	Notación	Compuesto	Anexo I	Anexo II		
Primarias (No Recargables)	Zinc/Carbono (Zn/C) o tipo Leclanché o pilas secas ó Acidas	Cátodo	C	Carbono de grafito	Y23. las que no se encuentran certificadas pueden contener además Y29, Y26 e Y31	H6.1, H11 y H12	Para todo tipo de equipamiento eléctrico y electrónico sencillo y de bajo consumo. Denominadas "pilas comunes".	
			MnO <sub>2</sub>	Dióxido de Manganeso				
		Ánodo	Zn	Zinc chapa metálica				
		Electrolito	NH <sub>4</sub> Cl	Cloruro de Amonio				
			ZnCl <sub>2</sub>	Cloruro de Zinc				
	Zinc/ Dióxido de Manganeso (Zn/MnO <sub>2</sub> ) o Alcalinas	Cátodo	MnO <sub>2</sub>	Dióxido de Manganeso	Y23 e Y35 y las no certificadas pueden contener además Y23, Y29 e Y35	H6.1, H11, H12 y H8		Para todo tipo de equipamiento eléctrico y electrónico sencillo y de bajo consumo, con vida útil hasta 10 veces mayor a las "comunes". Casi todas vienen blindadas, lo que dificulta el derrame de los constituyentes. Sin embargo este blindaje no tiene duración ilimitada.
			C	Carbono				
			KOH	Hidróxido de Potasio				
		Ánodo	Zn	Polvo de Zinc				
			Hg	Mercurio				
			Pb	Plomo				
Electrolito	KOH	Hidróxido de Potasio						
	ZnO	6% Óxido de Zinc						
Óxido Mercuríco	Cátodo	OHg	Óxido Mercuríco	Y23 e Y29	H6.1, H11 y H12	Uso para audífonos y equipamiento médico. Usualmente de tipo botón. Contienen alrededor de 30 % de mercurio.		
		C	Carbono					
	Ánodo	Zn	Polvo de Zinc					
		Hg	Mercurio					
Electrolito	KOH	Hidróxido de Potasio						
	ZnO	Óxido de Zinc						
Zinc/Aire	Cátodo	Oxígeno en	Carbono activo	Y23, Y29 e Y35	H6.1, H11, H12 y H8	Uso para audífonos y equipamiento médico. Presentan gran cantidad de agujeros diminutos en su superficie. Alta capacidad. Contienen más del 1% de mercurio.		
	Ánodo	Zn	Polvo de Zinc					
		Hg	Mercurio					
Electrolito	KOH	Hidróxido de Potasio						
Óxido de Plata	Cátodo	OAg <sub>2</sub>	Óxido de Plata	Y23, Y29 e Y35	H6.1, H11, H12 y H8	Uso en calculadoras, relojes y cámaras fotográficas. Usualmente de tipo botón pequeñas, contienen alrededor de 1% de mercurio.		
		MnO <sub>2</sub>	Dióxido de Manganeso					
	Ánodo	Zn	Amalgama de Zinc					
		Hg	Mercurio					
	Electrolito	KOH ó NaOH	Hidróxido de Potasio ó Hidróxido de Sodio					
ZnO		Óxido de Zinc						
Litio	Cátodo	MnO <sub>2</sub> ó Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Varios elementos son usados como cátodo (Magnesio, Hierro, Carbono, etc.)		S/ condic. H1	Usos en relojes, calculadoras, flashes, memorias de computadoras, aplicaciones militares e industrias. Comercializadas en tipo botón, cilíndricas o geométricas especiales. Producen tres veces más energía que las alcalinas y poseen también mayor voltaje inicial (3 voltios).		
	Ánodo	Li	Litio metal (ánodo)					
Electrolito		Disolvente Orgánico						
Niquel Cobalto (Ni/Co)	Cátodo	NiO(OH)/ Ni(OH) <sub>2</sub>	Hidróxido de Niquel					
	Ánodo	Co / Co(OH) <sub>2</sub>	Hidróxido de Cobalto					
Electrolito	KOH + Li(OH)	Hidróxido de Potasio e Hidrxio de Litio						

Tabla 1.- Clasificación, composición y usos de pilas y baterías (Continuación)

Pila y Batería		Composición <sup>(1)(2)</sup>			Clasificación s/ 24.051 <sup>(3)</sup>		Usos y Características
Tipo	Nombre	Electrodo	Notación	Compuesto	Anexo I	Anexo II	
Secundarias (Recargables)	Níquel/ Cadmio (Ni/ Cd)	Cátodo	Hidróxido de Níquel		Y26 e Y35	H6.1, H11, H12 y H8	Para equipamiento eléctrico y electrónico sencillo y de bajo consumo, teléfonos celulares, computadoras portátiles. Poseen ciclos de vida múltiples, presentando la desventaja de su relativa baja tensión. Pueden ser recargadas hasta 1000 veces y alcanzan a durar decenas de años.
		Ánodo	Cadmio				
		Electrolito	Hidróxido de Potasio				
	Níquel/ Hidruro metálico (Ni/HM)	Cátodo	Óxido de Níquel		Y35	S/ condic. H6.1, H11 y H8	Sistema similar al Ni/Cd, donde el Cd ha sido reemplazado por una aleación metálica capaz de almacenar hidrógeno que cumple el papel de ánodo. La densidad de energía producida es el doble de la producida por Ni/Cd, a voltajes operativos similares.
		Ánodo	Hidruro metálico				
		Electrolito	Hidróxido de Potasio				
	Ion-Litio	Cátodo	Óxidos metálicos con Litio		Y42	S/ condic. H1	Utilizada para telefonía celular, computadoras, cámaras fotográficas y de video.
		Ánodo	Carbón de grafito				
		Electrolito	Sales de Litio y Solventes Orgánicos				
	Plomo	Cátodo	Óxido de Plomo		Y31 e Y34	H5.1, H6.1, H11, H12 y H8	Automotores( para el arranque de motores), industrial y domésticos.
		Ánodo	Plomo				
		Electrolito	Acido Sulfúrico				

(1) Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos. Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe.

Montevideo, Uruguay. Septiembre 2005

(2) Los constituyentes químicos fueron obtenidos de un reporte final denominado "Canadian Consumer Battery Baseline Studio" publicado por Environment Canada, Febrero de 2007, Canada.

(3) <http://www.ambiente.gov.ar/?idarticulo=5435>

La composición media de los diferentes tipos de pilas y baterías se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2: Composición de pilas primarias <sup>(1)</sup> (en %)

Tipo Pila	Zn	MnO <sub>2</sub>	Hg	Ag	C	Fe	Ni	Cd	Pb	KOH/ NaOH	Papel + Plast.	H <sub>2</sub> O
Zn/C (Lenclanché)	18 a 20	28	<0,01%	-	8	16	-	0,01%	0,05	-	9	10
Zn/Mn (Alcalina)	13 a 15	23	<0,025%	-	3	35 a 37	-	<0,025%	0,05	5	4	8
Mercurio	10 a 11	-	30%	-	4	40	-	-	-	7	5	3
Óxido de Plata	10 a 11	-	<1%	28 a 30	-	40 a 45	-	-	-	8	5	3
Zn/Aire	30	-	1%	-	Alto	45	-	-	-	5	5	3
Litio (2% Li)	-	25	-	-	-	50 a 60	-	-	-	-	5	-
Ni/Co (Cerrada)	-	-	-	-	-	20 a 25	13 a 15	-	10	32	20	-
Plomo/Ácido	-	-	-	-	-	-	-	-	65	-	10 a 20	12 a 15
Verde (Lenclanché)	18 a 20	28	< 1 ppm	-	8	16	-	<15 ppm	?	-	9	10

(1) XAVIER Elías- Reciclaje de Residuos Industriales 2ª edición- 2009- Ed. Díaz de Santos

### 2.3 EFECTOS SOBRE LA SALUD Y EL AMBIENTE

Aunque las pilas agotadas constituyen un muy bajo porcentaje de la composición de los residuos sólidos urbanos (RSU)<sup>(2)</sup> son, junto a los residuos de los aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), la corriente con mayor aporte de compuestos con características de peligrosidad. Los ácidos, álcalis, sales y metales pesados como el mercurio, cadmio, níquel, litio, cinc, manganeso y plomo, hacen que resulten riesgosas para la salud y el ambiente, en general, frente a una inadecuada gestión de las mismas.

(2) En la Ciudad de Buenos Aires la composición de Residuos Peligrosos que constituyen los RSU fluctúa en el orden del 0,70%, fracción que incluye las pilas y baterías - Ref: Evolución de la calidad de los RSU (1972-2005) CABA - IIS-FIUBA- CEAMSE

Las pilas de buena calidad no presentan pérdidas de las sustancias químicas que las componen durante su uso normal sin embargo al agotarse la vida útil son desechadas, con riesgo a perder la cobertura protectora de metal por corrosión interna a través de la acción química de sus propios compuestos o externa de las carcasas por la acción climática y propia de la degradación de los residuos.

La peligrosidad de los tóxicos que contienen las pilas y baterías ha generado que se tomen medidas especiales en muchos países, tales como: la reglamentación del contenido máximo de metales pesados (mercurio, plomo y cadmio) admitidos en pilas y baterías del tipo carbón-cinc y alcalinas; la implementación de sistemas de recolección diferenciada y posterior tratamiento para evitar que se desechen las pilas con los residuos domiciliarios y el apoyo a la investigación para el desarrollo de dispositivos menos contaminantes

Cuando se produce el derrame del electrolito contenido en las pilas, éste arrastra los metales pesados que la conforman. Estos metales pueden lixiviar a través del suelo y fluir por cursos de agua y acuíferos, contaminando el recurso natural y afectando la salud de los seres vivos, como se describe a continuación.

### **2.3.1 Efectos sobre el Ambiente**

El grado de toxicidad es diferente de acuerdo a cada tipo de pila. Según sus componentes las pilas y baterías presentan un riesgo ambiental potencial desde su fabricación, uso y tratamiento como residuo.

El mayor riesgo a generar un impacto ambiental negativo se produce cuando las pilas o baterías son desechadas sin ningún tipo de acondicionamiento y/o gestión que evite problemas de contaminación al sufrir la corrosión de sus carcasas (interna o externas). Ello produce el derrame de metales pesados y otros compuestos que se liberan al suelo, al agua superficial y subterránea, donde pueden permanecer como elemento tóxico o bien ser ingeridos por seres vivos. Los cationes de metales pesados (Cd, Pb, Hg,) son tóxicos en concentraciones bajas y tienen tendencia a acumularse en los seres vivos, con el agravante de que no son biodegradables.

En el caso de quemarse en condiciones no adecuadas, generan gases no deseados y tóxicos que generan una alta contaminación atmosférica.

### **2.3.2 Efectos sobre la Salud**

Los efectos negativos que impactan directamente sobre la salud humana son los principales motivos que generan la necesidad de una adecuada gestión ambiental de las pilas y baterías.

Entre los elementos tóxicos que las componen, el mercurio presenta altos niveles de peligrosidad para los seres vivos afectando la salud al inhalar o ingerir este elemento. Se ha demostrado que un alto nivel en la sangre y una alta exposición puede dañar el cerebro, los riñones y al feto durante la gestación, provocando retraso mental, falta de coordinación, ceguera y convulsiones.

No existe suficiente información que determine la carcinogenicidad del mercurio metálico e inorgánico en humanos, mientras que el metilmercurio y cloruro de mercurio sí se consideran carcinogénicos<sup>(3)</sup>.

En la actualidad la mayoría de las pilas y baterías recargables carecen de mercurio, sin embargo contienen níquel y cadmio. El cadmio es calificado como cancerígeno<sup>(3)</sup>. Al inhalarlo produce lesiones en los pulmones, y al ingerirse puede causar trastornos en el aparato digestivo. Además puede acumularse en los riñones.

Ciertos compuestos del níquel son potencialmente carcinógenos para los seres humanos. La exposición por ingestión o contacto de los seres vivos con el níquel puede generar reacciones alérgicas y algunas personas pueden llegar a sufrir ataques de asma.

Por otra parte, la exposición frente al manganeso, (componente de pilas y baterías primarias) puede ocasionar perturbaciones mentales, emocionales y provoca movimientos lentos y faltos de coordinación.

---

**(3)** Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC)

## 3. Marco legal

Con los avances en la investigación sobre los efectos que causan los compuestos de las pilas sobre la salud y el ambiente se fueron tomando consecuentes medidas que regulan los diferentes aspectos sobre su correcta gestión con una gran tendencia a la disminución de la concentración de contaminantes en la fuente u origen.

### 3.1 INTERNACIONAL

A nivel internacional, se tomaron medidas para eliminar el mercurio de las pilas de carbón-cinc y de las alcalinas, disminuyendo de manera paulatina el contenido de este metal pasando del 0,789 %, en 1980, al 0 % en 1993.

Asimismo se desarrollaron alternativas similares de reducción del contenido de mercurio para las pilas del tipo botón y el óxido de mercurio para las baterías recargables de níquel-cadmio.

En el siguiente apartado se brinda un detalle de las diferentes directivas y regulaciones internacionales sobre la correcta gestión de pilas y baterías, prohibiciones y regulaciones en particular de los diferentes componentes contaminantes que contienen las mismas.

La **Directiva 98/101/CE** de la Comunidad Europea que entro en vigencia el 1° de enero de 2000, prohíbe la comercialización de pilas y acumuladores cuyo contenido de mercurio supere el 0,0005 % en peso, incluyendo las pilas y acumuladores incorporados a aparatos.

Las pilas de tipo botón y las baterías compuestas, cuyo contenido de mercurio no supere al 2 % en peso, quedaron excluidas de esta prohibición.

La misma directiva promueve que las pilas y acumuladores que superen el límite de mercurio fijado, las que presenten un contenido en cadmio mayor al 0,025 % en peso, o una cantidad de plomo superior al 0,4 % en peso no deben ser mezcladas con los residuos sólidos urbanos.

La Directiva **2000/76/CE** del Parlamento Europeo y del Consejo, del 4 de diciembre de 2000, fija una serie de medidas para impedir o reducir la contaminación atmosférica, de las aguas y del suelo, así como los riesgos para la salud humana causados por la incineración y la co-incineración de residuos, siendo obligatorio obtener un permiso para su instalación. Además establece límites de emisión para algunas sustancias contaminantes liberadas a la atmósfera y a las aguas.

Esta Directiva quedó derogada a partir del 7 de enero de 2014, siendo sustituida por la **Directiva 2010/75/UE** sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación). Establece un marco general basado en permisos integrados, lo que significa que los permisos deben tener en cuenta todo el comportamiento ambiental de una instalación para evitar que la contaminación se transfiera de un medio, como la atmósfera, el agua o el suelo, a otro.

Debe darse prioridad a la prevención de la contaminación interviniendo en la fuente y asegurando la gestión y uso prudentes de los recursos naturales.

Refunde siete actos legislativos anteriores sobre emisiones industriales, establece normas para prevenir y controlar la contaminación en la atmósfera, el agua y el suelo, y para evitar la generación de residuos procedentes de grandes instalaciones industriales.

La **Directiva 2006/66/CE** establece la recolección diferenciada y reciclado de todas las pilas y baterías. A su vez, el **Reglamento (UE) N° 493/2012**, del 11 de junio de 2012, establece de conformidad con esta Directiva, normas detalladas para el cálculo de los niveles de eficiencia de los procesos de reciclado de los residuos de pilas y acumuladores

En fecha reciente ha sido adoptada la **Directiva 2013/56/UE** del Parlamento Europeo y del Consejo, del 20 de noviembre de 2013, que modifica a la anterior Directiva 2006/66/CE de pilas y acumuladores, y residuos de pilas y acumuladores, en lo que respecta a la puesta en el mercado de estos productos portátiles que contengan cadmio, destinados a utilizarse en herramientas eléctricas inalámbricas, y de pilas botón con un bajo contenido de mercurio.

En Inglaterra se reciclan las pilas tipo botón de Óxido de Plata. En este caso, el valor del metal recuperado es suficiente para costear las distintas etapas de recolección, selección y reciclado<sup>(4)</sup>.

En Francia y Alemania existen procedimientos para el tratamiento de todas las pilas y baterías con procesos de separación y tratamiento específico para cada tipo, incluyendo pirolisis, separación por membranas selectivas y recuperación electroquímica. Los subproductos de estos tratamientos son vendidos a:

- La industria metalúrgica (el hierro aleado con manganeso).
- Fundidores de cinc (los polvos de la fusión que contienen hasta un 50 % de cinc).
- Fábricas de abrasivos (lodos conteniendo sílice y alúmina).
- Fundiciones de acero inoxidable (níquel).
- Fábricas de pilas y baterías (cadmio puro - destilado y condensado).
- Fábricas de alabes de turbina (aleaciones níquel-cobalto).
- Fábricas de cerámicos para alta temperatura (óxidos de tierras raras).
- Refinación de plomo (plomo).
- La industria de metales preciosos, fábricas de catalizadores (litio y plata).

El Real Decreto de España **106/2008**, del 1° de febrero, determina el marco normativo para el sector de pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos, aplicando los principios de responsabilidad del producto y responsabilidad compartida al flujo de residuos de pilas y acumuladores usados. A continuación se resumen los principales aspectos considerados:

- Prohíbe la comercialización de pilas que contengan metales pesados en concentraciones superiores a las previstas de:
  - 0,0005% de mercurio y 2% para pilas botón.
  - 0,002% de cadmio en pilas y acumuladores portátiles (a excepción de iluminación de emergencia, equipos médicos, herramientas eléctricas).
- Establece la responsabilidad del productor (creación y financiación de sistemas de recogida).

(4) Hollinsworth E. "An Evaluation of Silver Oxide Button Cell Recycling" The National Household Hazardous Waste Forum, U.K.; Enero, 2000; ISBN N° 09 526335 66

- Regula los sistemas de gestión públicos, integrados o individuales, mediante los cuales los productores de pilas y acumuladores que, una vez usados, den lugar a residuos que tengan la consideración jurídica de peligrosos, deberán garantizar el cumplimiento de las obligaciones previstas en el Real Decreto 106/2008.
- Establece objetivos mínimos de recogida de residuos de pilas y acumuladores portátiles del 25 % para 2011 y del 45 % para 2015.

Luego este Decreto fue modificado por el **Real Decreto 710/2015**, de 24 de julio, para cumplir con la obligación de transposición de la Directiva 2013/56/UE, y para abordar la adaptación del Real Decreto a la Ley 22/2011, del 28 de julio, sobre residuos y suelos contaminados, en especial en lo que respecta a la responsabilidad ampliada del productor, y para introducir además algunas actualizaciones que afectan a objetivos de recogida, información a aportar por parte de productores e instalaciones de reciclado, ventas a distancia, garantías financieras, entre otros.

La **Directiva 2008/98/CE** establece un marco jurídico para el tratamiento de los residuos en la Unión Europea (UE). Su objetivo es proteger el ambiente y la salud humana enfatizando la importancia de utilizar técnicas adecuadas de gestión, recuperación y reciclado de residuos para reducir la presión sobre los recursos y mejorar su uso. Algunos puntos claves de esta Directiva son:

- La legislación establece una jerarquía de residuos, prevención, reutilización, reciclado, recuperación con otros fines (como la valorización energética) y eliminación.
- Confirma el principio de que quien contamina paga, por el que el productor original de los residuos debe hacerse cargo de los costes de la gestión de dichos residuos.
- Introduce el concepto de responsabilidad ampliada del productor. Con ella se impone la obligación a los fabricantes de aceptar y eliminar los productos devueltos tras haber sido utilizados.
- Distingue entre residuos y subproductos.
- La gestión de los residuos debe realizarse sin crear riesgos para el agua, el aire, el suelo, las plantas o los animales, sin provocar incomodidades por el ruido o los olores y sin atentar contra los paisajes, ni contra los lugares de especial interés.
- Los productores o poseedores de residuos deben tratarlos ellos mismos o hacerlos tratar por un operador oficialmente reconocido, el que debe estar autorizado y será inspeccionado periódicamente.
- Las autoridades nacionales competentes deben establecer planes de gestión y programas de prevención de residuos.
- Se aplican condiciones especiales a los residuos peligrosos, los aceites usados y los biorresiduos.
- Introduce objetivos de reciclado y recuperación que deberán alcanzarse antes de 2020 en relación con los residuos domésticos (50 %) y los residuos procedentes de la construcción y las demoliciones (70 %).
- Quedan fuera del ámbito de la legislación algunos tipos de residuos, como los residuos radiactivos, los explosivos desclasificados, las materias fecales, las aguas residuales y los cadáveres de animales.

El **Reglamento (UE) N° 1357/2014** sustituye al anexo III de esta Directiva, "características de los residuos que permiten calificarlos de peligrosos". El presente Reglamento será obligatorio en todos sus elementos y directamente aplicable en cada Estado miembro. Entro en vigencia el 1 de junio de 2015.

En distintos estados de los Estados Unidos de América, se iniciaron hace más de diez años programas de recolección selectiva<sup>(5)</sup>. En la actualidad, al igual que sucede en Canadá, están focalizando sus esfuerzos para promover el uso y el reciclado de baterías recargables de níquel-cadmio, de níquel hidruro de metal, de litio y de plomo-ácido pequeñas (de hasta 1 kg).

La **Ley N° 104-142** de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA), del 13 de mayo de 1996, establece las pautas para eliminar el uso de mercurio en las pilas y facilitar un eficiente reciclaje o la correcta disposición de las pilas recargables de níquel-cadmio, baterías recargables de plomo-ácido y baterías recargables reguladas, mediante:

- Ha determinado de los requisitos para un etiquetado uniforme y es simplificación de las obligaciones reglamentarias del programa de acopio de pilas.
- El impulso de programas voluntarios de la industria mediante la eliminación de barreras para la financiación de la recuperación y reciclaje, o correcta eliminación de baterías recargables usadas.

En Brasil, la **Resolución CONAMA N° 257**, del 30 de Junio de 1999, regula la eliminación y la administración ambiental adecuada de las pilas y baterías usadas, en cuanto a la recolección, reutilización, reciclaje, tratamiento y disposición final.

Con dicho objetivo establece, desde enero de 2001, los límites máximos para las pilas y baterías de tipo cinc-manganeso o alcalino-manganeso de:

- 0,010 % en peso de mercurio.
- 0,015 % en peso de cadmio.
- 0,200 % en peso de plomo.

Se indica que las pilas y baterías que cumplan con estos límites pueden ser desechadas junto con los residuos domiciliarios, mientras que aquellas que superen dichos límites deben ser recolectadas a través de un sistema integrado por comerciantes y productores para su reciclado, o disposición final ambientalmente adecuada.

Esta Resolución indica, además, la prohibición de disponer cualquier tipo de pila o batería a cielo abierto, o de quemarlas a cielo abierto, o en instalaciones o equipos inadecuados, así como, arrojarlas a los cuerpos de agua.

En fecha posterior fue revocada por la Resolución **CONAMA N° 401**, del 5 de noviembre de 2008, que establece los límites máximos de plomo, cadmio y mercurio en baterías comercializadas en el país y los criterios y normas para su gestión ambiental, y otra disposiciones.

(5) Used Dry Cell Batteries – Is a Collection Program Right for Your Community? EPA/530-K-92-006

### 3.2 NACIONAL

A nivel nacional, la Constitución Argentina promulgada en 1994, establece en su

**Art. 41°**.- que:

---

“Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo. El daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer, según lo establezca la ley.

Las autoridades proveerán a la protección de este derecho, a la utilización racional de los recursos naturales, a la preservación del patrimonio natural y cultural y de la diversidad biológica, y a la información y educación ambientales.

Corresponde a la Nación dictar las Normas que contengan los presupuestos mínimos de protección, y a las provincias, las necesarias para complementarlas, sin que aquéllas alteren las jurisdicciones locales.

Se prohíbe el ingreso al Territorio Nacional de residuos actual o potencialmente peligrosos, y de los radiactivos.”

---

Por otra parte, en el **Art. 75°**, establece las Atribuciones del Congreso, incorporando en el inc. 22. la facultad para aprobar o desechar tratados con demás naciones y organizaciones internacionales, teniendo éstos jerarquía superior a las leyes.

En este marco, la Argentina adhiere al Convenio de Basilea mediante la **Ley Nacional N° 23.922** de “Aprobación del Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación”.

Esta Ley contempla los desechos peligrosos objeto de movimientos transfronterizos que pertenezcan a las categorías del Anexo I (Y1 a Y44) y del Anexo II (Y46 y Y47) y que tengan las características de peligrosidad del Anexo III (H1 a H13), excluyendo los residuos radioactivos y de operaciones normales de buques.

Prohíbe importar y exportar residuos clasificados como peligrosos, permitiendo su exportación sólo en el caso de que en el país de origen no existan tecnologías para su tratamiento, debiendo el país que los recibe para su tratamiento, manifiesta su aceptación un Acuerdo entre Estados, para tal fin.

En noviembre de 2002 entró en vigencia la **Ley Nacional General del Ambiente N° 25.675**, que establece los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable.

Esta Ley, entre otros aspectos, establece la Gestión Integral de Residuos Industriales y Actividades de Servicios, la clasificación de residuos según niveles de riesgo y tomando en consideración lo establecido en Convenios Internacionales, quedando excluidos del alcance de la misma los residuos domiciliarios, los biopatogénicos, los radiactivos y los derivados de las operaciones normales de los buques.

En el marco de la Gestión de Residuos Peligrosos esta ley aún no se encuentra reglamentada por lo que actualmente sigue en vigencia la **Ley Nacional de Residuos Peligrosos 24.051** promulgada en 1992, y reglamentada por el **Decreto 831/93** complementado por 6 (seis) Anexos, que regulan la generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición de residuos peligrosos en el ámbito de la Argentina, creando además un registro obligatorio de generadores, transportistas y operadores.

Esta Ley se complementa con los siguientes anexos:

- **Anexo I**, de clasificación de los residuos peligrosos según su corriente generadora (Y1 a Y18) o según su compuesto (Y19 a Y45). Por **Resolución 897/02**, se incorporan a este listado los residuos clasificados como Y48, que son todos aquellos elementos que han tomado contacto con algún residuos peligroso (trapos, guantes, envases, entre otros), cuyo art 1° ha sido modificado por la **Resolución 830/08**.
- **Anexo II**, donde se establecen las características de peligrosidad (H1 a H13).
- **Anexo III**, el que determina las posibles operaciones de eliminación de los residuos peligrosos que permitan la recuperación de recursos, el reciclado, la regeneración, la reutilización directa y otros usos (R1 a R13) o no (D1 a D13).

Esta Ley excluye los residuos domiciliarios, los radiactivos y los derivados de las operaciones normales de los buques.

Es una Ley de Adhesión, a la que cada provincia puede adherir en su totalidad, en forma parcial, o dictar su propia ley<sup>(6)</sup>, que puede implicar que en algunos casos exista prohibición de ingresos o circulación y/o tratamiento de residuos peligrosos de otras jurisdicciones<sup>(7)</sup>, estableciendo además registros provinciales de generadores, transportistas y operadores de residuos peligrosos.

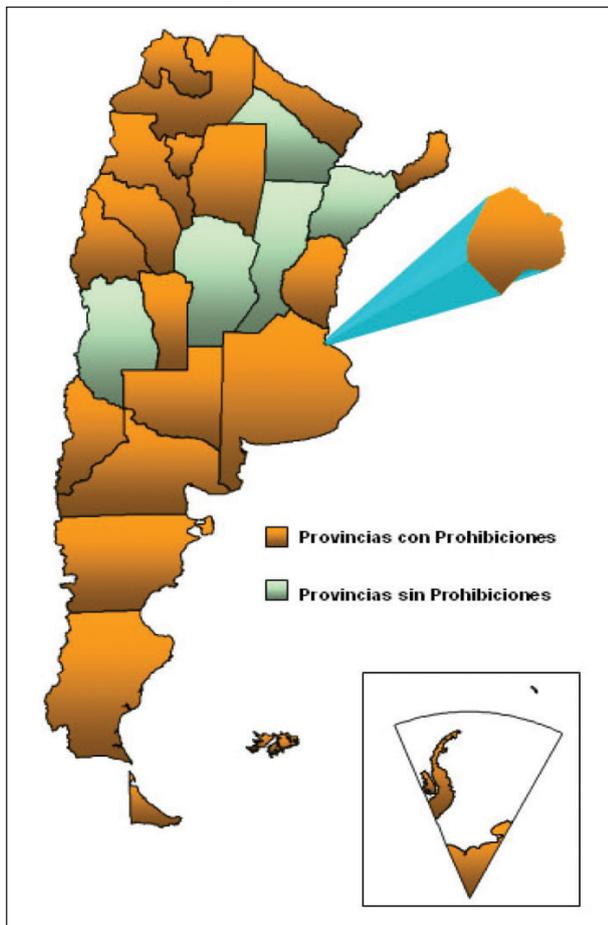
En la Figura 2, se observa la situación respecto a estas consideraciones en cada una de las provincias<sup>(8)</sup>.

(6) <http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/URP/File/Listado%20normas%20provinciales%20de%20la%20CABA%20y%20municipales2.pdf>

(7) [http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/URP/File/Promociones\\_Prohibiciones2\\_julio06.pdf](http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/URP/File/Promociones_Prohibiciones2_julio06.pdf)

(8) <http://www.ambiente.gov.ar>

Mapa de restricciones de ingreso jurisdiccionales en materia de residuos peligrosos



Mapa de registros provinciales operativos

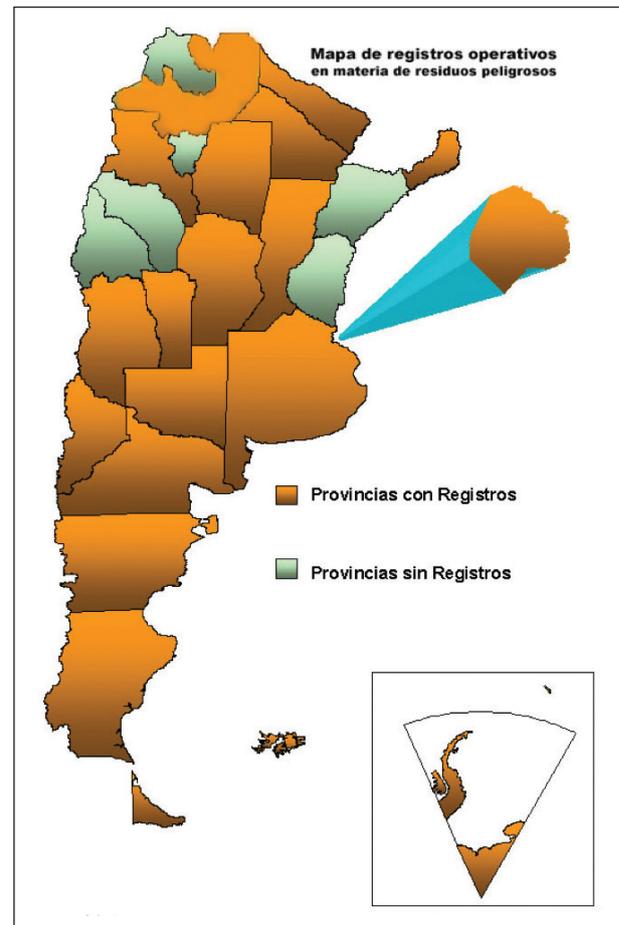


Figura 2.- Mapas de estado de situación de cada provincia respecto a la Ley 24.051

En este marco, los residuos de pilas o baterías estarían clasificados según puede observarse en la Tabla 1, del presente informe.

En diciembre de 2006, se sanciona la **Ley Nacional de Energía Eléctrica Portátil**

**Nº 26.184**, que establece en su Art 1º, la prohibición en todo el territorio de la Nación, de la fabricación, ensamblado e importación de pilas y baterías primarias, con forma cilíndrica o de prisma, comunes de Zinc Carbón (Zn/C) y alcalinas de manganeso (Zn/MnO<sub>2</sub>) cuyo contenido de mercurio, cadmio y plomo supere:

- 0,0005% en peso de mercurio;
- 0,015% en peso de cadmio;
- 0,200% en peso de plomo.

Asimismo, se prohíbe la comercialización de pilas y baterías con las características mencionadas a partir de los tres años de la promulgación de esa ley, impidiendo su comercialización a partir de principios del 2010.

Además fija las condiciones de etiquetado que deben cumplir junto con los requisitos de duración mínima en los ensayos de descarga, según las normas IRAM y/o IEC y/o ANSI.

Esta Ley se complementa con:

- **Resolución (SAyDS) N° 14/2007**, que establece los procedimientos de certificación previstos en el Art 6° de la Ley 26.184.
- **Resolución INTI N° 2/2007**, de creación de la red de laboratorios de Mediciones de pilas y baterías, supervisados y asistidos por el INTI.
- **Resolución (SAyDS) N° 484/2007**, la que establece el procedimiento a los fines de considerar discriminadamente los distintos supuestos en relación a la certificación exigida por la Ley 26.184.

Asimismo extiende la prohibición establecida en el art 1° de dicha ley a las pilas y baterías primarias cuyo diámetro sea superior a su altura, conocidas como “moneda” o “botón”, determinando que su contenido en peso de mercurio deberá ser inferior o igual al 2%.

La Ley Nacional N° 26.184 no contempla a las pilas secundarias, es decir, todas aquellas susceptibles de ser recargadas, las que carecen de legislación específica que regule su fabricación, transporte, ensamblado o comercialización, debiendo ser objeto de planes y programas específicos de recolección que aseguren su tratamiento.

Respecto a las pilas y baterías secundarias, actualmente a nivel nacional la única normativa vigente es la **Resolución N° 544/94** de la entonces Secretaría de Ambiente y Recursos Naturales y Ambiente Humano, que establece la gestión de acumuladores eléctricos o baterías plomo ácido tanto industriales como de vehículos, categorizados como Y31 e Y34 de acuerdo con el Anexo I de la Ley N° 24.051 de Residuos Peligrosos.

El transporte de este tipo de residuos está regulado a nivel nacional por la **Ley Nacional de Tránsito de la Secretaría de Transporte N° 24.449, y su Decreto Reglamentario N° 779/1995**, en cuyo Anexo “S”, se establece el “Reglamento General para el transporte de Mercancías Peligrosas por carretera”.

Esta Secretaría aprueba por **Resolución 195/1997**, las “normas técnicas para el transporte de mercancías peligrosas por carretera”.

Las **Resoluciones 720/1987 y 4/1989**, establece las “fichas de intervención”, a utilizar ante contingencias con sustancias peligrosas.

### 3.3 CIUDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES

La Ciudad Autónoma de Buenos Aires es la única que cuenta con legislación propia respecto al tema de pilas y baterías.

En diciembre de 2006, la CABA, sanciona su propia ley de residuos peligrosos los que quedan regulados en este ámbito por la **Ley 2.214**, y su **Decreto Reglamentario 2020/07**.

Esta ley en su art.3º, excluye los RSU, (regulados por la Ley 1.854 y su Decreto 639/07 de GIRSU), los residuos patogénicos, radioactivos y de operaciones normales de buques y aeronaves, los que tienen legislación propia que los regula. Esta Ley no incorpora los residuos clasificados como "Y48".

También crea un registro de generadores, transportistas y operadores, estableciendo sus requerimientos y responsabilidades.

Por otro lado, en el Anexo III de esta Ley, en la cual se establecen las operaciones permitidas de eliminación de residuos peligrosos, quedan excluidas las operaciones de eliminación que no conducen a la recuperación de recursos, el reciclado, la regeneración, la reutilización directa, u otros usos como: depósitos dentro o sobre la tierra, por ej. rellenos (D1), inyección profunda (D3), embalses superficiales (D4), vertido en una extensión de agua (D6), y en mares y océanos (D7), incineración en tierra (D10), o mar (D11).

La **Ciudad de Buenos Aires**, sanciona la **Ley N°1.854** de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos (2005), en la cual diferencia las pilas y baterías del flujo normal de RSU al establecer, en el Art. 16º de su decreto reglamentario N°639/2007, que:

"...las pilas y baterías que han finalizado su vida útil, junto a los aparatos eléctricos y electrónicos en desuso y sus residuos, entre otros, serán sujetos a manejo especial, y deberán ajustarse a programas y planes de manejo específicos con el propósito de seleccionarlos, acopiarlos, transportarlos, valorizarlos o sujetarlos a tratamientos o disposición final de manera ambientalmente adecuada y controlada".

De esta forma, la Ley los reconoce como RSU pero dentro de un sistema de gestión diferenciada por las características propias de los mismos.

Esta Ley también pone a cargo de la Autoridad de Aplicación la implementación de un cronograma gradual mediante el cual los productores, importadores y distribuidores de elementos o productos de difícil o imposible reciclaje, y aquellos que siendo residuos sólidos urbanos presenten características de toxicidad y nocividad significativas, se harán cargo de su reciclaje o disposición final.

En este contexto, sancionó la **Resolución 262/08**, de gestión de pilas secundarias o recargables. En ella, se asigna la carga de la gestión integral ambiental de las pilas y baterías recargables agotadas, al productor, importador, distribuidor, intermediario o responsable de la puesta en el mercado de dichos productos.

Estos deben elaborar y ejecutar planes aprobados de gestión de pilas y/o baterías recargables agotadas que permitan su adecuada recepción, transporte, tratamiento y disposición final, a fin de evitar efectos negativos en el ambiente; e informar de los planes de gestión ante los consumidores, orientando a éstos últimos respecto de la debida separación de las mismas y del sistema de recolección implementado tal efecto.

## 4. Movimiento de pilas y baterías en Argentina

---

### 4.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Para evaluar el movimiento total de pilas y baterías que registra la Argentina se analizan los datos registrados en el Sistema "on line" de importaciones y exportaciones del MERCOSUR, ExiNet, en el período comprendido entre enero de 2003 a diciembre 2015.

En él las pilas y baterías se registran según el código de posición arancelaria del Nomenclador Común del MERCOSUR (NCM), identificando las pilas y baterías primarias con el código 85.06, con una subclasificación según su composición. El mismo criterio es utilizado para las pilas y baterías secundarias, cuyo código NCM es el 85.07.

Para los residuos y desechos de pilas y baterías primarias y acumuladores el código de identificación según el NCM es el 85.48, con una subclasificación como residuos en sí mismo sin especificar si proviene de pilas o baterías primarias o secundarias y sus partes. En cada uno de los casos existe una segunda subclasificación, en función del volumen y forma de las mismas.

Para el análisis del movimiento de pilas en la Argentina se ha considerado los códigos listados en la Tabla 3 que clasifican las pilas según su tipo en primarias, secundarias, o residuos, y no contemplando las subclasificaciones subsiguientes dado que escapan al objetivo del análisis de los datos.

Como en la Argentina no se fabrican pilas y baterías primarias o secundarias (a excepción de las baterías o acumuladores de plomo ácido), los datos de exportación provienen de la triangulación que existe entre nuestro país y otros, la comercialización de productos y/o equipamiento (que contienen pilas y baterías) normalmente asociados a un beneficio económico y/o impositivo para su transporte y exportación. A su vez, existen filiales empresariales e industriales que le brindan un valor agregado a productos de comercialización quedando implícito el contenido de las pilas y baterías en el momento de la exportación del insumo.

Tampoco se puede constatar si todos los datos registrados de pilas y baterías contemplan aquellas que ingresan como parte de un equipo, aparato, juguete, o herramienta. Sin embargo, permiten tener una idea del movimiento de las mismas, objetivo principal del presente informe.

En función de la fiabilidad de la estadística sobre las exportaciones, este informe no puntualiza en el análisis de este movimiento, enfocándose solo en el análisis de las importaciones.

Tabla 3.- Clasificación de pilas y baterías según código NCM

Tipo		código NCM
Primarias	Dióxido de Manganeso	8506-10
	Óxido de Mercurio	8506-30
	Óxido de Plata	8506-40
	Litio	8506-50
	Aire Cinc	8506-60
	Otras	8506-80
	Partes	8506-90
Secundarias	de Plomo p/ arranque de motores	8507-10
	de Plomo otras	8507-20
	de Níquel Cadmio	8507-30
	de Níquel Hierro	8507-40
	de Níquel Hidruro metálico	8507-50
	de Ión Litio	8507-60
	Otros	8507-80
	Partes	8507-90
Residuos	Pilas y Acumuladores	8548-10
	de partes	8548-90

#### 4.2 TOTALES DE IMPORTACIONES Y EXPORTACIONES

En la Figura 3, se grafica la evolución temporal desde 2003 a 2015, y se presentan los valores en términos de porcentaje de las importaciones y exportaciones de pilas y baterías, observándose durante el transcurso de los años que las importaciones se mantienen en su mayoría por encima del 90%. Las exportaciones en general se registran, en su gran mayoría, a partir de la triangulación que existe en algunos casos debido a los beneficios económicos impositivos. Sin embargo en 2005 se observa un incremento en las exportaciones, que puede deberse a la sanción de la Ley Nacional 26.184, de energía eléctrica portátil. En la Tabla 4, se resume el movimiento total y su evolución temporal para el mismo período para cada tipo de pilas y baterías, expresado en toneladas anuales.



Figura 3.- Evolución total de las importaciones y exportaciones de pilas y baterías

En la siguiente Figura 4 se puede observar el comportamiento sobre las exportaciones y las importaciones diferenciando las pilas primarias de las secundarias. La menor diferencia entre las variables se mantiene cuando se analiza el movimiento de las pilas primarias (Figura 4a), observando que para las pilas secundarias (Figura 4b) la diferencia se incrementa entre la exportación/importación en comparación a las pilas primarias. La tendencia desde el 2013 a la actualidad se mantiene relativamente constante en función de los años anteriores.

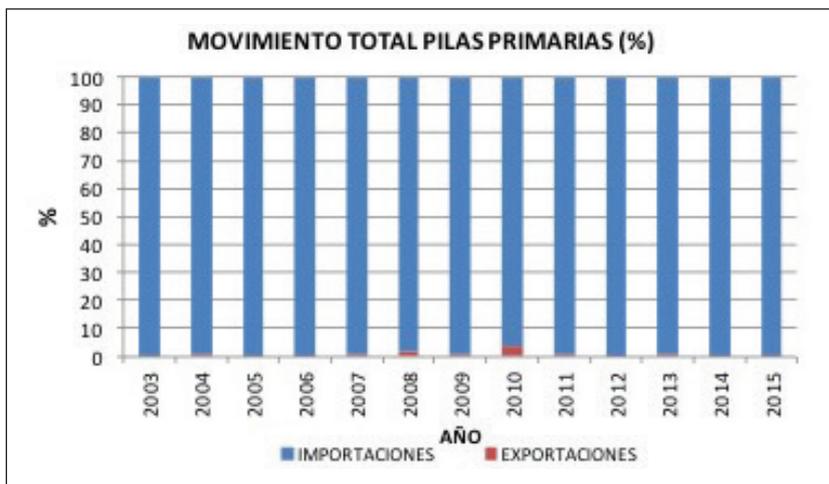


Figura 4a

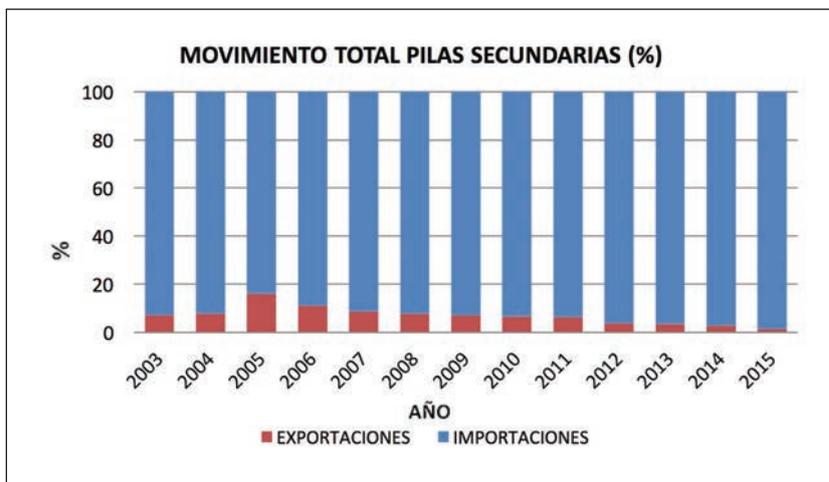


Figura 4b

Figura 4.- Movimiento de las pilas primarias y secundarias

En la siguiente Tabla 3 se registran los datos correspondientes a las importaciones/exportaciones históricas (anuales) para el tipo de pila o batería según corresponda, expresados en términos de toneladas. Del análisis de estos datos se determinaron las conclusiones detalladas y los gráficos y figuras presentadas.

Tabla 3.- TOTAL MOVIMIENTO PILAS Y BATERÍAS <sup>(1)</sup> (toneladas)								
Tipo Pilas	Movimiento	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Primarias	Importaciones	368,38	514,90	458,27	445,57	5.847,94	7.294,09	6.242,40
	Exportaciones	0,70	4,94	1,27	0,70	34,75	121,87	40,02
Secundarias <sup>(2)</sup>	Importaciones	20.685,83	30.492,20	22.416,01	29.713,25	35.546,49	36.220,73	33.841,45
	Exportaciones	1.563,17	2.535,01	4.247,41	3.722,02	3.373,42	2.995,95	2.580,94
Residuos	Importaciones	22,00	27,00	202,50	-	38,29	64,90	65,73
	Exportaciones	32,15	27,01	202,50	-	26,89	50,80	63,92

Tabla 3.- TOTAL MOVIMIENTO PILAS Y BATERÍAS (1) (toneladas)							
Tipo Pilas	Movimiento	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Primarias	Importaciones	7.955,07	6.490,34	6.219,66	6.340,27	5.217,37	6.242,64
	Exportaciones	271,76	33,31	1,23	26,05	0,87	3,04
Secundarias <sup>(2)</sup>	Importaciones	35.915,43	41.498,86	38.954,04	20.685,83	30.492,20	22.416,01
	Exportaciones	2.475,38	2.800,14	1.529,87	1.563,17	2.535,01	4.247,41
Residuos	Importaciones	6,66	41,90	120,64	47,72	36,73	112,65
	Exportaciones	1,18	63,90	167,28	54,82	34,84	52,97

Tabla 4.- Movimiento total de pilas y baterías en toneladas anuales

### 4.3 IMPORTACIONES

El movimiento principal de pilas en el país se debe a su importación. Comparando los valores porcentuales cuantitativos históricos de cada tipo, en el periodo de 2003 a 2006 inclusive, se observa que la importación de pilas secundarias representa casi el 100% del total. Desde 2007 a la actualidad la relación entre ambas se incremento con un porcentaje medio del 15%, como puede observarse en la Figura 5.

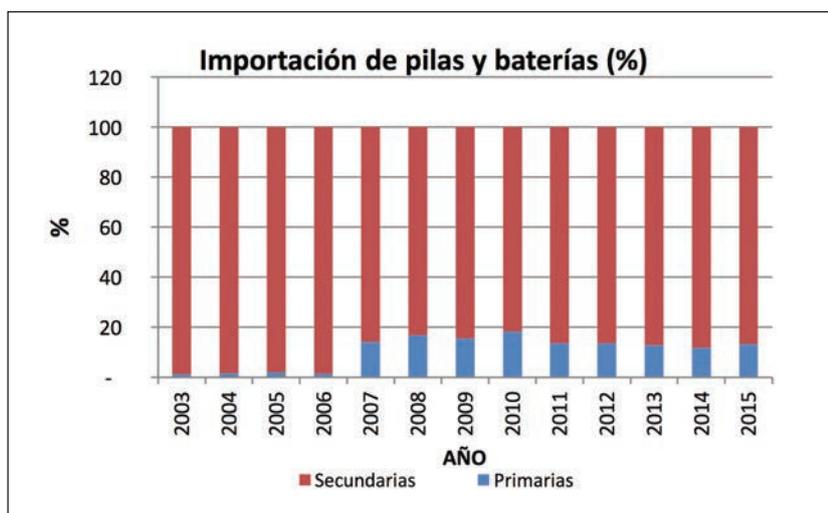


Figura 5.- Importación anual de pilas y baterías %

Si bien porcentualmente, en términos de importaciones, la participación de las pilas primarias es considerablemente menor, se observa que a partir de 2007, se incrementó considerablemente su cantidad en relación con su valor en toneladas, pasándose a importar cerca de 500 ton/año a casi 6.000 ton/año (Figura 6), mientras que para las secundarias se observa un incremento constante en el tiempo, con una disminución en 2005.

En la siguiente Figura 6 se detalla el comportamiento de la cantidad de pilas primarias y secundarias en términos de ton/año.

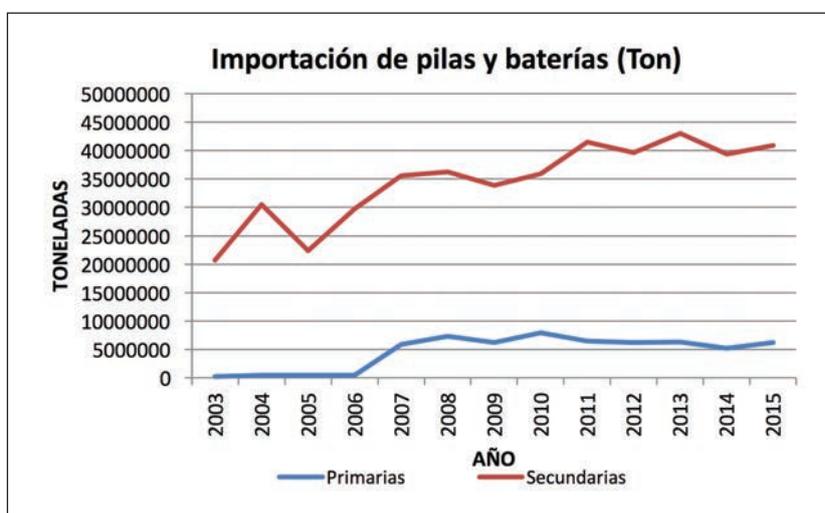


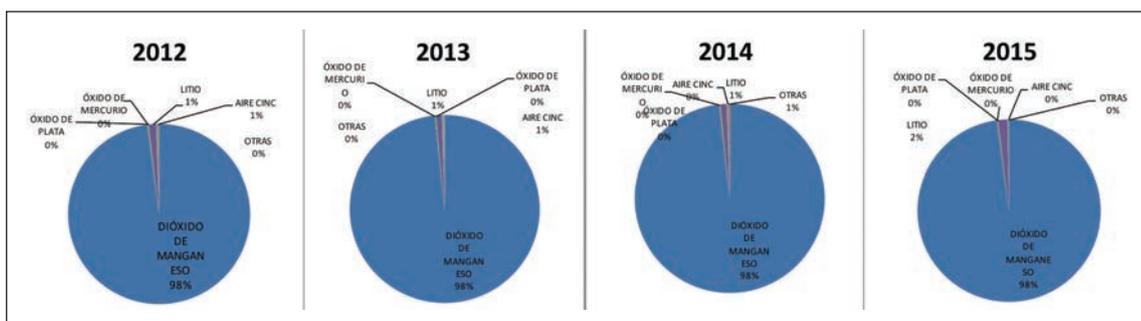
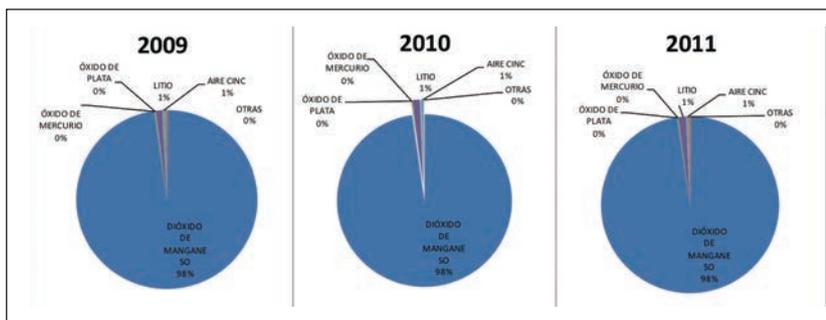
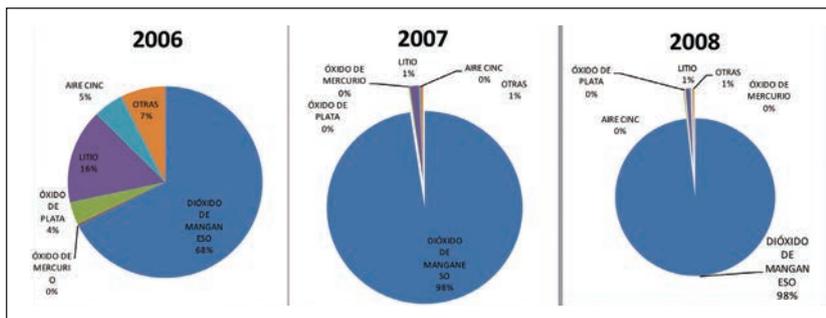
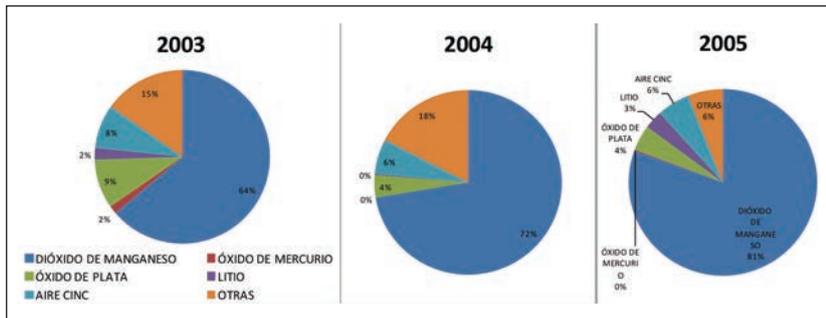
Figura 6.- Importación anual de pilas y baterías (Ton)

#### 4.3.1 Pilas primarias

Del análisis de datos referente a pilas primarias detallado en la Figura 7, se observa que hasta 2006, inclusive, el total de las importaciones se encuentra dividido entre los diferentes tipos de pilas primarias, con mayor participación de las del tipo cinc dióxido de manganeso ( $Zn/MnO_2$ ), cuyo número tiene una tendencia de crecimiento en el transcurso del tiempo.

También se observa un incremento en la participación de las pilas primarias de Litio de casi el 16% en 2006, para luego mantenerse en valores menores al 1%, con una importante disminución de la participación del resto de pilas primarias (en valores porcentuales) pero manteniendo su cantidad media anual de alrededor de 24.000 toneladas para las del tipo de aire-cinc y de 15.000 toneladas anuales para las de óxido de plata y una disminución considerable de las de óxido de mercurio. Esta disminución resulta coincidente con la promulgación de la Ley 26.184 de Energía Eléctrica Portátil. La aplicación de esta Ley queda ampliada a las pilas del tipo botón, mediante nota externa 4 - N° 3112/2007 de la Subdirección General Técnico Legal Aduanera (14-jun-07).

**IMPORTACION HISTORIA ANUAL EN PORCENTAJE DE PILAS PRIMARIAS POR TIPO Y CANTIDAD**



El Instituto de Ingeniería Sanitaria perteneciente a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FIUBA) publicó en 2009 un estudio sobre las pilas y baterías agotadas recolectadas en una campaña voluntaria realizada por el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires en 2008. En ese estudio se determina que el porcentaje medio de pilas y baterías agotadas que componen los RSU de la CABA es del 0,0123% del total, representando 323 kg/día, lo que equivale a 117 toneladas anuales de pilas y baterías desechadas. El 69% corresponden a las categorizadas como primarias, mientras que el resto son secundarias. Dentro de las pilas primarias el 1,69 % son pilas botón.

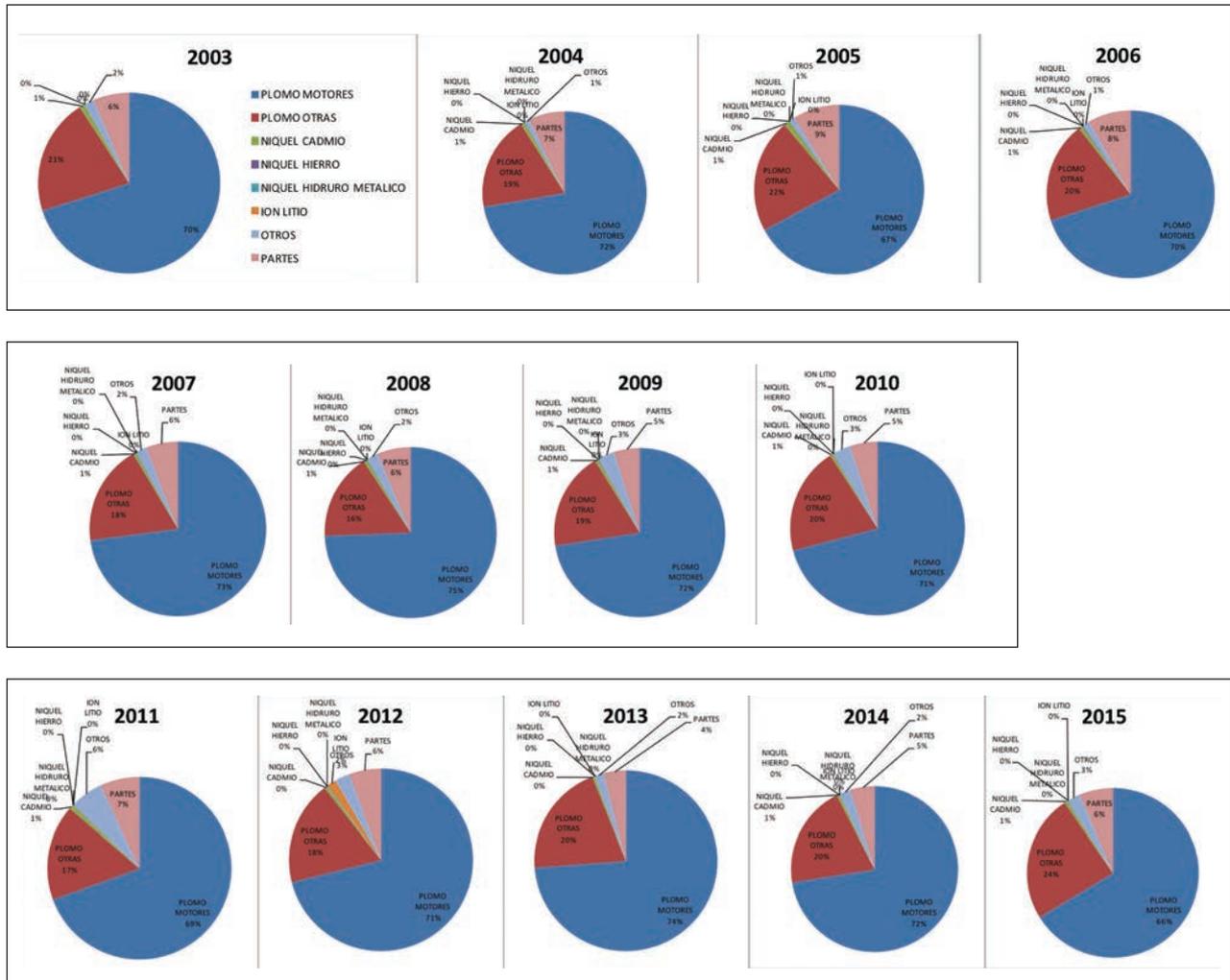
#### **4.3.2 Pilas secundarias**

La evolución histórica anual de las pilas secundarias o recargables, según los diferentes tipos, puede observarse en la Figura 8, donde se concluye que desde 2003 hasta 2015 se mantiene predominante y con altos porcentajes (promedio 90%) la importación de pilas secundarias con contenido de plomo en sus variedades plomo para arranque de motores y plomo otras, de las cuales se visualizan medias que rondan el 70% y el 20% en forma respectiva para cada tipo de pila.

Con una participación menor le sigue las pilas correspondientes a “partes y otras” que varía entre el 8% y el 10% y las de “níquel cadmio”, con un porcentaje de participación menor al 1%.

En 2012, aparecen subclasificadas con los códigos NCM 8507-50 de níquel hidruro metálico y 8507-60 de ión litio, observándose que éstas últimas representan cerca del 2% de las pilas secundarias. Estas pilas son habitualmente utilizadas en los aparatos de telefonía móvil (celulares). La tendencia se enmarca debido a que en los años anteriores al 2012 las pilas ingresaban incorporadas al aparato o equipo de telefonía móvil, sin existir la obligación de declararlas en forma separada.

### IMPORTACION HISTORIA ANUAL EN PORCENTAJE DE PILAS SECUNDARIAS POR TIPO Y CANTIDAD



## 5. Tratamientos de pilas y baterías agotadas

El objetivo del tratamiento de las pilas y baterías agotadas es la obtención y recuperación de los materiales que contienen, básicamente los metales.

En Europa, el EBRA<sup>(9)</sup> (European Battery Recycling Association) es una asociación fundada en 1998 que promueve el desarrollo de la recolección, tratamiento, clasificación y reciclado de pilas y baterías agotadas. La mayoría de sus miembros son las empresas recicladoras de pilas y baterías localizadas en diferentes países de la Unión Europea.

En la Tabla 5 se mencionan algunas de las empresas europeas y el tipo de tecnología aplicada para el reciclado de diferentes pilas y baterías agotadas:

Tabla 5.- Algunas Empresas Europeas de reciclado y tratamiento de pilas y baterías<sup>(10)</sup>

Empresas	País	Tipo de pilas y baterías	Tecnología
<b>Accurec GMBH</b> (www.accurec.de)	Alemania	Baterías Ni-Cd, Ni-MH y pilas alcalinas.	Destilación al vacío
<b>Batrec Industrie AG</b> (www.batrec.ch)	Suiza	Pilas y baterías primarias y secundarias, incluyendo baterías de Litio y pilas botón.	Pirometalúrgico
<b>Citron</b> (www.citron.ch)	Francia	Pilas primarias de Litio, alcalinas y de Carbono/Zinc. Baterías Zinc/aire.	Pirometalúrgico
<b>Duclos Environnement</b> (www.duclos-sa.com)	Francia	Pilas primarias, incluyendo pilas botón.	Destilación al vacío
<b>Erachem Comilog</b> (www.erachem-eur.com)	Bélgica	Todo tipo de pilas y baterías primarias.	Hidrometalúrgico
<b>Euro Dieuze Industrie</b> (www.sarpindustries.fr)	Francia	Pilas y baterías primarias y secundarias.	Hidrometalúrgico
<b>GyP Batteries</b> (www.g-pbatt.co.uk)	Inglaterra	Todo tipo de pilas	Hidrometalúrgico
<b>Pilagest S.L.</b> (www.pilagest.es)	España	Pilas y baterías primarias y secundarias (excepto baterías de plomo), incluyendo pilas botón.	Hidrometalúrgico
<b>SNAM</b> (www.snam.com)	Francia	Baterías Ni-Cd, Ni-MH, Ión-Litio.	Destilación

### 5.1 PRETRATAMIENTO O TRATAMIENTO MECÁNICO

Para lograr una mayor eficiencia en los tratamientos posteriores es conveniente acondicionarlas pilas y baterías usadas/agotadas mediante una separación automatizada y mecánica, diferenciando las pilas por tipo y tamaño.

Mediante una clasificación manual del tipo primaria o secundaria y a través del uso de tamices, se separan las pilas "botón" del "resto" (cilíndricas y prismáticas).

Las pilas y baterías cilíndricas o prismáticas se someten a una trituración, pasando a posterior por una mesa vibratoria que permite separar la fracción gruesa (compuesta por papeles, plásticos y metales ferrosos y no ferrosos) de la fracción fina (polvo de pilas) que es la que contiene los contaminantes.

Una vez que sus componentes son clasificados y separados se los somete a diferentes procesos de tratamiento como la hidrometalurgia, la pirometalurgia, la destilación por vacío, y el almacenamiento en relleno de seguridad.

(9) <http://www.ebra-recycling.org/>

(10) <http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2015/07/Impacto-pilas-2014.pdf> y búsquedas propias

En los países donde actualmente no existe tecnología habilitada para el tratamiento y recuperación posterior de sus componentes, como la Argentina, este método logra una importante separación de los diferentes componentes, que facilita su gestión como residuo peligroso. De esta forma se obtienen componentes que pueden gestionarse dentro del mismo país y, en el caso de tener que exportarse para su recuperación, se logra disminuir el volumen a trasladar con el consiguiente costo asociado.

## 5.2 HIDROMETALURGIA

Los métodos hidrometalúrgicos consisten en la disolución parcial o total de metales en agua con ácidos o bases fuertes y extracción selectiva de metales para su uso como materia prima en la industria metalúrgica.

Las etapas de este proceso son:

- Pretratamiento de clasificación y separación de componentes, a partir del cual la masa negra obtenida se somete a:
  - Lixiviación: separación de los metales presentes en la fracción de polvos finos con soluciones ácidas o básicas según componentes y posterior neutralización para separar sales metálicas.
  - Enriquecimiento: concentración de soluciones pobres por extracción líquido-líquido mediante disolventes orgánicos y, al mismo tiempo, purificación alcalina.
  - Purificación: separación de sustancias acompañantes e impurezas por extracción sólido-líquido y/o precipitación (en forma de hidróxidos o sulfuros o cementación).
  - Electrólisis: Separación electrolítica de los metales con ánodos insolubles (Zn, Cu).
  - Refinación: Separación electrolítica del metal con ánodos solubles (Cu, Pb).

Estos procesos generan efluentes líquidos, barros y emisiones que deben controlarse y gestionarse de acuerdo con sus características, las cuales son<sup>(11)</sup>.

- Agua residual: en relación a la eficiencia del proceso de tratamiento puede contener concentraciones de los metales pesados que componen las pilas y baterías.
- Residuos de lixiviación: contienen compuestos metálicos contaminantes.
- Gases de escape: aparecen en la separación electrolítica niebla ácida y ácido sulfúrico.
- Vapores que contienen metales, por ejemplo, en hornos con ánodo de cobre bruto.
- Disolventes orgánicos, por ejemplo, xerosina en la extracción líquido-líquido en el proceso de enriquecimiento.
- Fango de ánodos: en el fango aparecen metales y compuestos metálicos, como plata o plomo.
- Electrolito evacuado: contiene compuestos metálicos disueltos de hierro, níquel, cinc, arsénico, cobalto.

## 5.3 PIROMETALÚRGICO

Bajo la denominación de métodos pirometalúrgicos están aquellos que involucran la transformación y separación de componentes a partir de un tratamiento térmico del residuo en medio reductor (combustión con coque) y separación de los metales volátiles.

Los procesos pirometalúrgicos son relativamente simples pero no versátiles y consumen grandes cantidades de energía en comparación con las técnicas hidrometalúrgicas.

(11) <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/imprimir.asp?IdEntrega=168>

Las etapas de un proceso pirometalúrgico son:

- **Calcinación:** Consiste en la desulfuración parcial o completa (calcinación total) del material de alimentación.
- **Calcinación sinterizante:** quemado del azufre con entrada de aire (transformación de los sulfuros en óxidos metálicos y gas  $\text{SO}_2$ ) con aglomeración simultánea del producto calcinado para la carga en hornos de cuba.
- **Rotación del horno:** enriquecimiento de óxido metálico mediante volatilización controlada (Zn).
- **Fusión:** separación de ganga (escorias); obtención de sulfuros metálicos de alto valor por combustión parcial del contenido de azufre o reducción de óxidos metálicos (PbO, ZnO) bajo combustión de coque con aportación de aire.
- **Soplado:** transformación de sulfuro metálico en metal en el convertidor.
- **Refinación pirometalúrgica:** eliminación, en las mezclas metálicas fundidas del oxígeno, azufre, impurezas y metales acompañantes, por precipitación intermetálica, laboreo de escorias y/o volatilización.
- **Empobrecimiento de escorias:** mediante procesamiento térmico de las escorias para obtener componentes metálicos.

Las operaciones de este tipo de procesamiento generan emisiones gaseosas, efluentes líquidos y residuos sólidos que deberán ser gestionados adecuadamente, para evitar o minimizar los riesgos ambientales asociados según las características de los mismos que se describen a continuación<sup>(12)</sup>:

- Gases de escape de diferente origen:
  - Polvo primario del material de alimentación,
  - Polvo de metales volátiles (plomo, cinc, cadmio, mercurio y sus compuestos (condensados después de enfriamiento).
  - Sustancias gaseosas como  $\text{SO}_2$ , HCl, HF, CO,  $\text{CO}_2$ .
- Agua residual de circuitos de refrigeración y de lavados de gas de escape.
- Escorias finales con contenidos metálicos residuales, sulfatos y sulfuros.
- Desprendimientos del horno con contenido de plomo, cadmio, mercurio.

Debido a ello es importante tener en cuenta la necesidad de captar eficazmente todas las emisiones directas y difusas en las zonas de generación, mediante la instalación de campanas de captación, para su posterior tratamiento.

También se requiere adecuar, previo a su vuelco o reúso, los efluentes provenientes del sistema de tratamiento de los gases. Esta adecuación genera barros o semisólidos con contenido de metales pesados. Para su gestión adecuada se requiere, al igual que las cenizas generadas por la combustión, de su previa caracterización.

#### 5.4 DESTILACIÓN POR VACÍO

Es un proceso muy utilizado para la recuperación de los componentes de las pilas botón, aunque no es el único. El proceso consiste en someter las pilas botón en una cámara de vacío a baja presión y alta temperatura para lograr liberar en forma de vapor el mercurio contenido. El mercurio vaporizado pasa a una cámara de combustión donde las partículas orgánicas se oxidan con oxígeno a temperaturas de 800°C para su posterior condensación mediante refrigeradores con aire forzado en un circuito cerrado de agua. Finalmente se extrae el mercurio por simple decantación y se somete a un proceso de afino.

(12) <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/Imprimir.asp?IdEntrega=168>

Los residuos del horno se someten a una separación magnética, obteniendo chatarra reciclable y material no magnético, el cual es fundido obteniéndose plata y escoria de tipo vítreo con componentes potencialmente peligrosos. Esta operación se puede realizar en la misma planta o en otras instalaciones especializadas en la recuperación de metales de los residuos del horno.

Los gases son depurados antes de su salida a la atmósfera, pasando por una columna de filtración con carbón activo.

## 5.5 RELLENO DE SEGURIDAD

El relleno de seguridad es un depósito de seguridad diseñado para contener sustancias potencialmente peligrosas para la salud humana y el ambiente. Su diseño debe ser lo suficientemente seguro para confinar indefinidamente dichas sustancias y la gestión debe estar respaldada por las normativas legales nacionales e internacionales.

En función de las características de algunos residuos, en algunos casos deben ser pre-tratados, como por ejemplo aquellos que:

- Son fácilmente transportables por el aire.
- Contengan líquidos libres.
- Puedan generar derrames a temperatura ambiente.
- Presenten problemas de pH (menor a 2, o mayor a 12).
- Posean propiedades químicas o físico-químicas, que le permitan penetrar y/o difundirse a través de la barrera de contención.
- Sales inorgánicas que poseen alta solubilidad en agua.

En el caso de las pilas o baterías, los metales pesados que las componen deben ser inmovilizados previamente a su disposición final en relleno de seguridad.

### 5.5.1 Inmovilización de componentes

Para la inmovilización se pueden realizar diferentes procesos físico-químicos como la vitrificación, cementación y ceramización. Todos ellos son tecnologías disponibles a nivel mundial con diversas variantes técnicas, tales como la estabilización por agregado de agentes químicos que forman compuestos insolubles con los metales, confinamiento en envases herméticos, encapsulamiento con cemento, vitrificación a altas temperaturas, entre otras.

Cuando se utiliza encapsulamiento con cemento es recomendable colocar las pilas en un envase hermético con agregado de un reactivo básico para neutralizar los productos de alteración ácidos, de forma de preservar la estructura frente a ataques químicos. Estas tecnologías pueden ser utilizadas para el tratamiento de residuos de pilas y baterías, siempre y cuando los materiales resultantes cuenten con una disposición final adecuada, como ser en relleno de seguridad.

## 6. Panorama argentino en cada etapa de la gestión

El objetivo de este apartado analiza cuál es el panorama de situación en la Argentina respecto a la temática de pilas y baterías donde se carece de un sistema de gestión formal y federal.

Es necesario para ello establecer: los mecanismos de financiación, el concepto de responsabilidad extendida del productor (REP); los métodos de recogida selectiva y los requisitos de los centros de recolección, reciclado o procesos de recuperación de materiales, tratamiento y disposición final.

### 6.1 GENERACIÓN

La Argentina, al adherirse al Convenio de Basilea mediante la **Ley Nacional N° 23.922** sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, debe implementar en el país todos aquellos instrumentos e infraestructura necesaria para dar cumplimiento a esa normativa.

En este aspecto sanciona la **Ley Nacional General del Ambiente N° 25.675**, que establece los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable.

Como la misma aún no se encuentra reglamentada, entre otros temas, para la gestión de los residuos peligrosos, sigue vigente la **Ley Nacional de Residuos Peligrosos 24.051** reglamentada por el **Decreto 831/93** que regula la generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición de estos residuos en el ámbito de la Argentina creando además un registro obligatorio de generadores, transportistas y operadores.

En particular para la temática de pilas y baterías, sanciona la **Ley Nacional de Energía Portátil N° 26.184** que regula y establece contenidos mínimos para las pilas y baterías primarias, cuyo contenido debe ser certificado regulando el procedimiento por **Resolución (SAyDS) N° 14/2007**, en laboratorios habilitados por **Resolución INTI N° 2/2007**.

Cabe destacar que si bien existe un procedimiento de certificación de pilas y baterías primarias, las mismas no poseen un sistema de identificación en el mercado que permita al consumidor distinguir las.

Por **Resolución (SAyDS) N° 484/2007**, incorpora a las pilas primarias del tipo botón a la realización de estos procedimientos y regulando su contenido mínimo de mercurio.

Esta Ley no contempla las pilas secundarias, es decir, todas aquellas susceptibles de ser recargadas, las que carecen de legislación específica que regule su fabricación, transporte, ensamblado, comercialización, debiendo ser objeto de planes y programas específicos de recolección que aseguren su tratamiento.

En este marco la **Resolución N° 544/94** de la entonces Secretaría de Ambiente y Recursos Naturales y Ambiente Humano, establece la gestión de acumuladores eléctricos o baterías plomo ácido tanto industriales como de vehículos, categorizados como Y31 e Y34 de acuerdo al Anexo I de la Ley N° 24.051 de Residuos Peligrosos.

Con lo cual las pilas y baterías de plomo ácido tienen instrumentada una gestión de reciclado y reúso de las mismas.

La Ciudad de Buenos Aires, mediante la sanción de la **Resolución 262/08**, hace responsable de la totalidad de la gestión de pilas secundarias o recargables agotadas al productor, importador, distribuidor, intermediario o responsable de la puesta en el mercado de dichos productos, contando actualmente un registro de los sitios de recolección de las mismas según la marca comercial<sup>(13)</sup>.

## 6.2 TRANSPORTE Y TRASLADO

Al estar categorizadas como material peligroso, su transporte y traslado está regulado a nivel nacional por la **Ley Nacional de Tránsito de la Secretaría de Transporte N° 24.449**, y su Decreto reglamentario **N° 779/1995**, en cuyo Anexo "S", se establecen las condiciones en las que deben ser transportadas.

Dado que la Ley Nacional 24.051 de Residuos Peligrosos, es una Ley a la cual cada provincia puede adherir en forma total o parcial o bien tener su propia legislación al respecto<sup>(14)</sup>, se deberá evaluar la gestión adecuada de transporte y traslado de las mismas en cada caso particular.

## 6.3 TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL

Con respecto al tratamiento de las pilas y baterías agotadas en la Argentina, por tratarse éstas de residuos clasificados como peligrosos, deben gestionarse como tales. Por lo cual, los generadores, transportistas y operadores de este tipo de residuos deberán inscribirse en los registros correspondientes siguiendo los requisitos regulados por la Ley 24.051.

Actualmente en la Argentina el registro Nacional de Operadores<sup>(15)</sup>, para pilas y baterías agotadas (sin contemplar las pilas de plomo ácido que tienen regulada su gestión) habilita como único método de tratamiento posible y disposición final al relleno de seguridad, requiriendo una inmovilización previa de sus componentes.

Existen empresas que se encuentran inscriptas como exportadoras de pilas y baterías agotadas para la recuperación y reciclado de sus componentes en otros países.

Esta gestión debe realizarse dentro del marco del Convenio de Basilea, que regula el movimiento transfronterizo de los residuos peligrosos. Este convenio permite esta posibilidad en el caso de no existir la tecnología de tratamiento necesaria en el país de origen. Para lo que ambos países deben estar adheridos al Convenio y además firmar un acuerdo común.

Con este panorama, y teniendo presente la medidas adoptadas en otros países y la disminución de la concentración del contenido de componentes tóxicos en las pilas y baterías primarias generadas a nivel domiciliario, la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación en su informe de Manejo Sustentable de Pilas<sup>(16)</sup>, recomienda que las pilas y baterías primarias certificadas sean dispuestas junto con los residuos sólidos urbanos siempre y cuando se cuente dentro de la gestión del servicio de higiene urbana con un relleno sanitario para su disposición final.

(13) [http://www.buenosaires.gov.ar/areas/med\\_ambiente/apra/des\\_sust/res\\_esp/empresa\\_recoleccion.php?razonsocial=1&barrio=](http://www.buenosaires.gov.ar/areas/med_ambiente/apra/des_sust/res_esp/empresa_recoleccion.php?razonsocial=1&barrio=)

(14) <http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/URP/File/Listado%20normas%20provinciales%20de%20la%20CABA%20y%20municipales2.pdf>

(15) [http://www2.medioambiente.gov.ar/residuos\\_peligrosos/nominas/NomOpelnd.asp](http://www2.medioambiente.gov.ar/residuos_peligrosos/nominas/NomOpelnd.asp)

(16) <http://www.ambiente.gov.ar/?idseccion=22>

En este marco la población de la CABA y los 33 municipios del Área Metropolitana de Buenos Aires<sup>(17)</sup> (Almirante Brown, Avellaneda, Berazategui, Berisso, Brandsen, Ensenada, Escobar, Esteban Echeverría, Ezeiza, Florencio Varela, Gral. San Martín, Gral. Rodríguez, Hurlingham, Ituzaingó, José C. Paz, La Matanza, Lanús, La Plata, Lomas de Zamora, Magdalena, Malvinas Argentinas) que disponen sus residuos en el CEAMSE pueden incluir los residuos de pilas y baterías primarias junto con los residuos domiciliarios. A los cuales se deben sumar todas aquellas localidades que disponen fehacientemente sus residuos sólidos urbanos en rellenos sanitarios.

Existen diversas iniciativas de programas de recolección de pilas y baterías agotadas con la finalidad de construir elementos constructivos como ladrillos o bancos de plaza. Aún cuando para ello, se utilicen productos químicos para inmovilizar los compuestos peligrosos, los procesos químicos pueden continuar y fisurar tales elementos, o bien se pueden romper por un mal uso o por su demolición quedando expuestos los componentes peligrosos.

Un antecedente conocido es el de los caños de cemento que contenían pilas usadas y que estallaron en un gimnasio en Mendoza<sup>(18)</sup>. Caños que contenían botellas de P.E.T. rellenas de pilas se fisuraron y se produjo lixiviado de los líquidos interiores.

Cabe destacar que al acumular las pilas y baterías primarias se está concentrando la peligrosidad de sus componentes. Quien realice esta actividad deberá inscribirse como generador de residuos peligrosos y gestionarlas como tal.

En junio de 2015 se inauguró la Planta Piloto Multipropósito (PLA. PI. MU) ubicada en la Ciudad de La Plata, como laboratorio de investigación y desarrollo que tiene por finalidad el cuidado del ambiente. En esta planta se desarrolla un proceso que permite la recuperación de los metales presentes en las pilas agotadas logrando un doble propósito, por un lado evitar la contaminación de suelos y aguas subterráneas y por otro recuperar los metales para su reutilización, disminuyendo la explotación minera y la contaminación en la producción de los mismos. La planta cuenta con una capacidad para reciclar 80 kilos de pilas por mes. Eso equivale al consumo de pilas de una población de alrededor de 8.000 habitantes.

El primer paso es la clasificación por tamaño de las pilas alcalinas agotadas: chicas (AAA), medianas (AA), grande (C) y más grandes (D). La Planta no procesa pilas reciclables.

Mediante un método artesanal, se corta la carcasa de hierro que recubre las pilas. Una vez abiertas se recuperan los diferentes componentes: cobertura de acero, algo de papel, el barro interno (debido a que tiene una gran cantidad de carbón), y los metales que se reutilizan como el zinc y el manganeso.

Una vez separados, se tratan en una solución de ácido sulfúrico generada por un proceso biotecnológico.

La producción microbiológicamente catalizada de ácido sulfúrico tiene ventajas sobre el empleo de ácido comercial porque es ambientalmente amigable, trabaja a temperatura ambiente y presión normal, utiliza cantidades mínimas de agua, produce ácido a la concentración adecuada para su uso, evitando el transporte de sustancias peligrosas.

(17) <http://ceamse.gov.ar/wp-content/uploads/2009/07/Tercer-Informe-ECRSU-AMBA.pdf>

(18) <http://www.lanacion.com.ar/348041-fuga-contaminante> (02/11/2001)

Finalmente, el proceso logra separar por precipitación los distintos componentes que pueden reutilizarse obteniendo finalmente óxido de manganeso y carbonato de zinc. El primero puede usarse para fabricar acero y el segundo es aplicado en la industria alimenticia, farmacéutica, naval y hasta en la construcción.

Los metales recuperados pueden ser reinsertados en la industria para su uso. De esta manera se transforma un residuo tóxico en un producto algo aprovechable <sup>(19)</sup>.

---

**(19)** [http://www.unlp.edu.ar/articulo/2015/6/8/primera\\_planta\\_del\\_pais\\_de\\_procesamiento\\_y\\_reciclado\\_de\\_pilas](http://www.unlp.edu.ar/articulo/2015/6/8/primera_planta_del_pais_de_procesamiento_y_reciclado_de_pilas)

## 7. Conclusiones y recomendaciones

---

La Argentina debe implementar medidas de gestión, a largo plazo, sobre el tratamiento de pilas y disponer de los recursos, infraestructura y normativa necesarias para prevenir o minimizar la generación de residuos de pilas y baterías.

En este aspecto deberá implementar un sistema de gestión formal y federal, estableciendo partidas presupuestarias, mecanismos de financiación, metodologías y requisitos necesarios para una recolección diferenciada para el reciclado y procesos de recuperación, tratamiento y disposición final de los componentes y materiales, evitando en la mayor medida posible, la eliminación de las pilas y baterías agotadas en el flujo de residuos urbanos, pudiendo lograrse al aplicar los principios de quien contamina paga y de la responsabilidad extendida del productor.

Las políticas a adoptar deberán hacer especial hincapié en la disminución de la generación de residuos de pilas y baterías mediante la investigación y/o desarrollo de tecnologías alternativas a este uso o bien mediante la disminución de las características de peligrosidad de las mismas.

Los mecanismos deberán establecer alcances con metas de cumplimiento, mediante indicadores representativos y confiables que permitan realizar el seguimiento y ajustes necesarios.

En este aspecto es necesario reforzar el requerimiento de contar con todos los datos agrupados mediante un registro público, confiable y claro, que no permita falsas interpretaciones sobre el ingreso, egreso, tipos, cantidades en peso y unidades, origen, destino de las pilas y baterías como producto. Y, de generadores, operadores y transportistas, estableciendo tecnología, cantidades por tipo, peso y destino de las mismas como residuos.

No debiéndose olvidar la necesidad de concientizar y capacitar a la población y los agentes de control.

Para la implementación de cualquier programa de recolección diferenciada de pilas y baterías es recomendable revisar los requerimientos y exigencias de cada una de las etapas de la gestión a nivel local y nacional. No involucrando como áreas de acopio colegios, clubes o instituciones donde concurren niños o poblaciones vulnerables.

En la Figura 9, se esquematiza un diagrama de flujo de la gestión a llevarse a cabo para una adecuada gestión de pilas y baterías, según las condiciones actuales imperantes en la Argentina.

Se destaca que, en la medida que surjan alternativas de gestión, se deberá tener presente la implementación de sistemas de recolección y separación adecuados.

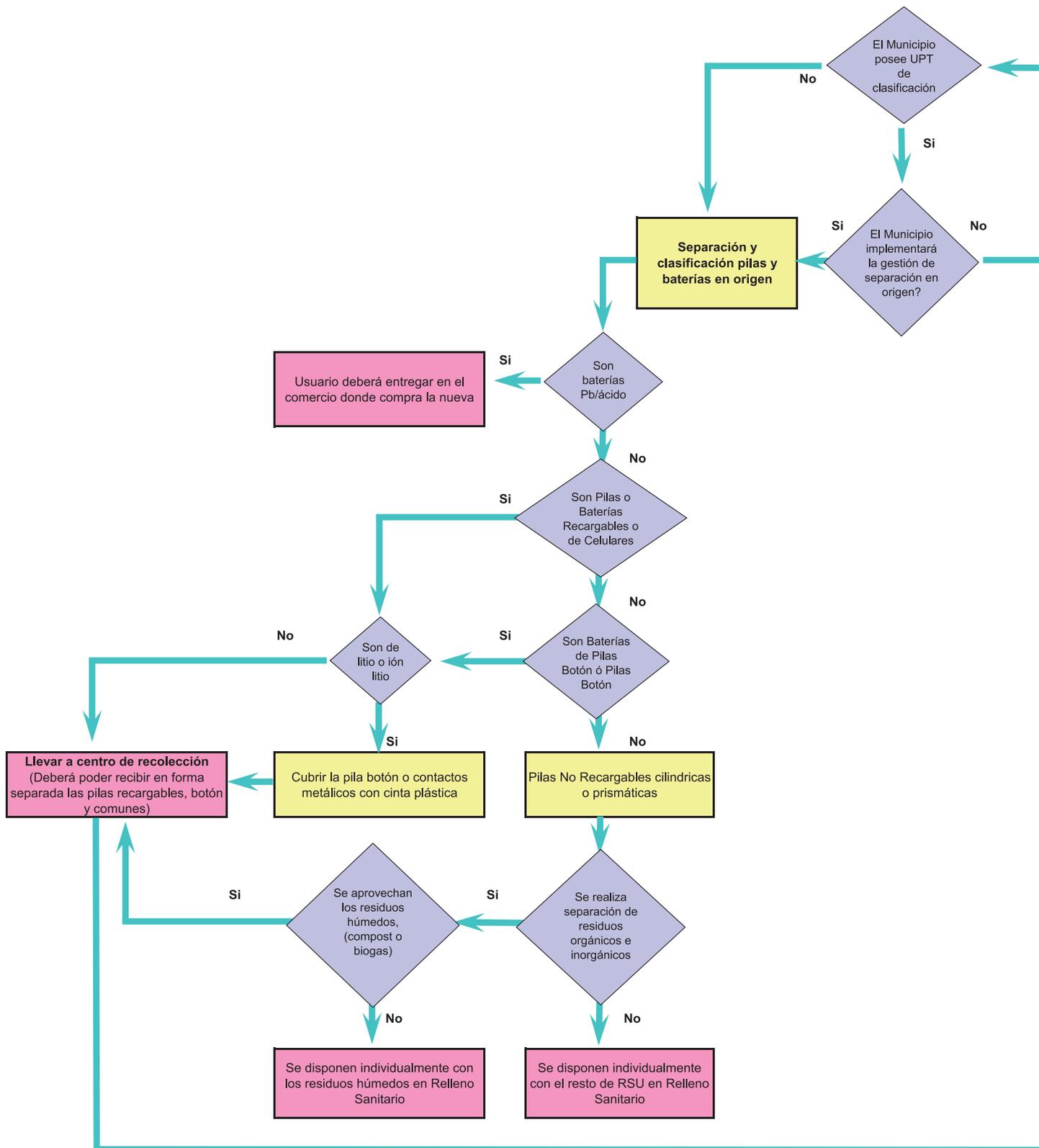
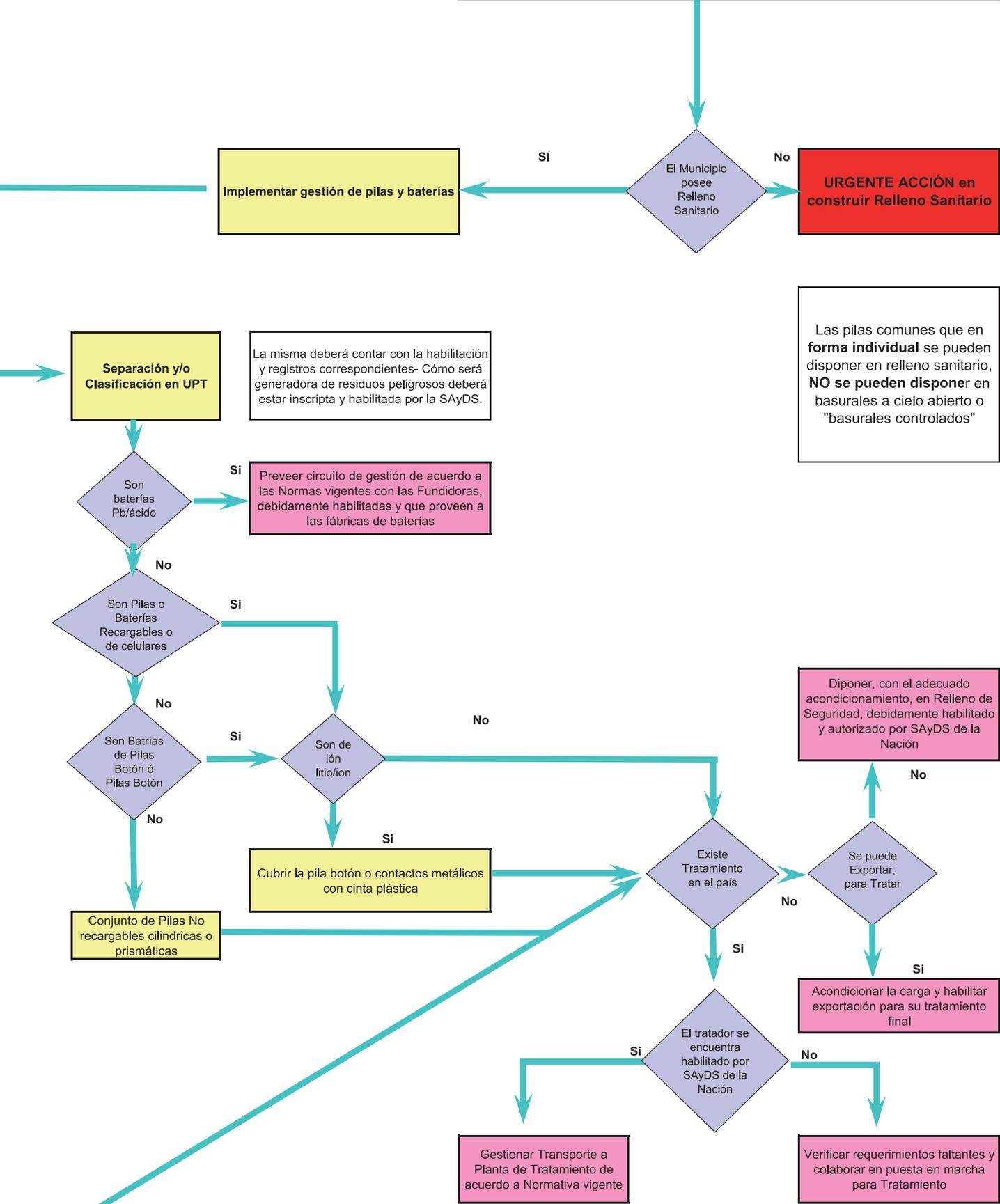


Figura 9.- Diagrama de flujo para una correcta gestión de pilas y baterías según las condiciones actuales imperantes en la Argentina

**Diagrama de Flujo GESTIÓN de PILAS/ BATERÍAS**









**INTI**

**Instituto Nacional de Tecnología Industrial**

**Sede Parque Tecnológico Miguelete**

Avenida General Paz 5445  
B1650KNA San Martín  
Prov. de Buenos Aires, República Argentina  
Teléfono (54 11) 4724 6200 / 300 / 400

**INTI-Ambiente**

Edificio 50  
Interno 6035 / 6025  
Directo (54 11) 4724 6349  
Edificio 38  
Interno 6342  
Directo (54 11) 4724 4066  
Correo [intiambiente@inti.gov.ar](mailto:intiambiente@inti.gov.ar)  
Sitio web [www.inti.gov.ar/ambiente](http://www.inti.gov.ar/ambiente)

**INTI-Química**

Edificio 38  
Interno 6319 / 6321  
Directo (54 11) 4724 6289  
Correo [quimica@inti.gov.ar](mailto:quimica@inti.gov.ar)  
Sitio web [www.inti.gov.ar/quimica](http://www.inti.gov.ar/quimica)



[www.inti.gov.ar](http://www.inti.gov.ar)  
0800 444 4004  
[consultas@inti.gov.ar](mailto:consultas@inti.gov.ar)



INTI



@INTIArgentina



Ministerio de Producción  
Presidencia de la Nación

