

# DIAGNÓSTICO PRODUCCIÓN, IMPORTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN Y EL MANEJO DE LOS RESIDUOS DE PILAS

## INFORME FINAL



**Preparado por:**



**C y V Medioambiente Ltda.**

**Diciembre 2011**

## RESUMEN EJECUTIVO

El ingreso de Chile a la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) supone una serie de desafíos y oportunidades en materia medioambiental. En este contexto, se requiere seguir avanzando en materia medioambiental y continuar con el trabajo que ha iniciado hace algunos años con la incorporación paulatina del concepto de la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) en la gestión integral de residuos sólidos.

La REP establece que un productor (o importador) se debe hacer cargo, o ser, como mínimo, co-responsable, de un producto una vez terminada su vida útil. El concepto es especialmente aplicable a los productos de consumo masivo como es el caso de las pilas, sobretodo porque en Chile la totalidad del producto disponible en el mercado proviene de importaciones.

Por lo anterior, este diagnóstico tuvo como objetivo a levantar información económica, social y ambiental del sector de pilas del tipo primarias (o desechables) y secundarias (o recargables), que son importadas al país como producto (y no contenidas en aparatos), considerando las diversas tecnologías y tamaños incluidas en cada clasificación.

### **Mercado de las pilas en Chile**

Para el periodo 2009-2010, el estudio identificó sobre 260 empresas importadoras, de las cuales sólo 14 concentran el 91% del total de pilas ingresadas al país (en unidades), y de ellas sólo 5 cubren más del 76%. Dentro del mismo ámbito, aún cuando actualmente se comercializan más de 200 distintas marcas de pilas, se determinó que solo 13 marcas cubren sobre un 87% del mercado de importación (principalmente de tecnología dióxido de magnesio y cinc-aire) mientras que el porcentaje restante es cubierto por más de 190 marcas con un muy bajo porcentaje cada una (menos del 1%). Al analizar la distribución geográfica de los principales puntos de venta de estos productos se determina que más del 46% (en número) se concentra en la RM.

Las principales marcas de pilas que ingresan al país cuentan con políticas o declaraciones de sus casas matrices, orientadas a una adecuada gestión ambiental de los productos a nivel internacional, normalmente basadas en la normativa europea, para la gestión de residuos de pilas; sin embargo, no se visualiza aún ninguna aplicación actual (de tipo voluntario) de las mismas en Chile.

La normativa Europea ( Directiva 2006/66/CE) ha prohibido la puesta en el mercado de pilas y baterías que contengan más de 0,0005 % de Mercurio en peso o más de 0,002 % de Cadmio en peso (salvo excepciones específicas). Establece requisitos de etiquetado con el símbolo de recogida selectiva (contenedor de basura tachado) y símbolo químico del metal que contengan. Además prohíbe su incineración y eliminación en vertederos La Directiva incluye el principio de responsabilidad del productor, estableciendo que los costos de la recolección, tratamiento y reciclado estén a cargo de los productores Establece metas de recolección del 25% para el 2012 y el 45% a más tardar para 2016.

En el caso nacional, no existe aún una reglamentación específica en cuanto a condiciones de importación (que prohíba el ingreso de algunos productos en función de la concentración de algunos metales pesados, como existe en otros países), o que obligue a establecer el mínimo de información a entregar respecto del producto que ingresa, así como del manejo y disposición final de pilas en función de sus características y composición. Adicionalmente el uso de la glosas existentes del Servicio Nacional de Aduanas, para estos productos es poco preciso, ya que una gran cantidad de tipos de pilas y acumuladores (primarios y secundarios) se ingresan a través de la glosa genérica "otras pilas y baterías de pilas", además que un porcentaje importante no se ingresa con información suficiente para ser clasificadas. Desde la perspectiva de manejo de residuos, en Chile no existe una reglamentación específica para las pilas y acumuladores, aplicándose para su manejo el D.S.148/03, Reglamento de Manejo de Residuos Peligrosos.

### Consumo de pilas en Chile

Respecto a la cantidad de pilas primarias disponibles en el país, al 2010 ingresaron casi 164 millones de unidades y sólo se exportaron 0,94 millones (menos del 0,05% con destino a países vecinos). Como resultado, la cantidad a comercializar (consumo aparente) superó los 163 millones de unidades. En el mismo periodo la cantidad de pilas secundarias (recargables) fue de sólo 1,7 millones de unidades, representando sólo el 1% del total de pilas disponibles. El total de pilas disponibles al año 2010 superó los 164,7 millones de unidades.

De acuerdo a valores del año 2010, el consumo per capita total de pilas bordearía las 10 unidades (9,6), siendo equivalente al per cápita actual de algunos países europeos. En el consumo per cápita por tipología destacan las pilas alcalinas o de dióxido de magnesio con 6 unidades per cápita, y cinc carbono (2,5 unidades per capita). Ambas representan en conjunto un 88% del total consumido.

<b>Pilas Primarias</b>	<b>9,54 unidades/hab.- año</b>
Dióxido de Mn	6,03 unidades/hab.- año
Cinc carbono	2,49 unidades/hab.- año
Litio	0,19 unidades/hab.- año
Cinc-Aire	0,23 unidades/hab.- año
Oxido de Hg	0,00076 unidades/hab.- año
Oxido de Ag	0,18 unidades/hab.- año
Las demás	0,42 unidades/hab.- año
<b>Pilas Secundarias</b>	<b>0,1 unidades/hab.- año</b>
Acumulador NI CD	0,066 unidades/hab.- año
Acumulador Ni MH	0,028 unidades/hab.- año
Acumulador Ión Li	0,006 unidades/hab.- año

La tasa de crecimiento histórica del producto bordea, en promedio, un 2% anual para las pilas primarias y más del 7% para las pilas secundarias, por ello se asume que el crecimiento global en los próximos años mantendrá la misma tendencia, si no existen mayores cambios en las regulaciones de uso de las mismas ni en el mercado. Sin embargo, la proyección para los próximos 10 años es variable según tipo de pila, ya

que los datos de consumo históricos indican que algunas tecnologías están tendiendo a disminuir (óxido de mercurio, óxido de plata, cinc-carbono) mientras que las otras aumentan. Para el año 2020 el consumo proyectado sería por sobre los 202 millones de unidades (casi 199 millones de pilas primarias y sobre 3 millones de pilas secundarias), un 23% mayor al del 2010.

### Residuos generados y su gestión

Para estimar la cantidad de residuos de pilas que se generan anualmente se debió considerar su vida útil (menos de un año para las pilas primarias, y de 2 a 3 años para las secundarias), así como los diversos tamaños comercializados por tipología (y su respectivo peso). A partir de ello se establecieron los siguientes indicadores de residuos de pilas primarias y secundarias al año 2010, en cantidades y generación per capita<sup>1</sup>.

- Cantidad anual de residuos generados por tipología (base año 2010).

	Unidades	Toneladas	Porcentaje en peso
<b>Total Residuos Pilas</b>	<b>164.672.518</b>	<b>4.337.69</b>	100%
<b>Total primarias</b>	<b>163.024.444</b>	<b>4.280,00</b>	<b>98,7%</b>
Dióxido de Mn	103.149.213	3.589,53	83,87%
Cinc carbono	42.489.986	561,46	13,12%
Litio	3.266.840	43,12	1,01%
Cinc-Aire	3.896.748	7,79	0,18%
Oxido de Hg	13.021	0,026	0,001%
Oxido de Ag	3.002.053	6,004	0,14%
Las demás	7.206.583	72,07	1,68%
<b>Total secundarias</b>	<b>1.648.074</b>	<b>57,69</b>	<b>1,3%</b>
Acumulador NI CD	1.378.099	24,81	43,00%
Acumulador Ni MH	241.361	4,31	7,48%
Acumulador Ión Li	28.614	28,57	49,52%

Destacan claramente los residuos de pilas primarias, que representan el 98,7% en peso de los residuos de pilas. Dentro de las primarias, los residuos de pilas alcalinas y de cinc carbono representan el 97 % del total.

- Generación per cápita de residuos por tipología (base año 2010).

	Unidades/hab.- año	Gramos./hab.- año
<b>Total primarias</b>	<b>9,54</b>	<b>250,377</b>
Dióxido de Mn	6,03	209,984
Cinc carbono	2,49	32,845
Litio	0,19	2,523

<sup>1</sup> La cantidad de residuos de pilas primarias generadas es equivalente al consumo anual, a diferencia de las pilas secundarias donde hay un desfase entre el año de consumo y el término de su vida útil estimado entre 2 y 3 años.

	Unidades/hab.- año	Gramos./hab.- año
Cinc-Aire	0,23	0,456
Oxido de Hg	0,00076	0,002
Oxido de Ag	0,18	0,351
Las demás	0,42	4,216
<b>Total secundarias</b>	<b>0,096</b>	<b>3,375</b>
Acumulador NI CD	0,081	1,451
Acumulador Ni MH	0,014	0,252
Acumulador Ión Li	0,002	1,671

En Chile no se ha implementado un sistema de gestión de pilas y acumuladores semejante al de los países evaluados a nivel internacional dentro del estudio. No obstante, a nivel nacional se desarrollan algunas iniciativas como programas municipales y/o campañas de algunas organizaciones y empresas privadas, y además las pilas se manejan como residuos peligrosos dentro de los sistemas de gestión de residuos de las industrias, pero no existe un sistema a nivel país, con metas y objetivos que permitan medir, controlar y evaluar su resultado. Las iniciativas actuales aportan en forma marginal a reducir el flujo de estos residuos. Como se indicó previamente no existe ninguna iniciativa aún a nivel de productores

Hoy en día, las iniciativas de recuperación se orientan sólo a una eliminación adecuada en 3 instalaciones identificadas a nivel país, ya que no existen alternativas de reciclaje en Chile ni en países cercanos. La única alternativa de eliminación autorizada actualmente en el país es la disposición en **relleno de seguridad**, previo tratamiento de inertización o estabilización, lo que se realiza en empresas autorizadas, aunque debe reconocerse que la mayor proporción todavía se envía a rellenos sanitarios, vertederos controlados u otros destinos desconocidos.

De acuerdo a la información entregada por empresas de gestión de residuos peligrosos, la cantidad de pilas que llega a dicho destino (a través de empresas o diversas campañas) no supera las 2 toneladas anuales (menos del 0,05%), lo cual permite concluir que casi la totalidad de los residuos de pilas actualmente se envía a rellenos sanitarios, vertederos autorizados o van a otros destinos desconocidos.

En base a la información anterior, además de estimaciones de la generación de pilas en residuo municipales y basándose en datos de residuos estimados desde el consumo aparente al 2010, se obtuvo la siguiente distribución de los destinos actuales de las pilas post-consumo

Residuo generado (ton)	Disposición en relleno de seguridad (ton)	Disposición en instalaciones de residuos domiciliarios (ton)	Otros sitios desconocidos (ton)
4.338	2	2.299	2.037
100%	0,05%	53%	46,95%

Respecto de los riesgos e impactos de los residuos de pilas, en varios países se considera que algunos tipos de pilas no presentan un peligro a la salud o al ambiente, mientras que en otros se consideran todas peligrosas ya que en algunos casos es muy difícil diferenciarlas por parte del consumidor. Por otra parte, también hay estudios que evidencian que las pilas dispuestas en rellenos sanitarios, liberan sus constituyentes internos al medio circundante, producto del deterioro de sus carcasas, por causa de efectos de compresión mecánica y o acción corrosiva del medio. De acuerdo a la evaluación realizada a nivel internacional, existen varios países donde la disposición en rellenos sanitarios esta siendo prohibida y la normativa actual, por ejemplo en Europa, claramente apunta a la recuperación para reciclaje de materiales.

Estudios recientes en Chile respecto del contenido de residuos de pilas alcalinas y zinc-carbón de uso común y secundarias (sin blindaje), indican que dichas pilas no presentan características de toxicidad extrínseca pero si de corrosividad en todas las marcas y tamaños de pilas de tecnología alcalina, NiMH y NiCd. Sólo las tecnologías Zn-C y litio no la presentaron.

### **Conclusiones y recomendaciones generales**

De acuerdo a los resultados del diagnóstico realizado, se concluye que la gestión de residuos de pilas es aún muy incipiente en el país si se consideran los volúmenes que actualmente se envían a instalaciones de eliminación adecuadas, pues a la fecha mas de un 99% tiene un destino desconocido, incluyendo su eliminación en rellenos sanitarios y similares

Hoy en día, existen algunas iniciativas de recuperación sólo para una eliminación adecuada, ya que no existen alternativas de reciclaje en Chile ni en países cercanos, las que se focalizan en industrias que declaran sus residuos y los envían a instalaciones autorizadas y en algunas campañas a nivel de consumidores, pero que sin embargo aportan en forma muy marginal a reducir el flujo de residuos generados por hogares, comercio e incluso pequeñas empresas, los que corresponderían al mayor volumen y que hoy van a destino desconocido. Los productores del sector (importadores) a la fecha no han desarrollado ninguna acción voluntaria que promueva un cambio en este ámbito, aún cuando la mayoría de ellos posee políticas que abordan estos temas a nivel internacional.

Para poder avanzar efectivamente en la gestión de estos residuos, los países generan leyes y reglamentos específicos. La principal dificultad que aún presenta Chile es la falta de una legislación especial para este tipo de residuos. Esta situación debe revertirse en el corto plazo con la entrada en vigencia de la Ley de Residuos y sus Reglamentos específicos para residuos prioritarios, entre los cuales deberían encontrarse los residuos de pilas, bajo el concepto de Responsabilidad Extendida del Productor (REP).

Por otra parte, hoy tampoco existen normativas orientadas a establecer estándares de composición o de calidad mínimos para los productos que ingresan al mercado (lo que se traduciría en restricciones a algunos tipos de productos y mayor vida útil), de allí que se considere prioritario también el generar normas para regular y certificar la calidad de los productos importados, al momento de su ingreso al país (a lo cual

también se debe sumar una mayor claridad y control en la información incorporada en las glosas del Servicio de Aduanas).

Las alternativas actuales para una recuperación adecuada son escasas pero existen, por lo que es prioritario aumentar las alternativas de lugares de recolección manejados tanto por empresas privadas (relacionadas a productores) como por Municipios, a fin de fomentar el flujo desde el consumidor privado para su adecuada gestión (lo cual a su vez requiere mejorar la educación del usuario) y, a la vez, optimizar la logística de transporte de los mismos (al lograr reunir en un sólo punto residuos que se encuentran bastante dispersos, generando un volumen apropiado que permita reducir los costos de esta operación).

## Índice

1. INTRODUCCIÓN.....	12
2. DIAGNÓSTICO.....	14
2.1 IDENTIFICACIÓN DEL UNIVERSO DE EMPRESAS DEL SECTOR .....	16
2.2 POLÍTICAS RESPECTO DE USO DE MATERIAL RECICLADO, RECUPERACIÓN DE PRODUCTOS POST-CONSUMO Y DESTINO. ....	21
2.3 Legislación nacional e internacional referida al ingreso de los productos al país y a la exportación de pilas.....	27
2.3.1 legislación internacional .....	27
2.3.2 Legislación Nacional .....	38
2.4 CARACTERIZACIÓN ECONÓMICA DEL SECTOR.....	39
2.4.1 Determinación del tamaño del sector e importancia .....	39
2.4.2 Evolución del sector y proyecciones para los próximos 10 años. ....	46
2.4.3 Canales de Comercialización de Productos y Manejo de Residuos .....	48
2.4.4 Tipo, características y composición de los productos comercializados .....	50
2.4.5 Evaluación del sector a nivel internacional.....	55
2.5 GESTIÓN ACTUAL DE LOS PRODUCTOS USADOS EN CHILE.....	77
2.5.1 Diagnóstico de la generación de residuos de pilas.....	77
2.5.2 Diagnóstico de la gestión actual de los residuos .....	81
2.5.3 Identificación de prácticas actuales.....	84
2.5.4 Evaluación de los riesgos e impactos de los residuos .....	85
2.5.5 Evaluación de alternativas de eliminación actualmente en uso .....	91
2.5.6 Evaluación de alternativas de gestión a nivel mundial .....	94
3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA LA RECUPERACIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS DE PILAS EN CHILE.....	106
4. APORTES DEL ESTUDIO A LOS INDICADORES DEL PROYECTO .....	109
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	110

## Índice de Tablas

Tabla 2-1 Clasificación y usos de pilas y baterías primarias y secundarias.....	15
Tabla 2-2 Principales empresas importadoras (base año 2009 – 2010).....	17
Tabla 2-3 Principales marcas de pilas importadas (base año 2009 – 2010) .....	18
Tabla 2-4 Principales marcas de pilas importadas por tipo (base año 2009 – 2010) .....	18
Tabla 2-5 Distribución geográfica de puntos de venta representativos.....	19
Tabla 2-6 Normativas de otros países de la CE relacionadas a pilas y baterías .....	33
Tabla 2-7 Importación de pilas (año 2010).....	40
Tabla 2-8 Exportación de pilas (año 2010) .....	40
Tabla 2-9 Importación de pilas primarias por tecnología .....	41
Tabla 2-10 Exportación de pilas primarias por tecnología .....	42
Tabla 2-11 Balance de pilas primarias en el disponibles país por tecnología.....	42
Tabla 2-12 Importación de pilas secundarias por tecnología .....	42
Tabla 2-13 Exportación de pilas secundarias por tecnología.....	43
Tabla 2-14 Balance de pilas secundarias en el disponibles país por tecnología .....	43
Tabla 2-15 Proyección de crecimiento pilas primarias y secundarias (unidades) .....	47
Tabla 2-16 Proyección de crecimiento pilas primarias por tecnología (unidades).....	47
Tabla 2-17 Proyección de crecimiento pilas secundarias por tecnología (unidades) .....	47
Tabla 2-18 Composición promedio de diferentes tipos de pilas primarias .....	52
Tabla 2-19 Composición promedio de diferentes tipos de pilas secundarias .....	53
Tabla 2-20 Designación internacional de pilas (ejemplo alcalinas y cinc carbón).....	53
Tabla 2-21 Distribución porcentual de tipos de pilas clasificadas por diseño.....	54
Tabla 2-22 Peso de los diferentes tipos de pilas clasificadas por diseño .....	54
Tabla 2-23 Porcentajes de recogida y tiempo de funcionamiento de sistema en Europa.....	59
Tabla 2-24 Cantidades de pilas vendidas en Holanda (millones de unidades) .....	66
Tabla 2-25 Pilas recogidas en Holanda basadas en cantidades desechadas.....	66
Tabla 2-26 Pilas recogidas en Holanda basadas en cantidades vendidas .....	66
Tabla 2-27 Metas de recogida de baterías y acumuladores en Francia .....	68
Tabla 2-28 Estimación del mercado de pilas en Colombia y disposición de sus residuos.....	73
Tabla 2-29 Resumen sistemas de gestión en países evaluados.....	75
Tabla 2-30 Estimación de generación total de residuos de pilas (ton/año).....	77
Tabla 2-31 Estimación de generación residuos pilas primarias .....	78
Tabla 2-32 Estimación de generación residuos pilas secundarias .....	78
Tabla 2-33 Estimación de materias primas secundarias en residuos de pilas no recargables ....	81
Tabla 2-34 Estimación de materias primas secundarias en residuos de pilas recargables .....	81
Tabla 2-35 Campañas de recolección a cargo de municipios .....	82
Tabla 2-36 Campañas de recolección a cargo de empresas privadas .....	84
Tabla 2-37 Efectos de los metales en la salud y el medioambiente.....	87
Tabla 2-38 Ahorro energético y reducción de CO <sub>2</sub> en la producción de algunos materiales secundarios .....	91
Tabla 2-39 Estimación de residuos de pilas generados por región y dispuestos en rellenos sanitarios o vertederos autorizados (base año 2010).....	93

Tabla 2-40 Estimación del destino de los residuos de pilas (año 2010) .....	93
Tabla 2-41 Métodos de reciclaje de pilas. ....	96
Tabla 2-42 Ejemplos de procesos Industriales de Reciclaje de pilas. ....	96

## Índice de Figuras

Figura 2-1 Componentes típicos de una pila.....	14
Figura 2-2 Distribución de puntos de venta representativos para pilas y baterías .....	20
Figura 2. 3 Balance histórico del total de pilas disponibles en Chile .....	44
Figura 2-4 Balance histórico de los diversos tipos de pilas primarias .....	45
Figura 2-5 Balance histórico de pilas primarias (detalle óxido de Hg, óxido de Ag, Li y Zn aire) .....	45
Figura 2-6 Balance histórico de los diversos tipos de pilas secundarias .....	46
Figura 2-7 Flujo de comercialización de pilas y manejo de residuos .....	49
Figura 2-8 Mercado total de pilas y acumuladores, año 2009 .....	56
Figura 2-9 Consumo de pilas per cápita en países de Europa, año 2009 .....	57
Figura 2-10 Cantidad de pilas y baterías recicladas en la UE hasta el 2009.....	58
Figura 2-11 Toneladas recicladas durante el 2009 en algunos países miembros de EBRA.....	60
Figura 2-12 Funcionamiento general del sistema ECOPILAS.....	62
Figura 2-13 Sistema logístico de ECOPILAS .....	63
Figura 2-14 Cantidad de residuos de pilas y acumuladores reciclados.....	64
Figura 2-15 Niveles de eficiencia del reciclado de Ecopilas.....	64
Figura 2-16 Evolución de pilas y acumuladores puestos en el mercado francés .....	69
Figura 2-17 Evolución de la recogida de pilas y acumuladores en Francia .....	69
Figura 2-18 Call2Recycle - Sistema de recogida en cajas, su transporte y.....	71
Figura 2-19 "Call2Recycle" - Sello de RBRC .....	72
Figura 2-20 Proceso Recupyl (Fuente Román 2008) .....	97
Figura 2-21 Proceso Batrec (Fuente Román 2008) .....	98
Figura 2-22 Proceso Batrec para baterías de litio (Fuente Román 2008) .....	99
Figura 2-23 Proceso Citron (Fuente Román 2008).....	99
Figura 2-24 Proceso Valdi (Fuente Román 2008) .....	100
Figura 2-25 Proceso SNAM (Fuente Román 2008).....	101
Figura 2-26 Proceso de Destilación de Mercurio de Indaver Relight (Fuente Román 2008) ....	102

## ACRONIMOS Y ABREVIATURAS

CE	Comunidad Europea
EBRA	European Battery Recycling Association
EPBA	European portable Batteries Association
INE	Instituto Nacional de Estadísticas
LAC	Latinoamérica y el Caribe
MINSAL	Ministerio de Salud
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
ONU	Organización de las Naciones Unidas
RAEE	Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos
REP	Responsabilidad extendida del productor
RESPEL	Residuo Peligroso
RSM	Residuo Sólido Municipal
SEREMI	Secretaría Regional Ministerial
SIDREP	Sistema de Declaración de Residuos Peligrosos
SIG	Sistema Integrado de Gestión
UE	Unión Europea
VIRS	Vertedero ilegal residuos sólidos
WEEE	Waste Electric and Electronical Equipment (equivale a RAEE o e-waste)

## 1. INTRODUCCIÓN

El ingreso de Chile a la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) supone una serie de desafíos y oportunidades en materia medioambiental.

En este contexto, Chile quiere seguir avanzando en materia medioambiental y continuar con el trabajo que ha iniciado hace algunos años con la incorporación paulatina del concepto de la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) en la gestión integral de residuos sólidos. Este moderno concepto ha sido desarrollado en Europa en los años 90 y los resultados positivos de la REP han significado una aplicación a, cada vez, una mayor cantidad de productos. La REP significa que un productor (o importador) se debe hacer cargo, o ser, como mínimo, co-responsable, de un producto una vez terminada su vida útil. El concepto es especialmente aplicable a los productos de consumo masivo, tales como envases, neumáticos, refrigeradores, baterías, pilas y vehículos. Una de las principales ventajas que se aprecian para establecer este concepto es la posibilidad de eliminar distorsiones en el mercado, ya que actualmente entre los costos de muchos productos no se considera el costo para financiar su manejo al momento de convertirse en residuo. Con la incorporación de los costos totales de todo el ciclo de vida del producto hasta su fin como residuo se cumple con el principio de "quien contamina paga".

La REP comprende una estrategia central en el diseño de instrumentos para el manejo de las pilas y está siendo fuertemente promovida por los gobiernos de los países miembros de la OCDE. sobretodo porque en Chile no se fabrican pilas; la totalidad disponible en el mercado corresponde a importaciones.

Las políticas gubernamentales sobre Responsabilidad Extendida del Productor hacen del medio ambiente una prioridad en las distintas fases del ciclo de vida de productos y servicios, obligando a las empresas a pensar en lo que ocurre fuera de sus instalaciones. Esto demanda al productor a hacer un análisis minucioso de lo que sus actividades implican hacia arriba y hacia abajo de la cadena productiva y a pensar en las acciones correctivas para mitigar los impactos perjudiciales.

Las políticas de REP son también fuentes de oportunidad para que las empresas replanteen sus negocios, pues abren las puertas para crear valor agregado a los clientes a través de la oferta de servicios postventa y de disposición de productos. Asimismo, el tratar de ofrecer una gama de servicios, brinda la oportunidad a la empresa de obtener un mejor conocimiento de las necesidades presentes y futuras de sus clientes.

La REP ha sido adoptada por algunos gobiernos para transferir el manejo de la gestión de los residuos sólidos domiciliarios (incluyendo sus costos) desde el consumidor a los productores, a manera de influir en las características de los productos que pueden ser o son nocivos en la etapa de post-consumo por su volumen, toxicidad y reciclabilidad (OCDE, 1996). En el caso particular de la gestión de residuos, la incorporación de la REP, tiene el propósito final de promover la prevención y minimización de los residuos. La OCDE plantea que los acuerdos voluntarios (como una de las vías de implementación de la REP) en el área de gestión de residuos, "podrían" ser útiles para articular el mercado del reciclaje a través del aumento del consumo de materiales

secundarios. Sin embargo, este planteamiento también debe incluir las oportunidades para la reutilización, o más atrás aún, de la prevención de la contaminación.

La OCDE expresa que existen dos formas básicas para implementar la REP. Una de ellas se relaciona con:

(a) la Regulación Directa, ante la ambigüedad de responsabilidad (rol) que pudiesen ocasionar los Instrumentos Económicos en el mercado. En este caso, se establece un mandato sobre el cumplimiento de metas y plazos específicos dirigidos hacia los involucrados, definiendo responsabilidades claras bajo el mismo cuerpo legal.

La misma institución señala, que muchos gobiernos utilizan instrumentos de comando y control que determinan distintos marcos de referencia para los productores, entre los que se encuentran:

(1) estrategias de prevención, reutilización y/o metas de reciclaje,  
(2) asignación de responsabilidades individuales dentro de organizaciones industriales,  
(3) distintos requerimientos específicos de acuerdo a la naturaleza del problema. (por ejemplo: asegurar la participación mínima de mercado para productos retornables).

(b) un Acuerdo de Producción Limpia (APL), que asegure que las soluciones sean alcanzadas equitativamente por toda la industria y en los plazos propuestos. En este caso, la negociación entre la autoridad y los actores es parte crucial para definir los objetivos, metas y plazos de cumplimiento, dado que la autoridad puede "traducir" la REP como sólo obligaciones para el productor.

En virtud de los antecedentes expuestos y con el fin de evaluar la factibilidad económica, social y ambiental del sector de pilas y de esta forma incorporarlo en una legislación referente a REP, es que se requiere un estudio de diagnóstico de dicho sector.

Este estudio contempla los siguientes productos: pilas primarias o desechables y pilas secundarias o recargables que se presentan en diversas tecnologías y una variada gama de tamaños, que son importadas al país como producto (y no contenidas en aparatos). **Los objetivos específicos del diagnóstico son:**

- Recopilar información general del sector pilas.
- Realizar una caracterización económica del sector pilas.
- Identificar la gestión actual de las pilas usadas a nivel nacional y compararla con experiencias a nivel internacional.

**Los resultados del estudio** se focalizan en la obtención de:

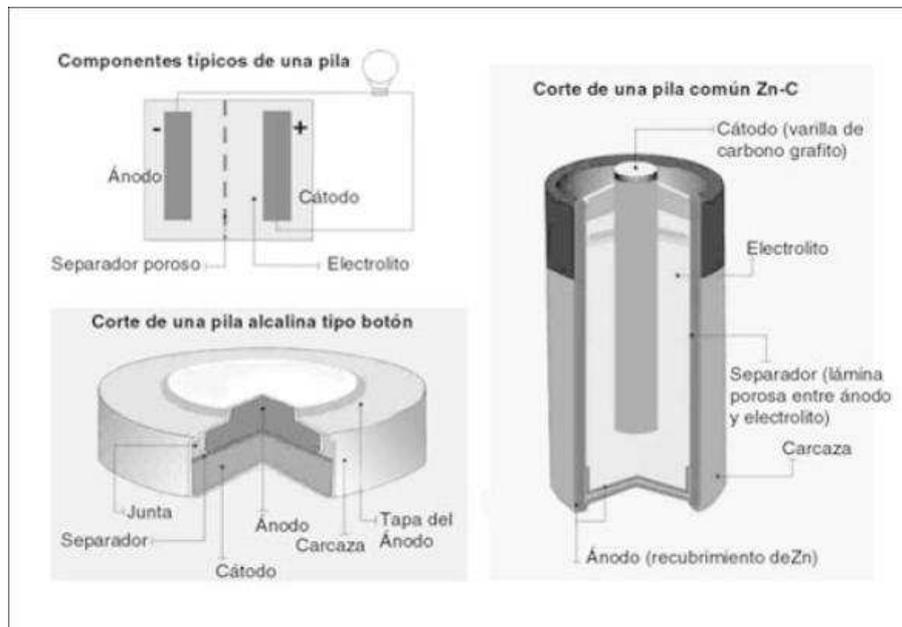
- Información general sistematizada de las empresas productoras (importadoras y distribuidoras) del sector.
- Caracterización económica del sector y proyecciones.
- Diagnóstico de la gestión de los residuos de pilas en Chile.
- Comparación de la gestión de residuos en Chile con la gestión a nivel internacional.
- Indicadores ambientales de consumo y de generación de residuos (por ej.: consumo de pilas por habitante/año, generación por habitante/ año).

## 2. DIAGNÓSTICO

Los distintos tipos de pilas se suelen subdividir en dos grupos principales: primarias o de un solo uso (desechables) y secundarias, las que pueden volverse a cargar pudiéndolas usar por muchos ciclos (recargables, también llamadas acumuladores).

Otra forma de clasificarlas es por su forma, normalmente de botón, cilíndrica o prismática (de 9 volt, denominada también batería). Todas las pilas disponibles en Chile son importadas.

Todas las pilas desarrollan energía química a partir de una reacción de oxidación-reducción que la transforma en energía eléctrica. Las reacciones ocurren en compartimentos independientes llamados electrodos (*Ánodo*: metal o aleación metálica que se oxida en el electrolito y *Cátodo*: óxido metálico donde se produce la reducción). El medio que posibilita el transporte interno de carga eléctrica entre ambos es una sustancia conductora llamada electrolito (ver Figura 2.1).



**Figura 2-1** Componentes típicos de una pila

En relación con la composición y tipo de pilas primarias y secundarias actualmente comercializadas en el país se distinguen las siguientes

**Tabla 2-1** Clasificación y usos de pilas y baterías primarias y secundarias

Tipo de pilas	Componentes	Características
<b>Primarias (no recargables)</b>		
Zinc/Carbono (Zn/C) o tipo Leclanché o pilas secas	Carbono de grafito de Dióxido de Manganeseo (cátodo) Zinc chapa metálica (ánodo) Cloruro de Amonio (electrolito)	Para todo tipo de equipamiento eléctrico y electrónico sencillo y de bajo consumo. Denominadas "pilas comunes". son las pilas de menor precio, sirven para aparatos sencillos y de poco consumo. Es común encontrarlas en juguetes, linternas, etc.
Zinc/Dióxido de Manganeseo (Zn/MnO <sub>2</sub> ) o Alcalinas	Dióxido de Manganeseo (cátodo) Zinc en polvo (ánodo) Hidróxido de Potasio (electrolito)	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 (herméticas), lo que dificulta el derramamiento de los constituyentes. Sin embargo este blindaje no tiene duración ilimitada. Se usan para aparatos de más consumo y uso intenso como cámaras fotográficas y juguetes
Óxido Mercuríco (Zn/HgO)	Óxido Mercuríco (cátodo) Zinc (ánodo)	Para audífonos y equipamiento médico. Usualmente de tipo botón. Contienen alrededor de 30% de mercurio. Gradualmente este tipo de pila está quedando desfasada y la tendencia será hacia otras con menor contenido de mercurio para aquellos usos que precisan este tipo de pila
Zinc/Aire (Zn/O <sub>2</sub> )	Oxígeno (cátodo) Zinc (ánodo)	Para audífonos y equipamiento médico. Presentan gran cantidad de agujeros diminutos en su superficie. Alta capacidad. Contienen más del 1% de mercurio.
Óxido de Plata	Óxido de Plata (cátodo) Amalgama de Zinc (ánodo) Hidróxido de Potasio (electrolito)	Uso en calculadoras, relojes y cámaras fotográficas. Usualmente de tipo botón pequeñas, contienen alrededor de 1% de mercurio. Es una alternativa a las de oxido de mercurio
Litio- Dióxido de Manganeseo (Li/MnO <sub>2</sub> )	Varios elementos son usados como cátodo (Magnesio, Hierro, Carbono,) Litio (ánodo)	Uso en relojes, calculadoras, flashes de cámaras fotográficas, memorias de computadoras, aplicaciones militares e industrias. Comercializadas en tipo botón, cilíndricas o geométricas especiales. Producen tres veces más energía que las alcalinas, considerando tamaños equivalentes, y posee también mayor voltaje inicial (3 volt)
<b>Secundarias (recargables)</b>		
Níquel/Cadmio (Ni/Cd)	Hidróxido de Níquel (cátodo) Cadmio (ánodo) Hidróxido de Potasio (electrolito)	Uso en todo tipo de equipamiento eléctrico y electrónico sencillo y de bajo consumo, teléfonos celulares, computadoras portátiles. Son pilas secundarias y poseen ciclos de vida múltiples, presentando la desventaja de su relativa baja tensión. Pueden ser recargadas hasta 1000 veces..
Níquel/Hidruro metálico (Ni/HM)	Óxido de Níquel (cátodo) Hidruro metálico (ánodo) Hidróxido de Potasio (electrolito)	Uso en todo tipo de equipamiento eléctrico y electrónico sencillo y de bajo consumo, teléfonos celulares, computadoras portátiles. 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 NiCd, a voltajes operativos similares.
Ion-Litio	Óxidos metálicos con Litio (cátodo) Carbón de grafito (ánodo) Sales de Litio y Solventes Orgánicos (electrodo)	Utilizada para telefonía celular, computadoras, cámaras fotográficas y de video. Con alta capacidad de almacenamiento de energía, son también muy ligeras, pesando cerca de la mitad de una NiCd equivalente.

Fuente Martínez, 2005, Greenpeace 2010.

La clasificación actual del sistema de aduanas a nivel nacional distingue las siguientes glosas con sus respectivos códigos.

85061010	PILAS SECAS DE DIOXIDO DE MANGANESO
85061090	LAS DEMAS PILAS SECAS DE DIOXIDO DE MANGANESO
85063010	PILAS SECAS DE OXIDO DE MERCURIO
85063090	LAS DEMAS PILAS SECAS DE OXIDO DE MERCURIO
85064010	PILAS SECAS DE OXIDO DE PLATA
85064090	LAS DEMAS PILAS SECAS DE OXIDO DE PLATA
85065010	PILAS SECAS DE LITIO
85065090	LAS DEMAS PILAS SECAS DE LITIO
85066010	PILAS SECAS DE AIRE-CINC
85066090	LAS DEMAS PILAS SECAS DE AIRE-CINC
85068010	LAS DEMÁS PILAS Y BATERÍAS DE PILAS SECAS DE TENSION NOM. 1.5 V
85068090	LAS DEMAS PILAS SECAS
85073000	ACUMULADORES NICD
85074000	ACUMILADORES NIMH

No obstante la diferenciación indicada previamente, las pilas como tales se clasifican genéricamente como un grupo único, no haciéndose distinciones en función de sus características o composición, y obviamente de alternativas de manejo.

## 2.1 IDENTIFICACIÓN DEL UNIVERSO DE EMPRESAS DEL SECTOR

El levantamiento de información de las empresas relacionadas a la comercialización de pilas primarias y secundarias en el país, consideró importadores, distribuidores, y similares, y destinatarios finales, según el detalle que se muestra a continuación.

### Productores (importadores)

Los productores del sector corresponden a empresas que importan los distintos tipos de pilas, ubicadas preferentemente en la Región Metropolitana, ya que en el país no existen empresas fabricantes. De acuerdo a los registros del Servicio de Aduanas, entre los años 2009 y 2010 se logró identificar un total de 318 importadores de estos productos

Dentro de ellos se identifican un grupo importante de usuarios finales que realizan importación directa para uso personal (estimados desde ingresos de menos de 200 pilas anuales, equivalentes a 57 importadores). No obstante, de la revisión de datos de importación de los años referidos, se determinó que el ingreso de pilas por dicha vía no supera el 0,004% de la cantidad total en unidades, siendo poco relevante. El detalle del total de importadores se presenta en el Anexo 1.

Descontando los usuarios finales estimados, se obtiene un universo final de 261 empresas importadoras, de las cuales **sólo 14 abarcan el 91% del total de pilas ingresadas al país (en unidades), y de ellas sólo 5 cubren más del 76%**, tal como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 2-2** Principales empresas importadoras (base año 2009 – 2010)

Empresa	% Importación (en unidades)	Marcas
Eveready De Chile S.A.	26,2%	Eveready Energyzer
Procter & Gamble Chile Ltda.	20,7%	Duracell
Rayovac Chile Soc. Com. Ltda.	11,7%	Rayovac, Varta, Microlite, Spectrum
Abastecedora Del Comercio Ltda.	10,2%	Sony
Panasonic Chile Ltda.	7,3%	Panasonic
<b>Subtotal 1</b>	<b>76,1%</b>	
Imp. Y Export. H.J. Ltda.	5,7%	Maxwell
Comercial Araucaria Trading Ch	3,0%	Redpower
Comercial Chena America Ltda.	1,1%	GP
Imp. Dist. Y Com. Pro Bic Chile S.A.	1,1%	BIC
Inmobiliaria E Inv .Antunez Ltda.	0,9%	Yiwu-F
Morales Duran Y Cia. Ltda.	0,9%	Durable, Durapower, Akita
DVD Internacional Ltda.	0,8%	Eurosun
Comercializadora Directo Ltda.	0,8%	Akita, Sony, Toshiba
Imp. Y Dist. Maxchile Ltda.	0,6%	Maxwell
<b>Subtotal 2</b>	<b>14,9%</b>	
<b>Total general</b>	<b>91,0%</b>	

Fuente: Servicio de Aduanas

Adicionalmente, la información recabada desde los listados de aduanas también permitió identificar las principales marcas importadas al país, las que se presentan totalizadas en la tabla 2.3, incluyendo el porcentaje de importación que representan. Un detalle de las marcas más representativas para pilas primarias y secundarias se muestra en la tabla 2.4.

**Se determinó que 13 marcas cubren más del 87% del mercado de importación** (principalmente de tecnología dióxido de magnesio y zinc-aire) y el porcentaje restante es cubierto por más de 190 marcas con un muy bajo porcentaje cada una (ver detalle en Anexo 2)<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Al año 2009 ingresó un total de 94,667 millones de unidades y el 2010 sobre 165 millones de unidades de pilas y baterías (ver más detalles en sección 2.4)

**Tabla 2-3** Principales marcas de pilas importadas (base año 2009 – 2010)

Marca	% Importación
DURACELL	20,78%
ENERGIZER	14,18%
RAYOVAC -VARTA	9,54%
SONY	9,45%
EVEREADY	8,30%
MAXWELL	7,48%
PANASONIC	7,40%
REDPOWER	3,02%
SPECTRUM	2,17%
CHUNG PAKF	1,34%
AKITA	1,31%
GP	1,22%
BIC	1,05%
Otras marcas	12,76%

Fuente: Servicio de Aduanas

**Tabla 2-4** Principales marcas de pilas importadas por tipo (base año 2009 – 2010)

Pilas primarias (no recargables)	Pilas secundarias (recargables)
DURACELL	YIWU-F
ENERGIZER	MAXELL-F
EVEREADY	SONY
SONY	SHENZHEN-F
PANASONIC	CHROMEX
RAYOVAC VARTA	MAXTRONIX-F
MAXELL	CARL-F
REDPOWER	ZHONGSHAN-F
SPECTRUM	O.TRAIDING-F
GP	FUJITEL
BIC	ENERGIZER
CHUNG PAKF	ZHEJIANG-F

Fuente: Servicio de Aduanas

## Empresas distribuidoras

Los principales canales de distribución de pilas corresponden al comercio detallista y a supermercados (estos últimos sobre 1100 establecimientos con más de 3 cajas al 2010<sup>3</sup>, 975 de ellos individualizados dentro de grandes cadenas), 404 grandes tiendas de retail y 323 tiendas de venta de equipos eléctricos y electrónicos que incluyen la venta de pilas, 1151 locales de farmacias y un alto porcentaje de estaciones de servicio (362 establecimientos que cuentan con infraestructura de minimarket, que corresponden mayoritariamente a 5 empresas). Ver detalles en Anexo 3.

**Tabla 2-5** Distribución geográfica de puntos de venta representativos

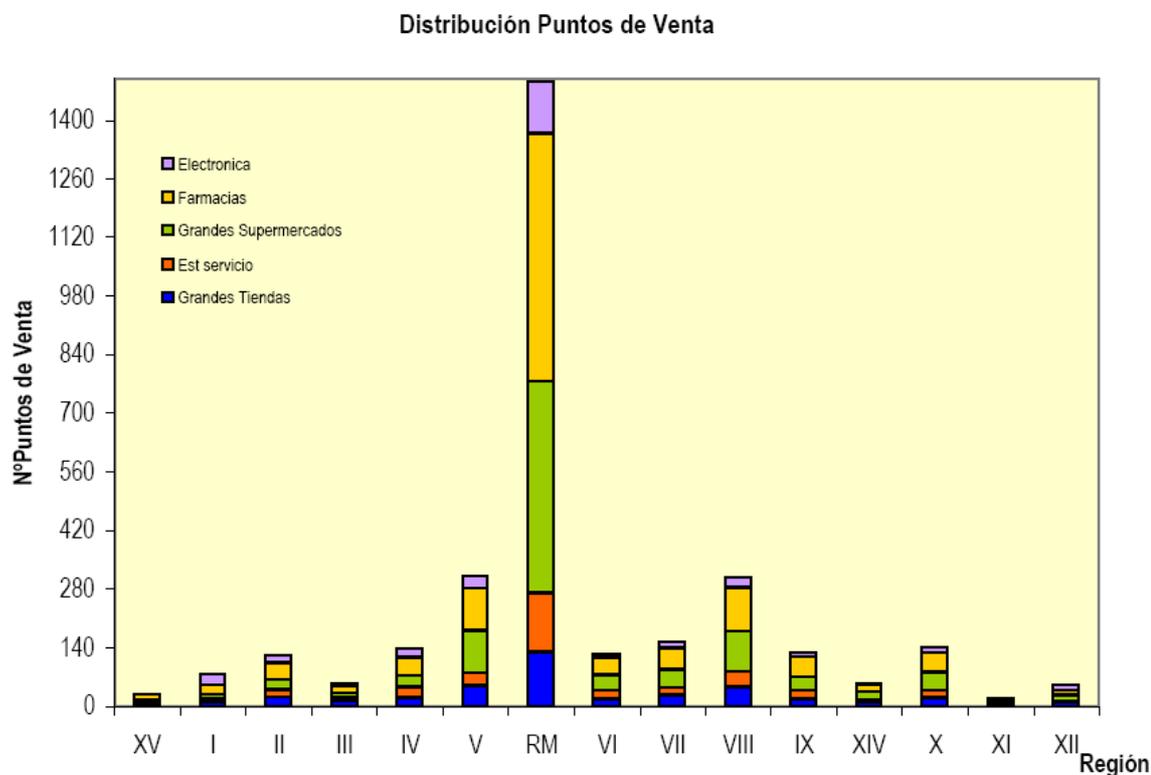
Región	Grandes Tiendas	Estaciones de servicio	Grandes Supermercados	Farmacias	Electrónica	Total	%
XV	0	6	4	13	2	25	0,78%
I	10	8	11	23	26	78	2,43%
II	23	17	24	41	16	121	3,76%
III	14	7	11	15	9	56	1,74%
IV	22	24	29	41	21	137	4,26%
V	49	31	101	102	27	310	9,64%
RM	131	141	505	590	124	1491	46,38%
VI	18	20	38	41	9	126	3,92%
VII	27	17	44	51	16	155	4,82%
VIII	46	37	97	105	24	309	9,61%
IX	18	20	33	47	12	130	4,04%
XIV	13	8	19	17	5	62	1,93%
X	21	18	43	47	14	143	4,45%
XI	4	4	2	6	3	19	0,59%
XII	8	4	14	12	15	53	1,65%
Total	404	362	975	1151	323	3215	100,00%

Fuente: bases de datos comerciales

Claramente se observa que la RM concentra más del 46% de los principales puntos de venta de estos productos, seguida de lejos por la V y VIII Regiones.

En la figura 2.2 se entrega un detalle de la distribución de los sectores antes indicados a nivel país.

<sup>3</sup> Fuente Ediciones Especiales El Mercurio 30 octubre 2010.



**Figura 2-2** Distribución de puntos de venta representativos para pilas y baterías

El comercio detallista (venta al por menor) también es un gran distribuidor de estos productos, pero es más difícil de cuantificar. Según estadísticas del INE 2010 existen en el país alrededor de 36.000 almacenes de venta al por menor de alimentos, bebidas y similares en los cuales se podría incluir la venta de pilas<sup>4</sup>, los cuales clasifican como pequeñas o microempresas.

Estos locales a nivel nacional siguen la tendencia de la distribución de la población, lo cual es ratificado por datos del SII respecto a localización de este tipo de actividades económicas<sup>5</sup>.

### **Empresas de eliminación**

Por otra parte, dentro de los destinatarios finales de residuos de pilas se identificaron las empresas gestoras que reciben pilas y baterías.

Según los diagnósticos realizados a este segmento<sup>6</sup>, actualmente existen un total de 11 empresas autorizadas relacionadas al transporte, acopio, recuperación, reciclaje o disposición de equipos electrónicos y similares, 8 de ellas en la Región Metropolitana y 3 en la VIII región. Entre ellas se incluyen las empresas que reciben la fracción

<sup>4</sup> Según estadísticas del INE 2010 existen cerca de 100 mil establecimientos de comercio al por menor, pero una parte importante corresponde a variados rubros (textiles, estaciones de servicio, farmacias, etc.)

<sup>5</sup> Fuente [www.observatorioempresas.gob.cl](http://www.observatorioempresas.gob.cl)

peligrosa de estos residuos (donde se incluyen pilas y baterías) como Hidronor en la RM (con centros de acopio transitorio en la II y VIII Región), Copiulemu y Hera Ecobio en la VIII Región.

De todas ellas se determinó que un total de 6 reciben pilas: 3 en forma indirecta (dentro de equipos, ver Anexo 4): Degraf, y Recicla en la RM y ChileRecicla en la VIII Región, además de las 3 empresas de eliminación mencionadas (Hidronor, Copiulemu y Hera Ecobio)

## **2.2 POLÍTICAS RESPECTO DE USO DE MATERIAL RECICLADO, RECUPERACIÓN DE PRODUCTOS POST-CONSUMO Y DESTINO.**

Dentro del estudio se evaluó la existencia y tipos de políticas de las empresas productoras individuales, en base a información disponible desde las casas matrices de las mismas, dado que no existe fabricación en el país. Dada la gran cantidad de marcas comercializadas en el país la información se orienta a aquellas más representativas (mas del 1% del mercado).

A grandes rasgos, se puede indicar que no todas las empresas fabricantes de pilas tiene una Política Medioambiental definida y publicada. Esto normalmente es obligatorio para aquellas empresas que mantienen un sistema de gestión ambiental certificado. Otras, aun cuando no cuentan exactamente con una política pertenecen a organizaciones cuyo objetivo es dar cumplimiento a normativas, por ejemplo las directivas de la Unión Europea,

Para el caso de los países miembros de la Unión Europea el desempeño medioambiental está regido por la Directiva 2006/66/CE del Parlamento Europeo y sus modificaciones del año 2008 relativa a las pilas y acumuladores y sus residuos (ver sección 2.3). Esta Directiva<sup>7</sup> procura mejorar el desempeño medioambiental de estos productos y de las actividades de todos los operadores económicos que participan en su ciclo de vida ( productores, distribuidores y los usuarios finales), y en particular, de aquellos que participan directamente en el tratamiento y reciclado de sus residuos.

En la Unión Europea, la organización European Portable Batteries Association (**EPBA**), que agrupa a fabricantes y distribuidores de pilas y acumuladores de distinto tipo y para diferentes usos se encarga que las empresas miembros de esta cumplan las exigencias de la Directiva 2006/66/EU y sus modificaciones.. Dentro de los miembros de esta organización destacan CEGASA de España con pilas Volta, Procter & Gamble distribuidor de Duracell, Energizer, GP, Kodak, Panasonic, Varta, y Sony, entre otros.

Es importante mencionar desde que ya desde la década de los 90's los fabricantes de pilas se comprometieron a eliminar los metales pesados (mercurio) de las pilas desechables de uso común (alcalinas y carbón-zinc). El propósito general de los miembros del EPBA fue vender pilas libres de mercurio a partir de enero de 1994. Esta iniciativa fue de carácter voluntario por parte de los productores.

---

<sup>6</sup> Fuente: Diagnóstico II de aparatos eléctricos y electrónicos (equipos de informática y comunicaciones, aparatos eléctricos de consumo y luminarias) Ministerio del Medio Ambiente 2010, C y V Medioambiente.

<sup>7</sup> Fuente: Directiva 2006/66/CE.

A continuación se detalla la información recabada desde diversas empresas productoras a nivel internacional.

### **Duracell:**

La empresa es miembro de la EPBA y reconoce dentro de sus políticas su responsabilidad en la ayuda a la protección del medio ambiente y se compromete en el diseño, fabricación y la distribución de pilas, de modo que se minimice el impacto sobre el medio ambiente. Lo que incluye el avance de la tecnología en productos tanto alcalinos como recargables. Desde 1993 eliminó voluntariamente el uso de mercurio (al igual que otros productores a nivel mundial) y además utiliza materiales biodegradables y renovables de envasado; más del 85% de las pilas alcalinas se empacan en cartón 100% reciclable

A diferencia de otros fabricantes, Duracell<sup>8</sup> indica no promover el reciclaje sino la reducción en la fuente, es decir, producir cada vez mejores productos con materiales que cada vez afecten menos al medio ambiente. De acuerdo al compromiso de mejorar la vida de los consumidores, el objetivo es mejorar el rendimiento de las pilas a través de innovaciones tecnológicas que permitan reducir la cantidad de pilas desechadas.

Según información recibida de Duracell (2), esta ha liderado la transformación del sector, desde el uso de pilas zinc-carbono hacia una tecnología alcalina de mayor duración, reduciendo así los residuos sólidos (que duran cerca del 50% más en comparación con la situación hace quince años). Ha tendido a eliminar las sustancias peligrosas de las pilas alcalinas y, desde los años 90, las que han ingresado al mercado están exentas de mercurio, cadmio y plomo. Es por eso que sostienen que las pilas alcalinas pueden ser desechadas con el resto de los residuos domiciliarios, sin que ello represente un peligro al medio ambiente.

Se indica que las plantas de fabricación de pilas alcalinas se encuentran entre las más eficientes en el plano energético y bajo nivel de emisiones de CO<sub>2</sub>. Estos procesos energéticamente eficientes dan como resultado una reducción del 15% al 20% del consumo de energía con respecto a los procesos precedentes y a las instalaciones típicas de fabricación.

Asimismo, Duracell expresa que en el mundo trabaja conjuntamente con los gobiernos nacionales, provinciales y fundamentalmente municipales, para encontrar en cada país el tratamiento más adecuado de las pilas, adaptándose a la legislación e infraestructura existente en cada uno de ellos. Recalca que las pilas alcalinas que se fabrican o ingresan a los diferentes países están libres de mercurio agregado, ya que existen leyes que prohíben la fabricación e importación de pilas alcalinas con mercurio. Este hecho es reconocido por diversos gobiernos como Estados Unidos, Reino Unido, Francia, Inglaterra, Japón, Brasil y Argentina.

---

<sup>8</sup> Fuente: Centro de Atención al Consumidor Duracell. "P&G Latin America"  
pg\_laconsumerrelations@mailnj.custhelp.com

### **Energizer:**

No manifiesta una política propiamente tal, sin embargo ha desarrollado una serie de documentos<sup>9</sup> de naturaleza informativa sobre la clasificación y disposición segura de los residuos de distintos tipos de pilas basados en las leyes federales y reglamentos de Estados Unidos y la Directiva Europea.

Energizer indica mantener desde hace años un firme compromiso con la conservación del medio ambiente y poner en marcha constantemente acciones con el fin de minimizar el impacto de sus productos y procesos de fabricación tienen sobre la naturaleza. Indica ser la primera empresa de la industria en eliminar los metales pesados, incluido el mercurio, de las pilas domésticas y ha maximizado el uso de materiales reciclados en sus embalajes

Durante la década del 90, Energizer eliminó el mercurio y el cadmio de todas las pilas de uso doméstico (AAA, AA, C, D y 9V). El cartón en el embalaje primario y secundario es de 100% reciclable, y no utiliza ninguna tinta con metales pesados en el proceso de impresión, siendo no tóxicas

Es miembro de la organización EPBA, e indica que todas sus baterías vendidas o puestas a la venta en el mercado cumplen con la Directiva 2006/66/EC sobre baterías y acumuladores.

Pilas **Eveready**<sup>10</sup> no indica información respecto a aspectos ambientales, sin embargo es necesario mencionar que la marca pertenece a la misma empresa que Energizer

### **Panasonic:**

No presenta una Política ambiental propiamente tal, pero si expresa aspectos ambientales<sup>11</sup>. Dentro de estos aspectos ha realizado acciones para la reducción del mercurio en las pilas. Además también ha trabajado en la reducción de sustancias peligrosas en otros productos de su fabricación. Todas las baterías fabricadas por Panasonic cumplen con la Directiva 2006/66 y sus modificaciones.

Conforme con los propósitos de EPBA, de la cual es miembro, Panasonic dio comienzo a un programa de reducción de mercurio en las pilas en 1985, el que fue disminuido paulatinamente hasta su eliminación. Para las baterías industriales con alto contenido de mercurio, alrededor de 30%, se emplearon tecnologías limpias y así fue posible reemplazar el mercurio. Con el desarrollo de esas alternativas se introdujeron al mercado las pilas de dióxido de Litio Manganeso y Zinc para aparatos de audición y fotografía.

Indica que tempranamente adoptó la Directiva 2006/66 para la recogida y reciclaje de todo tipo de pilas puestas en el mercado europeo. Todas las pilas Panasonic cumplen con los requisitos de dicha directiva. Además, desde enero de 2011 la fábrica de Panasonic<sup>12</sup> en Bélgica logró 0% de residuos lo que

---

<sup>9</sup> Fuente: Información general. Medioambiente. EU Battery Compliance. Battery Disposal. <http://data.energizer.com/>

significa que todo el sobrante de producción puede ser reciclado de modo que no va a eliminación

Aunque la Directiva relativa a reducción de sustancias peligrosas no aplica directamente a baterías, Panasonic da cumplimiento a dicha directiva 2005/95/EC.

### **Maxell:**

Es una compañía Japonesa<sup>13</sup>. Actualmente orientada a optimizar los diferentes usos de baterías de litio como una solución eficiente y que no tiene efectos negativos para el ser humano y el planeta. Corporativamente todos los productos relacionados con Maxell certifican que el 100% de sus materiales no contaminen el medio ambiente.

La **Política ambiental** de Maxell se basa en cuatro fundamentos principales:

- Todas las actividades de producción deben ser ambientalmente consideradas
- Un compromiso para fabricar productos que sean ambientalmente amigables
- Coexistencia con las comunidades locales
- Manejo medioambiental, que promueva estos tres principios y que apunten a la armonía entre ellos.

Estos estándares están bajo constante revisión esforzándose por llevar a cabo hasta los más estrictos objetivos para las emisiones y la minimización del impacto ambiental.

### **Rayovac**<sup>14</sup>:

Presenta una Carta compromiso donde establece que la filosofía de la compañía de mantener un medio ambiente limpio y conservar los recursos naturales Declaran que se deben desechar los recursos inteligentemente, reciclando aquellos que puedan usarse de manera distinta. Expresan que el reciclaje no se hace sin costos, y que algunos procesos de reciclaje consumen más recursos de los que ahorran.

Rayovac, propende a la reducción del consumo de recursos a los niveles que se necesiten razonablemente, reusando aquellos activos cuando sea necesario. Finalmente, indica que se debe desechar los recursos inteligentemente, reciclando aquellos que puedan usarse de manera diferente.

---

<sup>10</sup> Fuente: <http://www.energizer.com.mx/learning-center/battery-history>

<sup>11</sup> Fuente: Productos y Medioambiente. <http://www.panasonic-batteries.com/eu/environment>

<sup>12</sup> Fuente: Catálogo de baterías. <http://www.panasonic-batteries.com/>

<sup>13</sup> Fuente: Responsabilidad social corporativa. <http://www.maxellpan.com/nosotros/>

<sup>14</sup> Fuente: Rayovac y el Medioambiente. <http://la.rayovac.com/MeioAmbiente.aspx>

**Varta:**

VARTA Consumer Batteries (Alemania) ha definido altos estándares para su desarrollo respetando el medio ambiente, minimizando los recursos y teniendo una gestión de residuos eficiente, entre otros. Es parte de la compañía Spectrum Brands junto a Rayovac.

Ha adoptado como su política ambiental la directiva europea sobre producción y manejo de pilas y baterías y es miembro de la EPBA. Presenta una Política Ambiental en que uno de los objetivos es la disminución del daño ecológico mediante la aplicación de un manejo medioambiental integral en sus procesos desde la planificación. Al mismo tiempo evitar el daño ecológico y minimizar el uso de los recursos mediante la obligación del reciclar. A través de la mejora continua de los procesos desea alcanzar la optimización del desempeño ambiental.

Varta es socio fundador de la fundación Joint Battery Returns System junto a otros fabricantes y el ZVEI (Centralverband Elektrotechnik – und Elektronikindustrie e.V) la cual mantiene un sistema de gestión de pilas

Para las actividades de reciclaje indican que los aparatos electrónicos y las baterías, recargables o no recargables, no deben desecharse con la basura doméstica, sino que deben ser reciclados correctamente para proteger el medio ambiente así como reutilizar las materias primas

**Spectrum<sup>15</sup>:**

Al igual que Rayovac y Varta pertenece a la firma Spectrum Brands, Inc que publica una carta compromiso que expresa que su filosofía corporativa es mantener un medio ambiente limpio y conservar los recursos naturales.

Indican que el papel individual que desempeña en las comunidades y en su trabajo es vital para preservar estos recursos. Los desperdicios, que son producidos en las plantas de manufactura, en la oficina o en el hogar, representan ineficiencia económica y ambiental. Por consiguiente, es necesario reducir el consumo de recursos a niveles razonables debiéndose reusar aquellos activos cuando sea necesario. Finalmente, se debe desechar los recursos inteligentemente, reciclando aquellos que puedan usarse de manera distinta, reconociendo, sin embargo, que el reciclaje no se hace sin costos, y que algunos procesos de reciclaje consumen más recursos de los que ahorran.

La Compañía reconoce que las disciplinas de la calidad, seguridad y salud, y gestión del medio ambiente, son parte integral de su función de gestión. La Gestión de Spectrum Baterías Inc. considera esto como una responsabilidad primaria.

---

<sup>15</sup> Fuente: <http://la.rayovac.com/MeioAmbiente.aspx>; <http://www.spectrumbatteries.com/>

**GP Batteries**<sup>16</sup>:

Es una compañía miembro del grupo Gold Peak (Hong Kong China) presente en 17 países del mundo. Pilas GP Internacional Ltda. Está dedicada principalmente al desarrollo, fabricación y venta de pilas y productos relacionados bajo cumplimiento de normas ISO 9001. Presenta una política de calidad que incluye la protección del medio ambiente. Colpilas es el denominador común de todas sus actividades.

GP indica un compromiso de proteger el medio ambiente promocionando el uso de pilas recargables. También participa en el programa para reciclaje y la recuperación de pilas para teléfonos móviles iniciando por el departamento de protección ambiental de Hong-Kong. En 1998 GP adquirió los servicios de fabricación de pilas recargables de Ión Litio Duracell. En el 2002 adquirió el 75% del capital social de Zhongyin Batteries (Ningbo) Co., Ltd.), el segundo fabricante de pilas alcalinas mas grande de China.

**Redpower**<sup>17</sup>:

Marca comercial de Red Power Batteries que pertenece al Grupo Economico chileno de Jurguen Paulmann quien adquirió una fabrica de pilas en Oriente con el objetivo de desarrollar su propia marca de pilas y baterias(Red Power). No presenta política medioambiental ni declaraciones relacionadas a la gestión de residuos.

**BIC**<sup>18</sup>:

No presenta políticas medioambientales ni de calidad.

Sin embargo indica que sus productos, entre ellos las pilas BIC, son diseñados con la cantidad justa de materia prima para uso máximo y seguro. En la elaboración de sus productos usan nuevos materiales como bioplásticos o material reciclado. También hace uso de una herramienta de ecodiseño que permite medir los impactos medioambientales desde la fase de diseño del producto. El 87% de los productos BIC están manufacturados en las fábricas de la compañía y el 13% fabricados por subcontratistas quienes cumplen con los estándares BIC.

**Akita**:

No se encontró información sobre políticas medioambientales o gestión de residuos.

Otras marcas como Sony, Samsung, Toshiba o Philips poseen políticas ambientales amplias para sus diversos productos lo que les permite balancear sus actividades con

---

<sup>16</sup> Fuente: [www.ecopilas.com](http://www.ecopilas.com)

<sup>17</sup> Fuente: *Red Power Batteries* LinkedIn. [www.linkedin.com/company/red-power-batteries](http://www.linkedin.com/company/red-power-batteries)

<sup>18</sup> Fuente: [www.bicworld.com](http://www.bicworld.com)

las necesidades en el cuidado del medio ambiente, las cuales han sido descritas en estudios previos<sup>19</sup>

En resumen, se determinó que la mayoría de las principales marcas que ingresan al país cuentan con políticas o declaraciones orientadas a una adecuada gestión ambiental de estos productos a nivel internacional; sin embargo, no se visualiza aún alguna aplicación actual (de tipo voluntario) o futura de las mismas en Chile.

## **2.3 LEGISLACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL REFERIDA AL INGRESO DE LOS PRODUCTOS AL PAÍS Y A LA EXPORTACIÓN DE PILAS**

Se evaluaron antecedentes de diversas fuentes respecto a la legislación y normativas establecidas para las pilas y sus diversas tipologías. Dentro de la legislación internacional, se pueden mencionar normativas de la Comunidad Europea, Estados Unidos y otros países, las que se detallan a continuación:

### **2.3.1 LEGISLACIÓN INTERNACIONAL**

**Directiva 2006/66/CE** relativa a las pilas y baterías y a los residuos de pilas y baterías (deroga la Directiva 91/157/CE)<sup>20</sup>

Establece las normas de puesta en el mercado de las pilas y acumuladores y, en particular, la prohibición de poner en el mercado pilas y baterías que contengan sustancias peligrosas. Por otro lado insta normas específicas de recolección, tratamiento, reciclado y eliminación de los residuos de pilas y baterías, con indicaciones también respecto a la exportación de los residuos siempre que se cumpla la legislación comunitaria sobre el traslado de residuos

La Directiva prohíbe la puesta en el mercado de pilas y baterías que contengan **Mercurio (más de 0,0005 % de Mercurio en peso)** o **Cadmio (más de 0,002 % de Cadmio en peso; en este último caso se exceptúan las pilas tipo botón con un contenido no superior al 2 % en peso y las pilas y baterías portátiles destinadas a ser utilizadas en dispositivos de emergencia y de alarma, incluida la iluminación de emergencia, equipos médicos o herramientas eléctricas inalámbricas).**

**Incluye el principio de responsabilidad del productor**, estableciendo que los costos de la recolección, tratamiento y reciclado estén a cargo de los productores, deducidos los beneficios logrados mediante la venta de los materiales recuperados y establece atributos de los sistemas de recolección, como el permitir al usuario final desechar los residuos de pilas en un punto de retiro accesible y cercano, exigiendo que los distribuidores acepten la devolución de los residuos de pilas, sin cargo alguno.

<sup>19</sup> Disponibles en el Diagnóstico de aparatos electrónicos (computadores y celulares), CONAMA 2009 y en el Diagnóstico II de aparatos eléctricos y electrónicos (equipos de informática y comunicaciones, aparatos eléctricos de consumo y luminarias) Ministerio del Medio Ambiente 2010, ambos realizados por el proponente.

<sup>20</sup> Fuente: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:266:0001:0014:es:PDF>

Establece que **“con el fin de impedir que los residuos de pilas y acumuladores sean desechados de manera que contaminen el medio ambiente, y para evitar la confusión de los usuarios finales la Directiva debe aplicarse a todas las pilas y acumuladores puestos en el mercado dentro de la Comunidad”**. Para ello se establece como requisito de etiquetado que **todas las pilas, baterías y pilas botón incluyan el símbolo gráfico de recogida selectiva** (contenedor de basura tachado, símbolo que también se utiliza para residuos electrónicos); se exceptúan las muy pequeñas, que se marcarán en el envase de venta. Adicionalmente, las pilas y baterías que contengan metales pesados, deberán marcarse con sus símbolos químicos correspondientes.

**Prohíbe la incineración y la eliminación en vertederos de pilas y acumuladores industriales y de automoción fuera de uso.** No obstante, los materiales residuales, provenientes de tratamiento y reciclaje, podrán ser eliminados por estas vías.

La Directiva establece además **metas de recolección del 25% para el 26 de septiembre de 2012 y el 45% a más tardar para el 26 de septiembre de 2016.** Además establece, en su Anexo III, los niveles mínimos de reciclado que deben alcanzar los 25 Estados miembros:

- **El reciclado del 75 % en peso, como promedio, de las pilas y baterías de níquel cadmio, incluido el reciclado del contenido de cadmio en el mayor grado técnicamente posible, sin que ello entrañe costos excesivos.**
- **El reciclado del 50 % en peso como promedio, de los demás residuos de pilas y baterías.**

Se indican como obligaciones de los productores de pilas y acumuladores:

- Hacerse cargo de la recogida y gestión del residuo al final de la vida útil del producto.
- Financiar la gestión de los sistemas de recogida y reciclado.
- Garantizar el cumplimiento de los objetivos de recogida previstos la Directiva
- Asegurar los porcentajes de reciclado de las pilas y acumuladores
- Comunicar su condición de productor de pilas o acumuladores
- Inscribirse en un Registro Nacional de Productores de Pilas y Acumuladores, único y de carácter estatal.

Los Estados miembros deben garantizar que, las pilas y acumuladores recogidos sean sometidos a tratamiento y reciclaje basados en las mejores prácticas disponibles. El reciclaje excluye la recuperación de energía. El tratamiento comprende, como mínimo, la extracción de todos los fluidos. El tratamiento y cualquier almacenamiento, incluido el provisorio, debe realizarse en instalaciones de tratamiento impermeabilizados y convenientemente cubiertos, o en contenedores adecuados.

Esta Directiva ha sido modificada por las Directivas 2008/12/CE y 2008/103/CE. La Directiva 2008/12/CE indica que se debe establecer una metodología común para el cálculo de las ventas anuales de pilas y acumuladores portátiles a usuarios finales La Directiva 2008/103/CE indica que deben adoptarse las medidas necesarias para garantizar que las pilas y acumuladores que no cumplan los requisitos de la misma no sean puestos en el mercado, y bien si fueron puestos en el mercado después de la fecha estipulada, sean retirados del mismo.

Adicionalmente, se incluye una DECISIÓN DE LA COMISIÓN de 25 de noviembre de 2009 crea un cuestionario para los informes de los Estados miembros acerca de la aplicación de la Directiva 2006/66/CE del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a las pilas y acumuladores y a los residuos de pilas y acumuladores<sup>21</sup>.

Como normativa relacionada al tema de baterías y pilas no se puede dejar de mencionar la Directiva 2002/96/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, del 27 de enero de 2003, sobre residuos de aparatos eléctricos o electrónicos (RAEE, o WEEE, en inglés) que tiene como objetivo reducir la cantidad de estos residuos y la peligrosidad de sus componentes, fomentar la reutilización de los aparatos y la valorización de sus residuos y determinar una gestión adecuada tratando de mejorar la eficacia de la protección ambiental.

La Directiva RAEE tiene un enfoque de gestión que exige que los fabricantes e importadores ("productores") de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) tengan la responsabilidad de la recolección, tratamiento y valorización de los RAEE. En su artículo 6 la Directiva establece: "Los Estados miembros velarán por que los productores, o terceros que actúen por cuenta de ellos, organicen, de conformidad con la legislación comunitaria, sistemas para el tratamiento de los RAEE utilizando para ello las mejores técnicas de tratamiento, valorización y reciclado disponibles". El tratamiento incluirá, como mínimo, la retirada de todos los fluidos y el tratamiento selectivo de conformidad con lo estipulado en el anexo II de la presente Directiva.". Dentro del anexo mencionado encontramos entre otros: Condensadores que contengan policlorobifenilos (PCB); componentes que contengan mercurio, por ejemplo, interruptores o bombillas con iluminación de fondo; **pilas y acumuladores**; tarjetas de circuitos impresos para teléfonos celulares, etc.

Otra directiva de la Unión Europea relacionada es la **2002/95/CE**, (identificada como **RoHS**) y sus complementos. En ella se imponen restricciones al uso de ciertas sustancias peligrosas (entre ellos mercurio y cadmio) en los nuevos equipos eléctricos y electrónicos con el fin de proteger la salud y establecer sistemas de disposición ambientalmente amigables.

**España: Real Decreto 106/2008** sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus Residuos, modificado por el Real Decreto 943/2010.

El Decreto se basa en los principios de la responsabilidad del productor. Establece como principio la prevención en la generación de residuos de pilas y baterías, facilitar su recolección selectiva y su correcto tratamiento y reciclaje, con la finalidad de reducir al mínimo su peligrosidad y de evitar la eliminación de las pilas, acumuladores y baterías usados en el flujo de residuos urbanos no seleccionados. Por otro lado establece las normas relativas a la puesta en el mercado de pilas, acumuladores y baterías y, en particular, la prohibición de la puesta en el mercado de productos que contengan determinadas cantidades de sustancias peligrosas.

Su ámbito de aplicación es **todo tipo de pilas, acumuladores y baterías, independientemente de su forma, volumen, peso, composición o uso**. Asimismo será de aplicación a las pilas, acumuladores y baterías procedentes de los vehículos al

<sup>21</sup> notificada con el número C(2009) 9105.

final de su vida útil y de los aparatos eléctricos y electrónicos, regulados, respectivamente, en el Real Decreto 1383/2002, del 20 de diciembre, sobre gestión de vehículos al final de su vida útil, y en el Real Decreto 208/2005, del 25 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos.

Dentro del mismo se consideran como **residuos peligrosos a las baterías y acumuladores de plomo, níquel cadmio y todas las que contengan mercurio.**

Asimismo, el Real Decreto establece metas más estrictas de recogida que las establecidas por la Directiva Europea: 25% a partir del 31 de diciembre de 2011, 45% a partir del 31 de diciembre de 2015. A partir del 31 de diciembre de 2011 se deberá alcanzar, como mínimo, el objetivo de recogida anual para el conjunto del territorio nacional del 95% en peso de los residuos de pilas, acumuladores y baterías industriales que contengan cadmio generados en el año precedente al de la recogida

### **Normativa del Reino Unido**

El Reino Unido (Inglaterra, Gales, Escocia e Irlanda del Norte) ha establecido una normativa diferente a la planteada por la Comunidad Europea. Un ejemplo de esta situación es el caso de residuos peligrosos y de residuos de postconsumo de pilas. La normativa abarca el almacenamiento, el transporte y la disposición de pilas primarias y secundarias.

En Inglaterra y Gales la normativa entró en vigencia el 2005 y aborda pilas con hidróxido de potasio y metales pesados como cadmio y plomo. Establece básicamente que el transporte y movimientos de Baterías debe ser registrado y cumplir con las normas para el transporte de residuos controlados, asegurándose que el manejo de las baterías gastadas esté acorde con lo permitido por la regulación en relación con la recuperación de metales o disposición segura

En Escocia la normativa es de 1996, con una enmienda en el 2004, y clasifica las pilas y baterías como residuos especiales por contener materiales corrosivos y metales pesados como plomo y cadmio. Esta normativa aborda el almacenamiento, transporte y disposición final. Para el caso de Irlanda del Norte se trabaja con el Acta de Protección Ambiental de 1990, parte II. En esta acta se relacionan responsabilidades similares a las de Inglaterra, Gales y Escocia. Además hace una distinción de los "bienes peligrosos", diferenciándolos de un residuo peligroso y señala que varios tipos de baterías tienen estas dos connotaciones.

En el 2008, la Directiva Europea 2006/66/EC se incorporó en el marco jurídico del Reino Unido; además, se emitió la UK Directiva Estatutaria N°.2164, de 2008, sobre Baterías y acumuladores colocados en el mercado, enfocada a los aspectos de comercialización y los residuos de pilas y baterías.

En el 2008 estaba en proyecto una Directiva para la regulación de residuos de baterías y acumuladores, cuyo objetivo principal era minimizar el impacto negativo de sus residuos sobre el medio ambiente. Esta regulación está enfocada a productores, usuarios finales, esquemas de cumplimiento e industria de manejo de residuos, pero no aplica completa en todos los países miembros del Reino Unido. En el caso de los productores, los insta a que se hagan responsables de todos los costos del manejo de las pilas gastadas; mientras que a los usuarios finales no les asigna ningún costo, pero

establece su responsabilidad en cuanto a colocar los residuos en los sistemas que aseguren su reciclaje.

Los principales lineamientos de la Directiva 2164 del 2008 y del proyecto de Directiva son:

Prohíbe la comercialización de pilas con contenidos por encima de 0,0005% en peso de mercurio y 0,002% en peso de cadmio.

Define tres tipos de baterías, acumuladores o pilas motivo de la regulación: baterías para autos, baterías industriales y baterías portátiles.

Los productores deben registrarse y pagar por el registro cada año; además deben relacionar las ventas de pilas que realizaron

- Los pequeños productores (que colocan en el mercado menos de una tonelada de pilas portátiles al año, si bien tienen que registrarse y pagar por el registro, están exentos de unirse a las metas de cumplimiento.
- Los productores deben unirse a los esquemas de cumplimiento y serán responsables de la recolección y el reciclaje de los residuos de pilas.
- Los esquemas de recolección no tendrán recargo a los vendedores y ellos no podrán generar recargos al esquema.
- Las baterías recolectadas deben ser enviadas a un operador aprobado o exportadas por un transportista autorizado.
- Los rendimientos o eficiencias del proceso de reciclaje deben ser los siguientes: para pilas Ni-Cd se debe recuperar más del 75% del peso de la pila. Para cualquier otro tipo de pilas químicas se debe recuperar más del 50% del peso de la pila.
- A partir del 1 de febrero del 2010 todos los vendedores serán requeridos para recolectar las pilas gastadas, sin recargo a los usuarios finales. Los vendedores que comercialicen menos de 32 kilogramos por año de pilas, están exentos de recolectar las pilas gastadas.
- Los vendedores deben informar a los usuarios y compradores de pilas, que ellos recolectarán las pilas gastadas, y no podrán obligar a los usuarios a comprar en ese establecimiento cuando regresen las pilas gastadas.
- Los usuarios finales deberán depositar las pilas gastadas en los sitios indicados por los esquemas de manejo de este tipo de pilas, sin tener que pagar por ello.
- El reciclaje de pilas gastadas será monitoreado a través de la emisión de certificados o manifiestos que evidencien la gestión. Sólo los gestores de pilas gastadas y los exportadores autorizados podrán emitir estos certificados o manifiestos.

Lo anteriormente expuesto evidencia que la tendencia es la gestión de las pilas en desuso por medio de procesos de reciclaje, descartando la disposición de éstas en rellenos de seguridad como opción de disposición final.

### **Legislación de otros países miembros de la CE**

Otros países de la CE generaron diversas normativas en la década de los 90. Posteriormente, con la publicación de la Directiva 2006/66, todos ellos se acogieron a la misma<sup>22</sup>.

Los países de la Unión Europea están todos afiliados a EPBA<sup>23</sup> lo que asegura el cumplimiento de los requisitos de la Directiva 2006/66 y sus modificaciones, ya que cuenta con organizaciones de cumplimiento asociadas. En las Directivas transpuestas de cada país, en general, no se detectan porcentajes de recolección y reciclaje distintas a las metas propuestas en la misma.

---

<sup>22</sup> Fuente: <http://www.epbaeurope.net/epbainit.html>

<sup>23</sup> Fuente: Misión de la EPBA. <http://www.epbaeurope.net/recycling.html>

**Tabla 2-6** Normativas de otros países de la CE relacionadas a pilas y baterías

País	Normativa años 90	Normativa actual
Austria	1991."Federal Ordinance on Batteries."; para toda clase de pilas y baterías, más allá de los requerimientos de la EU Battery Directive 91/157/EEC, sin metas de recolección. Responsable de la recolección: municipalidades y retailers.	15 mayo 2008 se publica transposición de la Directiva 2006/66.
Bélgica	1996. Ley "Royal Order on Batteries" (1996); para toda clase de pilas y baterías, más allá de los requerimientos de la EU Battery Directive 91/157/EEC; con una meta del 75% de recolección. Recolección a cargo de la industria.  La Ley aplicaba un "ecotax" de 0.60 Euro por cada batería independientemente del tamaño y el sistema químico. Se exceptuaban del impuesto quienes las entregaban bajo un esquema de depósito y si el fabricante participaba en un sistema de recolección "voluntaria".	27 marzo 2009 puesta en marcha de la Directiva 2006/66.
Dinamarca	1993."Bill for Duty on Lead Accumulators and Hermetically Seals Nickel Cadmium Accumulators.", baterías requeridas bajo la EU Battery Directive 91/157/EEC (Hg, NiCd, Pb); con una meta del 75%. Recolección a cargo de municipalidades.	2008. Publica transposición de la Directiva 2006/66 y modificaciones.
Francia	1999. "Decree Relating to the Marketing of Batteries and Accumulators and to Their Disposal."; para toda clase de pilas y baterías, más allá de los requerimientos de la EU Battery Directive 91/157/EEC, sin metas de recolección. Recolección a cargo de retailers.	Decreto N° 2009-1139 del 22 de septiembre de 2009 sobre la Directiva 2006/66 y modificaciones de 2008.
Alemania	1998; "German Ordinance on the Return and Disposal of Used Batteries and Accumulators."; para toda clase de pilas y baterías, más allá de los requerimientos de la EU Battery Directive 91/157/EEC; sin metas de recolección. Recolección a cargo de municipalidades y retailers.	2008. Se acoge a la Directiva 2006/66 y modificaciones.
Italia	1997; "Regulation Conveying the Rules for the Incorporation of Directives 91/157/EEC and 93/68/EEC on Batteries and Accumulators Containing Dangerous Substances."; baterías requeridas bajo la EU Battery Directive 91/157/EEC (Hg, NiCd, Pb); sin metas de recolección.	Decreto Legislativo 188 del 20 noviembre 2008 sobre la Directiva 2006/66 y modificaciones de 2008
Holanda	1995; "The Battery Disposal Decree.", para toda clase de pilas y baterías, más allá de los requerimientos de la EU Battery Directive 91/157/EEC meta del 95%; a cargo de municipalidades.	Septiembre 2008, Management of Batteries and Accumulators Regulations 2008, <b>basado el la</b> Directiva 2006/66 y sus modificaciones. Prohíbe la disposición de residuos en rellenos o vertederos, siendo más estricta que la Directiva
Noruega	1994; "Regulations Concerning Changes in the Regulation on Batteries."; para toda clase de pilas y baterías, más allá de los requerimientos de la EU Battery Directive 91/157/EEC + NiMH + Li-ion; con una meta del 80%; a cargo de la industria y retailers.	Se acoge a la Directiva 2006/66 y modificaciones de 2008. Además publica la Ecoetiqueta Noruega (The Swan label) para pilas y acumuladores
Portugal	2001; "Legal Regime Governing Management of Batteries and Accumulators and Management of Used Batteries and Accumulators."; para toda clase de pilas y baterías, más allá de los requerimientos de la EU	Diário da República, 1.ª série — N.º 3 — 6 de Janeiro de 2009 publicación sobre la Directiva 2006/66 y modificaciones de

País	Normativa años 90	Normativa actual
	Battery Directive 91/157/EEC, con una meta del 25%; a cargo de municipalidades y retailers.	2008
Suecia	1997; "Battery Ordinance."; para toda clase de pilas y baterías, más allá de los requerimientos de la EU Battery Directive 91/157/EEC; sin metas; a cargo de municipalidades.	SFS 2008:834 11 de noviembre de 2008 publicación <b>sobre la</b> Directiva 2006/66 y modificaciones de 2008
Suiza	1996; "Order Regulating Materials Harmful to the Environment."; para toda clase de pilas y baterías, más allá de los requerimientos de la EU Battery Directive 91/157/EEC; meta del 80%; a cargo de municipalidades y retailers.	Se acoge a de la Directiva 2006/66 y modificaciones de 2008

Fuente: <http://www.epbaeurope.net/epbainit.html>

## China<sup>24</sup>

Según la Ley de la República Popular de China sobre la Prevención y Control de la Contaminación de Residuos Sólidos para el Medio Ambiente, de 1996, los desechos peligrosos deben ser tratados por separado de acuerdo a sus propiedades.

En el 2003, la Agencia Estatal de Protección Ambiental (SEPA), junto con otros nueve organismos de gobierno, emitió una nueva política en materia de reciclaje de baterías llamada "Política sobre técnica adecuada para la Prevención de la Contaminación de residuos de baterías" (PTPPWB). Esta política está basada en el entendimiento de que la mayoría de las baterías de zinc y alcalinas de manganeso, vendidas y utilizadas en China contienen menos del 0,0001% de mercurio. Es importante mencionar que en China se recicla sólo entre 1 y 2% de pilas de uso doméstico.

## Japón<sup>25</sup>

El marco de toda la legislación medio ambiental en Japón<sup>26</sup> es el Kankyo Kihon Ho, No. 91 of 1993. El marco de la ley relacionada con el reciclaje es la Jyunkangata Shakai Keisei Suishin Kihonho, No. 110 of 2000, (The Basic Law for Establishing a Recycling-Based Society o simplemente, the "Basic Recycling Law"). Esta ley fue promulgada en 2000, y declara **el principio de responsabilidad extendida del productor**, estando referida a un sistema de gestión de los residuos que comprende reducción en la fuente, reuso, reciclaje, recuperación de energía, y disposición adecuada. La ley.

## Estados Unidos

En Estados Unidos, en 1996 se promulgó el Mercury-Containing and Rechargeable Battery Management Act (the Battery Act, Ley 104-102), decreto relacionado con la recogida y el reciclaje de pilas y baterías<sup>27</sup>. El Decreto contiene dos secciones principales. La primera indica las condiciones para el reciclaje de baterías recargables de NI-Cd y algunas SSLA (small sealed lead-acid) y otras. La segunda promueve la

<sup>24</sup> Fuente: Estudio sobre programas de reciclaje de baterías en otros países. Lim Yan Zhong Lin Shan , Yun Jing Tay. <http://www.slideshare.net/shan032/battery-recycling-slide-presentation>.

<sup>25</sup> Fuente: [http://www2.kankyo.metro.tokyo.jp/anmc21\\_WM/legislation.htm](http://www2.kankyo.metro.tokyo.jp/anmc21_WM/legislation.htm)

<sup>26</sup> Fuente: International Environmental Law Committee - Newsletter Archive. Vol. 5, No. 1 - February 2003. <http://www.abanet.org/environ/committees/intenviron/newsletter/feb03/japan1/>

<sup>27</sup> Fuente: <http://www.epa.gov/osw/hazard/recycling/battery.pdf>

reducción del uso de pilas que contienen mercurio. Entre los alcances del mismo se destaca lo siguiente:

- a) Establece a nivel nacional requerimientos para el etiquetado de baterías recargables de NI-Cd y algunas SSLA.
- b) Establece que las baterías recargables de NI-Cd y algunas SSLA deben ser fácilmente removibles de los artefactos de uso común y de herramientas.
- c) Hace efectiva la Regla Universal de Residuos inmediatamente en todos los 50 estados para la recogida, almacenaje, y transporte de baterías cubiertas por el Decreto.
- d) Requiere que la EPA establezca un programa de educación pública sobre el reciclaje de baterías y el manejo apropiado y disposición de las mismas, trabajando en conjunto con los fabricantes y distribuidores para llevar a cabo esta iniciativa
- e) Prohíbe, o limita, la venta en Estados Unidos de algunos tipos de baterías, que contengan mercurio en concentraciones sobre las establecidas (ej. Alcalina-Mn, Zn-C, pilas botón con óxido de mercurio, y otras con óxido mercúrico).

Según el mismo, en Estados Unidos sólo se puede vender o promocionar baterías de mercurio en lugares que tienen autorización federal, estatal y local para garantizar su posterior reciclaje y disposición final. Las etiquetas de todas las baterías deben indicar: "BATTERY MUST BE RECYCLED OR DISPOSED PROPERLY" Para esto se propone impulsar programas voluntarios de las industrias.

Adicionalmente, en el Estado de California todas las pilas desechadas son consideradas residuos peligrosos, tanto recargables como de un solo uso. Todas deben ser recicladas o trasladadas a un lugar de eliminación de residuos peligrosos, ya que según la Universal Waste Rule: a partir del 9 Febrero de 2006 todos los ítems que entran en el marco de la categoría de "residuos universales" deben ser eliminados del flujo de los residuos domésticos con el objetivo de separar los materiales peligrosos, darles un tratamiento de reciclado distinto o tener una disposición adecuada.

El proyecto de ley 1125 del 2005, denominado "Ley de Baterías Recargables", establece la responsabilidad de quienes venden baterías recargables, incluidas las utilizadas en herramientas y computadoras portátiles, de hacerse cargo de la batería sin costo alguno para el consumidor a partir del 1º de julio de 2006. La ley 51 California Integrated Waste Management Board. California Government exime a las tiendas que venden principalmente alimentos y a los minoristas con ventas anuales brutas de menos de 1 millón de dólares.

## **Canadá**

En septiembre de 1998 se lanzó en Toronto el programa Charge Up to Recycle!, financiado por la industria de las baterías recargables; este programa fue el primero en su tipo de alcance nacional y es llevado a cabo por la Rechargeable Battery Recycling (RBRC). Charge Up to Recycle! consiste en una campaña educativa a nivel nacional que incluye una línea telefónica informativa gratuita, una serie de TV, anuncios en radio y vía pública, un sitio web interactivo, boletines impresos y material en los comercios adheridos. Se utilizan cajas especialmente diseñadas para recolectar las baterías de los comercios y enviarlas a una instalación de reciclado de última tecnología.

## México<sup>28</sup>

Respecto a la legislación sobre pilas la Comisión de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la LVIII Legislatura de la Cámara de Diputados del Congreso de la Unión sometió a consideración del Pleno de la Cámara el proyecto de decreto por el que se expidió la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, aprobada por el Congreso de la Unión el 28 de abril de 2003, y publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de octubre del mismo año.

La mencionada ley intenta cubrir los vacíos legales de la actual legislación y adecuar el manejo de los residuos en relación con el crecimiento demográfico; considera la apertura comercial y la introducción de nuevos tipos de productos de consumo, que contribuyen a aumentar el volumen de residuos municipales.

Este nuevo marco legal posibilitará un manejo adecuado de las pilas y baterías ya que también considera la participación social; además, existe un avance respecto de la legislación anterior ya que en su artículo 44 divide a los generadores en grandes, pequeños y micro generadores, así como sus respectivas responsabilidades. Sin embargo; aún es necesario que se emita su reglamento, además de definir aspectos organizacionales.

## BRASIL

La Resolución CONAMA 257, 30/06/99 vigente desde julio del 2000, complementada por la Resolución N° 263 de 12/11/99 establece que, entre los diferentes tipos de pilas y baterías, aquellas que contengan plomo, cadmio, mercurio y sus compuestos deberán ser devueltas y aceptadas por comercializadores, fabricantes o importadores, o por la red de recolección que deberá ser creada por ellos,.

Por otra parte establece límites en composición de metales pesados para la fabricación, importación y comercialización y para la forma de disposición, ya que las pilas y baterías que **cumplan con los límites indicados pueden ser dispuestas junto con residuos sólidos domiciliarios en rellenos sanitarios autorizados** (al año 2001: tipo botón: hasta 25 mg por elemento; otras: Mercurio 0,010%, Cadmio 0.015%, Plomo 0.200%).

## COLOMBIA

La Resolución 1297 de julio del 2010 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, establece sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de residuos de pilas y/o acumuladores, con metas de recolección mínima anual del 4% a partir del año 2012, y con incrementos anuales del 4% hasta el 2016, para aumentar a un 5% anual a partir del 2017 hasta alcanzar un 45% de recolección como mínimo<sup>29</sup>.

Aunque en Colombia ya está operando la Resolución 1297, a julio de 2010, no se han encontrado resultados publicados de cantidades ni tipos de pilas recogidas. La resolución es aplicable a los proveedores que manejan anualmente 3 mil o más

<sup>28</sup> La nueva Ley sobre residuos. <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/438/cap5.html>

<sup>29</sup> Fuente: Estrategia ambiental Resolución 1297. <http://blog.estrategiaambiental.com/2010/07/13/>

unidades de pilas, baterías y acumuladores eléctricos secundarios, quienes deberán asumir los costos de la implementación del sistema.

La resolución cubre ampliamente la forma de operar desde el punto de vista de los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de pilas y acumuladores, sus características y los elementos que debe contener. Aborda la actualización y avances de los sistemas, metas de recolección, formas de acopio y transporte de residuos. Así también indica en sus artículos específicamente las obligaciones de los productores, obligaciones de los distribuidores y obligaciones de los consumidores.

### **ARGENTINA<sup>30</sup>**

Se encuadra a las pilas y baterías en el marco de la Ley Nacional de Residuos Peligrosos, N° 24.051, Resolución 544/94 y Decreto reglamentario 831/93. La Ley de Residuos Peligrosos. Incluiría algunos tipos de pilas y baterías en función de sus componentes. Adicionalmente, el año 2006, se promulgó la Ley 26.184 bajo la cual se prohíbe la fabricación, ensamblado, importación y comercialización de pilas y baterías primarias, con forma cilíndrica o 9V, y las tecnologías alcalinas y de Zinc-Carbón, con contenido de Mercurio mayor al 0,0005% en peso, Cadmio mayor a 0,015% en peso y Plomo superior al: 0,200% en peso.

Adicionalmente, se incluye la Ley de la Provincia de Buenos Aires N° 11720 de residuos especiales (y su Decreto Reglamentario 806/97 11720). El fin de esta Ley es reducir la cantidad de residuos especiales generados, minimizar los potenciales riesgos del tratamiento, transporte y disposición de los mismos y promover la utilización de las tecnologías más adecuadas, desde el punto de vista ambiental.

### **Regulaciones generales:**

#### **Convenio de Basilea**

El Convenio de Basilea es un tratado ambiental internacional vigente desde 1992, que regula estrictamente el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos y estipula obligaciones a las Partes para asegurar el manejo ambientalmente racional de los mismos, particularmente en lo referente a su disposición. Impone reglas para la importación y exportación de desechos peligrosos (donde podrían considerarse algunos tipos de pilas), lo que implica el establecimiento de protocolos para manejar su movimiento y disposición final. Además reconoce que la forma más efectiva para proteger la salud humana y el ambiente de los daños producidos por los desechos se basa en la máxima reducción de su generación en cantidad y/o peligrosidad.

#### **MERCOSUR:**

Los países de MERCOSUR (Brasil, Argentina, Uruguay y Paraguay, además de Chile y Bolivia) consideran a las pilas y/o baterías como residuos especiales de generación

---

<sup>30</sup> Fuente: <http://www.slideshare.net/projetadan/Presentacion-proyecto-pilas> -

Facultad de Ingeniería Universidad Nacional del Centro de la provincia de Buenos Aires Pilas y baterías proyecto de extensión universitaria

universal, es decir que su generación se efectúa en forma masiva o universal, y, por sus consecuencias ambientales, características de peligrosidad, riesgo o potencial efecto nocivo para el ambiente, requieren una gestión ambientalmente adecuada y diferenciada de otros residuos. El Acuerdo de Gestión Ambiental de Residuos Peligrosos y Responsabilidad Post Consumo, fue firmado durante la "IV Reunión Extraordinaria de Ministros de Medio Ambiente del MERCOSUR". Los países del MERCOSUR se comprometieron a "incorporar patrones de producción y consumo sustentables con el fin de minimizar la cantidad y peligrosidad de los residuos generados".

### 2.3.2 LEGISLACIÓN NACIONAL

Todas las pilas utilizadas en Chile son importadas. En este sentido no existe aún en nuestro país una reglamentación específica en cuanto a condiciones de importación (que prohíba el ingreso de algunos productos en función de la concentración de algunos metales pesados, como existe en otros países), o que obligue a establecer el mínimo de información a entregar respecto del producto que ingresa, así como del manejo y disposición final de pilas en función de sus características y composición.

Las pilas vienen rotuladas, con diferente grado de detalle, de acuerdo a normas internacionales, como la norma europea IEC 60086-1 *Primary batteries - Part 1: General o la norma norteamericana ANSI C18.1 American National Standard for Dry Cells and Batteries-Specifications* (ver Anexo 5).

A nivel nacional existe carencia de **normativas obligatorias relativas a rotulado de pilas y baterías de pilas**. Las pilas comercializadas actualmente en el mercado contienen indistintamente información en inglés y español, u otros idiomas en el cuerpo del producto, y sólo algunas indican ausencia de ciertos metales pesados. Lo anterior a pesar de que, en el año 2005, el INN dictó la NCh 2969-1 sobre generalidades de pilas y baterías primarias (basada en la norma IEC 60086-1) y la NCh 2969-2 respecto a especificaciones físicas y eléctricas de pilas y baterías, pero ambas son normas voluntarias.

Adicionalmente el uso de la glosas existentes del Servicio Nacional de Aduanas, para estos productos es poco preciso ya que una gran cantidad de tipos de pilas y acumuladores (primarios y secundarios) se ingresan a través de la glosa genérica "otras pilas y baterías de pilas", o bien se encuentran productos recargables dentro de las glosas de productos no recargables, además que un porcentaje importante no se ingresa con información suficiente para ser clasificadas (ver detalles en sección 2.4.1).

Desde la perspectiva de manejo de residuos, en Chile no existe una reglamentación específica para las pilas y acumuladores, aplicándose para su manejo el D.S.148/03, Reglamento de Manejo de Residuos Peligrosos, el cual define como residuos peligrosos:..."los residuos o mezcla de residuos que representan un riesgo para la salud pública y/o efectos adversos para el medio ambiente, ya sea directamente o debido a su manejo actual o previsto" (Art.10). Las características de peligrosidad incluyen (Art.11): Toxicidad aguda, crónica o extrínseca (por lixiviación). Inflamabilidad. Corrosividad y Reactividad

El Reglamento en su *artículo 18, lista II, establece que los desechos que contengan metales pesados o sus compuestos son considerados peligrosos; en tanto el artículo*

19 establece que los residuos listados en el artículo 90, lista A, "son peligrosos a no ser que se demuestre lo contrario ante la Autoridad Sanitaria, y entre ellos se encuentra el código A1170 Baterías desechadas sin seleccionar, excluidas mezclas de baterías sólo de la Lista B del presente Artículo. Baterías desechadas no incluidas en la Lista B del presente Artículo que contengan constituyentes de la Lista II del artículo 18 en concentraciones tales que hagan que el residuo presente alguna característica de peligrosidad (no indica explícitamente a las pilas y acumuladores). No obstante La lista B del Reglamento (Residuos no Peligrosos) incluye dentro de la categoría B1090 a las Baterías de desecho que se ajusten a una especificación, con exclusión de los fabricados con plomo, cadmio o mercurio.

## 2.4 CARACTERIZACIÓN ECONÓMICA DEL SECTOR

### 2.4.1 DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DEL SECTOR E IMPORTANCIA

La determinación del tamaño actual del sector se determinó en base a la información de los flujos de importación y exportación para los productos considerados, ya que si bien no corresponden directamente a las ventas anuales, sí permiten establecer la cantidad de productos que queda disponible en el país (consumo aparente) y, a futuro, el flujo de residuos anual y acumulado.

Al respecto se recalca que, si bien existen glosas específicas para los diversos tipos de pilas primarias y secundarias que ingresan o salen del país, una cantidad importante de estos productos se clasifica genéricamente en la glosa de "las demás pilas" (85068010 y 85068090). Para dar un orden de magnitud, **en los últimos 3 años en dichas glosas genéricas se incluyó entre un 57% y un 72% del total de pilas importadas**, lo que complica una clara identificación de los productos (ver datos del 2010 en tabla 2.7).

En este punto, es importante hacer notar que **no existe una glosa específica del Servicio de Aduanas para las pilas de cinc carbono** (comunes), que corresponde a la segunda tipología más comercializada en el país, por tanto estas pilas necesariamente ingresan en las glosas genéricas mencionadas. Ello también ocurre para los acumuladores ión litio.

La importación total de pilas primarias alcanzó el año 2008 a más de 142,77 millones de unidades, con una baja el 2009 a 94,8 millones, pero con una importante alza el año 2010 a casi 163,43 millones de unidades<sup>31</sup>. En tanto la exportación no superó las 941 mil unidades. El tipo principal de pilas importadas son las de dióxido de manganeso o alcalinas, seguidas de las de zinc-aire. El mayor porcentaje proviene de Asia. Respecto a las exportaciones aunque la cantidad es mínima, el destino principal son países de la región como Argentina y Bolivia (ver tablas 2.7 y 2.8, valores por tipo de pila o acumulador, de acuerdo a listados acumulados del Servicio de Aduanas sin diferenciación).

<sup>31</sup>Datos recabados de Estacomex (Servicio de Aduanas)

**Tabla 2-7 Importación de pilas (año 2010)**

Clasificación Producto	Cantidad (unidades)	Porcentaje	Origen principal
<b>PILAS PRIMARIAS</b>			
PILAS SECAS DE DIOXIDO DE MANGANESO	61.782.290	37,29%	Indonesia
PILAS SECAS DE OXIDO DE MERCURIO	13.081	0,01%	China
PILAS SECAS DE OXIDO DE PLATA	2.851.152	1,72%	Japón
PILAS SECAS DE LITIO	3.267.592	1,97%	Japón, China
PILAS SECAS DE CINC AIRE	3.896.815	2,35%	Japón
Las demás pilas y baterías de pilas(*)	93.884.793	56,66%	China
<b>Total</b>	<b>165.695.723</b>		
<b>PILAS SECUNDARIAS</b>			
ACUMULADORES NICD	352.144	73,3	China
ACUMULADORES NIMH	128.576	26,7	China
<b>Total</b>	<b>480.720</b>		

(\*) Incluye pilas primarias como secundarias Datos de acuerdo a listados de Aduanas sin diferenciación.

**Tabla 2-8 Exportación de pilas (año 2010)**

Clasificación Producto	2010	Porcentaje	Destino principal
<b>PILAS PRIMARIAS</b>			
PILAS SECAS DE DIOXIDO DE MANGANESO	740.406	78,7%	Bolivia
PILAS SECAS DE OXIDO DE MERCURIO	40		Bolivia
PILAS SECAS DE OXIDO DE PLATA	0	-	-
PILAS SECAS DE LITIO	767	0,1%	Perú
PILAS SECAS DE AIRE-CINC	67		Paraguay
Las demás pilas y baterías de pilas (*)	199.200	21,2%	Argentina
<b>Total</b>	<b>940.480</b>	<b>100%</b>	
<b>PILAS SECUNDARIAS</b>			
ACUMULADORES NICD	3615	99,9%	Uruguay
ACUMULADORES NIMH	5	0,1%	Zambia
<b>Total</b>	<b>3620</b>		

(\*) Incluye tanto pilas primarias como secundarias Datos de acuerdo a listados de Aduanas sin diferenciación

En los datos del año 2010 se observa un bajo porcentaje de importación de pilas secundarias, lo que no refleja la realidad de estos productos, pues un importante porcentaje de pilas secundarias ingresa al país dentro de las glosas de "las demás pilas y baterías de pilas", como se indicó previamente, incluyéndose también una cantidad importante del tipo primario, (como las de zinc carbono o "comunes") e incluso hay ingresos que no identifican claramente el tipo de pila específico.

De la revisión de información, también se verificó que el la glosa referida a las demás pilas secas de litio (primarias), también se incluyen productos recargables de ión litio, ya que no existe una glosa específica para los mismos. En la misma glosa se detectó un error de ingreso en abril del 2004, donde en lugar de incluir el número de unidades

se ingresó la glosa del producto (aumentando la cantidad en más de 85 millones de unidades). Finalmente se detectó que también se incluyen en las glosas de pilas otros productos relacionados (como cargadores) que hubo que descartar.

Por lo anterior, fue necesario revisar en detalle los listados entregados por Aduanas, a fin identificar los tipos de pilas en las glosas mencionadas (diferenciando tecnología recargable y no recargable y composición), lo cual permitió un mejor diferenciación. Sin embargo igualmente quedó cerca de un 3% de producto que no fue posible de clasificar con la información disponible (para el año 2010 se redujo desde 93,8 millones de unidades a un poco más de 7 millones) La información desglosada se detalla a continuación.

#### a) Balance de cantidad disponible país pilas no recargables (primarias)

La evolución histórica de las importaciones de pilas no recargables se detalla en la tabla 2.10. La cantidad exportada se detalla en la tabla 2.11; se observa que **el porcentaje promedio de la exportación frente a la importación no supera el 0,05% (0,94 millones de unidades frente a 163,97 millones de unidades al año 2010)** por lo que el efecto en el flujo de productos disponibles en el país es mínimo. Como resultado, en la tabla 2.11 se entrega el detalle de los productos disponibles en el país en los últimos años, destacando que, al año 2010, **la cantidad disponible superaba los 163 millones de unidades.**

**Tabla 2-9** Importación de pilas primarias por tecnología  
(unidades- periodo 2000 -2010)

Año	Dióxido de Mn	Oxido de Hg	Oxido de Ag	Litio	Cinc-Aire	Cinc Carbono	Las demás	Total
2000	73.213.855	31.264	2.970.462	2.866.297	439.561	49.723.264	1.305.911	130.550.614
2001	70.587.659	1.939.235	2.875.809	3.890.345	532.566	38.862.121	13.010.087	131.697.822
2002	63.658.097	400.988	3.668.010	3.861.538	1.558.107	59.657.789	368.599	133.173.128
2003	57.429.598	863.139	5.484.950	2.347.528	1.905.731	53.245.174	574.029	121.850.149
2004	63.337.831	14.534	6.415.589	2.554.932	4.264.258	66.717.178	924.278	144.228.600
2005	94.267.343	3.703	4.015.246	2.563.532	6.691.320	48.122.387	4.927.343	160.590.874
2006	109.693.323	74	3.225.697	1.799.086	1.190.856	41.387.043	1.696.758	158.992.837
2007	101.835.966	33.232	2.712.167	1.510.185	4.111.343	42.014.600	5.073.275	157.290.768
2008	166.920.945	1.005	1.471.918	1.742.751	4.467.221	37.981.114	8.320.133	220.905.087
2009	57.306.440	48.840	2.296.919	2.301.831	1.496.378	26.321.311	3.920.283	93.692.002
2010	103.893.960	13.081	3.002.053	3.267.712	3.896.815	42.689.222	7.207.243	163.970.086

**Tabla 2-10** Exportación de pilas primarias por tecnología  
(unidades- periodo 2000 -2010)

Año	Dióxido de Mn	Oxido de Hg	Oxido de Ag	Litio	Cinc-Aire	Cinc carbono	Las demás	Total
2000	2.663.026	0	0	3.085	16.154	79.124	87.915	2.849.304
2001	2.297.266	0	12.453	4.920	15.660	46.820	52.023	2.429.142
2002	1.752.182	0	0	15.610	30	15.882	17.646	1.801.350
2003	533.306	2	0	55.570	202.600	185.472	206.080	1.183.029
2004	521.524	0	0	14.531	18.824	28.611	31.790	615.279
2005	2.917.783	0	0	7.526	1.472.036	65.051	72.279	4.534.675
2006	1.962.043	53	0	19.955	34.590	124.177	137.974	2.278.792
2007	5.309.248	336	0	106	140.459	39.549	43.943	5.533.641
2008	3.738.794	0	0	126.362	6.372	4.720	5.245	3.881.493
2009	719.329	0	0	41.479	23.793	111.031	123.368	1.019.001
2010	744.747	60	0	872	67	199.236	660	945.642

**Tabla 2-11** Balance de pilas primarias en el disponibles país por tecnología  
(unidades- periodo 2000 -2010)

Año	Dióxido de Mn	Oxido de Hg	Oxido de Ag	Litio	Cinc- aire	Cinc carbono	Las demás	Total
2000	70.550.829	31.264	2.970.462	2.863.212	423.407	49.644.141	1.217.996	127.701.311
2001	68.290.393	1.939.235	2.863.356	3.885.425	516.906	38.815.301	12.958.065	129.268.681
2002	61.905.915	400.988	3.668.010	3.845.928	1.558.077	59.641.907	350.953	131.371.778
2003	56.896.292	863.137	5.484.950	2.291.958	1.703.131	53.059.702	367.950	120.667.120
2004	62.816.307	14.534	6.415.589	2.540.401	4.245.434	66.688.567	892.489	143.613.321
2005	91.349.560	3.703	4.015.246	2.556.006	5.219.284	48.057.336	4.855.064	156.056.199
2006	107.731.280	21	3.225.697	1.779.131	1.156.266	41.262.866	1.558.784	156.714.045
2007	96.526.718	32.896	2.712.167	1.510.079	3.970.884	41.975.052	5.029.332	151.757.128
2008	163.182.151	1.005	1.471.918	1.616.389	4.460.849	37.976.394	8.314.888	217.023.594
2009	56.587.111	48.840	2.296.919	2.260.352	1.472.585	26.210.280	3.796.915	92.673.001
2010	103.149.213	13.021	3.002.053	3.266.840	3.896.748	42.489.986	7.206.583	163.024.444

**b) Balance de la cantidad disponible país de pilas recargables (secundarias)**

La evolución histórica de las importaciones y exportaciones de pilas recargables se detalla en las tablas 2.13 y 2.14.; se observa que el porcentaje promedio de la exportación frente a la importación es casi nulo, y **la cantidad disponible país es mucho menor en comparación con las pilas primarias (al año 2010 fue de sólo 1,7 millones de unidades)** . La tabla 2.14 entrega el resultado final de los productos disponibles en el país.

**Tabla 2-12** Importación de pilas secundarias por tecnología  
(unidades- periodo 2000 -2010)

Año	Acumulador Ni Cd	Acumulador Ni MH	Acumulador Ión Li	Total
2000	1.841.471	55.269	320.394	2.217.134

Año	Acumulador Ni Cd	Acumulador Ni MH	Acumulador Ión Li	Total
2001	2.769.506	100.118	8.960	2.878.584
2002	396.187	132.916	10.007	539.110
2003	59.372	301.625	2.418	363.415
2004	233.314	244.491	111.983	589.788
2005	470.305	1.993.246	136.901	2.600.452
2006	658.001	267.458	93.829	1.019.288
2007	1.379.367	548.366	92.908	2.020.641
2008	1.158.577	241.361	28.614	1.428.552
2009	798.661	172.516	4.510	975.687
2010	1.141.790	482.204	101.145	1.725.139

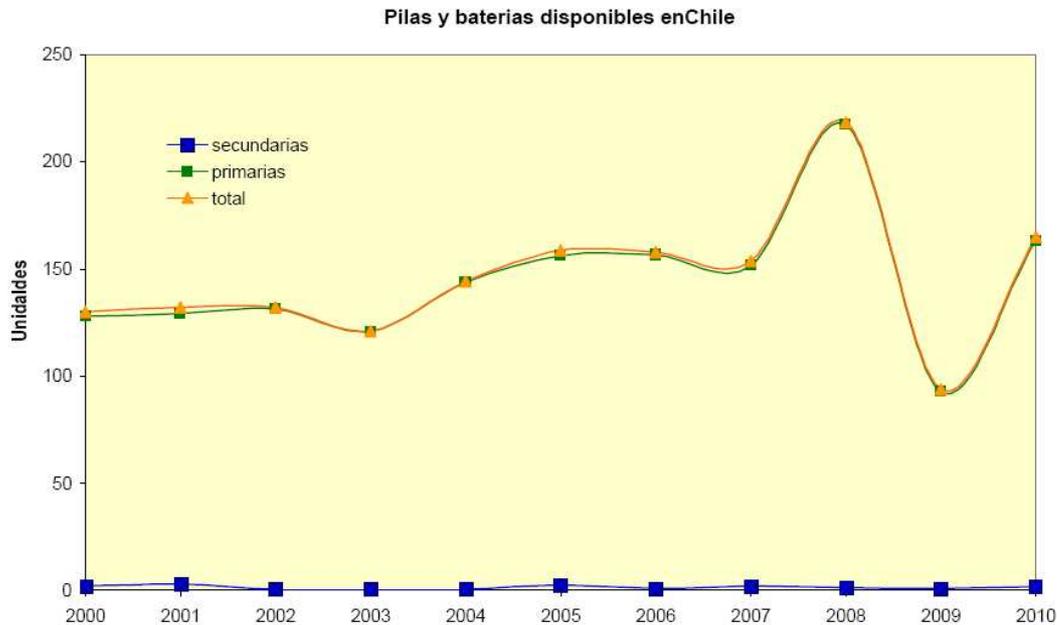
**Tabla 2-13** Exportación de pilas secundarias por tecnología (unidades- periodo 2000 -2010)

Año	Acumulador Ni Cd	Acumulador Ni MH	Acumulador Ión Li	Total
2000	403	2	0	405
2001	850	0	0	850
2002	0	4.946	0	4.946
2003	0	503	0	503
2004	0	6.304	0	6.304
2005	0	9.824	0	9.824
2006	0	34.395	0	34.395
2007	1.268	539	0	1.807
2008	200	0	0	200
2009	245	3	0	248
2010	3.880	7	0	3.887

**Tabla 2-14** Balance de pilas secundarias en el disponibles país por tecnología (unidades- periodo 2000 -2010)

Año	Acumulador Ni Cd	Acumulador Ni MH	Acumulador Ión Li	Total
2000	1.841.068	55.267	320.394	2.216.729
2001	2.768.656	100.118	8.960	2.877.734
2002	396.187	127.970	10.007	534.164
2003	59.372	301.122	2.418	362.912
2004	233.314	238.187	111.983	583.484
2005	470.305	1.983.422	136.901	2.590.628
2006	658.001	233.063	93.829	984.893
2007	1.378.099	547.827	92.908	2.018.834
2008	1.158.377	241.361	28.614	1.428.352
2009	798.416	172.513	4.510	975.439
2010	1.137.910	482.197	101.145	1.721.252

En la figura 2.3 se presenta el balance totalizado del número de pilas disponibles en el país para los últimos 10 años, observándose claramente el predominio de las de tipo primario. **De acuerdo a los datos del año 2010, las pilas secundarias representan sólo el 1% del total disponible.**



**Figura 2. 3** Balance histórico del total de pilas disponibles en Chile

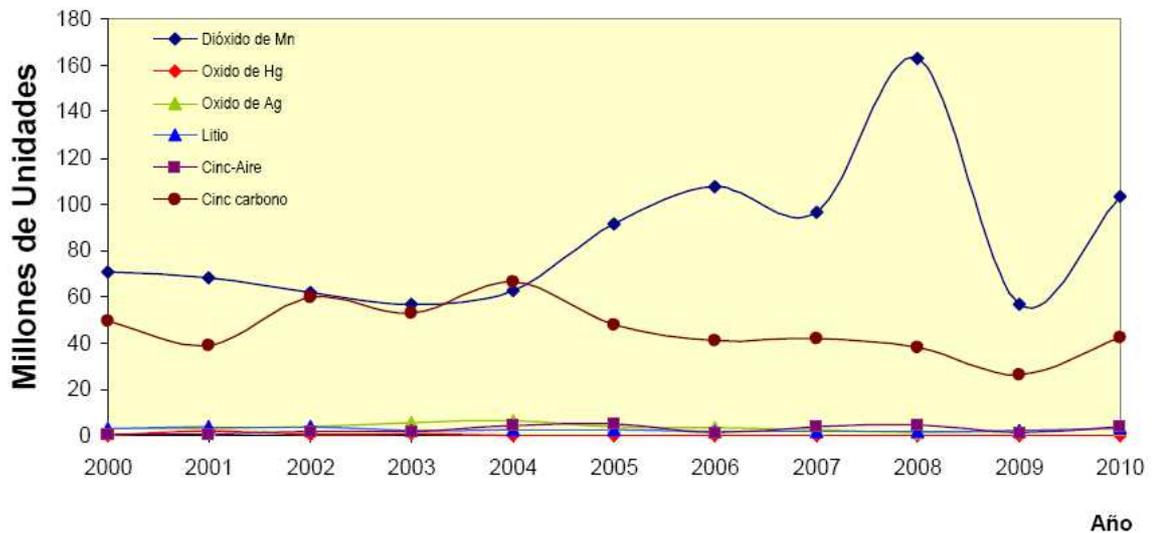
De acuerdo a los valores del año 2010, **el consumo per capita total de pilas bordearía las 10 unidades (9,6)**, contrastando con un valor de 7 pilas/habitante año estimado el año 2001, siendo equivalente al per cápita actual de algunos países europeos (ver sección 2.4.5). En forma detallada, el consumo per cápita por tipología sería el siguiente, donde destacan las pilas alcalinas, o de dióxido de magnesio con 6 unidades per cápita, y cinc carbono (2,5 unidades per capita). Ambas representan en conjunto un 88% del total consumido.

<b>Pilas Primarias</b>	<b>9,54 unidades/hab.- año</b>
Dióxido de Mn	6,03 unidades/hab.- año
Cinc carbono	2,49 unidades/hab.- año
Litio	0,19 unidades/hab.- año
Cinc-Aire	0,23 unidades/hab.- año
Oxido de Hg	0,00076 unidades/hab.- año
Oxido de Ag	0,18 unidades/hab.- año
Las demás (no identificables)	0,42 unidades/hab.- año
<b>Pilas Secundarias</b>	<b>0,1 unidades/hab.- año</b>
Acumulador NI CD	0,066 unidades/hab.- año
Acumulador Ni MH	0,028 unidades/hab.- año
Acumulador Ión Li	0,006 unidades/hab.- año

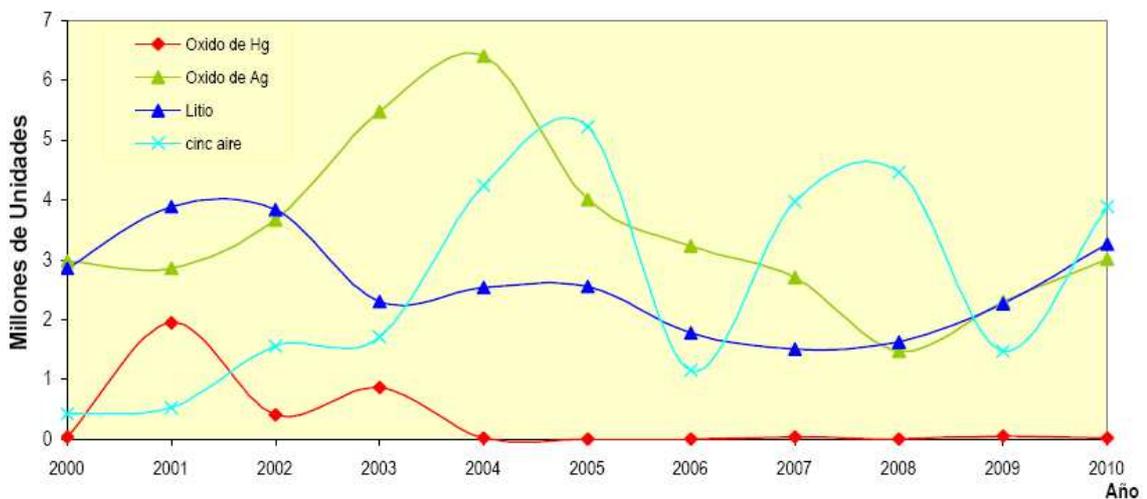
En las siguientes figuras se grafican los datos indicados en las tablas previas. En la figura 2.4 se aprecia que dentro de las pilas primarias predominan las del tipo alcalinas (dióxido de Mg) y la de zinc carbono (comunes), aunque estas últimas están tendiendo a disminuir.

El resto de las pilas primarias presenta cantidades menores a 7 millones anuales y se muestran en mayor detalle en la figura 2.5. Se observa que las de tecnología cinc-aire y litio muestran tendencia a aumentar en el tiempo, mientras que las de las de óxido de mercurio y de plata han tendido a disminuir desde el año 2004 pero aún existe algún grado de importación.

### Pilas primarias

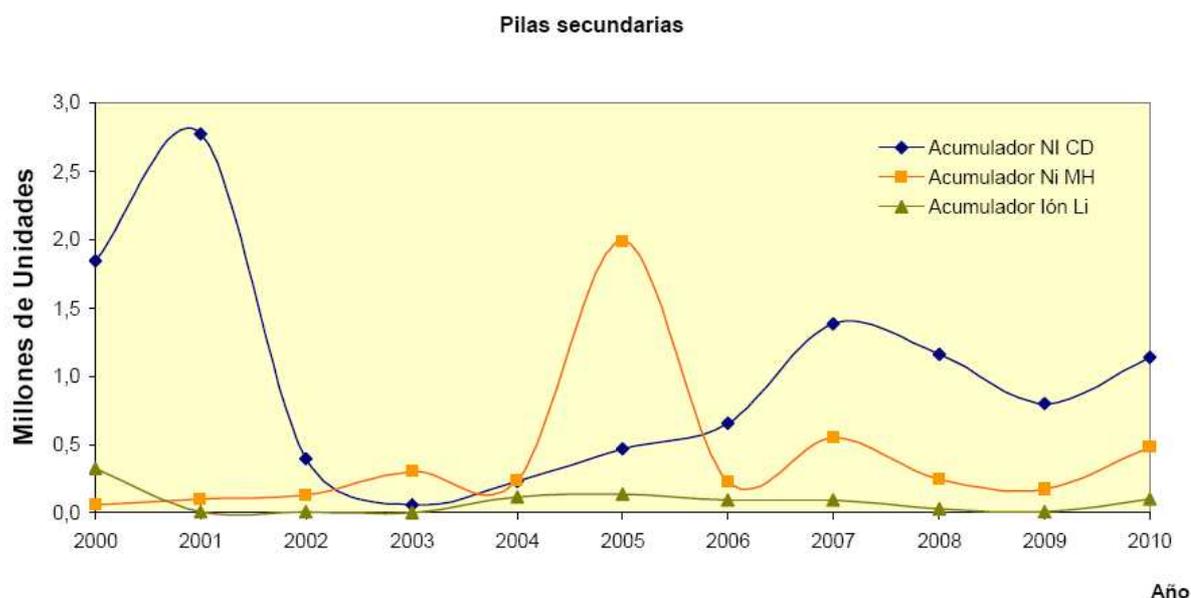


**Figura 2-4** Balance histórico de los diversos tipos de pilas primarias



**Figura 2-5** Balance histórico de pilas primarias (detalle óxido de Hg, óxido de Ag, Li y Zn aire)

Para las pilas secundarias, la figura 2.6 muestra que las cantidades disponibles anualmente presentan un leve crecimiento en los últimos años, lo que es más notorio para las pilas de NiCd.



**Figura 2-6** Balance histórico de los diversos tipos de pilas secundarias

#### 2.4.2 EVOLUCIÓN DEL SECTOR Y PROYECCIONES PARA LOS PRÓXIMOS 10 AÑOS.

La tasa de crecimiento total del sector en los últimos años ha ido en aumento, aunque entre el 2008 y 2009 se verificó una baja dada la condición de la economía mundial, pero recuperándose al 2010, bordeando un 2% anual en promedio para las pilas primarias y más del 7% para las pilas secundarias, por ello se asume que el crecimiento global en los próximos años mantendrá la misma tendencia, si no existen mayores cambios en las regulaciones de uso de las mismas ni en el mercado.

Sin embargo, la proyección para los próximos 10 años es variable según tipo de pila, ya que los datos de consumo anual históricos indican que algunas tecnologías están tendiendo a disminuir (por ejemplo óxido de mercurio) mientras otras aumentan

**Considerando el total de pilas, al año 2020 el consumo proyectado sería por sobre los 202 millones de unidades (casi 199 millones de pilas primarias y sobre 3 millones de pilas secundarias), un 23% mayor al del 2010.**

Los datos de proyección para pilas primarias y secundarias, por tecnología, se presentan en las siguientes tablas.

**Tabla 2-15** Proyección de crecimiento pilas primarias y secundarias (unidades)

Año	Pilas primarias (2%)	Pilas secundarias (7,4%)	Total
2011	166.284.933	1.837.736	168.122.669
2012	169.610.632	1.963.584	171.574.216
2013	173.002.844	2.099.598	175.102.443
2014	176.462.901	2.246.650	178.709.551
2015	179.992.159	2.405.689	182.397.849
2016	183.592.002	2.577.749	186.169.751
2017	187.263.842	2.763.954	190.027.796
2018	191.009.119	2.965.528	193.974.647
2019	194.829.302	3.183.805	198.013.106
2020	198.725.888	3.420.236	202.146.123

**Tabla 2-16** Proyección de crecimiento pilas primarias por tecnología (unidades)

Año	Dióxido de Mn (+4,5%)	Cinc carbono (-3%)	Oxido de Hg (-30%)	Oxido de Ag (-4%)	Litio (+6%)	Cinc-Aire (+7%)
2011	107.790.928	41.215.286	9.115	2.881.971	3.462.850	4.169.520
2012	112.641.519	39.978.828	6.380	2.766.692	3.670.621	4.461.387
2013	117.710.388	38.779.463	4.466	2.656.024	3.890.859	4.773.684
2014	123.007.355	37.616.079	3.126	2.549.783	4.124.310	5.107.842
2015	128.542.686	36.487.597	2.188	2.447.792	4.371.769	5.465.391
2016	134.327.107	35.392.969	1.532	2.349.880	4.634.075	5.847.968
2017	140.371.827	34.331.180	1.072	2.255.885	4.912.119	6.257.326
2018	146.688.559	33.301.244	751	2.165.650	5.206.847	6.695.339
2019	153.289.544	32.302.207	525	2.079.024	5.519.257	7.164.012
2020	160.187.574	31.333.141	368	1.995.863	5.850.413	7.665.493

**Tabla 2-17** Proyección de crecimiento pilas secundarias por tecnología (unidades)

Año	Acumulador NI CD (+8,3%)	Acumulador Ni MH (+2,2%)	Acumulador Ión Li (+11,3%)
2011	1.232.357	492.805	112.574
2012	1.334.642	503.647	125.295
2013	1.445.417	514.727	139.454
2014	1.565.387	526.051	155.212
2015	1.695.314	537.624	172.751
2016	1.836.025	549.452	192.272
2017	1.988.415	561.540	213.998
2018	2.153.454	573.894	238.180
2019	2.332.191	586.520	265.095
2020	2.525.762	599.423	295.050

### 2.4.3 CANALES DE COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS Y MANEJO DE RESIDUOS

- **Productores y distribuidores**

A nivel nacional el flujo de comercialización de productos nuevos se inicia con el importador , el cual puede comercializarlo directamente o entregar el producto a grandes locales de distribución (tiendas de retail que venden equipos electrónicos y supermercados) o comercio en general (tiendas específicas de productos eléctricos y electrónicos, farmacias, entre otros pequeños), pequeños, por lo cual la principal característica de este mercado es una gran cantidad de distribuidores grandes y pequeños a lo largo de todo el país, a lo que se suma una amplia variedad de marcas. No existe fabricación a nivel nacional y la exportación es menor al 0,05%..

El mayor número de pilas corresponde a marcas con representación en el país, las que son comercializadas por los grandes importadores. Como se mencionó en la sección 2.1, sólo 14 importadores cubren más del 90% del mercado (de los cuales 5 concentran el 76% de las importaciones).

Un volumen menor pero con gran crecimiento en el ultimo tiempo corresponde a marcas importadas por diversos distribuidores, la mayoría provenientes de China. Si bien las grandes marcas representadas en Chile respaldan sus productos a través de certificación internacional además de estar establecidas en el país, no ocurre lo mismo con otros productos de marca menos conocida, que van orientados al consumidor doméstico, donde prima su menor costo

- **Consumidores**

Respecto al destino de los productos bajo estudio el grupo más importante de consumidores correspondería en general a hogares particulares y comercio.

En el caso de estos productos se está verificando actualmente un cierto almacenamiento temporal en la medida que ya algunos consumidores (hogares y comercio) toman conciencia de su manejo y guardan el producto fuera de uso hasta encontrar un lugar adecuado donde disponerlo. No obstante, aún la tendencia general es "tirarlo a la basura" y disponerlos junto a residuos domiciliarios en rellenos sanitarios o vertederos, o la disposición en sitios no autorizados.

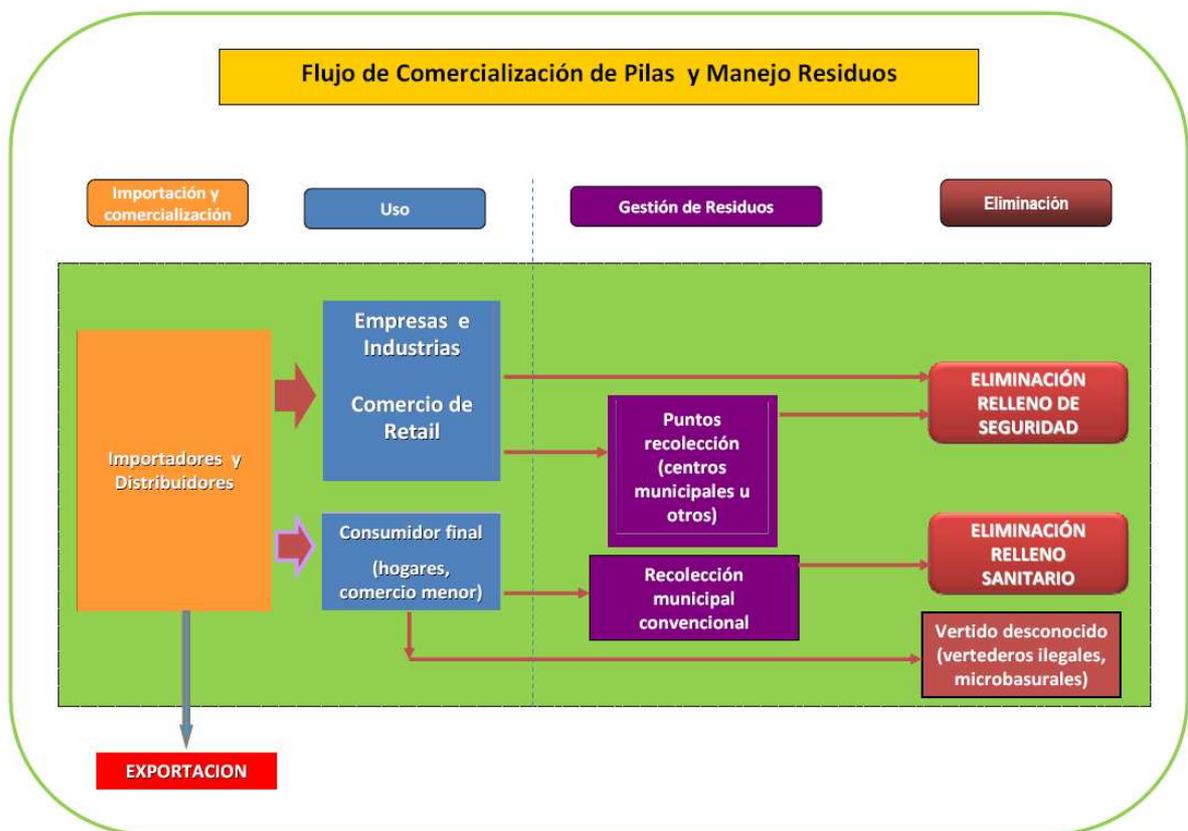
Otro grupo importante de consumidores son las industrias y grandes empresas, las cuales en los últimos años han debido incorporar planes de manejo de sus residuos para dar cumplimiento a la normativa vigente. En este caso, el residuo es retirado por empresas autorizadas quienes lo transportan a instalaciones para su disposición final en lugares autorizados para residuos peligrosos (ver detalles en sección 2.1).

Finalmente, un tercer gran grupo de consumidores son las empresas de retail (que tienen la característica de ser tanto productores como usuarios), la mayoría de las cuales no cuentan con sistemas de manejo de estos residuos y estos siguen la misma vía de los residuos generados por los hogares. Sólo en el último tiempo algunas de estas empresas del sector han comenzado a gestionar estos residuos a través de su envío a tratamiento y disposición adecuada.

- **Empresas de disposición final**

Actualmente existen 3 empresas destinatarias autorizadas para recibir residuos peligrosos (uno en la RM y 2 en la VIII región), además de 3 empresas de reciclaje de residuos electrónicos que reciben pilas y baterías dentro de los equipos recuperados (ver sección 2.1)

La figura siguiente resume el sistema de comercialización que actualmente opera en el país y la situación del manejo de los residuos generados.



**Figura 2-7** Flujo de comercialización de pilas y manejo de residuos

## 2.4.4 TIPO, CARACTERÍSTICAS Y COMPOSICIÓN DE LOS PRODUCTOS COMERCIALIZADOS

Existe una gran variedad de pilas en el mercado, que varían en la naturaleza de sus componentes, su geometría y tamaño y su capacidad de recarga. Cada sistema tiene su propia combinación de materiales que determinan la capacidad, voltaje de salida y vida útil.

### 2.4.4.1 Pilas primarias o no recargables<sup>32</sup>:

Entre este tipo de pila se distinguen:

#### **Pilas ácidas, tipo Leclanché, de cinc/carbono (Zn/C), o "Pilas secas"**

Basadas en la oxidación del cinc en medio ligeramente ácido, están compuestas por zinc metálico y cloruro de zinc, cloruro de amonio y dióxido de manganeso. Son las llamadas pilas comunes. Sirven para aparatos de poco consumo.

#### **Pilas alcalinas o de cinc/dióxido de manganeso (Zn/MnO<sub>2</sub>):**

Contienen cloruro de manganeso. La diferencia con la pila seca es el electrolito utilizado, en este caso, hidróxido de potasio, en lugar de cloruro de amonio, y el Zinc en polvo. Son las de larga duración (aproximadamente 10 veces más que las de Zn/C).

#### **Pilas de litio:**

Producen tres veces más energía que las pilas alcalinas, considerando tamaños equivalentes, y poseen también mayor voltaje inicial (3 volts). Se utilizan en relojes, calculadoras, cámaras fotográficas y computadores. Entre ellas se incluyen las pilas de monofluoruro de litio-carbono de alta densidad energética (3.2 volts).

Para usos especiales existen las Pilas de Litio-thionyl (lithium-thionyl), este tipo de pila provee la más alta densidad energética disponible comercialmente. El cloruro de thionyl no sirve solo como un solvente del electrolito sino que también como material del cátodo. Se usa en equipos militares y vehículos aeroespaciales. También se encuentran las pilas de dióxido de litio-sulfuro, de amplio uso en sistemas de energía de emergencia de aviones, entre otros. El cátodo consiste en un gas bajo presión con otro químico como electrodo salino; muy parecido al funcionamiento del sistema anterior.

#### **Pilas de óxido mercúrico:**

Son las más tóxicas, contienen un 30 % aprox. de mercurio. Normalmente de tipo botón. Igualmente contienen dióxido de manganeso, zinc e hidróxidos.

#### **Pilas de óxido de plata:**

Son de tamaño pequeño, usualmente de tipo botón. Contienen 1 % de mercurio, además de óxido de plata, dióxido de manganeso, zinc e hidróxidos.

---

<sup>32</sup> Fuente: Martínez 2005, Greenpeace 2010, [www.eveready.com](http://www.eveready.com).

**Pilas de cinc-aire:**

Se las distingue por tener gran cantidad de agujeros diminutos en su superficie. Tienen una alta capacidad y una vez en funcionamiento su producción de electricidad es continua. Contienen más del 1 % de mercurio, además de dióxido de manganeso, zinc e hidróxido de potasio.

**2.4.4.2 Pilas secundarias o baterías recargables<sup>33</sup>:****Baterías de níquel/cadmio (Ni/Cd):**

Están basadas en un sistema formado por Níquel (aproximadamente 20%), hidróxido de potasio o sodio y cadmio metálico (11 a 18% en peso). Poseen ciclos de vida múltiples, presentando la desventaja de su relativamente baja tensión. Pueden ser recargadas hasta 1000 veces y alcanzan a durar decenas de años. No contienen mercurio. Cada vez se usan menos, debido a su efecto memoria y al cadmio presente. Sin embargo, tienen una mayor capacidad de corriente de las Ni/MH.

**Baterías de níquel/hidruro metálico (Ni/MH):**

Son pilas secundarias donde el cadmio ha sido reemplazado por una aleación metálica capaz de almacenar hidrógeno, que cumple el papel de ánodo. El cátodo es óxido de níquel y el electrolito hidróxido de potasio. El contenido de níquel de estas pilas es del orden del 25%. La densidad de energía producida por las pilas Ni/MH es el doble de la producida por las Ni/Cd, a voltajes operativos similares.

**Baterías de litio:**

Dentro de este tipo se encuentran las pilas de ión-litio, que tienen un electrolito con sales de litio, además de que su ánodo es también de este material. No sufren el llamado efecto memoria y cuentan con una gran capacidad específica. Actualmente se usan en muchos aparatos electrónicos de consumo.

Las baterías de litio tienen la desventaja de que independientemente de su uso, sólo tienen una vida útil de 3 años. Se pueden cargar entre 300 y 600 veces, menos que una batería de Ni-Cd o Ni-MH.

Adicionalmente se encuentran las baterías de Polímeros de Litio, semejantes a las anteriores, pero siendo la flexibilidad su principal ventaja, podrán ser producidas en láminas con el espesor de un milímetro.

La tabla siguiente entrega un detalle más completo de la composición promedio de cada tipo de pila.

---

<sup>33</sup> Fuente Martínez 2005

**Tabla 2-18 Composición promedio de diferentes tipos de pilas primarias<sup>34</sup>**

Clasificación	Tipo de Pila	Principales Componentes	% en peso
Primarias (Desechables)	Alcalina (varios tamaños)	o Grafito o Dióxido de Manganeso o Zinc o Hidróxido de Potasio o Agua o Acero	2 - 6 30 - 45 12 - 25 4 - 8 8 - 12 20 - 25
	Cinc -Carbono (varios tamaños)	o Negro de Acetileno o Cloruro de amonio o Dióxido de Manganeso o Zinc o Cloruro de Zinc o Agua	3 - 7 0 - 10 15 - 31 7 - 42 2 - 10 10 - 15
	Litio Bisulfato de Hierro (varios tamaños)	o Carbón o Bisulfato de Hierro o Litio o Acero	0 - 4 24 - 35 5 - 8 35 - 41
	Alcalina Miniatura (botón)	o Grafito o Dióxido de Manganeso o Mercurio o Hidróxido de Potasio o Hidróxido de Sodio o Zinc o Acero	1 - 3 15 - 30 0.1 - 0.9 0 - 12 0 - 12 4 - 10 30 - 50
	Litio Dióxido de Manganeso (varios tamaños)	o Carbón negro o Grafito o Litio o Dióxido de Manganeso o Acero	0 - 1 0 - 3 1 - 6 12 - 42 25 - 35
	Cinc Aire (botón)	o Zinc o Hidróxido de Potasio o Mercurio o Acero	31 - 44 3 - 4 1.0 - 1.4 31 - 42
	Óxido de Mercurio (botón)	o Grafito o Dióxido de Manganeso o Mercurio o Óxido de Mercurio o Hidróxido de Potasio o Hidróxido de Sodio o Zinc o Acero	1 - 3 0 - 15 0.3 - 1.5 20 - 50 0 - 6 0 - 6 5 - 15 35 - 55
	Oxido de Plata (botón)	o Grafito o Dióxido de Manganeso o Mercurio o Hidróxido de Potasio o Óxido de Plata o Hidróxido de Sodio o Zinc o Acero	0 - 3 0 - 20 0.3 - 1.0 0 - 7 10 - 35 0 - 7 6 - 11 38 - 55

<sup>34</sup> Fuente: Román 2008, Semarnat 2009

**Tabla 2-19 Composición promedio de diferentes tipos de pilas secundarias<sup>35</sup>**

Clasificación	Tipo de Pila		Principales Componentes	% en peso
Secundarias (Recargables)	Níquel Hidruro de Metal		o Aluminio	< 2
			o Cobalto	2.5-6.0
			o Hidróxido de Litio	0 - 4
			o Níquel	30 - 50
			o Hidróxido de Potasio	< 7
			o Hidróxido de Sodio	0 - 4
			o Zinc	< 3
			o Manganeso	< 3
		Ion-Litio	o Negro de acetileno	0 - 2
			o Grafito	7 - 22
			o Litio óxido de cobalto	15 - 30
		Níquel Cadmio	o Cadmio	13 - 22
			o Cobalto	0.5 - 2
			o Hidróxido de Litio	0 - 4
			o Níquel	20 - 32
			o Hidróxido de potasio	0 - 4
			o Hidróxido de Sodio	0 - 4

#### 2.4.4.3. Clasificación por diseño

En cuanto al diseño, la más conocida es la forma cilíndrica, que se comercializa en varios tamaños (AAA, AA, C, D). Las denominadas pilas botón son cilíndricas pero de forma achatada y tamaño más reducido. La configuración prismática es un modelo universal para baterías de mayor voltaje (9 volt), mientras que algunos equipos electrónicos utilizan diseños especiales, como es el caso de algunas pilas de litio. La siguiente tabla indica la designación internacional de algunas de estas pilas (ver más detalles en anexo 5).

**Tabla 2-20 Designación internacional de pilas (ejemplo alcalinas y cinc carbón)**

Designación de diseño	Designación internacional típica	
	Cinc - carbón	Alcalina
AA	R6	LR6
C	R14	LR14
D	R20	LR20
9 volt	6F22	6LR61

Al respecto, se puede mencionar que un estudio realizado entre el 2003 y 2004 reveló que el 78% de la ventas de pilas correspondió a las Doble A (AA), seguidas de lejos por las Triple A (AAA), que representaron sólo el 9% de las ventas (considerando básicamente pilas de dióxido de manganeso y zinc carbono). Esta tendencia se mantiene en el tiempo según datos de estudios más recientes<sup>36</sup>

<sup>35</sup> Fuente: Román 2008, Semarnat 2009

<sup>36</sup> Fuente: CENMA 2010

De acuerdo a la información revisada de estadísticas de importación y exportación de los últimos dos años, la distribución porcentual de tipos de pilas en uso, clasificadas según diseño sería la siguiente:

**Tabla 2-21** Distribución porcentual de tipos de pilas clasificadas por diseño

TIPO	AA	AAA	C	D	9V	Botón	No especificadas
<b>Pilas Primarias</b>							
Dióxido de Magnesio	49%	24%	5%	9%	-	-	12%
Oxido de Mercurio						100%	0%
Oxido de Plata						100%	0%
Litio	80%					20%	0%
Cinc-Carbono	41%	42%	2%	1%	3%		12%
Cinc-Aire						100%	0%
Las Demás	50%	10%	0%	0%	0%	0%	39%
<b>Pilas Secundarias</b>							
Níquel Cadmio	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
Níquel Metal hidruro	75%	5%					20%
Ion Litio							100%

Fuente: Basado en estadísticas de Servicio de Aduanas (año 2009-2010)

De los datos indicados en la tabla anterior se observa que para algunos tipos de pilas las glosas de aduana no entregan suficiente información que permita su clasificación por diseño, principalmente en el caso de las pilas secundarias

Las pilas también varían en función de su peso; la siguiente tabla resume datos de pesos promedio para las principales clasificaciones en uso<sup>37</sup>.

**Tabla 2-22** Peso de los diferentes tipos de pilas clasificadas por diseño

TIPO	AA	AAA	C	D	9V	Botón
<b>Pilas Primarias</b>						
Dióxido de Magnesio	23,0	11,5	66,0	140,0	58,0	2,0
Oxido de Mercurio	-	-	-	-	-	2,0
Oxido de Plata	-	-	-	-	-	2,0
Litio	16,0					2,0
Cinc-Carbono	15,0	9,7	45,0	89,0	37,0	-
Cinc-Aire	-	-	-	-	-	1,0
<b>Pilas Secundarias</b>						
Níquel Cadmio	20,0	14,0	50-70	105-145	-	-
Níquel Metal hidruro	22,0	15,0	80,0	105-160	-	-
Ion Litio			40,0 (rectangular)			1,0

<sup>37</sup> Fuente: Basado en datos de SEMARNAT 2009, Román 2008, Olivetti et Al 2011, [www.amexpilas.org/tablas/generacion.pdf](http://www.amexpilas.org/tablas/generacion.pdf), [www.appropedia.org/Alkaline\\_versus\\_rechargeable\\_batteries](http://www.appropedia.org/Alkaline_versus_rechargeable_batteries)

En cuanto a la vida media de las pilas, en general las de tipo primario presentan un tiempo de uso menor a un año (se indican valores de hasta 100 horas según uso y menos), aún cuando la duración es directamente dependiente del equipo en que se utilizan y su grado de uso.

En el caso de las pilas secundarias, la vida media es indicada por los fabricantes en función de ciclos de carga, como se indica a continuación:

- Acumulador Ni MH de 300 a 600 ciclos (vida útil estimada 2 años)
- Acumulador NiCd de 300 a 2000 ciclos (vida útil estimada 3 años)
- Acumulador Ion Li de 500 a 1000 ciclos (vida útil estimada 2 años)

#### **2.4.5 EVALUACIÓN DEL SECTOR A NIVEL INTERNACIONAL**

A continuación, se analiza la información disponible sobre los sistemas de gestión de pilas en Europa, Estados Unidos, en relación a sus avances en la recuperación y reciclaje de residuos de pilas y la aplicación del principio REP. También se analiza información sobre sistemas de gestión en algunos países de Latinoamérica.

##### **2.4.5.1 Sistemas de gestión en Europa**

La recogida de pilas en Europa comenzó en 1985 en Luxemburgo. En ese momento, no existía la tecnología para el reciclaje de pilas alcalinas o de zinc de carbono ni de baterías, depositándolos simplemente en vertederos.

Las primeras instalaciones de reciclaje aparecieron en Europa hasta la segunda mitad de la década de 1990. En el año 2002, todavía la mitad de las pilas portátiles vendidas en la UE terminaron en vertederos o en incineradores, en lugar de reciclarse.

Hasta la entrada en vigencia de la **Directiva 2006/66/CE**, la recogida de pilas se llevó a cabo sobre la base de las iniciativas y de reglamentos nacionales. Este decreto y sus modificaciones señalan que los sistemas de gestión de pilas y baterías que operan en Europa tienen como objetivos:

- Crear sistemas de recogida y reciclado de pilas y baterías usadas con independencia de las marcas.
- Contratar a los agentes económicos que participan en el proceso de gestión bajo el principio de responsabilidad compartida.
- Perseguir la optimización de los costos de recogida, reciclado, administración y comunicación.
- Asegurar economías de escala gracias al volumen de residuos gestionados.
- Promover la interlocución frente a la Administración.

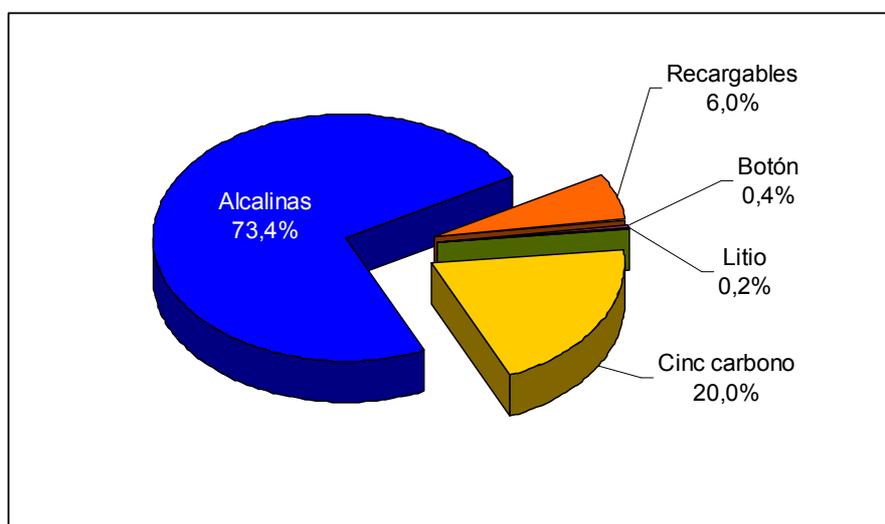
Dicha Directiva establece específicamente:

- En 2012, la recogida de las pilas domésticas usadas deberá alcanzar un 25%, y para 2016 esta cifra deberá ascender a un 45%.
- Para septiembre de 2009, todas las pilas recogidas (salvo algunas excepciones) deberán reciclarse.

Para algunos países, estas metas ya han sido superadas al momento de la entrada en vigencia de dicha directiva europeo. Por otra parte, también existen países europeos que hasta hoy todavía no han implementado sistemas de recogida de pilas.

Anualmente se venden en la UE aproximadamente 160.000 toneladas de pilas de consumo, 190.000 toneladas de baterías industriales (además de 800.000 toneladas de baterías de automóviles), por lo que su recogida, eliminación y reciclado son esenciales para la protección del medio ambiente.

En el mercado europeo se comercializan los siguientes tipos de baterías.



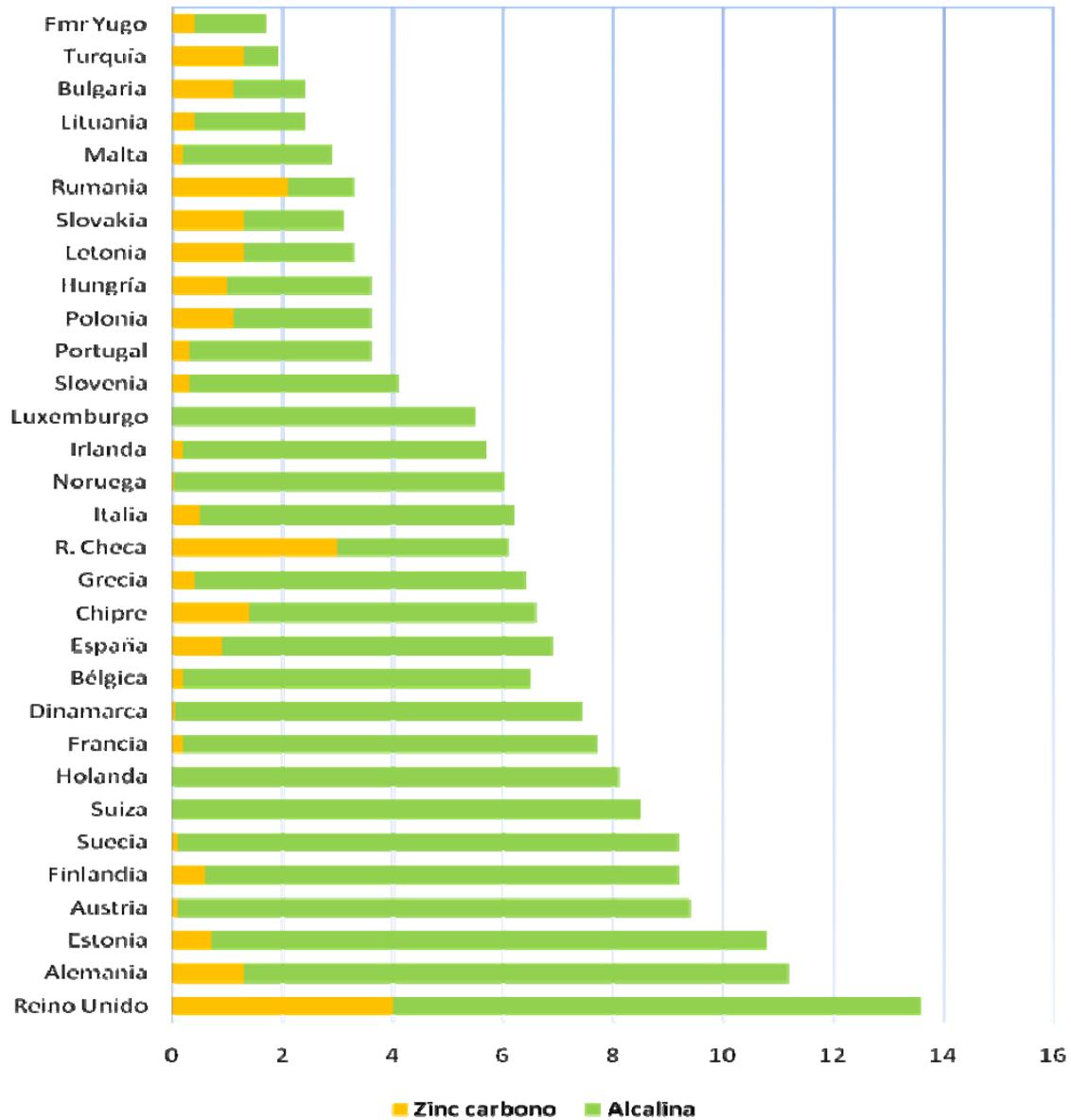
**Figura 2-8** Mercado total de pilas y acumuladores, año 2009  
Fuente: EPBA, Sustainability Report 2010

Para hacerse cargo de estos residuos de pilas y baterías, la UE introdujo la Directiva 2006/66/CE, que **declara responsables de manejar dichos residuos a los fabricantes**. Además, desde septiembre de 2009, los Estados miembros deben asegurarse de que las baterías recogidas se traten y se reciclen mediante las mejores técnicas disponibles.

Basado en dicha directiva, se creó la **European Portable Batteries Association (EPBA)**, que es una entidad que agrupa a fabricantes y distribuidores de pilas y acumuladores de distinto tipo y usos, y se encarga de que las empresas miembros cumplan con las exigencias de la Directiva 2006/66/CE y sus modificaciones.

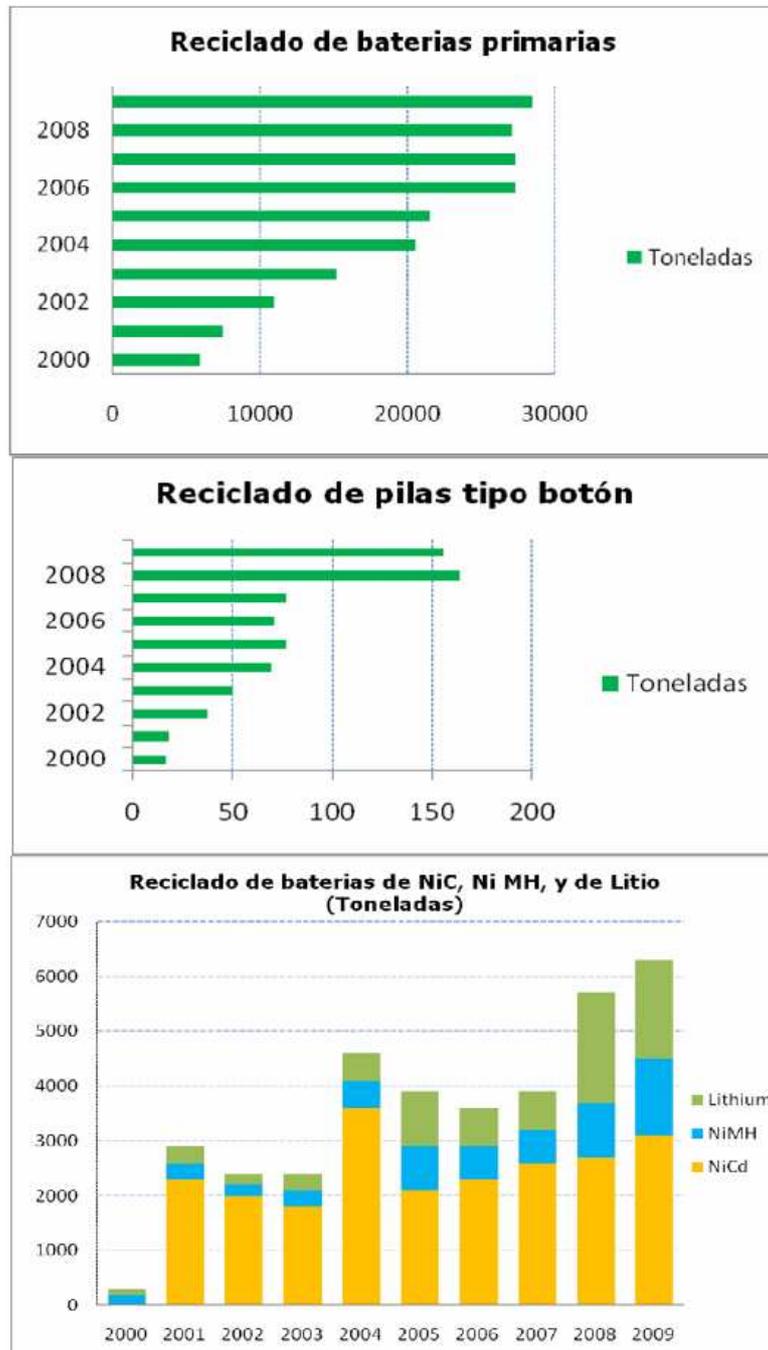
El consumo per cápita de las baterías primarias es el siguiente.

### Consumo de baterías primarias per cápita al 2009 (en unidades)



**Figura 2-9** Consumo de pilas per cápita en países de Europa, año 2009  
Fuente: EPBA, 2010

En los gráficos a continuación, se muestran los avances de la recogida y del reciclaje de baterías a nivel europeo, a lo largo de los últimos años.



**Figura 2-10 Cantidad de pilas y baterías recicladas en la UE hasta el 2009**

Fuente: EPBA, Sustainability Report, 2010

Se espera que estas tendencias positivas, visualizadas en la figura anterior, continúen en el futuro, con la reciente aprobación de los planes de recogida de baterías en grandes mercados como Italia, España y el Reino Unido.

Cabe mencionar que, hoy los sistemas de recogida de pilas para todos los metales aún deben ser establecidos en siete países europeos. En este contexto la EPBA señala<sup>38</sup> que, para fijar metas de recogida y reciclaje, debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- Infraestructura nacional de recogida establecida o que se necesite establecer
- Años de operación de la recogida
- Nivel de conocimiento público

En la siguiente tabla se presentan los porcentajes de recogida de pilas de algunos países, que demuestran la heterogeneidad en la Unión Europea al año 2004.

**Tabla 2-23** Porcentajes de recogida y tiempo de funcionamiento de sistema en Europa

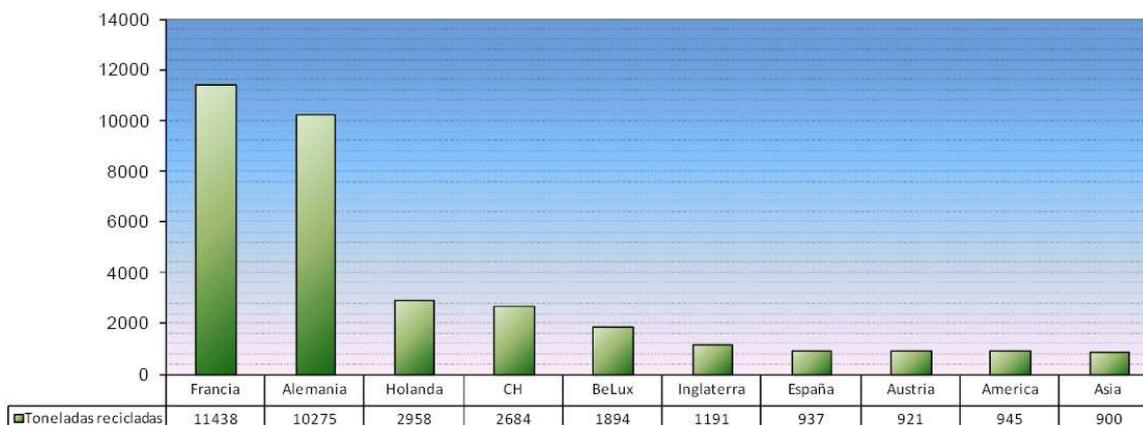
País y Sistema de Gestión	% recogida	Años de funcionamiento del sistema
Austria (UFB)	40,8	14
Holanda (STIBAT)	36,7	10
Bélgica (BEBAT)	56,3	9
Alemania (GRS)	36	6
Francia (Corepile)	20,6	4
Rep. Checa (ECOBAT)	5	2
Polonia (REBAT)	7	2

Fuente: Recogida y reciclaje de pilas. <http://www.epbaeurope.net/> (datos 2004)

Además de la EPBA, también existe la **EBRA, EUROPEAN BATTERY RECYCLING ASSOCIATION**, organización que tiene por misión desarrollar los mejores estándares en la industria del reciclaje mediante la aplicación de mejores prácticas en materia de salud, seguridad, y medio ambiente, y la preservación de los recursos naturales, respetando el marco de la normativa europea.

En el gráfico a continuación, se presenta las cantidades de pilas recicladas durante el año 2009. Se hace el alcance que están cantidades recicladas son distintas a las cantidades recogidas.

<sup>38</sup> Recogida y reciclaje de pilas. <http://www.epbaeurope.net/>



**Figura 2-11** Toneladas recicladas durante el 2009 en algunos países miembros de EBRA

Fuente: EBRA (European Battery Recycling Association),

Comparando los valores de consumo de las pilas y baterías con las cantidades recogidas y recicladas, se estima una **tasa de recogida cercana al 30% y una tasa de reciclaje de alrededor de 20% a nivel de toda la Unión Europea**, con cerca de 34 mil toneladas recicladas vs un consumo de 160 mil toneladas, siendo el grupo más importante las pilas primarias (28.000 toneladas, equivalentes al 82% del total, ver figura 2.10)<sup>39</sup>.

Por otra parte, en Europa existe una organización denominada Plataforma de Reciclaje Europeo o **European Recycling Platform (ERP)**<sup>40</sup>, que se constituyó en el 2002 como un Sistema Integrado de Gestión (SIG) paneuropeo para la recogida selectiva y el reciclaje de artículos electrónicos. Posteriormente ha extendido su actividad a la recogida de pilas y acumuladores, en diversos países incluyendo además los envases y embalajes. La ERP está en funcionamiento en doce países, esto es: Austria, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Irlanda, Italia, Noruega, Polonia, Portugal, España y el Reino Unido. La ERP ofrece soluciones a los productores, distribuidores y entidades locales.

A los Productores, la ERP les ofrece soluciones administrativas y operativas, las que realiza a su nombre:

- Como **Solución administrativa** realiza todos los trámites administrativos que exige la legislación en cuanto a los registros, declaraciones e informes exigidos en cada país. También asesoran en los aspectos legales y técnicos para el correcto cumplimiento de la normativa.
- Como **Solución operativa** realiza la recogida selectiva, transporte y tratamientos de pilas y acumuladores. Es importante destacar que ERP audita a todos sus proveedores, de forma que garantiza que la gestión de los residuos

<sup>39</sup> Si se estima un peso promedio de las pilas primarias de 20 gr, este valor equivaldría a 1400 millones de unidades.

<sup>40</sup> <http://www.erp-recycling.es/>

de pilas y acumuladores se realiza de acuerdo con la normativa vigente y con los estándares de calidad marcados por ERP.

Da solución también a los **distribuidores**, facilitando el cumplimiento de la Directiva en cuanto a que éstos están obligados a aceptar el retorno de las pilas y acumuladores portátiles usados sin cargo alguno para sus poseedores o usuarios finales y sin exigir a éstos la compra de pilas o acumuladores portátiles nuevos.

ERP presenta una red de recogida, ya que normalmente en todos los países adheridos y para el caso de España, ERP realiza la recogida, transporte, tratamiento, reutilización y reciclaje de residuos de diversas procedencias, es decir: procedentes de hogares, a través de la red de puntos limpios municipales (también llamados eco puntos o puntos verdes); procedentes de la distribución; procedentes del sector industrial o profesional.

Además, garantiza el control de residuos desde su origen hasta la planta de tratamiento, facilitando al distribuidor, copia de toda la documentación necesaria para certificar la correcta gestión del residuo desde el punto de recogida hasta la planta de tratamiento.

#### **2.4.5.2 ESPAÑA (ECOPILAS)**

En España, al año 2008 se consumían unos 322 millones de pilas y su reciclado alcanzaba el 20%; al año 2010 este valor aumentó al 30%<sup>41</sup>. Se indica que de las pilas alcalinas, sólo el 15% se recoge de manera selectiva, y únicamente el 1% es reciclado.

En el caso de España, la Fundación para la Gestión Medioambiental de Pilas, **ECOPILAS**, reúne a las empresas responsables del 75% del total de pilas puestas en circulación en dicho país. Nace en el año 2000 a iniciativa de ASIMELEC (Asociación Multisectorial de Empresas Españolas de Electrónica y Comunicaciones), sin fines de lucro, dando respuesta al principio de responsabilidad de los productores sobre la gestión de residuos derivados de estos productos una vez llegados al final de su vida útil.

Los principales objetivos de ECOPILAS son:

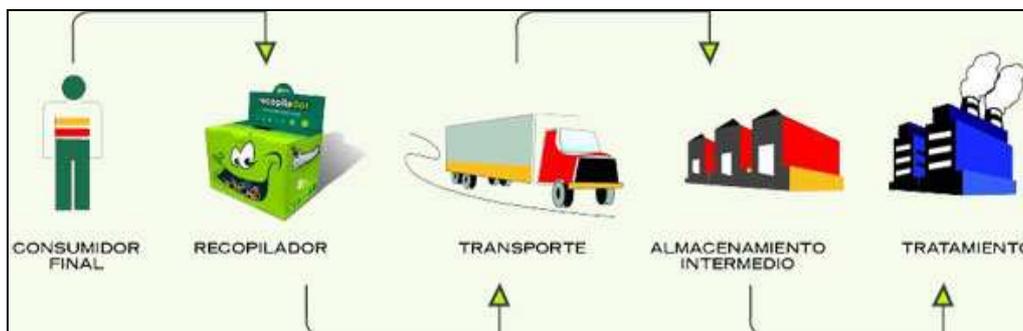
- Implantar un sistema de recogida selectiva y reciclaje de pilas y baterías usadas, independiente de la marca de que se trate.
- Responder al principio de co-responsabilidad de productores y comercializadores en la gestión de residuos.
- Facilitar la adhesión al SIG de los productores que lo necesiten.
- Reducir el impacto medioambiental de pilas y baterías usadas.
- Instar a los productores a la reducción de posibles sustancias peligrosas contenidas en las pilas.
- Mantener contacto con Sistemas integrados de gestión homólogos en otros países europeos.

---

<sup>41</sup> Fuente: Ecopilas 2010

- Colaborar con las Administraciones Públicas competentes.
- Velar por la optimización de los costos de recogida, reciclado, administración y comunicación.
- Asegurar economías de escala gracias al volumen de residuos gestionados.

ECOPILAS, ha llegado a acuerdos con las Comunidades Autónomas que tienen la competencia en este ámbito y su rol ha sido facilitar al consumidor el reciclado de las pilas. El usuario deposita sus pilas en unos contenedores y desde los puntos de recogida de las pilas y baterías usadas, ECOPILAS se encarga de su transporte a las plantas de clasificación y tratamiento.

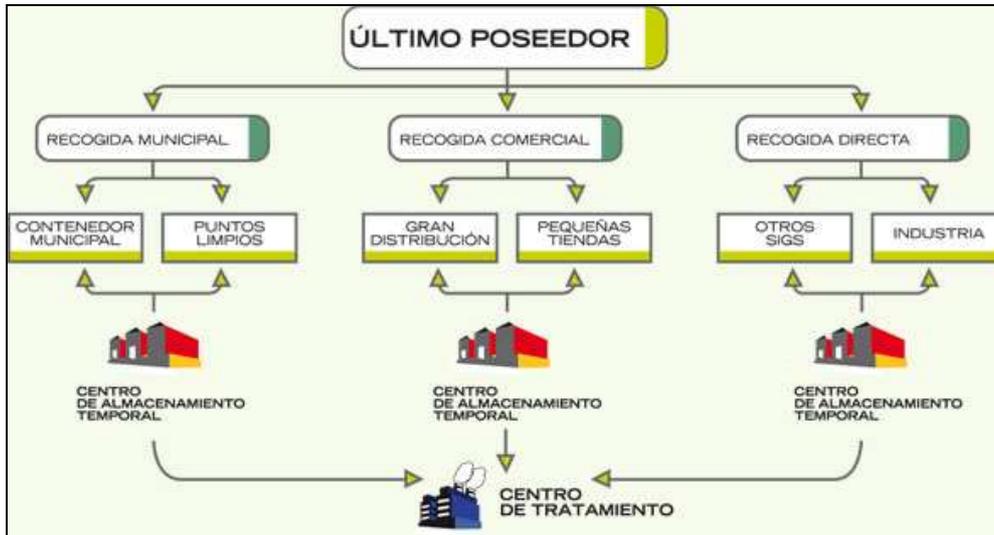


**Figura2-12** Funcionamiento general del sistema ECOPILAS

Fuente <http://www.ecopilas.es/sig/modelo-logistico.aspx>

La recogida se realiza mediante procedimientos específicos de recogida selectiva, existiendo redes de puntos de recogida selectiva distribuidos de manera que resulten accesibles y cercanos a los consumidores, determinados por las entidades locales, los sistemas integrados y otros. El modelo logístico se puede observar en la siguiente figura e incluye:

- Recogidas municipales periódicas en Puntos Limpios, almacenes o contenedores municipales.
- Recogida selectiva comercial mediante contenedores ubicados en instalaciones públicas o privadas, como hospitales, escuelas, centros cívicos, empresas, pero también en pequeñas tiendas.
- Recogida selectiva directa a demanda, por ejemplo desde industrias, a partir de un acopio mínimo de residuos o por rutas de frecuencia definida.



**Figura 2-13** Sistema logístico de ECOPILAS

Fuente <http://www.ecopilas.es/sig/modelo-logistico.aspx>

Una vez recogidos los residuos se agrupan en centros de almacenamiento temporal, y su posterior traslado a plantas de clasificación y tratamiento final de las pilas y baterías.

Existe una oficina de Coordinación de las actividades de gestión de los residuos de pilas y acumuladores portátiles, constituida por los Sistemas Integrados de Gestión (SIG) de Pilas, ECOPILAS y ERP España, llamada **OFIPILAS**<sup>42</sup>, la que ha creado una plataforma informática para la coordinación de la gestión de los residuos de pilas y acumuladores portátiles. La gestión incluye el envío de solicitud de recogida, la que se realiza desde los puntos de recogida municipal y otros; una centralización de las solicitudes y trámites automáticos de asignación a uno de los SIG participantes y luego el SIG gestiona la retirada mediante transportistas autorizados y su traslado a la planta de tratamiento autorizada para procesar y reciclar. Las actividades de OFIPLAS están orientadas a cumplir con los objetivos ecológicos de recogida y tratamiento establecidos en el Real Decreto de pilas en España.

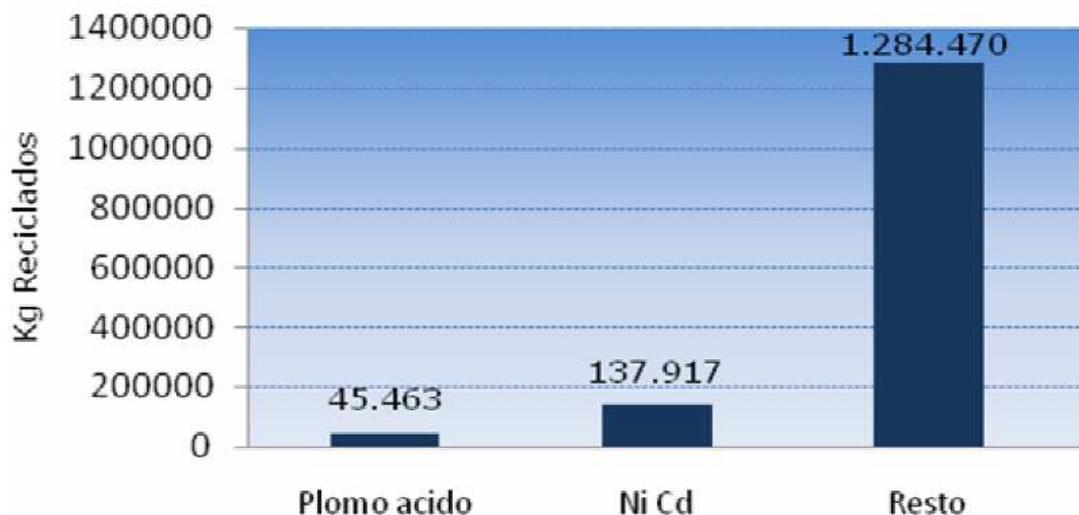
Por otra parte, existe la **AERPAM** (Asociación Española de Recogedores de Pilas, Acumuladores y Móviles), una entidad que promueve la educación y sensibilización ambiental y la recogida selectiva de pilas.

De acuerdo a lo informado en la Memoria Anual de Ecopilas (2010), se han recogido 2.354.219 kg de pilas usadas, lo que supone una **tasa de recogida selectiva del 29%**, este dato supera el objetivo del 25% que establece el RD 106/2008 para el 2011 y se ha alcanzado una **tasa de reciclaje de más del 70% de las pilas desechadas**.

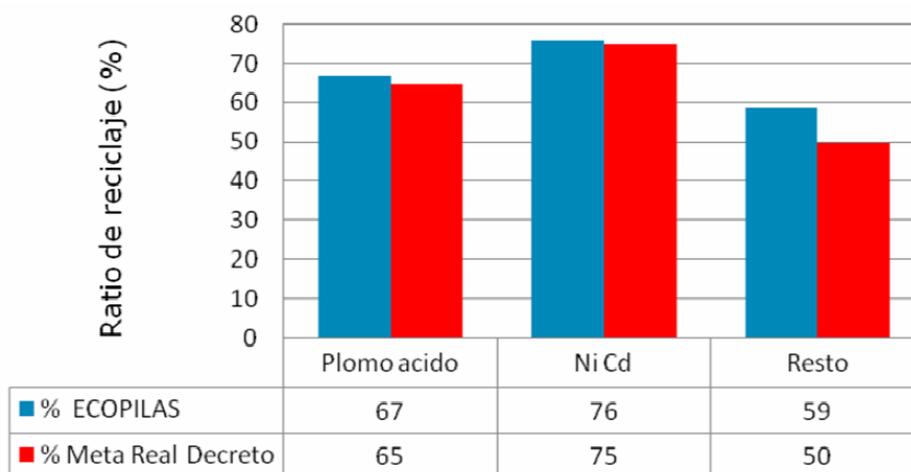
En las figuras a continuación, se indican cantidades recicladas y niveles de eficiencia y reciclado<sup>43</sup> de los residuos respectivamente.

<sup>42</sup> <http://www.ofipilas.es/>

<sup>43</sup>Fuente: Memoria Anual ECOPILAS 2009 y 2010. <http://www.ecopilas.es/>



**Figura 2-14** Cantidad de residuos de pilas y acumuladores reciclados  
Fuente: Memoria Anual ECOPILAS 2009



**Figura 2-15** Niveles de eficiencia del reciclado de Ecopilas  
Fuente: Memoria Anual ECOPILAS 2009

#### 2.4.5.3 AUSTRIA (UFB)<sup>44</sup>

Austria<sup>45</sup> cuenta con sistemas de reciclado de pilas desde 1992, cuando se puso en marcha la recogida nacional que alcanzó una tasa del 40%. En 2001, esta cifra se elevó a un 60% y ha seguido aumentando desde entonces.

<sup>44</sup> <http://www.ufh.at/index>

<sup>45</sup> [http://ec.europa.eu/environment/etap/inaction/showcases/eu/332\\_es.html](http://ec.europa.eu/environment/etap/inaction/showcases/eu/332_es.html)

La supervisión del proceso de reciclado de pilas de Austria está a cargo de un organismo independiente "Umweltforum Batterien" (UFB). Este organismo, fundado en 2001, engloba a todos los productores e importadores de pilas de Austria. Los miembros deben contribuir pagando una cuota que se destina al financiamiento de programas de recogida y reciclado.

La UFB asume toda la ejecución de las obligaciones derivadas de la Directiva RAEE y las tareas de regulación administrativa de baterías, y se encuentra afiliada a la EPBA y asume la responsabilidad administrativa del sistema y el registro de los participantes. Ofrece un servicio de recogida para todos los distribuidores y ha recibido gran apoyo por parte del gobierno nacional, especialmente de los Ministerios de Asuntos Medioambientales y Asuntos Económicos. Su éxito se ha basado en la gran calidad de las relaciones públicas y las campañas de sensibilización, conjuntamente con el desarrollo de una completa red de recogida a lo largo de los últimos diez años.

Existen 7.000 puntos de recogida repartidos por todo el país y cada seis meses se llevan a cabo campañas de recogida puerta a puerta.

Asimismo, se han realizado enormes esfuerzos para implicar a los niños. Por ejemplo, en 2003 se realizó un concurso nacional en el que participaron 358 escuelas y los alumnos consiguieron recoger nada menos que 107 toneladas de pilas usadas.

#### **2.4.5.4 HOLANDA (STIBAT)**

STIBAT es una organización sin fin de lucro que tiene a cargo las actividades de recolección de pilas usadas en los Países Bajos. Opera desde 1995, de acuerdo a lo indicado en la legislación sobre las obligaciones de los productores e importadores de baterías, las que deben ser recogidas y recicladas.

Los ingresos de STIBAT lo obtienen a través del cobro de una comisión considerada para la gestión de los residuos (antes de su eliminación) y que los productores e importadores deben pagar por las baterías que ellos colocan por primera vez en el mercado holandés. Esta contribución consiste en una cantidad fija para cada categoría de batería. Llevan un estricto monitoreo para el seguimiento y la aplicación de las tasas estipuladas.

Los gastos de STIBAT le permiten un eficaz desempeño de sus funciones, las que están determinadas en gran medida por el costo del transporte, clasificación y reciclaje. Otro elemento de costo son las campañas públicas para informar a los consumidores acerca de la utilidad y la necesidad de la recogida y el reciclaje de los residuos de pilas.

En las tablas a continuación, se presentan los datos de pilas comercializadas y recogidas en el mercado de Holanda.

**Tabla 2-24** Cantidades de pilas vendidas en Holanda (millones de unidades)

Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Cantidad de pilas	208,93	223,24	223,76	272,43	316,86	348,13	353,90	359,98	371,38	375,18
Aumento anual	-	6,8%	0,2%	21,8%	16,3%	9,9%	1,7%	1,7%	3,2%	1,0%

Fuente: STIBAT Annual Report 09. Dutch Battery Foundation

**Tabla 2-25** Pilas recogidas en Holanda basadas en cantidades desechadas

Año	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Cantidad recogida (ton)	2,018	2,117	2,515	2,735	2,858	3,015	3,204	3,309
Cantidad residuos domiciliarios (ton)	831	735	624	546	577	479	383	443
Total desechado (ton)	2,849	2,852	3,139	3,281	3,435	3,494	3,587	3,752
Porcentaje de recogida (%)	71	74	80	83	83	86	89	88

Fuente: STIBAT Annual Report 09. Dutch Battery Foundation

Los datos anteriores indican un incremento de la cantidad (en peso) de pilas recogidas en Holanda, desde 2,018 ton en el 2002 a 3,309 ton en el 2009, al igual que su porcentaje de recogida de 71% (2002) a 88% (2009), basados en las cantidades desechadas. No obstante, al considerar el total de las baterías vendidas en Holanda, el porcentaje de recogida aumentó sólo desde 33% (2002) a un 40% (2009), de acuerdo a la siguiente tabla.

**Tabla 2-26** Pilas recogidas en Holanda basadas en cantidades vendidas

Año	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Cantidad recogida en Holanda (ton)	2,018	2,117	2,515	2,735	2,858	3,015	3,204	3,309
Promedio de venta en Holanda (ton)	6,122	6,479	7,039	7,554	7,952	8,215	8,437	8,286
Porcentaje de recogida (%)	33	33	36	36	36	37	38	40

Fuente: STIBAT Annual Report 09. Dutch Battery Foundation

#### 2.4.5.5 BÉLGICA (BEBAT)<sup>46</sup>

BEBAT es una organización sin fines de lucro, fundada en 1995 como parte de la Ley belga sobre impuestos ambientales. La ley tributaria belga establece que cualquier empresa del medio ambiente belga que suministra baterías a un minorista belga es responsable por el impuesto del medio ambiente. El minorista debe registrar y declarar el uso de las baterías, a menos que el propio distribuidor importe directamente, en cuyo caso el propio comerciante queda sujeto al impuesto sobre el medio ambiente.

BEBAT se relaciona con la Asociación Multisectorial de Empresas Españolas de Electrónica y Comunicaciones (ASIMELEC), así como también está afiliada a la European Portable Battery Association (EPBA), que se preocupa de entregar soluciones sustentables para el manejo de las pilas como residuos.

En Bélgica, cada familia tiene un promedio de 107 baterías en la casa, de los cuales 14 están fuera de uso. BEBAT recoge cada año 2,5 millones de kilogramos de baterías

<sup>46</sup> <http://www.bebat.be/wie-bebat>

usadas que se clasifican y reciclan. Su sistema de gestión cuenta con más de 20.000 puntos de recogida, que se encuentran en supermercados, contenedores, joyerías, farmacias, escuelas públicas, instituciones públicas y privadas y centros de reciclaje municipal. Además, una vez al año se obtiene un cubo de recogida domiciliaria para las baterías de uso doméstico.

Las baterías recogidas son clasificadas según su tipo: Pilas de botón, baterías de dispositivos tales como teléfonos celulares, computadoras portátiles, máquinas de afeitar, taladros, radios, cámaras fotográficas, cámaras de video, juguetes, controles remotos, etc.

Para la recogida y tratamiento de las baterías, la BEBAT tiene acuerdos con las tres regiones y el gobierno federal. El gobierno determina los distintos tipos de procesamiento para el tratamiento y reciclaje. La legislación ambiental proporciona los impuestos que paga el consumidor al comprar su batería o una linterna, ya que el consumidor es responsable de la cuota de recogida y reciclaje.

#### **2.4.5.6 ALEMANIA (GRS)<sup>47</sup>**

La Fundación GRS (Gemeinsamen Rücknahmesystems Batterien) es una organización sin fines de lucro, creada por las industrias de artículos electrónicos y de las baterías, para la recogida y el reciclaje de las pilas.

Como puntos de recogida se encuentran los puntos de venta de las baterías y los puntos de recogida municipales. Los fabricantes e importadores de baterías, y los artículos que contienen baterías, pagan en el sistema GRS, de acuerdo al tipo, peso y cantidad de baterías que salen al mercado.

La GRS asume la responsabilidad ambiental de los productos de las empresas clientes, esto es, que cumple con la obligación de recoger pilas y acumuladores portátiles, proporcionando contenedores para la recogida y el transporte en los puntos de venta, en instituciones locales y en locales comerciales para los usuarios finales.

Las cajas de recolección son de color verde, las que en las tiendas se han convertido en sinónimo de reciclaje de baterías. Debido al plan global, a nivel nacional, ya se ha superado la tasa de recaudación del 35% fijado en la Ley. Se garantiza un reciclaje rentable y de buen resultado medioambiental. En la elección de los proveedores de servicios, se pone gran importancia en la fiabilidad, eficiencia y costo-efectividad.

De acuerdo al Artículo 8 de la Ley sobre baterías, se requiere que los fabricantes de baterías industriales deben proporcionar un servicio de recogida adecuado para las baterías que se han colocado en el mercado. Por este motivo GRS Batterien ofrece un sistema fácil de usar, modular y flexible para recoger las pilas, el que se puede estructurar de acuerdo a las necesidades.

Los fabricantes de pilas están obligados por Ley a recoger sus productos desde el consumidor y desde los contenedores. Estos contenedores son suministrados en todo el país y sin costo alguno. Luego, las baterías recogidas son transportadas a las

---

<sup>47</sup> <http://www.grs-batterien.de/>

instalaciones de clasificación donde se ordenan de acuerdo a los diversos sistemas electroquímicos a aplicar. Esto significa que los materiales valiosos como el hierro, manganeso y níquel pueden ser recuperados y los metales como el plomo y el cadmio pueden ser reutilizados en la producción de baterías. Desde el inicio de las operaciones (más de 12 años) se ha aumentado continuamente el volumen total de pilas y acumuladores recogidos, así también la tasa de reciclaje.

#### 2.4.5.7 FRANCIA (COREPILE)<sup>48</sup>

De acuerdo a estimaciones de COREPILE, se venden alrededor de 1.000 millones de baterías cada año en Francia, un 83% de los hogares franceses usan pilas y acumuladores, y los franceses utilizan en promedio dieciséis pilas y/o baterías por año.

COREPILE es una organización sin fines de lucro, con la misión de organizar la recogida y el reciclaje de pilas y acumuladores usados en Francia, área metropolitana. Fue fundada en 1999 por los miembros de la Unión de fabricantes de baterías.

La colecta selectiva y el reciclaje de todas las categorías de pilas, tiene como objetivo de alcanzar el 45% en un horizonte al año 2015.

**Tabla 2-27** Metas de recogida de baterías y acumuladores en Francia

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
%	33	35	37	39	41	43	45

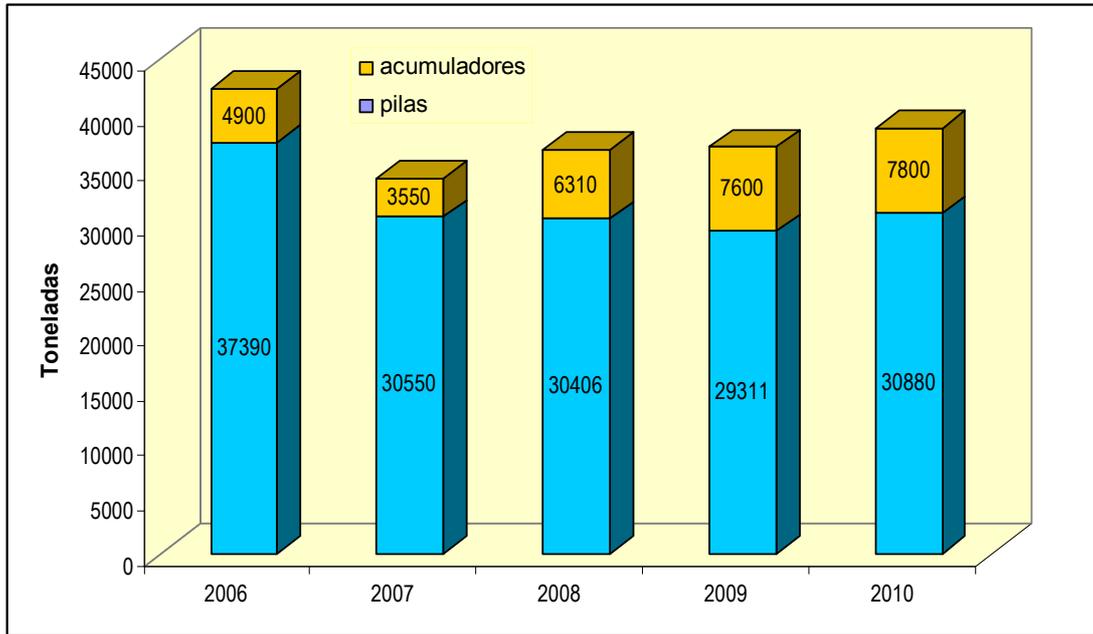
El Decreto 2009-1139 de 22 de septiembre 2009, regula la recogida y reciclado de pilas y acumuladores portátiles. Transpone la Directiva Europea y confirma la obligación de los fabricantes e importadores de pilas y acumuladores a limitar los niveles de cadmio y mercurio, entre otros aspectos.

COREPILE mantiene una red de proveedores, es decir, recolectores, clasificadores y centros de reciclaje, encargados de realizar la recolección, agrupación, clasificación y reciclaje de pilas y acumuladores portátiles y más de 30.000 puntos de recogida (vertederos, supermercados, tiendas de artesanía, empresas, escuelas).

Para resguardar las operaciones, cada medio de transporte porta un documento o registro que permite indicar la trazabilidad del producto desde la recolección hasta su llegada al centro de reciclaje.

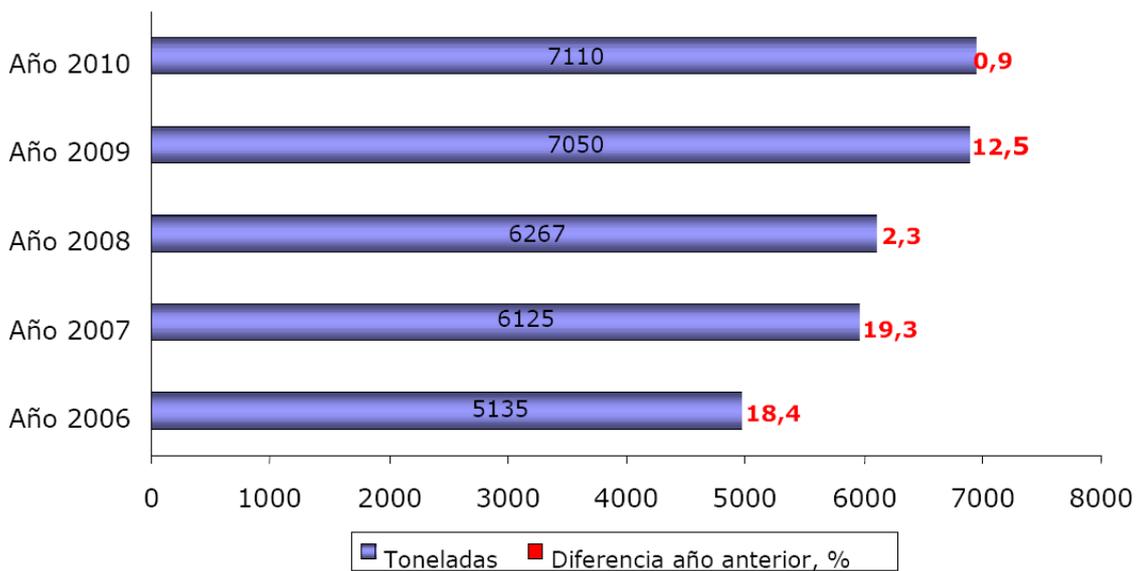
Las figuras siguientes señalan la evolución de las cantidades de pilas puestas en el mercado francés y los resultados de la recogida.

<sup>48</sup> <http://www.corepile.fr/>



**Figura 2-16** Evolución de pilas y acumuladores puestos en el mercado francés  
 Fuente: www.corepile.fr. Corepile (Estadísticas BILAN 2010)

Evolución de los resultados de la recogida



**Figura 2-17** Evolución de la recogida de pilas y acumuladores en Francia  
 Fuente: www.corepile.fr. Corepile (Estadísticas BILAN 2010)

Como se puede observar en la figura anterior, en el 2010 se recogieron 7.110 toneladas de baterías en Francia. Otra fuente indica, que la cantidad total recolectada en Francia al 2009 era de 9.879 toneladas<sup>49</sup>.

#### 2.4.5.8 REPUBLICA CHECA (ECOBAT)<sup>50</sup>

En la República Checa, la recogida de pilas y acumuladores fue institucionalizada en el año 2001, cuando la Asociación Checa de Fabricantes e Importadores firmó un acuerdo con el MMA para establecer un complejo programa de recogida llamado ECOBAT, operado por la empresa del mismo nombre. Al 2007 existían más de 5.200 puntos de recogida de baterías situados en todas las ciudades de más de 3.000 habitantes.

Según la empresa ECOBAT, encargada de controlar el sistema de recogida en el país, en el año 2006 se recogieron 184 toneladas de pilas y acumuladores, un 33% más que el año anterior. Esto es equivalente a la recogida de una pila portátil por cada habitante, lo cual no es suficiente según ECOBAT. Afirma que para cumplir con los objetivos europeos, esta cantidad deberá aumentar a tres pilas por habitante para el año 2012.

La demanda de contenedores para pilas y acumuladores así como de tecnologías para el tratamiento y reciclado de estos residuos se está viendo impulsada por la necesidad del cumplimiento de la directiva.

#### 2.4.5.9 EEUU

Si bien en EEUU existe una legislación para pilas y acumuladores (ver sección 2.3) y se exige programas de reciclaje a los estados federales, éstos pueden tener sus propias regulaciones para la disposición de las baterías y pilas. Algunos estados exigen a los fabricantes establecer programas gratuitos para la recogida y reciclaje, pero otros no.

Una de las empresas que funciona sin cobro en Estados Unidos, es **Call2Recycle**<sup>51</sup> que es operada por la organización sin fines de lucro, RBRC, Rechargeable Battery Recycling Corporation. Cell2Recycle es señalada en la legislación como la del método de recogida de seguridad ecológica de reciclaje para las baterías recargables y las pilas de teléfono, y su sello de reciclaje para la batería ha sido certificado por la EPA (Environmental Protection Agency).

##### Operación del sistema:

A las instalaciones adheridas, les entregan cajas para recibir las pilas, las que son retiradas de acuerdo a los calendarios previos.

<sup>49</sup> Fuente: OPA /ADEME

<sup>50</sup>Notas sectoriales. El mercado de las tecnologías para la protección del medio ambiente en la República Checa. Septiembre 2007. <http://www.icex.es/icex/cma/>

<sup>51</sup> [www.call2recycle.org](http://www.call2recycle.org)

1. Las baterías recargables y de teléfonos se recogen de los sitios de recogida, como negocios, comunidades, oficinas públicas, tanto en Estados Unidos como en Canadá, esto es de cobro liberado. Cada negocio, oficina pública, comunidades, reciben una caja y un Kit complementario con material educativo e instrucciones para el embarque de la caja, que ya trae el sello de libre de pago.
2. Una vez llena la caja, se envía al lugar de destino y se recibe otra caja para continuar con la recogida. Las baterías se llevan a las instalaciones de clasificación y reciclaje.
3. Por último ingresan a las plantas de proceso y recuperación. Se procesan según tipo de elementos.

La figura siguiente presenta un esquema del sistema de funcionamiento de la empresa Call2Recycle.



**Figura 2-18** Call2Recycle - Sistema de recogida en cajas, su transporte y productos secundarios obtenidos

Fuente: [www.call2recycle.org](http://www.call2recycle.org)

La empresa Cell2Recycle es operada por RBRC que es financiada en un 90% por las empresas manufactureras de baterías recargables y pilas de teléfonos, que colocan el sello de RBRC que indica que deben ser recicladas en lugar de ser tiradas a la basura.



**Figura 2-19 "Call2Recycle" - Sello de RBRC**

Fuente: [www.call2recycle.org](http://www.call2recycle.org)

#### 2.4.5.10 ARGENTINA

En Argentina no existen plantas de reciclaje para pilas y baterías usadas. Según la legislación, las pilas y baterías usadas son tratadas como residuos peligrosos, de acuerdo a la Ley 24.051.

No obstante, se puede realizar la disposición final en relleno sanitario de aquellas pilas primarias agotadas que están sometidas a un proceso de certificación conforme a la Ley N° 26.184 (Ley de Fuentes de Energía Eléctrica Portátil) tales como las pilas primarias de tipo cilíndricas y prismáticas, ya sean comunes de Carbono-Zinc y alcalinas de Manganeso. Es decir, se considera aceptable su descarte junto con el flujo de residuos domésticos cuando éstos últimos se dispongan en rellenos sanitarios.

Lo anterior, no favorece la implementación de un sistema de recolección selectiva ni de un sistema de gestión.

Sin embargo, el municipio de Bahía Blanca trabaja con un Programa Integral de Pilas iniciado en 1998<sup>52</sup>, desarrollado por el Departamento de Saneamiento Ambiental, que estableció que las pilas primarias de tipo cilíndricas comunes y alcalinas (en ambos casos del tipo AA), pilas botón de óxido de plata, óxido de mercurio y zinc-aire, son consideradas residuos peligrosos y debían disponerse en relleno de seguridad. Otro ejemplo señala que en el 2010 existían 10 toneladas de pilas acumuladas para el reciclaje, para lo cual se firmó un convenio entre el Gobierno y las empresas Procter&Gamble, distribuidor de Duracell y Energizer en Argentina, enviándolas al exterior para su reciclaje.

#### 2.4.5.11 MÉXICO<sup>53</sup>

En México, las pilas están consideradas como residuos peligrosos y se han puesto en funcionamiento programas de reciclaje de pilas, de acuerdo a los riesgos de los materiales que las componen. Mediante convenios han instalado centros de acopio

<sup>52</sup> La determinación de la peligrosidad de los residuos de pilas primarias se realizó 8 años antes a que se promulgue la Ley N° 26.184.

<sup>53</sup> Reciclaje de pilas y baterías aparte

<http://suenamexico.com/verde-y-social/entorno/reciclaje-de-pilas-y-baterias-aparte/>

para facilitar el reciclaje. Mantiene dos plantas, entre ellas SITRASA que cubre 14 estados; la cual es una empresa autorizada para el tratamiento y reciclaje de todo tipo de pilas y también lámparas fluorescentes, consideradas como residuos peligrosos. SITRASA es miembro de la Asociación Europea de Reciclaje de Pilas, EBRA.

Por ejemplo, en Veracruz, donde existen 200 estaciones de recepción, se han recolectado 7 millones de pilas en 5 años de operación del programa de recepción de pilas y baterías usadas.<sup>54</sup>

A pesar de que en México no existe una regulación que limite el contenido de metales como el mercurio y el cadmio de las pilas, en 1993 la industria voluntariamente eliminó el mercurio como ingrediente en las pilas alcalinas y de carbón zinc.<sup>55</sup>

#### 2.4.5.12 COLOMBIA<sup>56</sup>

Colombia presenta un programa para la recolección de residuos de pilas y acumuladores a cargo de las empresas fabricantes importadoras de pilas. El programa da cumplimiento a la Resolución N° 1297 de 2010 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, en la que se establece que los productores deben encargarse de la recolección, acopio, transporte y gestión ambientalmente adecuada de las pilas y baterías.

En la tabla siguiente se presenta la actual generación y disposición de residuos de pilas.

**Tabla 2-28** Estimación del mercado de pilas en Colombia y disposición de sus residuos

ÍTEM	CANTIDADES
Consumo anual de pilas	200 millones de pilas
Importación	140 millones de unidades.
Generación anual de residuos de pilas país	11.000 toneladas
Disposición de residuos de pilas en rellenos sanitarios y botaderos	77.000 toneladas entre 2002 y 2008
Disposición de residuos de pilas en rellenos sanitarios	80% estimado
Disposición de residuos de pilas en botaderos y cuerpos de agua	20% estimado

Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

Actualmente, existen programas con puntos de recolección en Bogotá, Medellín y Manizales. Para diciembre de 2011 se ha programado completar 120 puntos de recolección en todo el país y a partir de 2012 los sistemas de recolección selectiva, deberán **asegurar la recolección mínima anual del 4% de los residuos** de pilas y acumuladores primarios y secundarios. Recién a partir del 2016 se pretenden gestionar estos residuos a través de actividades de aprovechamiento, como el reciclaje.

<sup>54</sup> <http://www.diarionoticias.com.mx/09jun2011/09junpilas.html>

<sup>55</sup> <http://www.amexpilas.org/> AMEXPILAS

<sup>56</sup> Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 290710 Recolección pilas. <http://www.minambiente.gov.co/contenido/>

La recolección, transporte, acopio y disposición de pilas usadas estará a cargo de gestores autorizados para la actividad.

#### **2.4.5.13 BOLIVIA<sup>57</sup>**

Bolivia ha definido un programa de reciclaje de pilas<sup>58</sup>, que consiste de dos etapas principales: una de separación-recolección y la otra de tratamiento-disposición final.

La separación-recolección contempla para la separación una campaña de difusión y concientización mediante folletos explicativos de los riesgos y perjuicios que pueden causar las pilas, y los lugares para depositarlas. Las pilas se recolectan en recipientes de plástico de 10 a 20 litros, tapados con una ranura tipo alcancía para introducir las pilas. Estos depósitos están dispuestos en escuelas supermercados, relojerías, entre otros.

El tratamiento-disposición final consiste en el tratamiento de pilas en desuso, fundamentalmente para obtener un mecanismo que asegure que no se producirá contaminación por lixiviación. Para esto, las pilas retiradas de los contenedores se colocan en bolsas plásticas y se les agrega bentonita que funciona como secuestrante de modo que no se produzcan pérdidas de metales pesados.<sup>59</sup> Luego se introducen en un contenedor denominado Ecobanco, construido de hormigón de una capacidad de 0,3 m<sup>3</sup> a 1,0 m<sup>3</sup> y se disponen dentro de él.

#### **2.4.5.14 BRASIL<sup>60</sup>**

En el año 1999, con la aprobación de la resolución 257/99, el Consejo Nacional del Medio Ambiente determinó el límite de metales activos que pueden contener las pilas y baterías usadas: 0,010% en peso de mercurio, 0,015% de cadmio y 0,200% de plomo. Teniendo en cuenta esta ley, únicamente los fabricantes o importadores de baterías de níquel-cadmio, utilizadas en los teléfonos celulares, deben recolectarlas, liberando así a los demás fabricantes el deber de realizar una recolección de los productos usados.

Actualmente, se están realizando varios proyectos de recolección y reciclaje, y casi la totalidad de los fabricantes de pilas y baterías cuentan con puestos de recolección dispuestos en diferentes puntos del país, pero a pesar de esto, la cantidad que regresa a los fabricantes aún es baja.<sup>61</sup> Brasil produce cerca de 800 millones de baterías al año, lo que representa seis unidades desechadas por habitante en promedio:

Los fabricantes (Duracell, Eveready, Kodak, Microlite (Rayovac), Panasonic y Philips) de las pilas secas de zinc-manganeso y alcalinas de manganeso, que más se consume para uso doméstico, han operado dentro de los límites establecidos en la Resolución 257.

<sup>57</sup> Revisión y análisis de las características del manejo ambiental de pilas y baterías en Bolivia. Preparado por Observancia – Centro Interdisciplinario <http://www.observancia.org/pdf/investigacion.pdf>

<sup>58</sup> <http://www.usuarios.lycos.es/hsebolivia/articulos.htm>

<sup>59</sup> <http://www.xtec.cat/>

<sup>60</sup> <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/busca?query=baterias>

<sup>61</sup> <http://despertandoconcienciaplanetaria.wikispaces.com/Brasil>

Actualmente, existe una empresa llamada SUZAQUIM, que tiene un proceso de reciclaje de baterías de Ni-Cd. En la Universidad Politécnica ha desarrollado estudios durante más de tres años en el reciclaje de pilas y baterías.

#### 2.4.5.14 Resumen comparativo de países

En la siguiente tabla se presenta un resumen de los principales aspectos, respecto de los sistemas de gestión de residuos de pilas en los países analizados, en función de la información disponible.

**Tabla 2-29 Resumen sistemas de gestión en países evaluados**

País	Cantidad de pilas hab./año	Sistema	Meta de recogida	Logro de recogida	Meta de reciclaje	Logro de reciclaje
UE	109 g, 6 pilas AA (2010)	Recogida consumidor Recogida industrial Recogida municipal	25% (2012) 45% (2016)	30%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 65 % de p. y ac. Pb-acido.</li> <li>• 75 % de p. y ac. Ni-Cd</li> <li>• 50 % demás residuos de p. y ac.</li> </ul>	<25%
España	6 pilas (2009)	1.300.000 Minirecopiladores 15.000 contenedores  Recogida consumidor Recogida industrial Recogida municipal	Según UE	15% de p.a.	Según UE	20% (2008) 30% (2010)
Austria	220g, 12 pilas AA (2010)	7.000 puntos de entrega Recogida a casas	Según UE	44% (2002) 40,8% (2004)	Según UE	s.i.
Holanda	8 pilas (2009)	s.i.	Según UE	40% (2009) 36,7% (2004)	Según UE	s.i.
Bélgica	6 pilas (2009)	20.000 puntos de recogida	Según UE	59% (2002) 56,3% (2004)	Según UE	40%
Alemania	9 pilas (2009)	s.i.	Según UE	39% (2002) 36% (2004)	Según UE	30%
Francia	7 pilas (2009)	30.000 puntos de recogida	Según UE	32% (2008) 20,6% (2004)	Según UE	s.i.
R. Checa	s.i.	5.200 puntos de entrega (ciudades >3000 Hab.)	Según UE	5% (2004)	Según UE	s.i.
Polonia	40g 2 AA (2010)	s.i.	Según UE	7% (2004)	Según UE	s.i.
USA	s.i.	Envío en cajas vía correo Recogida consumidor Recogida industrial	s.i.	s.i.	Según UE	s.i.

Fuente: Elaboración propia  
s.i.=sin información

Cabe mencionar que actualmente, sólo existen **plantas de reciclaje de pilas** en Estados Unidos, Canadá, Alemania, Austria, Bélgica, Holanda, Suecia, Japón y Francia<sup>62</sup>

Actualmente en **Europa se logra recuperar alrededor del 30% y reciclar menos del 25%**, en promedio. De los países que más reciclan se pueden mencionar España y Alemania (30%), Bélgica (40%) y Suiza (50%); Suiza incluso prohíbe la disposición de pilas en rellenos sanitarios<sup>63</sup>.

Estudios de consumidores de Alemania, Holanda y Bélgica demuestran que la mayoría de la población conoce acerca de los sistemas de colección de pilas, pero que sólo el 30 a 50% de los mismos los usa regularmente.<sup>64</sup>

Estados Unidos y Japón han decidido recolectar y reciclar únicamente las pilas que contienen materiales tóxicos y las pilas recargables, cuya recuperación representa un beneficio económico.

Respecto a los **costos**, Se indica que generalmente, los programas de gestión de pilas representan un costo significativo y el reciclaje de materiales raramente solventa los costos de todo el sistema. La revisión de políticas específicas para pilas y baterías en Europa hacia el año 2003, indicaba que las plantas de reciclaje cobraban por la recepción de los residuos de pilas entre 400 a 900 Euros/ton (con excepción de unas pocas, como las de óxido de plata). A ello se sumaban los costos de recolección y logística (300 a 700 Euros/ton), de clasificación (150 a 250 Euros/ton), y otros costos administrativos y de comunicación de los programas (175 a 2600 Euros).

Estudios recientes en Europa han puesto en tela de juicio la sustentabilidad de los programas de recolección y reciclaje de pilas de uso común (primarias).

- Reino Unido, 2006: El beneficio que se obtiene por la recuperación de materiales contenidos en pilas es pequeño y se obtiene a costos muy elevados.
- Francia, 2006: Los elevados costos de recolección y reciclaje de pilas (13 millones de euros) no se justifican, ya que no se obtiene un beneficio ambiental claro.

---

<sup>62</sup> Fuente: <http://www.epbaeurope.net/recycling.html#responsibility>, [www.europarl.europa.eu/news/public/story\\_page/064-9634-184-07-27-911-20060705STO09633-2006-03-07-2006/default\\_es.htm](http://www.europarl.europa.eu/news/public/story_page/064-9634-184-07-27-911-20060705STO09633-2006-03-07-2006/default_es.htm)

<sup>63</sup> Fuente Ecopilas 2010

<sup>64</sup> <http://www.epbaeurope.net/recycling.html#collectiontarget>

## 2.5 GESTIÓN ACTUAL DE LOS PRODUCTOS USADOS EN CHILE

### 2.5.1 DIAGNÓSTICO DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS DE PILAS

Se desarrolló una estimación de la generación de residuos **para cada clasificación y tipología** en base a los datos de productos disponibles en el país y su proyección, considerando tanto el tipo de pila, su peso y tiempo de uso promedio. Los resultados se expresan en toneladas equivalentes.

Los supuestos para la estimación fueron los siguientes:

- Para llevar las unidades a toneladas para cada clasificación de pila se utilizó la información de la distribución de tamaños y el peso promedio respectivo detallados en las tablas 2.21 y 2.22.
- Para la fracción no especificada de ZN-C y alcalinas se aplicó la relación de distribución conocida de la tabla 2.21, a falta de mayor información.
- Para las pilas de ión litio, sin mayor especificación, se supuso que correspondían en partes iguales a botón y diseño rectangular<sup>65</sup>.
- Se utilizó la misma proyección de crecimiento descrita en la sección 2.4.2 para cada tipo de pila.
- Para las pilas primarias el tiempo de vida útil es de menos de 1 año (la cantidad de residuos generados por año es equivalente al consumo anual) En tanto para las pilas secundarias se estimó una vida útil promedio de 2 años para las pilas NiMH e ión litio y de 3 años para NiCd<sup>66</sup>

En base a lo anterior se obtuvieron los siguientes resultados de generación de residuos y su proyección.

**Tabla 2-30** Estimación de generación total de residuos de pilas (ton/año)

Año	primarias	Secundarias	total
2003	2.731	92,48	2.824
2004	3.131	62,81	3.194
2005	3.915	19,77	3.934
2006	4.342	17,00	4.359
2007	3.997	91,47	4.089
2008	6.297	32,33	6.329
2009	2.391	62,01	2.453
<b>2010</b>	<b>4.280</b>	<b>57,69</b>	<b>4.338</b>
2011	4.425	43,44	4.469
2012	4.579	57,42	4.636
2013	4.741	67,61	4.808

<sup>65</sup> No se utilizó un peso promedio por clasificación dada la gran variabilidad de tamaños que se observa en cada tipo de pila, a fin de reducir el porcentaje de error en la estimación

<sup>66</sup> Un supuesto similar se ha usado en otros estudios a nivel internacional para pilas primarias. En el caso de pilas secundarias la vida útil en años se basa en la información de ciclos de carga que tiene cada tipo de acumulador.

Año	primarias	Secundarias	total
2014	4.911	73,83	4.985
2015	5.091	80,69	5.171
2016	5.280	88,25	5.368
2017	5.479	96,58	5.575
2018	5.688	105,78	5.793
2019	5.907	115,92	6.023
2020	6.138	127,12	6.265

**Tabla 2-31** Estimación de generación residuos pilas primarias

Año	Dióxido de Mn	Cinc carbono	Litio	Cinc-Aire	Oxido de Hg	Oxido de Ag	Las demás
2003	1.980	701	30,25	3,41	1,73	10,97	3,68
2004	2.186	881	33,53	8,49	0,03	12,83	8,92
2005	3.179	635	33,74	10,44	0,01	8,03	48,55
2006	3.749	545	23,48	2,31	0,00	6,45	15,59
2007	3.359	555	19,93	7,94	0,07	5,42	50,29
2008	5.679	502	21,34	8,92	0,00	2,94	83,15
2009	1.969	346	29,84	2,95	0,10	4,59	37,97
2010	3.590	561	43,12	7,79	0,03	6,00	72,07
2011	3.751	545	45,71	8,34	0,02	5,76	70
2012	3.920	528	48,45	8,92	0,01	5,53	68
2013	4.096	512	51,36	9,55	0,01	5,31	66
2014	4.281	497	54,44	10,22	0,01	5,10	64
2015	4.473	482	57,71	10,93	0,00	4,90	62
2016	4.674	468	61,17	11,70	0,00	4,70	60
2017	4.885	454	64,84	12,51	0,00	4,51	58
2018	5.105	440	68,73	13,39	0,00	4,33	56
2019	5.334	427	72,85	14,33	0,00	4,16	55
2020	5.574	414	77,23	15,33	0,00	3,99	53

**Tabla 2-32** Estimación de generación residuos pilas secundarias

Año	Acumulador NI CD	Acumulador Ni MH	Acumulador Ión Li	Total
2003	33,14	1,79	57,55	92,48
2004	49,84	2,29	10,68	62,81
2005	7,13	5,38	7,26	19,77
2006	1,07	4,26	11,67	17,00
2007	4,20	35,45	51,81	91,47
2008	8,47	4,17	19,70	32,33

Año	Acumulador NI CD	Acumulador Ni MH	Acumulador Ión Li	Total
2009	11,84	9,79	40,38	62,01
2010	24,81	4,31	28,57	57,69
2011	20,85	3,08	19,51	43,44
2012	14,37	8,62	34,43	57,42
2013	20,48	8,81	38,32	67,61
2014	22,18	9,00	42,64	73,83
2015	24,02	9,20	47,46	80,69
2016	26,02	9,40	52,83	88,25
2017	28,18	9,61	58,80	96,58
2018	30,52	9,82	65,44	105,78
2019	33,05	10,04	72,84	115,92
2020	35,79	10,26	81,07	127,12

A partir de los datos de las tablas anteriores se establecieron los siguientes indicadores de residuos de pilas primarias y secundarias al año 2010, en cantidad anual y generación per capita, para un total de casi 4.338 toneladas.

- Cantidad anual de residuos generados por tipología (unidades y toneladas).**

	Unidades	Toneladas	Porcentaje en peso
<b>Total primarias</b>	<b>163.024.444</b>	<b>4.280,00</b>	98,7%
Dióxido de Mn	103.149.213	3.589,53	83,87%
Cinc carbono	42.489.986	561,46	13,12%
Litio	3.266.840	43,12	1,01%
Cinc-Aire	3.896.748	7,79	0,18%
Oxido de Hg	13.021	0,026	0,001%
Oxido de Ag	3.002.053	6,004	0,14%
Las demás	7.206.583	72,07	1,68%
<b>Total secundarias</b>	<b>1.648.074</b>	<b>57,69</b>	1,3%
Acumulador NI CD	1.378.099	24,81	43,00%
Acumulador Ni MH	241.361	4,31	7,48%
Acumulador Ión Li	28.614	28,57	49,52%

Es importante recordar que la cantidad de residuos de pilas primarias generadas es equivalente al consumo anual, a diferencia de las pilas secundarias donde hay un desfase entre el año de consumo y el término de su vida útil estimado entre 2 y 3 años.

Destacan claramente los residuos de pilas primarias, que representan el 98,7% en peso de los residuos de pilas. Dentro de las pilas primarias, las alcalinas y de cinc carbono representan el 97 % del total.

- **Generación per cápita de residuos por tipología (unidades y gr/habitante año).**

	Unidades/hab.- año	Gramos./hab.- año
<b>Total primarias</b>	<b>9,54</b>	<b>250,377</b>
Dióxido de Mn	6,03	209,984
Cinc carbono	2,49	32,845
Litio	0,19	2,523
Cinc-Aire	0,23	0,456
Oxido de Hg	0,00076	0,002
Oxido de Ag	0,18	0,351
Las demás	0,42	4,216
<b>Total secundarias</b>	<b>0,096</b>	<b>3,375</b>
Acumulador NI CD	0,081	1,451
Acumulador Ni MH	0,014	0,252
Acumulador Ión Li	0,002	1,671

Adicionalmente, con los datos anteriores fue posible realizar una estimación de la cantidad de metales de interés (peligrosos y no peligrosos) dentro de estos residuos (mercurio, cadmio, zinc, plata, hierro, entre otros) en base a la información de composición promedio de cada tipo de pila indicada en las tablas 2.18 y 2.19 y los residuos estimados al 2010.

Esta información es de relevancia en la medida que estos materiales puedan ser, a futuro, recuperados y valorizados como nuevos recursos (reduciendo el impacto de extracción de nuevos recursos y además reduciendo los requerimientos de energía y por ende la generación de CO<sub>2</sub> equivalente)

**Tabla 2-33** Estimación de materias primas secundarias en residuos de pilas no recargables (Kg base año 2010)

Clasificación	Dióxido de Mn	Cinc carbono	Litio	Cinc-Aire	Oxido de Hg	Oxido de Ag	Total
<b>Total residuos 2010</b>	<b>3.589.528</b>	<b>561.465</b>	<b>43.122</b>	<b>7.793</b>	<b>26</b>	<b>6004</b>	<b>4.207.939</b>
<b>Manganeso</b>	1.111.792	86.952			2	465	1.199.210
<b>Zinc</b>	717.906	168.439		2.806	3	480	889.634
<b>Acero</b>	789.696		16.386	2.806	12	2.762	811.662
<b>Litio</b>			2.587				2.587
<b>Mercurio</b>				94	9	42	144
<b>Plata</b>						1.203	1.203
<b>Total materiales</b>	<b>2.619.393</b>	<b>255.391</b>	<b>18.974</b>	<b>5.705</b>	<b>25</b>	<b>4.952</b>	<b>2.904.440</b>
<b>% respecto al Total de residuos</b>	73%	45%	44%	73%	95%	82%	

**Tabla 2-34** Estimación de materias primas secundarias en residuos de pilas recargables (Kg base año 2010)

Año	Acumulador NI CD	Acumulador Ni MH	Acumulador Ión Li	Total
<b>Total residuos 2010</b>	24.806	4.314	28.567	57.687
<b>Co</b>	248	181	5.167	5.596
<b>Ni</b>	6.450	1.726		8.175
<b>Zn</b>		86		86
<b>Mn</b>		86		86
<b>Li</b>			6.570	6.570
<b>Cd</b>	4.217			4.217
<b>Total materiales</b>	10.915	2.080	11.737	24.731
<b>% respecto al total de residuos</b>	44%	48%	41%	43%

## 2.5.2 DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN ACTUAL DE LOS RESIDUOS

En Chile no se ha implementado un sistema de gestión de pilas y acumuladores semejante a la de los países evaluados a nivel internacional. Como se indicó en la sección 2.4. En dichos países existe legislación, infraestructura y control en el manejo de dichos residuos. No obstante, a nivel nacional se desarrollan algunos programas municipales o de algunas organizaciones y empresas, pero no dentro de un sistema a nivel país, con metas y objetivos que permitan medir, controlar y evaluar su resultado.

Dentro de las acciones de gestión actual de los residuos de pilas, se pueden mencionar las siguientes

- **Gestión de Organismos del Estado:**

En los últimos años algunos municipios han asumido la responsabilidad de la recolección de pilas desde los hogares y han iniciado campañas específicas, las que se

indican en la siguiente tabla. Estas corresponden a iniciativas particulares de cada municipio, no detectándose a la fecha acciones de responsabilidad desde gobiernos regionales.

También se debe mencionar algunos sistemas de gestión ambiental que mantiene el ejército, dentro de los cuales se realiza recuperación de pilas y baterías.

Dentro de las empresas del Estado está el caso de la empresa Metro que si bien desarrolla una campaña de celulares en las estaciones del mismo (junto a la Fundación Belén Educa, Claro y Degraf), recibe una gran cantidad de pilas producto de que los usuarios las depositan en los buzones de celulares al no tener un lugar donde dejarlas. La empresa se ha hecho cargo de su gestión, derivándolas a disposición final autorizada pagando los costos respectivos. Según información de la empresa, a julio del 2011 se habían recolectado 25.656 unidades (peso estimado cerca de 565 kg), además de las baterías de celulares que si están incluidas en la campaña (14.328 unidades)<sup>67</sup>.

**Tabla 2-35** Campañas de recolección a cargo de municipios

Actividad	Año	Características
Municipalidad de Santiago	En operación	Programa de Recuperación de Pilas: El municipio de Santiago, en conjunto con el Grupo Sarmiento, han instalado 25 depósitos para pilas y baterías usadas, ubicados en paletas publicitarias del sector central de la comuna. Además se han instalado 18 depósitos en el Barrio Universitario de República
Municipalidad de Vitacura	En operación	Recolección de pilas en Punto Limpio
Municipalidad de las Condes	En operación	Recolección de pilas en Punto Verde inaugurado recientemente en parque Araucano
Municipalidad San Antonio Terminal Internacional (STI)	2009-2011	En conjunto con la Municipalidad de San Antonio, y 19 establecimientos educacionales e instituciones públicas
Municipalidad de Viña del mar	En operación	Campaña de recolección de pilas domiciliarias
Municipalidad de Quilpue	En operación	Campaña de recolección de pilas domiciliarias a partir de mayo de 2011
Municipalidad de Coronel	En operación	Programa corresponde a una campaña comunal de recolección de pilas, impulsada por el Departamento de Medio Ambiente de la Ilustre Municipalidad de Coronel.
Municipalidad de Valdivia.	2008	Programa de recolección de pilas Centro Clínico Militar "Valdivia", junto al Departamento de Medio Ambiente de la Municipalidad,
Municipalidad de Talcahuano	En operación	Campaña liderada por la Dirección del Medio Ambiente de la Municipalidad de Talcahuano,
Campaña localidad de Tirúa	2000	Campaña de recolección local en la VII Región
Municipalidad de Valparaíso	1999	Estudio Diagnostico y Manejo de Pilas realizado con ONG CETAL

<sup>67</sup> Fuente: Información de la empresa.

Respecto de la responsabilidad de autoridades a nivel nacional, hace unos años se comenzó a desarrollar el "Plan Nacional de Gestión de Riesgos del Mercurio" iniciado a través del Departamento de Residuos Peligrosos de la Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA), actualmente Ministerio del Medio Ambiente<sup>68</sup>. Este proyecto es coordinado por el Departamento de Control de la Contaminación, a través de sus áreas de Sustancias Químicas y Sitios Contaminados y Gestión de la Información.

Para la definición de dicho plan se conformó un Comité Operativo compuesto por instituciones públicas (Ministerios), privadas y ONGs. A la fecha se han realizado dos estudios al respecto: "Inventario de usos, consumo y liberaciones de mercurio y Catastro de sitios contaminados con mercurio", donde se identifican los lugares y/o funciones con potencial exposición a este material. Las pilas con contenido de mercurio fueron abordadas en dichas investigaciones.

Los problemas detectados, relacionados a los productos bajo análisis (que se abordan en este diagnóstico) y que aún se mantienen fueron sido los siguientes<sup>69</sup>:

- Para el caso de los productos con contenido de mercurio, difícil identificación debido a la falta de descriptores específicos para su ingreso al país, lo cual no permite conocer su número exacto.
- No existe normativa sobre ingreso, manejo y disposición para productos que contienen mercurio
- Escasa iniciativa por parte de los importadores y distribuidores sobre manejo de productos que contienen mercurio.
- Los importadores no tienen ninguna responsabilidad en la disposición final de los productos con contenido de mercurio que ingresan al país
- No hay instrucciones por parte de la Autoridad Sanitaria hacia las empresas de cómo deben informar la cantidad de mercurio en sus residuos.
- Falta de capacitación, información y difusión acerca de los riesgos que involucra un mal uso, manipulación y disposición de los productos que contienen mercurio.

- **Empresas importadoras o distribuidoras.**

De la información recabada desde las empresas importadoras o distribuidoras de los productos bajo estudio, a la fecha no se han verificado acciones voluntarias de responsabilidad del productos y no existen iniciativas de recolección y recuperación en desarrollo.

- **Empresas y otras instituciones**

Un número importante de empresas e industrias del país actualmente gestionan sus residuos de pilas en forma adecuada, enviándolas a destino autorizado, mediante contratos con empresas de disposición autorizadas (a fin de cumplir con el DS 148/03), ya que las mismas están clasificadas como residuos peligrosos. Algunas de ellas se indican en la tabla siguiente.

---

<sup>68</sup> Este Programa desarrolló un estudio de inventario de las diversas fuentes generadoras de mercurio en el país, pero no incluye datos de destino final para los productos bajo estudio.

<sup>69</sup> Fuente: CONAMA 2009, Plan Nacional de Gestión de Riesgos del Mercurio.

Entre ellas también se encuentran empresas de servicios que han iniciado campañas de recolección que incorporan a sus clientes, como es el caso de Chilectra, con cerca de 15 puntos de recolección en sus sucursales y otras compañías de distribución eléctrica, y algunas empresas dedicadas al comercio, además de Universidades.

**Tabla 2-36** Campañas de recolección a cargo de empresas privadas

Actividad	Año	Características
Chilectra "Ponte las Pilas, trae tus Pilas",	En operación	Cuenta con contenedores ubicados en todas las oficinas comerciales de la compañía.
Frontel -Seremi Medio Ambiente Región de la Araucanía	Iniciándose	Frontel instalará en sus centros de pago de Temuco, Nueva Imperial, Victoria, Angol y Traiguén, un conjunto de contenedores especiales para el acopio de pilas usadas, para posteriormente disponerlas en un centro autorizado
Compañía Siderúrgica Huachipato	En operación	Acogió la campaña de Recolección de Pilas Usadas que lleva adelante la Municipalidad de Talcahuano, en el contexto del proyecto "Gestión Integral de Residuos Sólidos".
Empresa Eléctrica de Magallanes, Edelmag	2009	Campaña "A ponerse las pilas con el Medio Ambiente Instaló buzones especiales en oficinas de atención a clientes en la región, Las pilas y baterías recolectadas se enviaron a Hidronor
Campaña interna de Reciclaje de Pilas del Metro	2010	Entrega de pilas y baterías acumuladas en casa o puesto de trabajo para depositarlas en contenedores dispuestos en la empresa.
Representante de Mattel Arica	En operación	Campaña "Ponte las pilas, deposítalas aquí".de recolección de pilas de la ciudadanía
Fundación Patagonia Sur	En operación	Campaña con colegios
Campaña Ing Civil Ambiental Universidad Playa Ancha	2008	Campaña "Pongámonos las pilas por Valparaíso" Ubica -en colegios, universidades y centros públicos y privados de la comuna- contenedores de recuperación
Centro de alumnos ingeniería PUC	En operación	Campaña en Campus San Joaquín
Supermercado Jumbo	2009	Se colocaron buzones para recolección de pilas en las entradas de los supermercados
Universidad San Sebastián de Osorno	En operación	Campaña de recolección de pilas "Recicla" a nivel estudiantil
Ciudad Empresarial Recycla	2010	Campaña en "Ciudad Empresarial" en la comuna de Huechuraba. Durante seis meses se instalaron contenedores en diferentes puntos para el depósito y retiro de celulares, pilas, Cd y cartridge.
Agricom Sede El Golf	2008	Campaña se baso en el concepto de Responsabilidad Social Empresarial

Los sistemas existentes de recolección consisten fundamentalmente en la colocación de contenedores especiales donde se depositan las pilas, los que una vez llenos luego son retirados por empresas que los transportan hacia los sitios de disposición autorizados que se han mencionado en secciones anteriores del diagnóstico.

### 2.5.3 IDENTIFICACIÓN DE PRÁCTICAS ACTUALES

Como se ha mencionado previamente existe a la fecha una gestión incipiente de este tipo de residuos a nivel domiciliario y parte del sector comercio, donde no existe ningún control en su recogida y posterior disposición. No obstante, a nivel industrial se ha comenzado a desarrollar una mayor gestión, ya que actualmente se incluyen dentro de sus planes de manejo, de acuerdo a lo indicado en el DS 148/03.

Por otra parte, algunas empresas de retail también han comenzado a desarrollar la gestión voluntaria de los mismos, colocando contenedores de recolección para su posterior envío a instalaciones de tratamiento y disposición final autorizada

Ya se ha mencionado que algunas industrias y grandes empresas privadas y públicas, tanto productivas como de servicios (por ejemplo distribuidores de energía eléctrica) y algunos municipios consideran la gestión de este tipo de desechos, incluyendo el informarlo a través del Sistema de Declaración de Residuos Peligrosos (SIDREP). También las Fuerzas Armadas actualmente cuentan con sistemas similares para la gestión de este tipo de residuos. La información de diversas campañas específicas de recolección, realizadas o en operación, fue señalada en la sección anterior.

No obstante, aún son comunes las prácticas inadecuadas de disposición sin control por parte de consumidores de hogares y comercio quienes en general desechan el producto fuera de uso en la basura común. Por lo anterior, es importante hacer notar el vacío actual para desarrollar una adecuada gestión de este tipo de residuos por parte del consumidor final, pues los lugares de recepción aún son escasos, lo que finalmente lleva a que se repitan prácticas como las mencionadas.

Finalmente, es importante mencionar las campañas de información a la comunidad que realiza el SERNAC, ya que en un estudio del año 2003 se encargó de difundir aspectos clave para las condiciones de rotulación adecuada de las pilas así como del conocimiento de su contenido de metales.

## **2.5.4 EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS E IMPACTOS DE LOS RESIDUOS**

Todo manejo inadecuado de pilas y baterías una vez finalizada su vida útil puede resultar especialmente peligroso para la salud y el ambiente en general, teniendo en cuenta su contenido de elementos como cadmio, mercurio, plomo, manganeso, níquel, zinc y litio, entre otros (como se indicó en las tablas 2.19 y 2.20). Si bien la atención hasta ahora se ha puesto mayormente sobre los impactos derivados del contenido de mercurio, plomo y cadmio, todos los elementos presentes en mayor o menor grado en los distintos tipos de pilas generan diversos riesgos e impactos ambientales.

Si bien las pilas en su conjunto representan un porcentaje bajo del volumen total de residuos sólidos urbanos (RSU), son junto a los residuos de los aparatos eléctricos y electrónicos, una de las corrientes con mayor aporte de metales pesados. Por ejemplo, el agua para consumo humano no debe tener más de 0,001 miligramos de mercurio por litro. Si se toma como referencia el contenido medio de mercurio de una pila convencional <sup>70</sup> se indica que de carbono-zinc podría contaminar 3 mil litros de agua y una alcalina 167 mil litros.

---

<sup>70</sup> En esta estimación se considera el impacto ambiental del universo total e histórico de pilas y baterías, no solamente de las comercializadas actualmente, las que tienen niveles de mercurio sustancialmente menores que los productos comercializados hace años atrás. La industria europea de pilas se comprometió a eliminar totalmente el mercurio de las pilas alcalinas y zinc-carbón, desde enero de 1994. Fuente <http://www.greenpeace.org/mexico/campaigns/txicos/pilas-y-bater-as-t-xicos->

Durante la vida útil de una pila, los riesgos de liberación de sus componentes están limitados por sistemas de blindaje exterior. Algunos peligros que se identifican durante el uso de las pilas son la rotura accidental del blindaje, con el correspondiente derrame de los componentes o la ingesta accidental de pilas pequeñas por niños.

Sin embargo, cuando las pilas son sometidas a condiciones ambientales más extremas que las que experimentan en el interior de un equipo, el blindaje está expuesto a procesos de corrosión que terminan destruyéndolo, y liberando sus componentes. Por ejemplo las pilas que no se tratan y disponen en instalaciones especialmente habilitadas, siguen la misma ruta que otros residuos domésticos: son recolectados, compactados y enviados a un relleno sanitario o vertedero ingresan a circuitos informales de recolección y clasificación de residuos, que finalmente terminan en quemas a cielo abierto, enterramiento o vertidos en cursos de agua.

En un vertedero, la descomposición de residuos domésticos genera lixiviados ácidos que promueven la corrosión de las pilas y permiten la liberación de los metales pesados. Estos pueden continuar su ruta con los lixiviados (hacia agua subterránea y superficial en caso de vertederos sin control de lixiviados) o liberarse a la atmósfera como compuestos volátiles o como polvo fugitivo (en caso de vertederos con nula o deficiente cobertura de residuos y tratamiento de gases). Aún en el caso de rellenos sanitarios que disponen de tecnología para el tratamiento de lixiviados y gases, los metales pesados aportados por las pilas no son eficientemente retenidos o entorpecen los tratamientos biológicos.

En el caso del circuito informal, esta liberación al ambiente puede ser más rápida acortando los tiempos en que los metales pesados llegan al suelo, a cursos de agua y acuíferos, dependiendo de las condiciones del tipo de suelo y el clima, situación que también se analizará en el estudio.

No se debe olvidar que los metales bajo condiciones ácidas presentan una mayor solubilidad y tienden a ser transportados rápidamente por el agua, lo cual podría ocurrir fácilmente en la disposición no controlada de estos residuos en zonas agrícolas de suelos ácidos y húmedos de la zona central y sur del país.

La siguiente tabla detalla los principales riesgos a la salud y el ambiente de los metales contenidos en las pilas.

**Tabla 2-37** Efectos de los metales en la salud y el medioambiente

Material	Daños Potenciales Salud Humana	Daños Potenciales Medio Ambiente
Cadmio (Ca)	Daños irreversibles en los riñones y en los huesos.	Bioacumulativo, persistente y tóxico para el medio ambiente
Litio (Li)	Neurotóxico y tóxico para el riñón. Intoxicación por litio produce fallas Respiratorias.	El litio puede lixiviar a los mantos acuíferos.
Mercurio (Hg)	Posibles daños cerebrales y tiene impactos acumulativos.	Disuelto en el agua, se va acumulando en los organismos vivos.
Níquel (Ni)	Puede afectar a los sistemas endocrinos, inmunológicos y respiratorios.	Puede dañar los microorganismos si éstos exceden la cantidad tolerable.
Plomo (Pb)	Posibles daños en el sistema nervioso, endocrino y cardiovascular, también en los riñones.	Acumulación en el ecosistema. Efectos tóxicos en la flora, la fauna y los microorganismos.

La Canadian Environment Protection Act (CEPA) de 1999 no considera al litio como sustancia tóxica, no obstante se señala que es un elemento altamente reactivo y debe manipularse adecuadamente. No obstante, la Agencia de Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR) de los Estados Unidos, considera al litio como tóxico dentro de los metales que puedan contener las pilas y baterías.

El níquel es considerado tóxico si se lo encuentra en forma de compuestos inorgánicos de níquel, en su forma oxidada, sulfatada o soluble. Por otro lado, no se podría considerar el zinc un tóxico, ya que forma parte de los elementos de que está constituido el organismo humano; sin embargo el ingreso de altas dosis de este elemento podría afectar la salud y la productividad de los suelos, en caso de que una mala disposición de estos residuos posibilitara tal evento.

Con respecto a los diferentes tipos de electrolitos como el cloruro de amonio o de zinc, el hidróxido de sodio o de potasio, que son ácidos y alcalinos respectivamente, pueden presentar un riesgo para la salud ya que pueden ocasionar quemaduras e irritaciones en la piel y también afectar los suelos, alterando el pH e incrementando la movilidad de los metales (en el caso de los ácidos) contaminando el suelo y agua.

De acuerdo a la información consultada, en varios países algunos tipos de pilas no son considerados peligrosos ya que sus resultados de ensayos de toxicidad extrínseca han dado valores por debajo de los límites máximos establecidos<sup>71</sup>, y en otros se consideran todos peligrosos ya que en algunos casos es muy difícil diferenciarlas por parte del consumidor. El conflicto persiste pues, **mientras los fabricantes aseguran que las pilas se pueden desechar como cualquier residuo doméstico, las organizaciones ecologistas aseguran que una pila común puede contaminar**

<sup>71</sup> Las

**hasta 600.000 litros de agua a través del lixiviado**, debido a metales pesados que se encuentran dentro de sus componentes.

Las pilas alcalinas estándares y las de zinc carbón superan el Test de procedimiento del US EPA's Toxicity Characteristic Leaching y no están consideradas como residuo peligroso en los Estados Unidos<sup>72</sup> Igualmente no están consideradas como residuos peligrosos o tóxicos por Japón y la Unión Europea

Algunos estudios realizados a pilas primarias, como el de Fukuoka<sup>73</sup> (Yanase et al., 1996), o el de la Universidad de Waterloo en Canadá (IRR, 1996), mostraron que los residuos de pilas no presentan un peligro al medio ambiente y a la salud, siempre y cuando los blindajes de estas permanezcan sin deterioro pero, una vez que esto ocurre, algunos componentes internos de las pilas pueden comenzar un ciclo de contaminación producto de sus metales pesados y electrolitos con propiedades corrosivas

En Chile, la información existente acerca de la peligrosidad de las pilas como residuo es poco clara. En el año 2001 el Centro Nacional del Medio Ambiente (CENMA) realizó un estudio sobre la peligrosidad de las pilas que ingresaban al país, considerando su toxicidad por lixiviación y el contenido total de metales. Dicho estudio permitió levantar una información inicial, aunque no incluyó en sus alcances una evaluación rigurosa de la peligrosidad, considerando que a esa fecha, no se encontraba vigente el DS-148.

En un nuevo estudio desarrollado por el CENMA en el 2010 se analizaron diferentes marcas de pilas disponibles en el mercado, del tipo zinc-carbono, NiMH, NiCd en los formatos AA, AAA, C, D y 9V a fin de determinar si presentaban toxicidad extrínseca, corrosividad, contenido de cadmio, plomo y mercurio, además se realizó una evaluación de toxicidad por medio de ensayos biológicos, de acuerdo con los criterios establecidos en el convenio de Basilea.

Si bien se indica que los resultados obtenidos en las pruebas analíticas, deben ser específicamente relacionados a las muestras seleccionadas para los análisis de laboratorio que, buscaban representar a las pilas del mercado nacional, se entregan las como principales conclusiones las siguientes:

- La Evaluación de la toxicidad extrínseca (TCLP) del contenido de los residuos de pilas alcalinas y zinc-carbón de uso común y pilas secundarias (sin blindaje), según lo establecido en el DS-148, indica que no presentan dicha característica de toxicidad, ya que los metales evaluados (mercurio, cadmio, plomo) no sobrepasaron los límites máximos permitidos establecidos en dicho decreto. Sin embargo se evidencia la presencia de altas concentraciones de manganeso (desde 14 a 980mg/L) y zinc (de 767 a 3490 mg/L) presentes en los lixiviados de TCLP de pilas alcalinas y zinc-carbono de uso común.
- Al evaluar la corrosividad de residuos de pilas sin blindaje, según lo establecido en el DS-148, se evidencia que esta característica de peligrosidad se presenta

<sup>72</sup> Fuente: Disposal Alkaline of Batteries EEUU, Agosto 1994 <http://es.epa.gov/techinfo/facts/pro-act5.html>

<sup>73</sup> Fuente Behavior of Mercury in used dry batteries buried in landfill sites. Fukuoka University. June 1996

en todas las marcas y tamaños de las pilas de tecnología alcalina, NiMH y NiCd. Sólo las tecnologías Zn-C y litio no evidencian la característica de corrosividad.

- En la Evaluación del contenido total de metales presentes en residuos de diferentes marcas de pilas, el cadmio presentó variados rangos de concentración, determinados principalmente por la tecnología encontrándose valores máximos (expresados en % por unidad) de hasta 28.5% en NiCd, 0.17% para cinc-carbono, y 0.003% en alcalinas, no se detecta su presencia en la tecnología de Litio. Las muestras analizadas por Plomo mostraron valores de hasta 0.214% en Zn-C, 0.012% en alcalinas, 0.007% en la de litio y 0.001% para las de NiCd y NiMH.
- La presencia de mercurio solo fue detectada en 8 muestras de tecnología Zn-C, encontrando rangos de concentración que van desde 0,005 a 0,011%/unidad.
- La evaluación de la ecotoxicidad de residuos de pilas mediante bioensayos estandarizados de toxicidad aguda por *Daphnia Magna* y *P.subcapitata* (ex *S. capricornutum*), presentaron un significativo efecto letal sobre poblaciones de organismos experimentales en un plazo de 48 horas, en el caso de *Daphnia magna* y evidencian inhibición del crecimiento superior al 85%, para *P.subcapitata*, incluso en pruebas realizadas empleando las muestras diluidas en bajas concentraciones.
- Respecto a lo anterior, se indica que la evaluación de la ecotoxicidad de residuos mediante bioensayos estandarizados permite evaluar la misma en una forma más completa que en los modelos químicos (TCLP), ya que la respuesta a la exposición, involucra todos los efectos de cada compuesto presente en el residuo. Los modelos químicos como el TCLP consideran una limitada lista de compuestos y no permiten evaluar efectos entre sustancias presentes en el residuo y el medio biótico circundante, como es el caso de las pilas, las cuales no presentan esta característica sin embargo presentaron altos niveles de toxicidad en organismos.

Finalmente, dicho estudio hace la indicación de que varios países consideran a las pilas primarias incapaces de presentar un peligro a la salud o al ambiente, los cuales concluyen que no encuentran pruebas fehacientes, bajo las condiciones de sus estudios que permitan asegurar que existe riesgo; pero por otra parte, también hay estudios que evidencian que las pilas dispuestas en rellenos sanitarios, liberan sus constituyentes internos al medio circundante, producto del deterioro de sus carcasas, por causa de efectos de compresión mecánica y o acción corrosiva del medio.

Si bien las pilas son unidades compactas, cuyo blindaje en muchos casos es de acero y permite contener sus elementos constitutivos, sufren al igual que todos los demás residuos confinados en sitios de disposición final, un proceso de degradación por agentes físicos y químicos. Uno de los factores que afecta y determina el estado del blindaje de las pilas, es la compresión mecánica que sufre producto de los camiones compactadores en el proceso de recolección y en el vertimiento de residuos en los rellenos sanitarios y vertederos. El contacto con lixiviados ácidos generados por la descomposición de la materia orgánica presente en la basura, es otro factor que afecta al blindaje de las pilas, este tipo de ataque al blindaje se incrementa debido a

aumentos de la temperatura producto de la degradación anaerobia de la materia orgánica, que se encuentran entre 50° y 90° C.

Por lo anterior es que se observa a nivel internacional, que la tendencia es a buscar alternativas de reciclaje mas que eliminación vía disposición en rellenos. Esta situación es de alta relevancia, pues como se indica en las tablas 2.32 y 2.33 en los residuos estimados al 2010, la cantidad de mercurio superaba los 140 kg y, en el caso del cadmio el valor está por sobre la 4 toneladas.

### ***Impacto comparativo entre pilas no recargables vs recargables***<sup>74</sup>

Según un estudio realizado en 2007 por el Centro de Investigación sobre Salud y Medioambiente "Bio Service" en Francia, **las pilas recargables causan un impacto sobre el medioambiente 32 veces menor que las pilas normales**. El estudio compara el impacto de 1 kWh de energía suministrado por dos tipos de pilas: una recargable Ni-MH de 2.500 mAh y su cargador, y una alcalina de 2.500 mAh. Durante el análisis del ciclo de vida se tuvieron en cuenta cinco indicadores clave: consumo de recursos naturales, emisión de gas de efecto invernadero, contaminación por ozono, acidificación del aire y contaminación del agua.

Los resultados del mismo indicaron que el Impacto de una pila recargable comparado con una no recargable es:

- 30 veces menos contaminación del aire por ozono.
- 28 veces menos gas de efecto invernadero (relacionado con la fabricación y la distribución de las pilas de un uso).
- 23 veces menos recursos naturales no renovables (es necesario fabricar más pilas de un uso para almacenar la misma cantidad de energía).
- 12 veces menos contaminación del agua.
- 9 veces menos impacto sobre la acidificación del agua.

Desde el punto de vista económico, al **consumidor** le basta con realizar de 4 a 6 recargas para amortizar la diferencia de precio de una pila recargable (incluyendo el cargador). Para **la sociedad**, según un estudio realizado en 2005 por la Dirección de estudios Económicos y Evaluación Medioambiental del Ministerio de Ecología francés, se estima que *"recoger y reciclar las pilas de un uso y los acumuladores es injustificable económicamente"*. El reciclaje de pilas supone un gasto demasiado elevado para la colectividad y una fuente contaminante cuya erradicación es simple y eficaz.

Según su calidad, **una pila recargable sustituye aproximadamente de 200 a 1.000 pilas de un uso**. Es decir, por cada tonelada de pilas recargables que reemplazan a las no recargables en Chile se reduce la generación de residuos de pilas, como mínimo, en 199 toneladas (estimado como equivalente a 9,95 millones de unidades)<sup>75</sup>

<sup>74</sup> [http://www.ladyverd.com/articulo/1174/pilas\\_recargables\\_32\\_veces\\_mejores\\_que\\_las\\_normales.htm](http://www.ladyverd.com/articulo/1174/pilas_recargables_32_veces_mejores_que_las_normales.htm)

<sup>75</sup> Asumiendo un peso promedio de 20 gr se tienen 50 pilas comunes/ Kg

Entre el año 2000 y 2010 han ingresado al país para consumo cerca de **15 millones de unidades de pilas recargables, del tipo NiMH y NiCd, lo cual equivaldría a un reemplazo de cerca de 300 toneladas de residuos de pilas de un uso.**

### **Impacto de los procesos de reciclaje**

A nivel internacional existen procesos para el reciclaje de pilas y recuperación de metales, los cuales se detallan en la sección 2.5.6. La mayoría de ellos consideran medidas de control para reducir controlar las emisiones de metales (fundamentalmente en procesos pirometalúrgicos o de destilación).

Estos mismos procesos tienen un impacto positivo desde el punto de vista de la recuperación de metales como materias primas secundarias, menor uso de energía en los procesos que utilizan estos metales y reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente.

Según los datos del Bureau of International Recycling<sup>76</sup> (BIR), el uso de materiales secundarios supone un importante ahorro de energía cuando se compara con la producción primaria. También la producción de materiales secundarios es menos contaminante que la de materiales primarios. Por ejemplo, producir acero reciclado representa un 86% menos de emisiones al aire.

**Tabla 2-38** Ahorro energético y reducción de CO<sub>2</sub> en la producción de algunos materiales secundarios

<b>Material</b>	<b>Ahorro de Energía (GJ/ton)</b>	<b>Reducción Emisiones CO<sub>2</sub> (kg/ton)</b>
Zinc reciclado	6	1800
Plásticos reciclados	20,8	s.i
Niquel reciclado	18,8	1900
Acero reciclado	18	2150

Fuente: BIR, 2008.

## **2.5.5 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE ELIMINACIÓN ACTUALMENTE EN USO**

La alternativa de eliminación autorizada actualmente en el país es la disposición en **relleno de seguridad**, previo tratamiento de inertización o estabilización, lo que se realiza en empresas autorizadas mediante el envío directo por el generador (lo cual tiene un costo que bordea las 20 UF/ton) o bien a través de gestores autorizados que se identifican en el estudio, aunque debe reconocerse que la mayor proporción todavía se envía a rellenos sanitarios, vertederos controlados u otros destinos desconocidos.

En el proceso de estabilización que realiza la empresa Hidronor, los residuos sólidos son transportados mediante una cinta a un mezclador, para luego ser sometidos a un proceso de microencapsulación mediante la adición de reactivos aglomerantes y silicatados según indicaciones entregadas por su laboratorio. Estos reactivos permiten atrapar los elementos tóxicos peligrosos presentes en el residuo generando una matriz sólida estable. Una vez finalizado el proceso de aglomeración, los residuos son

<sup>76</sup> Fuente: www.bir.org

descargados a un camión para su transporte al depósito de seguridad, cerrando su ciclo de eliminación<sup>77</sup>.

A la fecha no existen aun alternativas o proyectos que pudiesen incluir la recuperación de componentes<sup>78</sup> o tratamiento previo a la disposición.

- **Cantidad de residuos de pilas eliminados en rellenos de seguridad**

De acuerdo a la información entregada por empresas de gestión de residuos peligrosos, la cantidad de pilas que llega a dicho destino (a través de empresas o diversas campañas) **no supera las 2 toneladas anuales (menos del 0,05%)**, lo cual permite concluir que casi la totalidad de los residuos de pilas actualmente se envía a rellenos sanitarios, vertederos autorizados o van a otros destinos desconocidos.

- **Estimación de residuos de pilas eliminados en rellenos sanitarios y vertederos autorizados**

El año 2009, en Chile se generaron 6,5 millones de toneladas de Residuos Sólidos Municipales. RSM, que corresponden a la suma de los Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD) más los asimilables a domésticos (residuos generados en vías públicas, comercio, oficinas e instituciones), valor equivalente a 1,1 kilogramos por persona al día<sup>79</sup>. De los datos de distribución de los RSM a nivel nacional también se determinó que más del 85,7% del total se genera entre las Regiones V a X y que las regiones extremas no concentran más del 4,7% en el norte (Arica-Parinacota y Tarapacá) y del 1,7% en el sur (Aysén y Magallanes). Esta distribución también aplicaría en forma aproximada a los residuos de pilas.

Por otra parte, según antecedentes de muestreos de residuos realizados en estudios previos en la RM<sup>80</sup>, al año 2006 se determinó, que dentro de la composición de los RSM, las pilas corresponderían en promedio a cerca de un 0,056% de los RSM generados y a un 0,03% del residuo dispuesto en rellenos sanitarios.

Proyectando los datos anteriores se obtiene la siguiente distribución.

<sup>77</sup> Fuente: Aguiluz 2006.

<sup>78</sup> Existen a la fecha alguna iniciativas de desarrollar procesos de recuperación de metales desde residuos electrónicos en el país mediante procesos metalúrgicos, las cuales eventualmente podrían incluir algunos de los tipo de pilas evaluadas. Fuente diagnósticos de equipos electrónicos (2009 y 2010) información del SEIA electrónico e información de empresas del sector.

<sup>79</sup> Fuente: UDT CONAMA, 2010

<sup>80</sup> Fuente: Estudio de caracterización de RSU 2006 CONAMA RM – PUCV.

**Tabla 2-39** Estimación de residuos de pilas generados por región y dispuestos en rellenos sanitarios o vertederos autorizados (base año 2010)

Región	RSM Año 2010 (ton)	Distribución por Región (%)	Total residuo pilas generado (ton)	Total residuo pilas Dispuesto en instalaciones de residuos domiciliarios (ton)
XV	116.779	1,76%	65	35
I	193.602	2,91%	108	58
II	200.215	3,01%	112	60
III	105.502	1,59%	59	32
IV	225.277	3,39%	126	68
V	599.352	9,02%	336	180
RM	2.863.392	43,07%	1.603	859
VI	244.630	3,68%	137	73
VII	367.059	5,52%	206	110
VIII	658.793	9,91%	369	198
IX	433.739	6,52%	243	130
XIV	150.514	2,26%	84	45
X	377.324	5,68%	211	113
XI	45.816	0,69%	26	14
XII	65.814	0,99%	37	20
<b>Total</b>	<b>6.647.807</b>	<b>100,00%</b>	<b>3.723</b>	<b>1.994</b>

Fuente: basado en CONAMA UDT 2010

Desde los resultados de la tabla 2.39 se determina que la cantidad de residuos generados en base a la estimación desde los RSM es un 15% menor a la calculada desde los datos de consumo aparente (4338 ton), pero tienen un orden de magnitud similar. Además de estos datos se puede concluir que sólo un 53 % de los residuos de pilas generados termina en una instalación de disposición de residuos domiciliarios, en tanto el resto iría a destino desconocido.

En base a la información anterior, y con los datos de residuos estimados desde el consumo aparente del 2010, se estableció la distribución aproximada de los destinos actuales de las pilas post-consumo

**Tabla 2-40** Estimación del destino de los residuos de pilas (año 2010)

Residuo generado (ton)	Disposición en relleno de seguridad (ton)	Disposición en instalaciones de residuos domiciliarios (ton)	Otros sitios desconocidos (ton)
4.338	2	2.299	2.037
100%	0,05%	53%	46,95%

## 2.5.6 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE GESTIÓN A NIVEL MUNDIAL

Las estrategias de gestión que se vienen practicando en el mundo han incluido en forma previa la dictación de Normativas que regulan los contenidos máximos o prohíben el uso como componente o aditivo de ciertas sustancias peligrosas (por ejemplo, concentración máxima de mercurio) y la educación a los consumidores, para reducir el uso de las pilas más peligrosas y fomentar el uso de pilas recargables. Adicionalmente se ha avanzado en el desarrollo de sistemas de gestión de pilas y baterías usadas (recolección, tratamiento, disposición final) separando las pilas del resto de los residuos, en particular de los domésticos, estableciendo luego el destino de los residuos, lo cual ha sido detallado en la sección 2.4.5.

Los aspectos más relevantes de los programas de manejo de residuos de pilas y baterías incluyen:

**Alcance:** Varía si el objetivo es reducir la liberación de contaminantes (apuntando a las de alto contenido en mercurio y cadmio o las de mayor consumo) o a las pilas que tienen componentes valiosos cuya recuperación solventa parte de los costos del programa (ej.: pilas de óxido mercúrico o de plata).

**Recolección:** Se requiere un sistema de recolección selectiva, a veces con un paso posterior de clasificación y separación, pues los consumidores no pueden distinguir entre algunos tipos de pilas. Otro aspecto es el diseño de los contenedores utilizados para la recolección ya que deben eliminar la posibilidad de descargas eléctricas y de corrosión.

**Clasificación:** Una vez recolectadas las pilas, puede ser necesaria una etapa de clasificación en caso que el programa establezca diferentes destinos de acuerdo al tipo de pila. Estos procesos pueden variar desde simples clasificaciones manuales, hasta sistemas automatizados de separación mecánica y magnética.

**Tratamiento para el reciclado o disposición final:** Con respecto al destino final del material recolectado, las alternativas tecnológicas incluyen:

- Reciclado de componentes (recuperación de metales mediante procesos hidrometalúrgicos y pirometalúrgicos).
- Disposición final en relleno de seguridad, incluyendo tecnologías para la inmovilización de los constituyentes peligrosos: vitrificación, cementación y ceramización.
- Exportación para su tratamiento y/o reciclado en países que cuentan con tecnologías apropiada.

Los programas de gestión de pilas han representado un costo significativo pues el reciclaje de materiales raramente solventa los costos de todo el sistema. La revisión en de políticas específicas para pilas y baterías en Europa hacia el año 2003, indicaba que las plantas de reciclaje cobraban por la recepción de los residuos de pilas entre 400 a 900 Euros/ton (con excepción de unas pocas, como las de óxido de plata). A ello se sumaban los costos de recolección y logística (300 a 700 Euros/ton), de clasificación (150 a 250 Euros/ton), y otros costos administrativos y de comunicación de los programas (175 a 2600 Euros).

La European Portable Battery Association (EPBA), considera que las pilas recolectadas deben reciclarse para recuperar los metales que contienen, y no deben tratarse o disponerse de otra manera. Sin embargo, antes de reciclar las pilas, aclara la EPBA, es necesario clasificarlas de acuerdo a sus componentes químicos para que puedan ser tratadas con los procesos pertinentes para recuperar los metales. Una vez clasificadas las pilas y baterías pueden ser recicladas por empresas especializadas; es importante mencionar que existen plantas de reciclaje de pilas en Estados Unidos, Canadá, Alemania, Austria, Bélgica, Holanda, Suecia, Japón y Francia<sup>81</sup>

También de acuerdo a datos de la EPBA, en las pilas primarias sin mercurio se puede reciclar cerca de un 50% de su peso y en las pilas secundarias un 90%; por ejemplo, puede recuperarse cadmio con un 99,9% de pureza, que se reutiliza en nuevas baterías de NI-CD.

### **2.5.6.1 Tecnologías Actuales de Reciclaje.**

Para la recuperación de metales a partir de pilas y baterías usadas existen básicamente dos tecnologías: métodos hidrometalúrgicos y pirometalúrgicos (o combinaciones de ambos). Estos requieren de una etapa previa de separación, dado que no existe un método universal para todo tipo de pilas ya que son específicos para pilas Ni-Cd, Ni-MH, de mercurio o de litio).

Las alternativas de procesamiento en plantas metalúrgicas tradicionales de tratamiento de minerales presenta como principal obstáculo el contenido de cloro en las pilas. Los métodos hidrometalúrgicos consisten en la disolución parcial o total de metales en agua con ácidos o bases fuertes (lixiviación) y extracción selectiva de metales para su uso como materia prima en la industria metalúrgica. Permite recuperar mercurio y cadmio, hierro, zinc<sup>82</sup>.

Los métodos pirometalúrgicos involucran la transformación y separación de componentes a partir de tratamiento térmico del residuo en un medio reductor (combustión con coque), donde se usan hornos a alta temperatura, y la separación de los metales volátiles.

Es importante hacer notar que la mayoría de los sistemas de reciclaje que operan a nivel mundial (y que se detallan más adelante) no son exclusivos para pilas sino que también reciben otro tipo de residuos para hacer rentables los procesos.

Los principales métodos de reciclaje que se usan actualmente en Europa y Estados Unidos se muestran en la tabla siguiente.

<sup>81</sup> Fuente: <http://www.epbaeurope.net/recycling.html#responsibility>, [www.europarl.europa.eu/news/public/story\\_page/064-9634-184-07-27-911-20060705STO09633-2006-03-07-2006/default\\_es.htm](http://www.europarl.europa.eu/news/public/story_page/064-9634-184-07-27-911-20060705STO09633-2006-03-07-2006/default_es.htm)

<sup>82</sup> El proceso es similar al utilizado para la recuperación de metales desde componentes de equipos electrónicos.

**Tabla 2-41** Métodos de reciclaje de pilas.

Tipo de Pila	Método de Reciclaje
Oxido de Plata (AgO)	Destilación de mercurio y recuperación de plata (Inglaterra).
Cinc aire (ZnO)	Pirometalúrgico e Hidrometalúrgico (Europa).
Litio Manganeseo (LiMn)	Criogénico (Estados Unidos) Proceso Pirometalúrgico e Hidrometalúrgico, (Europa).
Litio (Li)	Criogénico (Estados Unidos). Proceso Pirometalúrgico e Hidrometalúrgico, (Europa).
Cinc carbono (ZnC)	Pirometalúrgico e Hidrometalúrgico (Europa).
Alcalinas de Dióxido de Manganeseo (AlMn)	Pirometalúrgico e Hidrometalúrgico (Europa).
Ión Litio (Li-Ion)	Criogénico (Estados Unidos). Proceso Pirometalúrgico e Hidrometalúrgico, (Europa).
Níquel Cadmio (NiCd)	Pirometalúrgico e Hidrometalúrgico (Europa).
Níquel e Hidruro Metal (NiMH)	Pirometalúrgico e Hidrometalúrgico (Europa).

Fuente: Román 2008

Algunos procesos específicos para distintos tipos de pilas se indican en la tabla siguiente y se describen a continuación.

**Tabla 2-42** Ejemplos de procesos Industriales de Reciclaje de pilas.

Compañía	Localización	Tipo de Proceso	Tipos de Pilas Tratadas
Recupyl	Europa	Hidrometalúrgico	AlMn, Zn-C, ZnO, Li, LiMn, Li-ion
G&P	Inglaterra	Hidrometalúrgico (Solo etapa mecánica)	AlMn, Zn-C, ZnO,
Citron	Europa	Pirometalúrgico	AlMn, Zn-C, ZnO,
Batrec	Europa	Pirometalúrgico	AlMn, Zn-C, ZnO, Li, LiMn, Li-ion
Valdi	Europa	Pirometalúrgico	AlMn, Zn-C, ZnO,
Indaver Relight	Europa	Destilación de mercurio	AgO
SNAM	Europa	Pirometalúrgico y Destilación de mercurio	NiCd, NiMH
Campine	Europa	Pirometalúrgico	PbA
XStrata	Estados Unidos	Recuperación de cobalto	Li-Ion
Inmetco	Estados Unidos	Recupera acero Ni-Fe y Cadmio	Ni-Cd, Ni-MH, Ni-Zn

Fuente: Román 2008, www.call2recycle.org

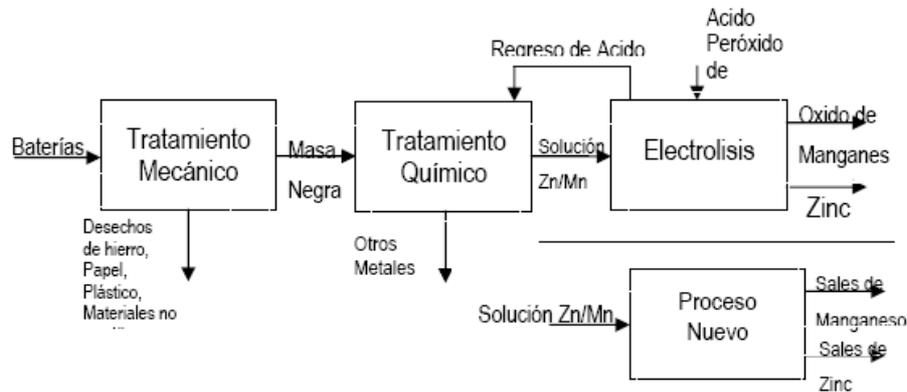
- **Procesos Hidrometalúrgicos (Pilas AlMn, ZnC, ZnO, Li-ion)**

El procesamiento hidrometalúrgico en las pilas desechadas implica una etapa mecánica y una etapa química. En la etapa mecánica, las pilas se desmenuzan para separar los metales, papel, plástico y la "masa negra". La masa negra se procesa químicamente para producir una solución, a la cual se le aplica electrólisis, o algún otro tratamiento, para separar y obtener los metales disueltos.

#### **Proceso Recupyl (Pilas AlMn, de Zn-C y de ZnO) –**

Recupyl es una compañía localizada en Francia que ha desarrollado diversos tipos de patentes para reciclar desechos especiales. Han patentado un proceso para reciclar

pilas alcalinas y salinas (AlMn, ZnC, ZnO), llamado Recupyl™. El proceso utiliza la hidrometalurgia para procesar lotes de pilas mezcladas y la planta de reciclaje industrial está autorizada para manejar todo tipo de pilas usadas. El proceso se muestra esquemáticamente en la figura siguiente



**Figura 2-20** Proceso Recupyl (Fuente Román 2008)

Inicialmente, se clasifican y desmenuzan las pilas por tamaño. Un tratamiento mecánico siguiente tamiza y separa magnéticamente el acero, del papel y plásticos de las pilas, dejando una "masa negra". La masa negra se trata posteriormente con ácido, dando por resultado una solución de Zn/Mn y la separación de mercurio y de otros metales (no ferrosos). Utilizando electrólisis (ácido y electricidad), el cinc se separa del manganeso.

La flexibilidad del proceso Recupyl permite la obtención de varios productos finales, cuya producción relativa se determina por demanda local. Los productos finales son una solución de manganeso y cinc (vía tratamiento químico) y cinc y óxido de manganeso vía electrólisis.

Para una tonelada de pilas, las entradas y salidas del proceso son:

- Insumos principales: 284 kg de  $H_2SO_4$  y 75 kg de  $H_2O$ , 959 kWh de electricidad y 569 kg de agua.
- Productos: 205 kg de cinc, 317 kg de  $MnO_2$  y 180 kg de hierro.
- Emisiones principales: 99 kg de aguas residuales, 120 kg desechos sólidos no peligrosos, residuos de disolución 107 kg (10 kg de metales pesados); emisiones al aire 5 gr  $NH_3$ , 30 mg de  $Hg+Cd$  y 39 kg  $O_2$ .

Una variante del proceso de Recupyl, llamado Valibat, se utiliza para reciclar las baterías de Li-ion. Este proceso incluye el tratamiento de las pilas con un gas inerte una vez que se trituran. Los productos obtenidos incluyen sales del litio y algunos otros metales (aluminio y cobalto) separados de otros no metales e hierro.

### Proceso G&P Batteries (Pilas AlMn, de ZnC y de ZnO)

G&P Batteries es una compañía de recolección de pilas en Inglaterra. Han obtenido una patente de Recupyl para realizar el paso de la etapa mecánica del proceso Recupyl,

que produce una masa negra, desechos de hierro, papel, plástico y otros metales no ferrosos.

La masa negra producida se exporta actualmente a Europa para su transformación posterior. Sin embargo, la intención de G&P es realizar el proceso de reciclaje completo, incluyendo las etapas químicas del proceso hidrometalúrgico, una vez que la demanda británica por los compuestos del manganeso y cinc se haya establecido.

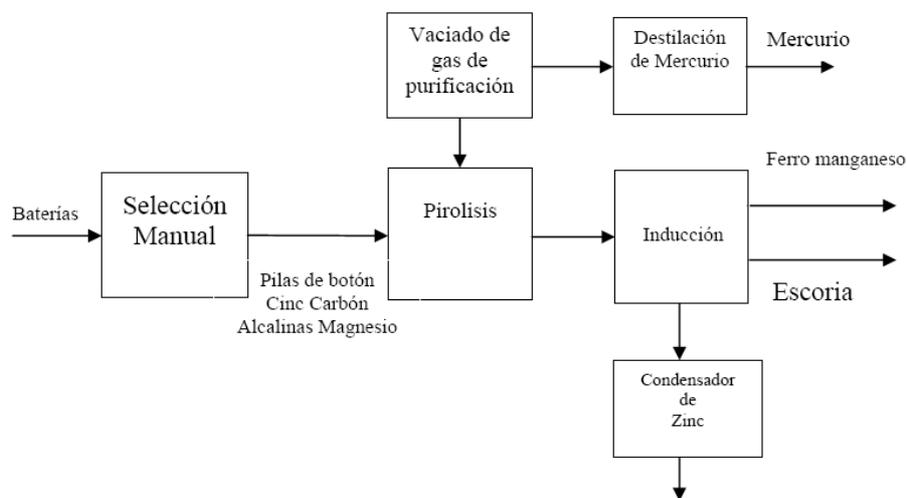
- **Procesos Pirometalúrgicos (Pilas Al-Mn, Zn-C, ZnO, NiMH, NiCd y Li-ion)**

La pirometalurgia utiliza altas temperaturas para transformar los metales. No hay un método genérico para reciclar baterías y cada uno de los métodos existentes es único.

Para baterías alcalinas y salinas (AlMn, ZnC, ZnO), Batrec (Suiza), Citron (Francia) y Valdi (Francia) realizan procesos pirometalúrgicos. Batrec también ha desarrollado un proceso pirometalúrgico que puede tratar las baterías de Li-ion. Para las baterías secundarias de NiCd y de NiMH, SNAM (Francia) aplica un proceso de alta temperatura para recuperar el cadmio y otros metales.

### **Proceso Batrec (Pilas AlMn, ZnC, ZnO)**

La compañía suiza Batrec recicla pilas usadas y materiales que contienen metales pesados. Su proceso de reciclaje se basa en una planta de pirolisis.



**Figura 2-21** Proceso Batrec (Fuente Román 2008)

Las pilas de AlMn, Zn-C, y ZnO se clasifican manualmente antes de ser alimentadas en un horno donde se pirolizan a temperaturas de hasta de 700° C. En el horno, el agua y el mercurio se evaporan y pasan al dispositivo de postcombustión, junto con los componentes orgánicos carbonizados (papel, plástico, cartón, etc.).

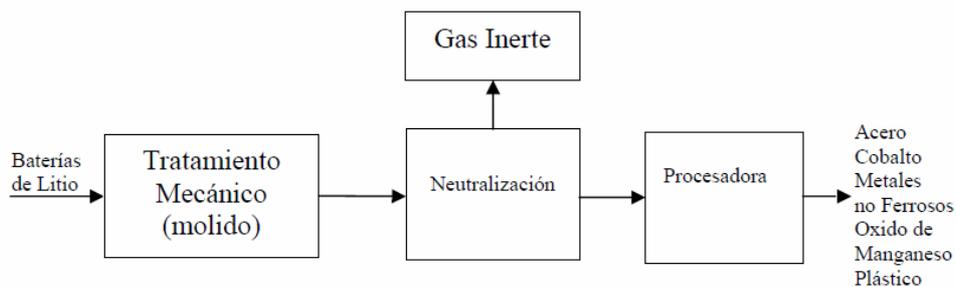
Los gases de combustión se transfieren a una planta de purificación de gas residual mediante lavado con agua (stripping). Se eliminan los materiales sólidos y el mercurio

se condensa en forma metálica. Los componentes metálicos producto de la pirolisis pasan a un horno de inducción, donde se reducen durante la fusión a una temperatura de 1500° C. El hierro y el manganeso permanecen en el baño metálico y se combinan formando ferromanganeso. El zinc se evapora y se recupera en un condensador.

Para una tonelada de pilas tratadas, las entradas y salidas del proceso son:

- Consumo de electricidad de 1690 kWh; combustible 58 kg, propano 6 kg, y 1400 kg de agua.
- Productos: 290 kg de ferromanganeso, 200 kg de cinc y 0.3 kg de mercurio
- Emisiones principales: al aire 0.52 kg de CO, 6 mg de Cd, 1 mg de Hg, 1400 kg de aguas residuales tratadas y 146 kg de escoria como residuos sólidos a confinamiento; además de aproximadamente 200 kg de residuos no peligrosos.

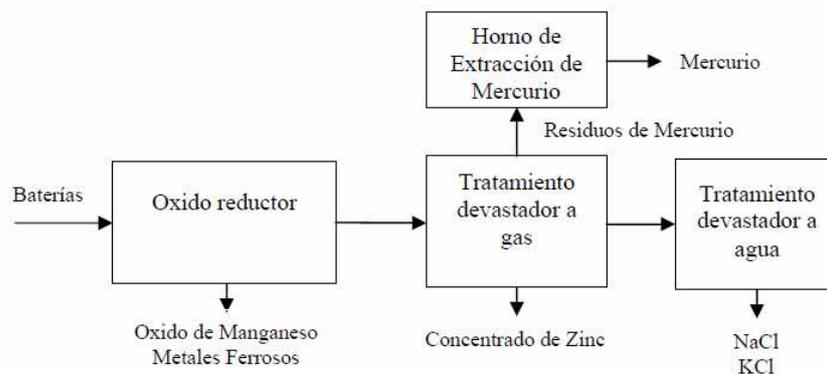
Las pilas del Li-ion se alimentan a una unidad trituradora, donde se muelen bajo una atmósfera controlada (para controlar potencial inflamación). El litio liberado se neutraliza y los otros productos (acero inoxidable, cobalto, metales no ferrosos, óxido de manganeso y plástico) se separan en una planta multietapas.



**Figura 2-22** Proceso Batrec para baterías de litio (Fuente Román 2008)

### Proceso Citron (pilas AlMn, ZnC y ZnO)

La planta de reciclado de pilas de Citron, en Francia, recupera metales desde pilas alcalinas y salinas (AlMn, ZnC, ZnO), lodos de hidróxido y catalizadores, entre otros. Estos desechos se tratan mediante un proceso patentado llamado Oxyreducer™.



**Figura 2-23** Proceso Citron (Fuente Román 2008)

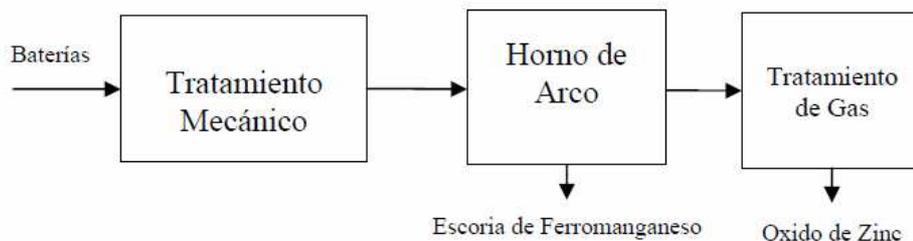
Las pilas se clasifican y se alimentan al Oxi-reductor, un horno de cuba rotatoria donde se evapora el cinc, el mercurio, los materiales orgánicos y las sales. Estas emisiones gaseosas pasan a las instalaciones de tratamiento del gas residual, en donde tienen lugar varios procesos:

- El zinc oxidado precipita por gravedad como concentrado de hidróxido del cinc.
- El mercurio se capta desde la emisión gaseosa y se descarga directamente en los colectores como lodo con mercurio, el que posteriormente se lleva a un horno de extracción para recuperar el mercurio.
- Todos los materiales orgánicos, tales como papel y plásticos, se oxidan totalmente en el Oxireductor y más del 50% de la energía se recupera. Esta energía se utiliza para secar los lodos del hidróxido del zinc.
- Las sales evaporadas se lavan en el sistema de tratamiento de gas (NaCl y KCl) y salen de la planta con las aguas residuales tratadas.

El hierro y el manganeso no se evaporan debido a sus altos puntos de ebullición. Estos metales se descargan junto con los electrodos de carbón. El óxido del manganeso ( $MnO_2$ ) se recupera para diversos usos, y el metal ferroso se vende como chatarra. Los electrodos de carbón se reintroducen en el proceso como agente reductor.

### Proceso Valdi (Pilas AlMn, ZnC y ZnO)

Valdi es una compañía de reciclaje en Francia, especializada en refinación de aleaciones ferrosas y en el reciclado de pilas alcalinas y salinas.

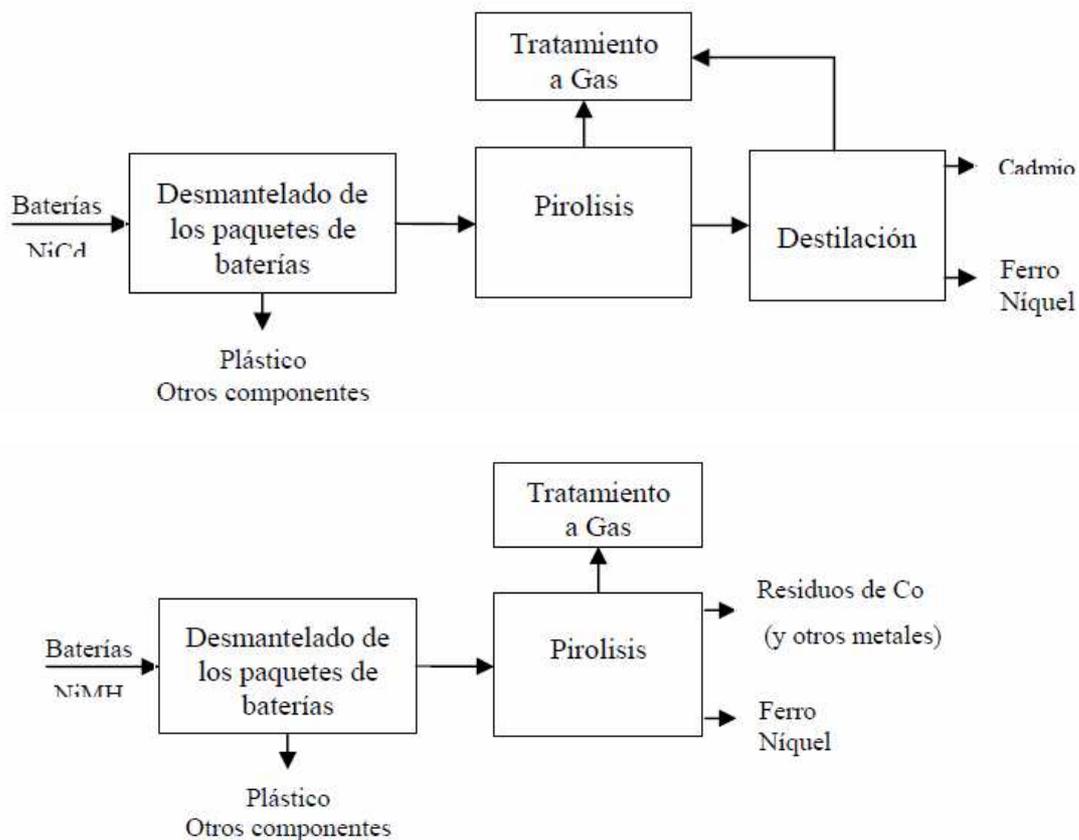


**Figura 2-24** Proceso Valdi (Fuente Román 2008)

En el proceso las pilas se muelen y se secan en una etapa de pretratamiento mecánico previo a ser alimentadas a un horno de arco, desde donde se obtiene ferromanganeso. Este proceso también produce escoria y emisiones gaseosas. Estas últimas se tratan con filtros de carbón activo para recuperar óxido de zinc en polvo.

### Proceso SNAM (Pilas de NiCd y NiMH)

Société Nouvelle d' Affinage des Métaux (SNAM) es una compañía de reciclaje en Francia que procesa pilas de NiCd y de NiMH (de uso doméstico e industrial) y desechos con contenidos de cadmio (povos, escoria, entre otros.).



**Figura 2-25** Proceso SNAM (Fuente Román 2008)

En primer lugar, los paquetes de pilas se desmantelan, separando las celdas de su cubierta plástica. Debido al riesgo de liberación de hidrógeno, las baterías de NiMH se trituran en un ambiente controlado. Las celdas junto con otras pilas recargables portátiles son alimentadas a un reactor estático de pirolisis (horno) a 500 °C donde se mantienen por alrededor de 16 horas. Las trazas de mercurio, presentes se evaporan en el reactor de pirolisis, utilizándose carbón activado para su recuperación.

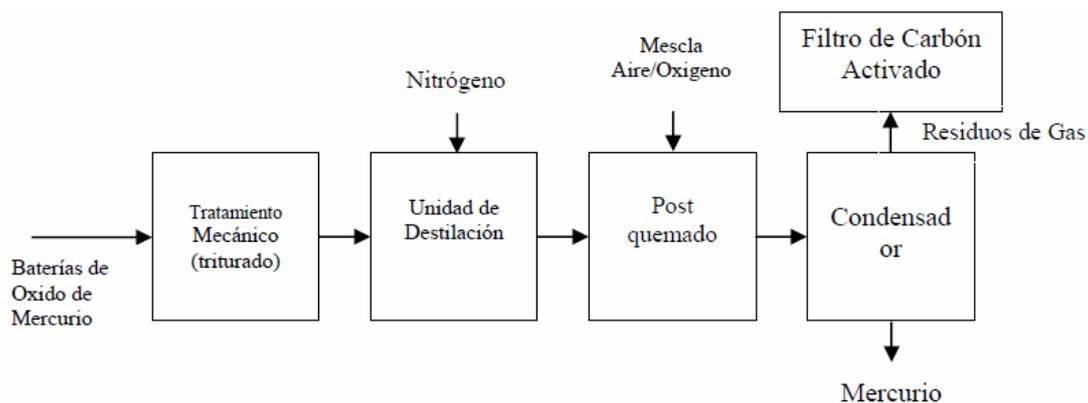
El tratamiento de las baterías de NiMH termina en esta etapa, recuperándose residuos de ferroníquel para su posterior uso en la producción de acero.

El tratamiento de las baterías de NiCd implica un paso adicional ya que a 500°C no se desprende el cadmio. Después de la pirólisis, los residuos se colocan en hornos de destilación de acero, que se sellan fuertemente, los que se calientan eléctricamente a 900°C por 16 horas y se enfrían posteriormente por ocho horas. A dicha temperatura, ocurre una combinación de destilación de cadmio metálico y de sublimación de óxidos de cadmio y de hidróxidos. El cadmio se condensa a partir de la fase gaseosa y se purifica por medio de una destilación continua.

### Destilación de mercurio y recuperación de plata (pilas de botón) –

Las pilas o baterías de botón y las pilas de óxido mercúrico particularmente se someten a destilación de mercurio. El proceso corresponde un tratamiento térmico basado en vacío, durante el cual el mercurio se vaporiza. Al reducir luego la temperatura el mercurio se condensa en forma metálica. Este proceso es realizado por Indaver Relight (Bélgica), Duclos (Francia) y Citron (Francia).

El proceso realizado en Indaver Relight incluye variados desechos con mercurio, tales como lámparas fluorescentes, termómetros, amalgamas de dentista, interruptores de mercurio y pilas de botón (óxido de mercurio y óxido de plata).



**Figura 2-26** Proceso de Destilación de Mercurio de Indaver Relight (Fuente Román 2008)

Alrededor de 200 kilogramos de pilas de botón se procesan en cada carga. Las pilas en primer lugar se trituran y se colocan en la unidad de destilación. La temperatura en la

unidad se eleva a 600°C para vaporizar el mercurio. La unidad se lava continuamente con nitrógeno para remover los gases, los que pasan por un compartimiento de post-combustión a 800°C. Allí, se inyecta oxígeno y aire, los que se mezclan con los gases y combustión todas las sustancias orgánicas presentes. El mercurio se recupera de los humos por medio de su condensación a -6°C y los gases residuales se filtran con carbón activado.

La duración del proceso es de entre 24 y 40 horas en total. El material residual de este proceso se somete a un tratamiento adicional para recuperar plata, donde se combina con plomo y otros aditivos y se carga en un horno de cuba. Se produce una aleación de plomo y plata con una pureza de cerca de 50% para esta última. El plomo es retirado preferentemente por oxidación, produciéndose plata de alto grado (98%) y óxido de plomo.

### **2.5.6.1 Tecnologías de eliminación**

#### **Incineración**

Otra alternativa, pero cada vez más restringida es la incineración de estos productos, la que en Europa está prohibida. Tiene como objetivo principal asegurar la disposición o la transformación completa del material a una forma inerte (dióxido de carbono y agua). Sin embargo, también se puede utilizar el poder calorífico contenido en los materiales (ej. el plástico) para recuperar energía, lo cual establece una mejor opción ante sólo su vertido, puesto que proporciona oportunidades para el suministro de energía no fósil.

Estos residuos contienen concentraciones altas de metales y, por ende, su incineración sin ningún control generará dispersión de sustancias tóxicas y peligrosas. El incinerador debe contar con sistemas de control adecuados para reducir al mínimo la formación de furanos y de dioxinas, además de estar equipados con sistemas avanzados para el tratamiento y limpieza posterior de las emisiones atmosféricas (gases y partículas). Las cenizas de la combustión, así como los materiales peligrosos que no pueden ser reciclados, se deben disponer en un relleno de seguridad.

- **Disposición en Relleno Sanitario o Vertedero Controlado**

Como se ha indicado previamente, los residuos de pilas contribuyen a la aparición de impactos ambientales negativos en los rellenos sanitarios comunes, dada la presencia de metales pesados que podrían lixiviar o evaporar. Adicionalmente, la variedad de sustancias contenidas en los mismos ejerce efectos sinérgicos, aumentando potencialmente sus efectos negativos. Por ende no se recomienda su disposición final en estas instalaciones.

La naturaleza ácida de la composición del relleno sanitario puede generar la lixiviación de parte importante de los metales, incluido el mercurio.

Si la instalación de disposición final no está delimitada por una barrera impermeable, las sustancias pueden migrar hacia las aguas subterráneas. Cuando los contaminantes

ingresan al suelo, son adsorbidos por las partículas coloidales que existen en el mismo, o son arrastrados hacia las capas más profundas por efecto de la lluvia y la humedad del suelo<sup>83</sup>. El mercurio inorgánico se incorpora al agua y se convierte en metilmercurio el cual es fácilmente acumulado en organismos vivos en los tejidos grasos y se concentra a través de la cadena alimenticia, especialmente en los peces.

### **Relleno de seguridad**

Dentro de los tratamientos de inmovilización o inertización se utilizan procesos físico-químicos para disminuir la movilidad de los metales pesados. Estas técnicas incluyen: 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.

Esta alternativa se está utilizando cada vez más a nivel internacional pro sólo para los residuos que quedan luego del reciclaje de las pilas.

Por otro lado, en Argentina se está desarrollando un programa de disposición final que cumple dos finalidades: la reutilización de los elementos y la eliminación de todo peligro futuro de contaminación.

Para cumplir estas premisas las pilas recolectadas son colocadas en bolsas de plástico de 100 micrones de espesor y de 5 x 20 x 20 cm de dimensiones máximas. Junto con las pilas, previa extracción del aire, se incorporan 3 agentes estabilizadores en igual proporción que eliminan, por medio de una reacción química, las características peligrosas de los componentes de cualquier tipo de pila.

Una vez colocado el estabilizador, las bolsas son termoselladas y depositadas en un molde para la fabricación de bloques intertrabados para la realización de pisos, en espacios al aire libre (caminos, paseos, plazas, etc.) o para la obtención de pavimentos articulados en playas o calles.

En base a los estudios desarrollados por el Centro de Investigación de Ingeniería Ambiental de Argentina se encontraron tres agentes estabilizadores que neutralizan el plomo, el mercurio, el ácido sulfúrico y el cadmio, principales componentes contaminantes de las distintas pilas o baterías que existen en el mercado:

- El **sulfuro de sodio** actúa como neutralizador para el **plomo y** agente de estabilización para el mercurio.
- El **hidróxido de sodio** actúa como agente estabilizador para el **ácido sulfúrico**.
- Para el **cadmio**, el agente de estabilización es el **carbonato de sodio**.

Estos neutralizadores o estabilizadores inhiben a los elementos contaminantes de cualquier tipo de pila o batería, sin necesidad de realizar una clasificación previa de las mismas, a veces dificultosa por el estado de deterioro de su cubierta y por los riesgos de su manipulación<sup>84</sup>.

<sup>83</sup> Fuente: UNEP 2003

<sup>84</sup> Fuente: [www.lions.org.br/circle/articulos/pilapilas.htm](http://www.lions.org.br/circle/articulos/pilapilas.htm).

- **Exportación**

La alternativa de exportación está considerada en la legislación de la mayoría de los países que no cuentan con instalaciones apropiadas para el reciclaje y tratamiento de pilas.

Se le considera una alternativa viable en la medida que los residuos se envíen a instalaciones reconocidas como las indicadas anteriormente. Sin embargo, en el caso de Chile, el costo de transporte podría ser un impedimento relevante.

### **3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA LA RECUPERACIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS DE PILAS EN CHILE.**

De acuerdo a los resultados del diagnóstico realizado, se concluye que la gestión de residuos de pilas es aún muy incipiente en el país si se consideran los volúmenes que actualmente se envían a instalaciones de eliminación adecuadas, pues a la fecha más de un 99% tiene un destino desconocido, incluyendo su eliminación en rellenos sanitarios y similares

Hoy en día, existen algunas iniciativas de recuperación sólo para una eliminación adecuada, ya que no existen alternativas de reciclaje en Chile ni en países cercanos, las que se focalizan en industrias y empresas e instituciones que declaran sus residuos y los envían a instalaciones autorizadas y en algunas campañas a nivel de consumidores, pero que sin embargo aportan en forma muy marginal a reducir el flujo de residuos generados por hogares, comercio e incluso pequeñas empresas, los que corresponderían al mayor volumen y que hoy van a destino desconocido.

Los productores del sector (importadores) a la fecha no han desarrollado ninguna acción voluntaria que promueva un cambio en este ámbito, aún cuando la mayoría de ellos posee políticas que abordan estos temas a nivel internacional.

Para poder avanzar efectivamente en la gestión de estos residuos, los países generan leyes y reglamentos específicos. La principal dificultad que aún presenta Chile es la falta de una legislación especial para este tipo de residuos. Esta situación debe revertirse en el corto plazo con la entrada en vigencia de la Ley de Residuos y sus Reglamentos específicos para residuos prioritarios, entre los cuales deberían encontrarse los residuos de pilas, bajo el concepto de Responsabilidad Extendida del Productor (REP).

Por otra parte, hoy tampoco existen normativas orientadas a establecer estándares de composición o de calidad mínimos para los productos que ingresan al mercado (lo que se traduciría en restricciones a algunos tipos de productos y mayor vida útil), de allí que se considere prioritario también el generar normas para regular y certificar la calidad de los productos importados, al momento de su ingreso al país (a lo cual también se debe sumar una mayor claridad y control en la información incorporada en las glosas del Servicio de Aduanas).

Las alternativas actuales para una recuperación adecuada son escasas por lo que es prioritario aumentar las alternativas de lugares de recolección manejados tanto por empresas privadas (relacionadas a productores) como por Municipios, a fin de fomentar el flujo desde el consumidor privado para su adecuada gestión (lo cual a su vez requiere mejorar la educación del usuario) y, a la vez, optimizar la logística de transporte de los mismos (al lograr reunir en un sólo punto residuos que se encuentran bastante dispersos, generando un volumen apropiado que permita reducir los costos de esta operación).

Considerando las vías de recuperación que existen actualmente, las condiciones de operación actual y futura, y los aspectos evaluados previamente, se recomienda en primera instancia:

- Potenciar la educación a los consumidores finales, tanto por las empresas productoras como por el estado, a fin de aumentar la tasa de recuperación. Es necesario diseñar e implementar instancias de capacitación en el tema, tanto a nivel público como privado, para clarificar los aspectos de la gestión que podrían generar potenciales riesgos a la salud y el ambiente, lo cual aportaría en la propuesta de criterios para un manejo apropiado. La capacitación también debe extenderse hacia las empresas e instituciones involucradas y la ciudadanía en general.
- Por otra parte, y en el marco de la Ley de Residuos, el rol del estado en este ámbito debe orientarse a incluir el tema en sus campañas de sensibilización y potenciar el tema a nivel interministerial para optimizar la coordinación y participación activa de los organismos del estado (por ejemplo entre el Ministerio del Medio Ambiente, Ministerio de Salud, Ministerio de Economía, Servicio de Aduanas entre otros), aunar criterios de regulación, facilitar el traspaso de información y promover nuevos y necesarios proyectos tanto de tratamiento como de potencial valorización.
- Los Productores debe informar obligatoriamente a los consumidores sobre el adecuado manejo de las pilas desechables, para minimizar las prácticas inadecuadas de su disposición sin control o su eliminación en vertederos o rellenos sanitarios. Como punto de partida, deben colocar indicaciones claras y visibles para que el usuario sepa que contiene el producto y como manejarlo al término de su vida útil.
- Se debe propender en el corto plazo a la generación de registros de los tipos y cantidades de productos y residuos manejados, en lo que compete a cada uno de los actores claves de la cadena (productores, empresas de gestión/eliminación) lo cual transparentará la información del flujo de estos materiales a nivel nacional.
- Para lograr aumentar la tasa de recolección desde el consumidor individual es fundamental potenciar aún más las acciones desde las empresas productoras, generando más puntos de recolección junto con implementar sus políticas ambientales en Chile, de igual forma como lo han hecho en otros países. Los Productores deben fomentar los sistemas de recogida ya existentes (por ejemplo iniciativas municipales y empresas de servicio) y agregar una red de contenedores en lugares con gran afluencia de público (malls, supermercados, etc.) y comercios específicos (como tiendas electrónicas), a lo largo del país. Se estima que el avance en la promulgación de la Ley de Residuos será un motor importante para avanzar en este ámbito.
- Es recomendable potenciar las alianzas directas entre empresas de gestión y productores e incluso los municipios, sobretodo a nivel de regiones, para aprovechar y potenciar la logística existente.

Además se considera necesario avanzar en aspectos más específicos como los siguientes:

- El Estado, aplicando el principio de prevención, debe evaluar la necesidad de prohibir el ingreso al país de pilas con elevado contenido de mercurio que todavía se comercializan (en Europa están prohibidas de producir y comercializar).
- En segundo término, el Estado, además, debe fomentar el uso de pilas recargables en lugar de desechables, mediante programas de educación dirigidos a los consumidores de hogares. Las pilas recargables de níquel-hidruro metálico (Ni-MH) son menos dañinas al medio ambiente que las de níquel cadmio (NiCd). No obstante, las más amigables son las de ión litio, cada vez más comunes en celulares, equipos electrónicos pequeños, cámaras y notebooks.
- Debido al riesgo ambiental asociado a una disposición de las pilas en rellenos sanitarios y especialmente en vertederos, se sugiere mantener su clasificación como residuo peligroso y prohibir la disposición en conjunto con los residuos domiciliarios<sup>85</sup>, exceptuando las pilas de Ion Li.
- Lo anterior no descarta buscar o fomentar en paralelo soluciones para la valorización de las pilas. El hecho de que la solución autorizada actualmente para eliminar adecuadamente las pilas cuesta alrededor de 20UF/ton podría estimular la búsqueda de alternativas de valorización de menor costo, en la medida que se aumente la cuota de recogida, aunque la experiencia de Europa demuestra que los costos de las plantas de reciclaje están por sobre los 10 UF/ton.
- Este costo podría financiarse mediante la introducción de la REP, agregando un impuesto a las pilas. Al considerar un peso promedio de 20 gramos de una pila en Chile, equivalente a 50 pilas en un kilogramo, habría que aumentar el precio en cerca de 9 pesos de cada pila. En todo caso, se recomienda iniciar la REP con metas de recuperación, sin metas de valorización todavía.
- Finalmente, sería importante evaluar la implementación de una planta de reciclaje de pilas en Chile o conjuntamente con países cercanos, mediante un estudio específico. Aunque se puede adelantar que en el mundo existen pocas plantas de valorización de pilas y la mayoría no solo recicla pilas sino otros materiales para poder sustentarse.

---

<sup>85</sup> En Estados Unidos, la Unión Europea y Japón, las pilas alcalinas estándares y las de carbono-zinc no están consideradas como residuos peligrosos. No obstante, en la mayoría de los países está prohibido disponer las pilas junto a los residuos domiciliarios y eliminarlos en rellenos sanitarios. Esto es el caso por ejemplo en Alemania, donde el productor debe implementar sistemas de retorno.

#### **4. APORTES DEL ESTUDIO A LOS INDICADORES DEL PROYECTO**

Dado el ingreso de Chile a la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), se requiere seguir avanzando en materia medioambiental y continuar con el trabajo de incorporación paulatina del concepto de la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) en la gestión integral de residuos sólidos.

Bajo este marco de acción el aporte del estudio a los indicadores del proyecto se focalizó en los siguientes elementos:

- Tasa de generación de residuos de pilas primarias y secundarias
- Identificación de los actores que actualmente interactúan en la cadena de importación, distribución y comercialización de pilas y, por tanto, en la generación de sus residuos.
- Identificación de aspectos clave que requieren ser regulados.
- Identificación de los destinos actuales de los residuos de pilas.
- Identificación de alternativas tecnológicas de valorización a nivel mundial.
- Recomendaciones para la implementación de un sistema de gestión con actores y roles, bajo los conceptos de Responsabilidad Extendida del Productor.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEVATO H. 2001. Reciclaje de pilas y baterías en Argentina: aspectos tecnológicos. Red Panamericana de Manejo Ambiental de Residuos (REPAMAR), Buenos Aires, Argentina. disponible en [www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd48/pilas.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd48/pilas.pdf).

APPROEDIA. 2010. Alkaline versus rechargeable batteries. Disponible en [www.appropedia.org/Alkaline\\_versus\\_rechargeable\\_batteries](http://www.appropedia.org/Alkaline_versus_rechargeable_batteries)"

BIR. 2008. Report on the environmental benefits of recycling. Imperial College. London

CENMA MMA 2010. Evaluación de la toxicidad de pilas comercializadas en el país y su impacto potencial en lixiviados de rellenos sanitarios."

CNPML. 2008. Manual técnico para el Manejo de Residuos eléctricos y electrónicos. Medellín Colombia

CONAMA RM –PUCV 2006. Estudio Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios en la Region Metropolitana.

CONAMA 2009, Plan Nacional de Gestión de Riesgos del Mercurio.

C Y V MEDIOAMBIENTE, 2009. Diagnóstico de la Fabricación, Importación y Distribución de Aparatos Electrónicos y Manejo de los Equipos Fuera de Uso.

C Y V MEDIOAMBIENTE, 2010. Diagnóstico de la Fabricación, Importación y Distribución de Equipos Electrónicos, Electrodomésticos y Aparatos de Iluminación y Manejo de los Equipos Fuera de Uso.

DIRECTIVA 2006/66/CE relativa a las pilas y baterías y a los residuos de pilas y baterías

EPBA. 2010. Sustainability Report 2010. Recogida y reciclaje de pilas. <http://www.epbaeurope.net/>

ESPAÑA. 2010. Real Decreto 943/2010, de 23 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos

EPA 530-R-08-009. 2008 ELECTRONICS WASTE MANAGEMENT IN THE UNITED STATES *APPROACH 1*,; Electronic Product Recovery and Recycling Baseline Report. US National Safety Council

GAIKER, 2007. Reciclado de Materiales: Tecnologías, perspectivas y oportunidades. Departamento de Innovación y Promoción Económica, Biskaia, España.

GREENPEACE.2010. Residuos de Pilas y Baterías. Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE).

IFEU 2008. Recopilación y análisis de experiencias internacionales en aplicación de la Responsabilidad Extendida del Productor. Instituto para la Investigación de Energía y Medio Ambiente de Heidelberg, Alemania.

INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA, GREENPEACE . 2005. Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos. Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe. Montevideo, Uruguay. Septiembre 2005. México [www.ambiente.gov.ar/?idseccion=22](http://www.ambiente.gov.ar/?idseccion=22)

LAGREGA M., P. BUCKINGHAM, S. EVANS. 1996. Gestión de Residuos Tóxicos, tratamiento, eliminación y recuperación de suelos. The Environmental Resources Management Group (ERM), Ed. Mc Graw Hill.

R LANKEY, F. MCMICHAEL. 1999. Rechargeable Battery Management and Recycling: A Green Design Educational Module

MARTINEZ J. 2005. Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos Fichas Temáticas Pilas y Baterías Domésticas. Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe. Montevideo Cáp. 11, pp. 89-94. [www.basel.int/centers/proj\\_activ/stp\\_projects/08-03.pdf](http://www.basel.int/centers/proj_activ/stp_projects/08-03.pdf)

MUNICIPALIDAD DE VALPARAÍSO, CETAL. 1999. Diagnóstico y manejo de Pilas. PNUMA (2005), "Instrumental para la Identificación y Cuantificación de liberaciones de Mercurio", Ginebra, Suiza.

OLIVETTI E., J. GREGORY, R. KIRCHAIN. 2011. Life Cycle Impacts of Alkaline Batteries With a Focus on End-Of-Life. A Study Conducted for The National Electrical Manufacturers Association-MIT.

ROMÁN G. 2008. Determinación de Peligrosidad de Pilas Usadas Complementada con Análisis de Ciclo de Vida. Instituto Politécnico Nacional. México

SEMARNAT 2009. Las Pilas en México: Un Diagnóstico Ambiental. Instituto Nacional de Ecología

SERNAC 2003 Pilas alcalinas de uso domestico, costo de uso, duración e impacto ambiental de su desecho como residuo domiciliario

STIBAT 2010. Annual Report 09. Dutch Battery Foundation

### **Tesis**

AGUILUZ L. 2006. Diagnóstico de la gestión de pilas y su peligrosidad como residuos en Chile. Trabajo de titulación para obtener el título de Ingeniero Civil en Geografía. Universidad de Santiago.

ARÉVALO T., M TARDÓN Diagnóstico, estimación y propuesta de un plan de gestión de residuos de productos de consumo con mercurio en la Región Metropolitana de

Santiago. Trabajo de titulación para obtener el título de Ingeniero Civil en Geografía. Universidad de Santiago.

ARAYA C.2002 Diagnostico de reciclaje y almacenamiento de pilas en Chile” Trabajo de titulación para obtener el título de Ingeniero Civil en Geografía. Universidad de Santiago.

### **Sitios de Internet:**

EUR-Lex Legislación de la Unión Europea. Diario Oficial de la Unión Europea.  
[www.eur-lex.europa.eu/es/](http://www.eur-lex.europa.eu/es/)

ERP  
<http://revertia.com/la-erp-publica-los-resultados-de-su-estudio-sobre-la-gestion-de-raee-en-la-union-europea/>  
[http://www.erpecycling.org/specific/erp\\_recycling/documents/0000000170.erp\\_brochlr2906.pdf](http://www.erpecycling.org/specific/erp_recycling/documents/0000000170.erp_brochlr2906.pdf)  
<http://www.erp-recycling.es/>

ECOPILAS. 2010. Memoria Anual.<http://www.ecopilas.es/sig/modelo-logistico.aspx>

EBRA  
[http://www.ebra-recycling.org/sites/default/files/EBRA\\_Statistics\\_01Oct2010\\_0.pdf](http://www.ebra-recycling.org/sites/default/files/EBRA_Statistics_01Oct2010_0.pdf) Battery

Tratamientos realizados a las pilas en Argentina. Disponible en:  
[www.lions.org.br/circle/articulos/pilapilas.htm](http://www.lions.org.br/circle/articulos/pilapilas.htm)

EPBA European Portable Battery Association  
[www.epbaeurope.net](http://www.epbaeurope.net)

**EPA**  
<http://www.epa.gov/waste/conserves/materials/battery.htm#batteryrecycle>

Centro atención Duracell  
[www.pg\\_laconsumerrelations@mailnj.custhelp.com](mailto:www.pg_laconsumerrelations@mailnj.custhelp.com)

Información general. Medioambiente Energizer  
EU Battery Compliance. Battery Disposal. <http://data.energizer.com/>  
[www.energizer.com.mx/learning-center/battery-history](http://www.energizer.com.mx/learning-center/battery-history)

Productos y Medioambiente Panasonic  
[www.panasonic-batteries.com/eu/environment](http://www.panasonic-batteries.com/eu/environment)  
[www.panasonic-batteries.com/](http://www.panasonic-batteries.com/)

Responsabilidad social Maxwell  
[www.maxellpan.com/nosotros/](http://www.maxellpan.com/nosotros/)

Rayovac y el Medioambiente.  
[la.rayovac.com/MeioAmbiente.aspx](http://la.rayovac.com/MeioAmbiente.aspx)

[www.spectrumbatteries.com/](http://www.spectrumbatteries.com/)

Red Power

[www.linkedin.com/company/red-power-batteries](http://www.linkedin.com/company/red-power-batteries)

[www.bicworld.com](http://www.bicworld.com)

#### BOLIVIA

Revisión y análisis de las características del manejo ambiental de pilas y baterías en Bolivia. Preparado por Observancia – Centro Interdisciplinario

<http://www.observancia.org/pdf/investigacion.pdf>

<http://www.usuarios.lycos.es/hsebolivia/articulos.htm>

<http://www.xtec.cat/>

#### BEBAT

<http://www.bebat.be/wie-bebat>

#### GRS

<http://www.grs-batterien.de/>

#### COREPILE

[www.corepile.fr/](http://www.corepile.fr/)

[www.corepile.fr](http://www.corepile.fr). Corepile (Estadísticas BILAN 2010)

#### ICEX

Notas sectoriales. El mercado de las tecnologías para la protección del medio ambiente en la Republica Checa. Septiembre 2007. <http://www.icex.es/icex/cma/>

#### EEUU

<http://www.call2recycle.org>

#### COLOMBIA

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 290710 Recolección pilas.

<http://www.minambiente.gov.co/contenido/>.

#### BRASIL

<http://ambientes.ambientebrasil.com.br/busca?query=baterias>

<http://despertandoconcienciaplanetaria.wikispaces.com/Brasil>

#### MEXICO

Reciclaje de pilas y baterías aparte

<http://suenamexico.com/verde-y-social/entorno/reciclaje-de-pilas-y-baterias-aparte/>

<http://www.diarionoticias.com.mx/09jun2011/09junpilas.html>

Gavilán G. A., Rojas, B. L; Barrera C., J. 2009. Las pilas en México. Un Diagnóstico ambiental. Instituto Nacional de Ecología. 25 p.

INEAMEXPILAS: Tan segura que va a la basura. <http://www.amexpilas.org/> AMEXPILAS

#### UFH

<http://www.ufh.at/index>

[http://ec.europa.eu/environment/etap/inaction/showcases/eu/332\\_es.html](http://ec.europa.eu/environment/etap/inaction/showcases/eu/332_es.html)

## **ANEXO A: METODOLOGÍA DEL ESTUDIO**

### **ETAPA 1 RECOPIACION GENERAL DE INFORMACION DEL RUBRO**

#### **Actividad 1.1: Identificación del universo de empresas del rubro**

Se realizó un levantamiento de información de las principales empresas a nivel nacional relacionadas al sector de pilas primarias y secundarias, considerando importadores, distribuidores, y similares, y destinatarios, determinando: Nombre, RUT, representatividad sectorial, y autorización para funcionamiento en el caso de los destinatarios. Para ello se hizo uso de información de listados detallados de importación y exportación del Servicio de Aduanas, y de información de tipo comercial para los distribuidores, cotejando dicha información con otros estudios previos realizados en el tema.

Además se propuso incluir una clasificación adicional de las empresas importadoras de acuerdo a niveles (porcentajes) de importación por tipo de producto (en base a la información de aduanas<sup>86</sup>), lo cual permitió identificar aquellas empresas que ingresan un mayor porcentaje y lideran el mercado, pues se sabe que para este tipo de productos **una misma marca** puede y es ingresada por diversos importadores. El estudio presentó una cobertura del 90% de las empresas importadoras.

Por otra parte, dentro de los destinatarios finales de residuos de pilas se identificó si todas las empresas que hoy reciben residuos de tipo electrónico o similar, cuentan con autorización para recibir pilas y baterías. No se consideran como destinatarios los puntos de recogida hoy existentes, los cuales se detallarán dentro de la actividad 3.3.

#### **Actividad 1.2 Ubicación geográfica de las empresas del rubro.**

En paralelo con la actividad 1.1, se identificó la ubicación geográfica de las principales empresas importadoras, distribuidoras y destinatarias relacionadas al rubro, a nivel de principales ciudades y regiones, a fin de establecer su grado de concentración, y posteriormente, los principales puntos a nivel país donde se genera la mayor cantidad de residuos de pilas. Para ello se utilizaron bases de datos de las empresas distribuidoras ya indicadas en la actividad 1.1, además de incluir información de las principales empresas importadoras y destinatarias también detalladas en la sección anterior.

#### **Actividad 1.3 Existencia de Políticas respecto de uso de material reciclado, recuperación de productos post-consumo y destino.**

Se investigó acerca de la existencia y tipos de políticas de las empresas productoras individuales respecto de la inclusión o no de material reciclado en sus procesos, recuperación de productos post-consumo y su destino.

---

<sup>86</sup> La información de aduanas permitirá a su vez determinar el porcentaje de estos productos que se importan en bajas cantidades, normalmente para consumo propio, dato que no se conoce a la fecha y que puede ser relevante para determinar la dimensión de dicho mercado.

A partir del análisis de lo indicado se recabó información de la aplicación actual (de tipo voluntario) o futura de dichas políticas en Chile. Esto debido a que en estudios de diagnóstico previos, realizados sobre otros productos, se ha visualizado que la mayoría de los productores efectivamente cuentan con políticas a nivel internacional pero las mismas recién se están comenzando a aplicar en el país o simplemente no se aplican.

#### **Actividad 1.4 Legislación nacional e internacional referida al ingreso de los productos al país y a la exportación de pilas**

Se evaluaron antecedentes de legislación y estudios de normativas de calidad establecidas para las pilas y sus diversas tipologías, tanto a nivel nacional como internacional (principalmente de Europa, Estados Unidos y Latinoamérica), para verificar la existencia o no de normativa actual (o propuesta) referida a requisitos de ingreso al país o exportación de estos productos, incluyéndose un análisis de su relación con normas relativas a la responsabilidad extendida del productor en países de la UE y en Latinoamérica para determinar aspectos relacionados y su concordancia.

Adicionalmente se realizó un análisis del grado de aplicabilidad de las glosas existentes del Servicio Nacional de Aduanas, para proponer aspectos que deberían ser complementados a fin de lograr una mayor claridad de la información respecto del las cantidades ingresadas de estos productos al país.

### **ETAPA 2: CARACTERIZACION ECONOMICA DEL SECTOR**

#### **Actividad 2.1 Determinación del tamaño del sector e importancia en Chile.**

Se realizó una evaluación del tamaño del sector y su importancia relativa en Chile, en base a antecedentes como:

- Factores de uso de cada tipo de producto (por tipo de pila), estableciendo tiempo de vida útil promedio por tipo en función de lo indicado por fabricantes y condiciones de uso.
- Volúmenes de importación y origen de los productos y volúmenes de venta<sup>87</sup>.
- Canales de comercialización, en base a datos de importación y resultados e la etapa 1, en cuanto a principales proveedores, flujos de distribución, consumidores, incluyendo y completando el ciclo con recolección y disposición final.

---

<sup>87</sup> En el país no se fabrican pilas

Para la obtención de esta información se recurrió principalmente a estadísticas del Servicio Nacional de Aduanas, información de estudios previos<sup>88</sup> y datos recabados desde empresas productoras y distribuidoras.

El estudio se orientó a identificar la cantidad efectiva que entra y sale del país para establecer la dimensión del mercado por cada tipología de producto (primarias y secundarias, y luego por cada subclasificación propuesta).

En base a los datos obtenidos para cada subclasificación de las pilas primarias y secundarias se realizó la determinación de la cantidad anual disponible en el país, en base a un balance entre importación y exportación para los últimos 10 años, a fin de establecer las tendencias del mercado (tasa de crecimiento o decrecimiento) en cada clasificación principal y subclasificación.

El balance total de pilas y baterías disponibles en el país (en número de unidades) está dado inicialmente por la siguiente ecuación:

$$Pilas\ disponibles\ país = \sum Pilas\ importadas - \sum Pilas\ exp\ ortadas$$

En rigor, el balance debiera considerar tanto las pilas que ingresan o salen del país como producto individual y las que entran o salen contenidas en equipos, pero estas últimas son mucho más difíciles de cuantificar y no se consideraron en el diagnóstico.

En función del resultado del balance se obtuvieron indicadores como consumo per cápita total y por tipología de pila (numero de pilas/habitante.-año) y, en base a las características promedio de cada clasificación en cuanto a su forma y peso, se pudo estimar la cantidad en peso de cada tipo de pila en el país. Esta última información es de alta relevancia para el cálculo posterior de la cantidad de residuos generada históricamente y su proyección.

## **Actividad 2.2 Tipo, características y composición de los productos comercializados en Chile.**

Se desarrolló una caracterización de cada tipología de producto de manera específica, sobre la base de información recabada de diversos estudios o entregada por las empresas del rubro, para determinar su composición y establecer el porcentaje de los materiales usados para su elaboración.

Las distintas clasificaciones de pilas fueron contrastadas también en sus ventajas o desventajas en cuanto a usos comunes y duración comparativa; asimismo, se recabaron datos de la variación (reducción) en el contenido de metales desde hace unos años a la fecha, por efecto de la inclusión de aspectos de ecodiseño por parte de los fabricantes, a fin de cumplir requerimientos normativos.

La información anterior permitió analizar cada tipo de pila en relación con la reglamentación vigente, en cuanto a si el producto post consumo clasifica como residuo peligroso, lo cual fue contrastado con información de la actividad 3.4 respecto a los riesgos de los distintos tipos de pilas (considerando, por ejemplo, contenido de

<sup>88</sup> Ver detalle de estudios nacionales a consultar en bibliografía preliminar

metales y las condiciones de recolección, manejo y destino del residuo), basados en antecedentes de estudios y normativa tanto a nivel nacional como internacional.

Se analizaron, además, las tendencias actuales del mercado, en cuanto a nuevas alternativas de pilas que se están comenzando a utilizar en el mercado nacional

### **Actividad 2.3 Evolución del sector en los últimos 5 años y proyecciones para los próximos 10 años.**

Sobre la base del levantamiento desarrollado en las etapas anteriores se estableció la evolución del mismo en los últimos años. Dicha información permitió validar la proyección de crecimiento de los próximos años para los distintos tipos de pilas disponibles en el país. Esta proyección se establecerá, inicialmente, en base a la tasa de crecimiento o decrecimiento histórico y tasa de recambio para cada clasificación de pila considerada.

### **Actividad 2.4 Evaluación del sector a nivel internacional y comparación con la situación en Chile**

Dentro de esta actividad se evaluó información respecto de los sistemas de gestión actualmente en uso en países de Europa (España, Alemania, Bélgica, Suiza), y Estados Unidos entre otros, en base a sus avances en el tema de la gestión, recuperación y reciclaje de residuos de pilas y en la aplicación del principio REP u otros. También se investigó sobre la existencia de sistemas de gestión en países de Latinoamérica (Colombia, Brasil y Argentina).

Esta actividad permitió reconocer aspectos claves en la gestión establecida en países que se han caracterizado por sus avances en el tema, rescatando los aspectos más importantes para identificar factores de consumo y volúmenes de generación de productos post consumo que permitan realizar una comparación de los volúmenes de generación de los productos post-consumo en Chile con índices a nivel internacional.

## **ETAPA 3 IDENTIFICAR LA GESTIÓN ACTUAL DE LOS PRODUCTOS USADOS A NIVEL NACIONAL Y COMPARAR CON EXPERIENCIAS A NIVEL INTERNACIONAL**

### **Actividad 3.1 Diagnóstico de generación de residuos**

Esta actividad se focalizó en determinar los tipos y cantidades de residuos de pilas generadas a nivel nacional considerando Unidades/año y Ton/año, basándose en datos recabados previamente en el estudio, datos de empresas del rubro, e información de otros estudios realizados en forma previa a nivel nacional. La estimación de la generación de residuos **para cada clasificación y subclasificación** de pilas se desarrolló en base a los datos de producto disponible en el país detallada previamente y su proyección, considerando el tiempo de uso promedio estimado en cada caso. Los

resultados se expresaron en unidades y se estimaron las toneladas equivalentes en base a pesos promedio de cada tipo de producto<sup>89</sup>.

A partir de esta información fue posible establecer indicadores de generación de residuos de pilas primarias y secundarias y en cada una de sus subclasificaciones, tales como:

- Cantidad anual de residuos generados por tipología (unidades y toneladas).
- Generación per cápita de residuos por tipología (unidades y ton/ habitante año).
- Cantidad de residuos de pilas generados por tipología (cantidad anual).
- Cantidad de residuos eliminados en diferentes destinos.

Además se realizó una estimación de la cantidad de metales de interés (peligrosos y no peligrosos) dentro de estos residuos (mercurio, cadmio, zinc, plata, hierro, entre otros) en base a la composición promedio de cada tipo de pila, lo cual presenta relevancia en la medida que estos materiales puedan ser a futuro recuperados y valorizados como nuevos recursos (reduciendo el impacto de extracción de nuevos recursos y además los requerimientos de energía y por ende la generación de CO<sub>2</sub> equivalente).

### **Actividad 3.2 Diagnóstico de la gestión actual de los Residuos**

Dentro de esta actividad se realizó un análisis del grado de gestión actual de los residuos de pilas por parte de empresas, instituciones u otros generadores privados y públicos como municipios. A este nivel se analizaron los sistemas de recolección y eliminación que utiliza cada uno de ellos. Además se recabó información de las cantidades efectivamente gestionadas y eliminadas desde las empresas de disposición final autorizada que reciben específicamente estos residuos en el país se realizaron contactos con las mismas empresas.

Dentro del análisis se incluirá una evaluación de la responsabilidad actual de las empresas productoras, las municipalidades y las autoridades a nivel regional y nacional en la gestión de estos residuos.

### **Actividad 3.3 Identificación de prácticas actuales**

Se realizó una evaluación de las prácticas implementadas actualmente en Chile para el acopio, transporte y disposición final de los productos post-consumo de pilas, sobre la base de información recabada desde las empresas, e investigando los sectores de generadores que también las hayan incorporado. Asimismo se realizó un análisis de prácticas inadecuadas detectadas a la fecha (por ejemplo la disposición directa como residuo domiciliario en los hogares).

### **Actividad 3.4 Evaluación de los riesgos e impactos de los residuos**

Se determinaron los potenciales riesgos e impactos de los residuos para cada tipo de pila considerada en el estudio, principalmente en condiciones de almacenamiento y disposición no controlada, sobretodo las que son dispuestas en el flujo de residuos

<sup>89</sup> Como ejemplo, se indica que una pila alcalina o de dióxido de manganeso pesa en promedio 17,5 gramos, una pila botón de óxido de mercurio o de óxido de plata pesa cerca de 2,5 gramos y una de zinc aire 0,5 gramos

domiciliarios, así como los riesgos de disponer en rellenos o vertederos controlados y la disposición ilegal, en función de su potencial de riesgo posterior de contaminación de diferentes elementos del medio (agua, aire, suelo) y efecto a la salud humana debido a la presencia de metales pesados.

A. su vez, se identificaron los posibles riesgos de contaminación en operaciones de tratamiento o potencial valorización en función de su composición y de la tecnología a utilizar. En este punto también se tomaron en consideración los impactos positivos que conlleva la valorización en cuanto a la recuperación de materias primas secundarias, menor uso de energía en los procesos y reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente.

### **Actividad 3.5 Evaluación de alternativas de eliminación actualmente en uso**

Esta actividad se orientó a evaluar y documentar información sobre las alternativas de eliminación de los residuos actualmente disponibles en Chile cuantificando o estimando el porcentaje de residuos que se destina a cada una de ellas.

Para lo anterior se incluyó la información recabada en actividades previas respecto de programas o proyectos orientados a incorporar sistemas de gestión y eliminación adecuada desde empresas privadas, instituciones varias y municipios para conformar claramente el ciclo de gestión que se desarrolla actualmente en el país. La investigación se orientó también a establecer una estimación de la eliminación de productos en destino desconocido.

### **Actividad 3.6 Evaluación de alternativas de eliminación a nivel mundial**

Se realizó una evaluación de variadas alternativas de valorización y eliminación de residuos disponibles a nivel mundial. Para realizar un análisis más completo de las alternativas, se evaluaron los sistemas que hoy operan en Europa y Estados Unidos. Para las alternativas analizadas se indicó, cuando correspondía, las características a cumplir por el producto recolectado.

### **Actividad 3.7 Recomendaciones para la recuperación y manejo de residuos de pilas en Chile.**

En base a los resultados del diagnóstico desarrollado se generó una propuesta con recomendaciones para la recuperación y manejo adecuado de residuos de pilas en Chile, considerando aspectos como canales de comercialización actuales y actores involucrados bajo un esquema de sistema de gestión basado en el concepto REP (Responsabilidad Extendida del Productor), además del Estado como regulador y fiscalizador.