



**UNIVERSIDAD ACADEMIA DE HUMANISMO CRISTIANO
VICERRECTORÍA ACADEMICA**

**“PROPUESTA PARA EL MANEJO AMBIENTALMENTE ADECUADO DE BATERÍAS ÁCIDO-
PLOMO USADAS (BAPU)”**

Alumno: Castañeda Mur, Lautaro A.
Profesor Guía: Ilabaca Marileo, Mauricio.

TESINA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO DE EJECUCIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL

SANTIAGO DE CHILE – 2013

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA

Al finalizar esta nueva etapa de mi vida, quisiera agradecer a todas aquellas personas que han participado de una u otra forma durante mis años de estudio.

Através de esta página quiero agradecer a la Universidad Academia de Humanismo Cristiano por la formación entregada, a su cuerpo docente y especialmente a los jefes de carrera.

Agradezco a mi profesor guía, Mauricio Ilabaca por sus consejos y apoyo durante el desarrollo de mi tesina.

Por último, dedico este trabajo a mi familia que desde la distancia me enviaron su respaldo, pero particularmente, hago un reconocimiento especial a Victoria por su comprensión y apoyo incondicional en este largo proceso.

A todos muchas gracias.

Lautaro A. Castañeda Mur

INDICE

1	INTRODUCCION	04
1.1	Planteamiento del Tema	05
1.2	Criterios que Justifican el Objeto del Estudio	05
1.3	Alcance del Estudio	07
2	OBJETIVOS	08
2.1	Objetivo General	08
2.2	Objetivos Específicos	08
2.3	Resultado Esperado	08
3	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION	09
3.1	Tipo de Estudio	09
3.2	Fuentes de Información	09
3.3	Etapas de la Investigación	09
4	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	11
4.1	Convenio de Basilea	11
4.2	La Agenda 21	12
4.3	Ministerio del Medio Ambiente	13
4.4	Responsabilidad Extendida del Productor (REP)	13
4.5	Producción Limpia	15
4.6	Características Técnicas de las Baterías de Ácido-Plomo	17
	4.6.1 Componentes de la Batería de Ácido-Plomo	17
	4.6.2 Clasificación y Tipo de Baterías	19
	4.6.3 Tabla Composición en Masa Baterías de Acido-Plomo	20
4.7	Descripción del Proceso de Producción de una Batería de Ácido-Plomo	20
4.8	Análisis de Ciclo de Vida (ACV) Batería de Ácido-Plomo	21
4.9	Usos del Plomo	26
4.10	Escenario Actual de las Baterías de Ácido-Plomo en Chile	27
	4.10.1 Cálculo de la Capacidad de Producción de Plomo	28
	4.10.2 El Plomo para los Fabricantes de Baterías	28
	4.10.3 Consumo de Baterías Ácido-Plomo en Chile	29
	4.10.4 Compra y Venta de BAPU en Chile	32
4.11	Riesgos Potenciales y Medidas de Seguridad en el Manejo de las BAPU	33
4.12	Medidas de Seguridad en el Almacenamiento y Manipulación de las BAPU	36
5	DESARROLLO DE LA TESIS	38
5.1	Introducción	38
5.2	Alternativas de Valorización de las BAPU	38
5.3	Descripción del Proceso de Reciclaje de BAPU	40
5.4	Descripción del Proceso de Compra y Embalaje para Venta de BAPU	45
	5.4.1 Pertinencia de Ingreso al Sistema de Evaluación Ambiental	46
	5.4.2 Descripción de las Partes, Acciones y Condiciones de Almacenamiento	49
	5.4.3 Medidas en Caso de Fugas y Procedimientos de Primeros Auxilios	62
	5.4.4 Manejo de Efluentes, Emisiones y Desechos	63
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
7	BIBLIOGRAFÍA	68
8	ANEXOS	71

1. INTRODUCCIÓN

Una batería o acumulador eléctrico es un dispositivo electroquímico que permite almacenar energía en forma química a través del proceso de carga y liberarla como energía eléctrica durante la descarga, mediante reacciones químicas reversibles, cuando se conecta con un circuito de consumo externo. Todas las baterías son similares en su construcción y están formadas por un número de celdas compuestas de electrodos positivos y negativos, separadores y de electrolitos. El tamaño, el diseño interno y los materiales utilizados, controlan la cantidad de energía disponible de cada celda.

El tipo de acumulador más usado en la actualidad, dado su bajo costo, es la batería de ácido-plomo (en adelante BAP). En ella, los dos electrodos están hechos de plomo y el electrolito es una solución de agua destilada y ácido sulfúrico.

Las Baterías de Acido-Plomo Usadas (en adelante BAPU), corresponden a baterías que no son susceptibles de recarga o que no son reutilizables a consecuencia de rotura, corte, desgaste o cualquier otro motivo. Estas baterías, contienen componentes potencialmente contaminantes, lo cual hace necesario establecer medidas para su manejo sin riesgos una vez que termine su vida útil.

En Chile, el 12 de Junio del 2003, fue aprobado el Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos, DS 148, cuya elaboración estuvo a cargo del Ministerio de Salud.

En este reglamento se definen las características de peligrosidad, correspondientes a Toxicidad, Inflamabilidad, Reactividad y Corrosividad; condiciones que se consideraron para este estudio en atención al referido reglamento, que en el Art. 11 nos indica que *“basta la presencia de una de estas características en un residuo para que sea calificado como peligroso”*. Es por esto que, en el presente trabajo, al residuo BAPU se le da la clasificación de residuo peligroso, por presentar características de toxicidad derivado del plomo y corrosividad a consecuencia del uso del electrolito ácido sulfúrico.

Las BAPU, por su materialidad o composición (65% a 75% plomo, 15% a 25% de ácido sulfúrico y el resto de resinas plásticas), el proceso de valorización, a través del reciclaje en la etapa final de su ciclo de vida, nos permite casi un 100% de recuperación de los materiales constitutivos de éstas, tema que trata este trabajo.

1.1 Planteamiento del Tema

El objetivo del presente trabajo es destacar la importancia del manejo adecuado de las BAPU, considerando para esto un correcto proceso de valorización y reciclaje de sus componentes. Teniendo en cuenta que este sistema de acumulación de energía, una vez terminado su uso, pasa a constituirse en un residuo peligroso según se indicó en la introducción del presente documento por presentar elementos tóxicos y corrosivos. Es por esto que se tendrá que dar cumplimiento a la normativa específica para este residuo y particularmente, en caso de que las BAPU sean exportadas como materia prima para otras empresas en el extranjero, se deberá dar cumplimiento al Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos, esta Convención fue firmada en Basilea, Suiza, en marzo de 1988 y entró en vigor en mayo de 1992, surge como respuesta a la necesidad de regular los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos a nivel mundial. Los países que conforman la convención han apoyado el desarrollo de este proyecto, centrando su interés, sobre la necesidad del reciclaje y la necesidad de contar con tecnologías adecuadas de reciclaje.

Por otro lado, se dará una visión descriptiva de su manejo responsable con el medio ambiente con los beneficios que éste genera, recogiendo las recomendaciones realizadas por los organismos competentes en Chile.

1.2 Criterios que Justifican el Objeto del Estudio

El mayor uso del plomo se da para la fabricación de baterías para autos. La primera batería fue creada por Gaston Plante en 1859, y desde ese momento la demanda de plomo para este fin se ha incrementado. El “Internacional Lead and Zinc Study Group” (Grupo Internacional de Estudio sobre el Plomo y el Zinc) organismo intergubernamental de materias primas creado por las Naciones Unidas en 1959 para garantizar la transparencia en los mercados de plomo y zinc a nivel mundial, indica que alrededor del 80% de todo el plomo se destina a esta aplicación¹.

A escala mundial, las baterías constituyen el mayor uso del plomo, el que corresponde al mismo tiempo al de mayor crecimiento y por razones de protección al medio ambiente, éstas son recicladas en la mayoría de los países en una proporción significativa.

¹ Fuente: *Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía del Perú – Informe Actualizado (2012, Abril)*.

Cuando una batería alcanza el 80% de la **capacidad nominal** (Cantidad de electricidad que una batería puede suministrar bajo condiciones estándares), se considera que ha llegado al final de su vida útil, perdiendo de esta forma su óptima capacidad de acumulación de energía. La batería gastada se convierte en un residuo sólido peligroso (en adelante RESPEL) y no puede descartarse como cualquier residuo sólido domiciliario (en adelante RSD), cuyo destino final sería en este caso, un relleno sanitario. Como se deduce de lo anterior, las baterías, al finalizar su vida útil, podrían generar impactos ambientales negativos si no son manejadas correctamente.

El Decreto Supremo 148 establece los procedimientos analíticos para la identificación y clasificación de los residuos peligrosos y los estándares para su almacenamiento, transporte, reutilización y reciclaje, incineración y disposición final, generando un marco jurídico que brinda certeza a los actores del mercado nacional en este rubro.

En nuestro país, el proceso de reciclaje de las BAPU involucra al sector formal e informal. Ambos conviven en esta actividad, retroalimentándose uno del otro. En Chile no existía anteriormente ninguna normativa especial que regulara el manejo de este residuo peligroso, como si lo había en otros países de la Unión Europea, en EEUU y recientemente, en algunos países de Latinoamérica, como es el caso del Perú. Tema muy importante y relevante, ya que se crearon nuevas empresas que se sometieron al anterior Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (en adelante S.E.I.A), cuyo fin era la compra de las BAPU, para embalaje y exportación, cuyo principal destino fue la industria peruana y venezolana (ver cuadro estadístico Fig. 6), para la elaboración de BAP nuevas. Importante mercado, ya que Perú junto con México son grandes productores de plomo a nivel mundial.

Sin embargo, Chile en cumplimiento del Convenio de Basilea y del DS 685/92 del Ministerio de Relaciones Exteriores, que reconoce como ley de la República dicho acuerdo multilateral, el Ministerio de Salud de Chile, mediante el DS 2/2010, prohibió el movimiento transfronterizo de BAPU desde Chile a terceros países (ver anexo 3).

Pese a esta situación, *“sigue siendo más rentable recuperar el plomo de las BAPU que utilizar el plomo virgen, el cual tiene impactos negativos al medio ambiente y un costo mucho mayor la extracción de este metal desde los yacimientos mineros”*.

Cabe resaltar que en Chile se está tramitando en el Congreso por parte del Ministerio del Medio Ambiente, la “Ley General de Residuos Sólidos” que incluye el principio de “Responsabilidad Extendida del Proveedor” (en adelante REP), que contempla que los productores y/o importadores tienen la responsabilidad del producto durante todo el ciclo de vida de éste, incluyendo las fases postindustrial y postconsumo, es decir de la cuna a la tumba, de acuerdo al Análisis de Ciclo de Vida (en adelante ACV), las etapas del ACV de un producto incluyen: extracción de materias primas, producción de materiales, partes del producto y el producto en si, uso del producto, y la etapa final: reciclaje, reuso, disposición final o una combinación de ellos.

1.3 Alcance del Estudio

El presente trabajo analizó la realidad nacional del manejo que actualmente se le da al residuo BAPU, así como el correcto proceso de valorización y reciclaje que se debe aplicar a dicho residuo en el territorio nacional.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Desarrollar una guía para el manejo ambiental para las BAPU dentro de la realidad nacional una vez terminado su ciclo de uso, orientando sobre su correcto proceso de valorización y reciclaje.

2.2 Objetivos Específicos

El desarrollo de esta Tesina tendrá los siguientes objetivos específicos:

- 1) - Analizar el Ciclo de Vida de las BAP.
- 2) - Estudiar el escenario actual de las BAP en Chile.
- 3) - Describir los riesgos y medidas de seguridad para el manejo de BAPU.
- 4) - Evaluar las actuales alternativas de valorización y reciclaje de BAPU en Chile.
- 5) - Identificar y presentar los procesos y mejores técnicas de valorización de las BAPU.

2.3 Resultado Esperado

Entregar una propuesta con recomendaciones básicas, para orientar el correcto manejo del residuo peligroso BAPU, dentro del territorio nacional, para su posterior proceso de revalorización.

3. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1 Tipo de Estudio

La elaboración de la presente propuesta está basada en un estudio de tipo **descriptivo**, ya que su objetivo principal será el describir la situación del manejo de BAPU en Chile, lo cual permitirá realizar un diagnóstico del manejo actual de éstas en el territorio nacional, así como la carga ambiental, volumen y características de estos residuos. Adicionalmente, se desarrollará un componente **exploratorio**, ya que a partir de estos antecedentes se podrán identificar los lineamientos para generar una propuesta de valorización correcta de las BAPU.

3.2 Fuentes de Información

El origen de la información será de fuentes secundarias, basado en búsqueda bibliográfica de otros autores, generada previo al desarrollo de esta Tesina, analizando publicaciones nacionales y extranjeras relacionadas a las BAPU, métodos de manejo y prevención de los riesgos asociados a estos procesos.

3.3 Etapas de la Investigación

Para llevar a cabo la realización del presente trabajo de titulación, se identifican las siguientes etapas:

- 1) Ciclo de vida de las BAP: se recabó información actualizada, consultando bibliografía de los principales organismos internacionales que definen la gestión y recomendaciones de los residuos en el mundo; más específicamente, accediendo a los sitios webs oficiales de cada uno de ellos.
- 2) Escenario actual de las BAP en Chile: se recopiló información, gráficos y estadísticas actualizadas, consultando sitios webs de instituciones gubernamentales, organismos, fundaciones y asociaciones que participan en las diferentes actividades que conforman el mercado de las Baterías de Ácido-Plomo en el país, ya sea en los aspectos normativos, de políticas, de difusión, de comercialización, de apoyo técnico, etc.
- 3) Prevención de riesgos en el manejo de las BAPU: se obtuvo información actualizada, consultando bibliografía de los principales organismos nacionales e internacionales, que

definen los riesgos potenciales y recomiendan las medidas de seguridad adoptadas en el manejo de las BAPU.

4) Alternativas de valorización de las BAPU en Chile: se recolectó información bibliográfica de los principales organismos nacionales, público y privadas, que definen las mejores técnicas disponibles de reciclaje de las BAPU, en sitios webs y publicaciones especializadas.

5) Buenas prácticas y técnicas de valorización de las BAPU: se estableció considerando el análisis de la etapa anterior, de donde se extrajeron lineamientos para formular una propuesta derivada de experiencias ambientalmente adecuadas de valorización de BAPU, dentro y fuera del territorio nacional.

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Dado que es una política de Estado el lograr alcanzar el “*desarrollo sustentable para el país*”, con el objeto de mejorar la calidad de vida de los chilenos, tanto de ésta como de las futuras generaciones, Chile se adscribió a los compromisos y convenios internacionales, de lo que se dará cuenta a continuación.

Según la evaluación del desempeño ambiental de Chile efectuada para informar ante la OCDE y la CEPAL, para el año 2005 los residuos industriales se estimaron en 20 Kg./1.000 dólares del PIB ².

En los últimos 30 años, la producción, la generación de residuos y el comercio de productos químicos han tenido un crecimiento exponencial, dado los riesgos que se plantean cuando los mismos van a ser transportados, manejados o dispuestos finalmente. En atención a esta problemática, el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), en la última década y media, ha dado un tratamiento especial a las sustancias químicas y a los residuos peligrosos. En este marco, se señalan dos acuerdos multilaterales actualmente vigentes, que plantean medidas globales para proteger la salud humana y el medio ambiente, considerando algunos de los aspectos del ciclo de vida de estos productos químicos y residuos³. De estos acuerdos, el más importante para el tema objeto de este estudio, es el Convenio de Basilea.

4.1 Convenio de Basilea ⁴

El Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos y su eliminación, fue firmado en Basilea, Suiza, en 1989 y entró en vigencia el 5 de mayo de 1992, pasando a ser un compromiso internacional de los países que lo ratificaron, que en el caso de Chile esto ocurre a través del DS 685/92. Este Convenio se ha convertido en el acuerdo multilateral sobre residuos más importante, estableciendo un régimen normativo global para la minimización de la generación, el manejo ambientalmente adecuado de los residuos peligrosos y el control de sus movimientos transfronterizos.

² Fuente: *OCDE Environmental Performance Reviews – Chile OECD (2005)*.

³ Fuente: *Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe, Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos (2005), tomo I, cap.5, p.39.*

⁴ Fuente: *Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe, www.ccbasilea-crestocolmo.org.uy/es*

El principal objetivo del Convenio es proteger la salud humana y el medio ambiente de los efectos nocivos que se puedan derivar de la generación, transporte y manejo de los residuos peligrosos. Para ello se han establecido los siguientes objetivos:

- Reducir al mínimo la generación de residuos en origen, tanto en cantidad como en peligrosidad, teniendo en cuenta aspectos sociales, técnicos y económicos, seguida por la estrategia de valorización y reciclaje de los residuos.
- Tratar y eliminar los residuos peligrosos y otros residuos lo más cerca posible de la fuente de su generación.
- Asegurar instalaciones adecuadas de eliminación, cualquiera sea el lugar donde se efectúe.
- Velar por la seguridad de las personas que participan en el manejo de los residuos y que se adopten las medidas necesarias para impedir que dicho manejo dé lugar a contaminación.
- Reducir los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos y otros residuos a un mínimo compatible con su manejo ambientalmente adecuado y eficiente.
- Controlar los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos, monitorear y prevenir el tráfico ilícito.

En este sentido, el Convenio les exige a los países Partes, adoptar las medidas jurídicas y administrativas necesarias para aplicar y hacer cumplir las obligaciones del mismo.

4.2 La Agenda 21 ⁵

Aprobada en el año 1992 por la Conferencia de Las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Conferencia de Río), constituyó un hito importante en la definición de políticas y planes de acción mundial para el desarrollo sostenible. Diez años después de su aprobación, vigente en toda su dimensión, la Agenda 21 se reafirma en la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible desarrollada en Johannesburgo en el año 2002. La Agenda 21 sigue siendo hoy un documento de referencia ineludible para el desarrollo de políticas ambientales sectoriales en el marco del Desarrollo Sostenible.

En coherencia con lo anterior, previo al establecimiento de una política de residuos se debe tener en cuenta que la misma deberá ser consistente con la política ambiental general, y a su vez deberá considerar las dimensiones sociales, económicas y productivas que pautan el desarrollo del país.

⁵ Fuente: *Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe, Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos (2005), tomo I, p.47.*

4.3 Ministerio del Medio Ambiente ⁶

El Ministerio del Medio Ambiente de Chile es el órgano administrativo del Estado encargado de colaborar con el presidente de la República en el diseño y aplicación de políticas, planes y programas en materia ambiental, así como en la protección y conservación de la diversidad biológica y de los recursos naturales renovables e hídricos, promoviendo el desarrollo sostenible, la integridad de la política ambiental y su regulación normativa.

En este mismo sentido, la misión del Ministerio del Medio Ambiente en Chile se basa en liderar el desarrollo sostenible, a través de la generación de políticas públicas y regulaciones eficientes, promoviendo buenas prácticas, enfocándose estratégicamente en la gestión integral de los residuos sólidos que permita reducir los impactos ambientales, siendo ésta una de las dimensiones que componen una gestión moderna de manejo de residuos.

Es por esto que se requiere implementar una gestión integral de los residuos sólidos, que permita reducir los impactos ambientales, contribuyendo a una gestión moderna del manejo de residuos. Por ello, el Ministerio ha establecido impulsar un cambio en la mirada y en la forma de tratar el tema. Esto significa promover la Prevención en la Generación de los Residuos y, si ello no es posible, fomentar en este orden: su Reducción, Reutilización, Reciclaje, Valorización Energética, Tratamiento y Disposición Final de los mismos como última alternativa. Esta visión permite aprovechar al máximo los materiales que componen los residuos, antes de simplemente desecharlos sin extraer su potencial valor total.

4.4 Responsabilidad Extendida del Productor (REP) ⁷

Este concepto fue oficialmente introducido por el Ministro de Medio Ambiente de Suecia, Thomas Lindhqvist, en el informe “Models for Extended Producer Responsibility” del año 1990. En él, la definió como un *“principio de política ambiental que promueve el mejoramiento total del ciclo de vida de los productos, por medio de la extensión de las responsabilidades del productor en varias etapas de dicho ciclo, especialmente al devolver, recuperar y disponer el producto”*.

⁶ Fuente: *Líneas de Acción – Actualización de Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos (2012)*.

⁷ Fuente: *GREENPEACE INTERNATIONAL, Extended Producer responsibility in a non OECD context. Suecia, (2007, Agosto), p.3. información en www.greenpeace.org*

La OCDE, por su parte, ha señalado que es “*una política ambiental en que cada productor tiene la responsabilidad de un producto, extendida hasta el post-consumo del ciclo de vida del mismo*” (Uca Silva, 2007, p.4), siendo éste el concepto más utilizado.

Como se puede concluir, una vez terminado el ciclo de vida útil de los productos (de uso domiciliario, industrial o gubernamental), ellos son recolectados y gestionados a través de una logística especial o **inversa**; es decir, una acción que va desde el consumidor hacia la empresa.

En esta logística inversa, que incluye las etapas del consumo, recolección, recuperación y disposición, participan todos los actores involucrados en la generación y manejo de los residuos: los consumidores, instituciones de la sociedad civil, los productores o importadores, los vendedores, autoridades municipales y gubernamentales, empresas de acopio, operadores de residuos, empresas de refinado y recuperación de metales (Daniel Garcès y Uca Silva, 2007, p.5).

De este modo, el modelo de gestión propuesto se concibe como un sistema de “*participación corresponsable de los actores de la cadena del producto en la formulación e implantación de los programas correspondientes. La responsabilidad compartida es un elemento integrante de la responsabilidad extendida del productor y un factor decisivo para el éxito de los programas*” (Daniel Garcès y Uca Silva, 2007, p.6).

En relación a lo anterior, cabe destacar que hay una serie de responsabilidades envueltas dentro de la REP, siendo la identificación de ellas en extremo relevante para la asignación eficiente de las mismas, en post del objetivo buscado por este modelo. Ellas pueden ser clasificadas de la siguiente manera⁸:

- Responsabilidad física: Se refiere a la responsabilidad directa o indirecta del manejo físico de los productos al final de su vida útil.
- Responsabilidad financiera: Se refiere a la responsabilidad del productor de pagar todo o parte del costo del manejo del residuo al final de la vida útil del producto que lo origina; el cual incluye su recolección, separación y tratamiento.

⁸ Fuente: *Guidance Manual for Governments, Extended Producer Responsibility (2001)*, www.oecd.org

- Responsabilidad informativa: A partir de la cual se requiere que el productor informe sobre el producto y sus efectos durante las distintas fases de su ciclo de vida (por ejemplo, eco-etiquetado, información sobre energía o ruido involucrado en su producción, etc.).
- Responsabilidad ante el daño (liability): Se refiere a una responsabilidad específica ante un daño probado al ambiente o a la salud causado por el producto, cuya procedencia se analiza judicialmente.

4.5 Producción Limpia ⁹

La producción limpia es la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integral a los procesos, productos y servicios, con el objetivo de reducir riesgos al ser humano y al medio ambiente, elevando simultáneamente la competitividad. En el caso de los procesos productivos, se orienta hacia la conservación de recursos naturales y energía, la utilización de materias primas menos peligrosas y la reducción de la cantidad y toxicidad de todas las emisiones contaminantes y los desechos. En cuanto a los productos, se orienta hacia la reducción de los impactos negativos que acompañan su ciclo de vida, desde la extracción de materias primas hasta su disposición final. En los servicios, se orienta hacia la incorporación de la dimensión ambiental, tanto en el diseño como en la prestación de los mismos.

En consecuencia, aplicar los principios de prevención relacionados con la producción limpia, tiene un doble beneficio: desde el punto de vista económico, logra una utilización más eficiente de los recursos (materias primas, agua y energía), así como reduce los costos de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos; mientras que desde el punto de vista ambiental, reduce la contaminación.

El pilar fundamental de la sinergia que se produce en la aplicación de la estrategia contemplada en la producción limpia, en orden de prioridad es la “*Prevención de la Generación de Residuos en el Origen*”, y que se expresa en el Principio de la Gestión Jerarquizada de los Residuos.

Los instrumentos para la gestión de los residuos deben promover la aplicación de una “*Estrategia Jerarquizada*”, la cual señala la siguiente prioridad: **evitar, minimizar, tratar y disponer**. Este orden significa que, desde el punto de vista ambiental, la mejor alternativa es

⁹ Fuente: Acuerdo de Producción más Limpia (APL) Para la gestión del Plomo contenido en las Baterías Acido-Plomo del Sector Automotriz, (2012, Enero), Producción Limpia: Principios y Herramientas, cap.1, p.11, 12 y 13.

“Prevenir”, evitando la generación de un residuo. En segundo lugar, si no es posible evitar su generación, se debe buscar su minimización (las 3R: **Reducir** en cantidad y/o peligrosidad, **Reutilizar** y **Reciclar**, aprovechando los materiales y/o la energía que contiene el residuo). En tercer término, si no es posible minimizar se debe buscar su **Tratamiento**, con el objetivo de reducir la cantidad y/o peligrosidad antes de su disposición final. Por último se llega a la **Disposición o Eliminación Final del Residuo**¹⁰.

En el caso de las BAPU no se puede prevenir su generación, sólo extender la vida útil de las BAP cuidando su uso, pero no hay como prevenir que se transformen luego de ser usadas y concluir su vida útil en residuos peligrosos, por lo que sólo resta abordar su manejo ambientalmente responsable a través de su “Valorización”, proceso que tiene contemplada tres alternativas, como son: la Reutilización, la Recuperación y el Reciclaje.

La Valorización de residuos consiste en aprovechar, de alguna manera, el valor que éstos poseen. Esta situación, es la que diferencia los residuos (que pueden ser valorizados) de los desechos (que no tienen ningún tipo de valor). Sin embargo, esta distinción es dinámica en el tiempo, pues con el desarrollo de nuevas tecnologías y procesos, muchos de los desechos en la actualidad podrán ser valorizados en el futuro¹¹.

Es también necesario distinguir un residuo de un subproducto. Al respecto podemos decir que un subproducto posee un valor económico per se, en cambio un residuo sólo posee un valor económico potencial, que requiere de un proceso para ser obtenido, como sería en este caso el residuo BAPU.

El reciclaje consiste en la transformación de ciertos materiales en materia prima para procesos productivos, convirtiendo así el residuo en una materia prima¹². En dicho proceso, se requiere de energía para transformar estos residuos (ahora como materia prima) en productos nuevos, por lo que resulta menos eficiente que la reutilización, pero más conveniente que la fabricación de los productos a partir de las materias primas tradicionales. Sin embargo, el

¹⁰ Fuente: CONAMA, *Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos (2005, Enero)*, punto3, p.32.

¹¹ Fuente: *Acuerdo de Producción más Limpia (APL) Para la gestión del Plomo contenido en las Baterías Acido-Plomo del Sector Automotriz (2012, Enero)*, cap.1, punto.1.5 Valorización de los Residuos, p.26.

¹² Fuente: *Acuerdo de Producción más Limpia (APL) Para la gestión del Plomo contenido en las Baterías Acido-Plomo del Sector Automotriz (2012, Enero)*, cap.1, punto.1.5.2 Reciclaje, p.27.

reciclaje muchas veces no resulta económicamente conveniente, y para su éxito, requiere de algún incentivo adicional (económico, moral, solidario, etc.)¹³.

La tendencia en países desarrollados indica un aumento sostenido y progresivo de la cantidad de residuos reciclados, principalmente gracias al desarrollo de un sistema de gestión integral, de aquellos residuos que pueden ser reciclados, facilitando su segregación y gestión posterior¹⁴.

Al hacer una evaluación económica para la valorización de un residuo, es necesario considerar todos los costos y beneficios de este proceso en relación con el uso de insumos, materias primas o combustibles tradicionales. Es un error considerar sólo el costo de las materias primas e insumos, sin tomar en cuenta el costo de la gestión integral de los residuos a valorizar¹⁵.

Otro beneficio que puede incorporarse a esta evaluación, se relaciona con las posibilidades de marketing que tiene el hecho de tener una actitud responsable y amigable con el medio ambiente. Muchas empresas hoy día realizan campañas de difusión con contenido ecológico, para mejorar la imagen que tienen los consumidores de su marca o compañía¹⁶. Este concepto está relacionado con la REP tratado en el punto anterior.

4.6 Características Técnicas de las Baterías de Ácido-Plomo

4.6.1 Componentes de la Batería de Ácido-Plomo ¹⁷

A continuación se dará una descripción de los elementos que componen las distintas partes y componentes constitutivos de las BAP, acompañado de una figura que muestra dichos componentes en el mismo orden descrito:

¹³ Fuente: *Acuerdo de Producción más Limpia (APL) Para la gestión del Plomo contenido en las Baterías Acido-Plomo del Sector Automotriz (2012, Enero), cap.1, punto.1.5.2 Reciclaje, p.28.*

¹⁴ Fuente: *Acuerdo de Producción más Limpia (APL) Para la gestión del Plomo contenido en las Baterías Acido-Plomo del Sector Automotriz (2012, Enero), cap.1, punto.1.5.2 Reciclaje, p.28.*

¹⁵ Fuente: *Acuerdo de Producción más Limpia (APL) Para la gestión del Plomo contenido en las Baterías Acido-Plomo del Sector Automotriz (2012, Enero), cap.1, punto.1.5 Evaluación Económica de la Valorización de Residuos, p.26.*

¹⁶ Fuente: *Acuerdo de Producción más Limpia (APL) Para la gestión del Plomo contenido en las Baterías Acido-Plomo del Sector Automotriz (2012, Enero), cap.1, punto.1.5 Evaluación Económica de la Valorización de Residuos, p.27.*

¹⁷ Fuente: *CONAMA/GTZ, Guía técnica sobre manejo de baterías de plomo ácido usadas, punto2.1, cap.2, p.13 y 14, www.respel.cl*

- . Electrolito: Solución diluida de ácido sulfúrico en agua (33.5% aprox.) que puede encontrarse en tres estados: líquido, gelificado o absorbido.
- . Rejillas: La rejilla es el elemento estructural que soporta la materia activa. Su construcción es a base de una aleación de plomo con algún agente endurecedor como el antimonio o el calcio. Otros metales como el arsénico, el estaño, el selenio y la plata son también utilizados en pequeñas cantidades en las aleaciones.
- . Placas o Electrodo: Estas se componen de la materia activa y rejilla. La materia activa que rellena las rejillas de las placas positivas es dióxido de plomo, en tanto la materia activa de las placas negativas es plomo esponjoso.
- . Separadores: Los separadores son elementos de material microporoso que se colocan entre las placas de polaridad opuesta para evitar un corto circuito. Entre los materiales utilizados se encuentran los celulósicos, los de fibra de vidrio y los de PVC.
- . Carcasa: Es fabricado generalmente de polipropileno (PP) y en algunos casos de ebonita (caucho endurecido); en algunas baterías estacionarias se utiliza el estireno acrilonitrilo (SAN) que es transparente y permite ver el nivel del electrolito. En el fondo de la carcasa o caja hay un espacio vacío que actúa como cámara colectora de materia activa que se desprende de las placas.
- . Conectores: Piezas destinadas a conectar eléctricamente los elementos internos de una batería; están hechos con aleaciones de plomo-antimonio o plomo- cobre.
- . Terminales: Bornes o postes de la batería a los cuales se conecta el circuito externo. Generalmente los terminales se fabrican con aleaciones de plomo.

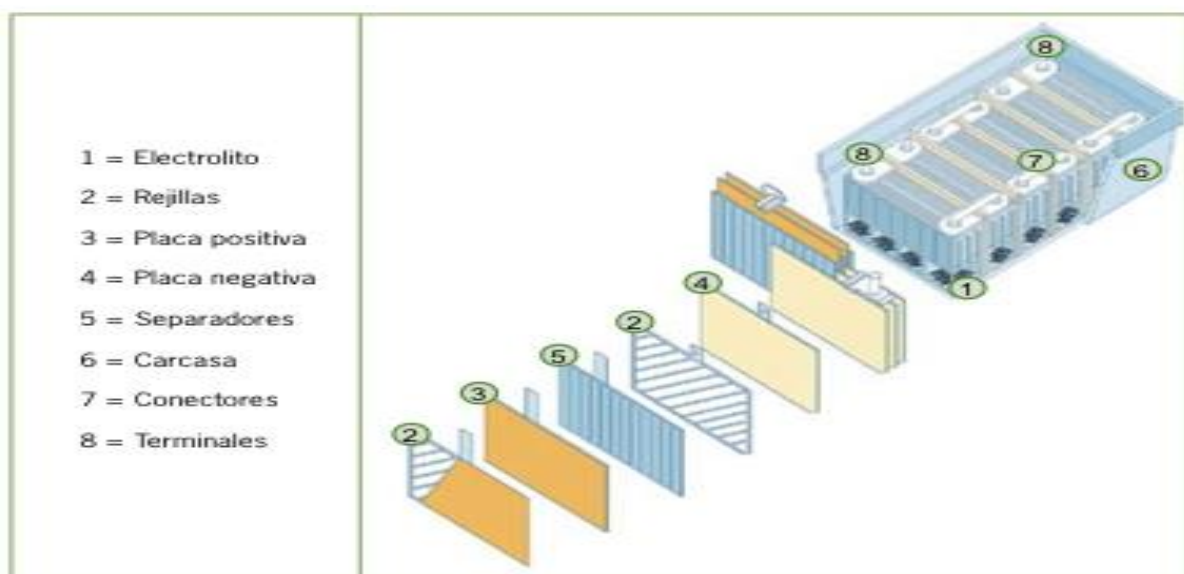


Figura 1: Componentes y estructura interna de los acumuladores de plomo convencionales.
 Fuente: CONAMA/GTZ *Guía técnica sobre manejo de baterías de plomo ácido usadas*, Pág. 14.

4.6.2 Clasificación y Tipo de Baterías

Las baterías se clasifican según su aplicación o según su construcción. De acuerdo a su aplicación o uso, las baterías de ácido plomo se ordenan en:

. **Baterías de arranque:** Diseñadas especialmente para arrancar los motores de combustión. Son utilizadas en automóviles, camiones, motos, tractores, embarcaciones y aeronaves, entre otros. Las baterías de arranque están diseñadas para suministrar gran intensidad de corriente en pocos segundos.

. **Baterías de tracción:** Especialmente construida para suministrar energía a vehículos eléctricos tales como grúas horquillas, transpaletas y apiladores eléctricos, carros de golf y sillas de rueda. Las baterías de tracción están diseñadas para suministrar cantidades relativamente bajas de corrientes por largos periodos de tiempo.

. **Baterías estacionarias o de reserva:** Diseñadas para aplicaciones en sistemas de alarma de incendios, alumbrado de emergencia, sistemas de alimentación ininterrumpida y telecomunicaciones, entre otros. Las baterías estacionarias están constantemente siendo cargadas (carga de flotación) para compensar la pérdida de capacidad debido a la autodescarga.

Alternativamente, se pueden clasificar en **baterías de arranque y baterías de ciclo** (o ciclado) **profundo**, siendo éstas últimas aquellas que están especialmente diseñadas para soportar un alto número de descargas de hasta un 80%. Las **baterías “marinas”** son un híbrido entre ambos tipos de baterías.

Según la tecnología de fabricación empleada, se distinguen en:

. **Batería abierta o ventilada:** Las baterías abiertas son las más convencionales y se caracterizan por tener orificios de acceso a su interior con tapones removibles, los cuales permiten la verificación del nivel y gravedad específica del electrolito, la eventual reposición del agua perdida y que los gases producidos en su interior pueden escapar a la atmósfera. Invariablemente, el electrolito en estas baterías se encuentra en estado líquido.

. **Batería sellada o regulada por válvula:** Batería en que el escape de los gases producidos por la electrólisis del electrolito es controlado automáticamente por una válvula sensitiva a la presión. Las baterías selladas emplean placas de plomo calcio y son de “*libre mantenimiento*” o “*sin mantenimiento*”, concepto empleado para las baterías que por tener un insignificante consumo de agua durante la carga y por tener una baja autodescarga durante el almacenamiento, bajo condiciones de uso normales, no necesitan adiciones de agua durante toda su vida útil y durante un almacenamiento de al menos 15 meses antes de la venta, no

necesitan recargas. Según el estado en que se encuentre el electrolito, las baterías selladas se clasifican en: **baterías de gel** y **baterías de electrolito absorbido** (AGM) por sus siglas en inglés “*Absorbed Glass Mat*”.

4.6.3 Tabla Composición en Masa Batería de Ácido-Plomo

En la siguiente tabla se presenta la composición en masa promedio de una batería de arranque de plomo ácido:

Tabla 1: Composición en masa de baterías.

Fuente: Ing. Carlos Arturo Álvarez M. *Gestión integral de residuos especiales en el sector transporte*, Capítulo 3, Pág. 28.

COMPONENTES	% Aprox.
Plomo (Masa activa+Plomo)	62
Electrolito (H ₂ O+H ₂ SO ₄)	26
Polipropileno(Contenedor+Accesorios Plásticos)	8.9
Otros (Separadores)	6

En la siguiente tabla se presenta el porcentaje de recuperación de los materiales que constituyen una BAPU:

Tabla 2: Porcentaje de recuperación de materiales.

Fuente: Ing. Carlos Arturo Álvarez M. *Gestión integral de residuos especiales en el sector transporte*, Capítulo 3, Pág. 28.

TRATAMIENTO	DESECHOS	%
Relleno PVC	PVC D250	100
Relleno Plástico (excl. PVC)	PP. moldeado por inyección	100
Reciclaje de Plomo	Plomo I	100
Tratamiento no conocido	Desechos remanentes	100

4.7 Descripción del Proceso de Producción de una Batería de Acido-Plomo

El proceso de producción de BAP está conformado de las siguientes etapas:

- **Fundición:** Este proceso consiste en fundir barras de plomo a una temperatura de 400° F aprox. y utilizando diferentes tipos de moldes obtenemos rejillas de plomo.

- **Empaste:** Este proceso consiste en mezclar óxido de plomo con aditivos especiales y ácido sulfúrico, hasta formar una masa de determinada dureza y densidad la que es aplicada a la rejilla para obtener placas crudas positivas y negativas.
- **Oxidación:** Se transforma plomo electrolítico sólido en óxido de plomo en polvo, mediante un proceso de fricción a determinada temperatura.
- **Formación:** Se convierte el óxido de plomo de las placas negativas y positivas en plomo esponjoso y peróxido de plomo respectivamente. En este proceso las placas crudas son tratadas con solución electrolítica y corriente continua, transformándose en placas formadas.
- **Ensamble:** En este proceso se ensamblan placas formadas, separadores, caja, tapa y postes interiores (plomo) para obtener la batería seca.
- **Carga:** En esta etapa se llenan las baterías secas con solución electrolítica de 1.250 gr./cm³ para baterías automotrices, o 1.280 gr./cm³ para baterías industriales. Luego las baterías son cargadas, recibiendo un determinado voltaje y corriente continua.

4.8 Análisis de Ciclo de Vida (ACV) Batería de Ácido-Plomo ¹⁸

La concepción de ciclo de vida de productos y residuos deberá ser la base para el desarrollo de un modelo conceptual que permita abordar un adecuado sistema de gestión de residuos. Es una herramienta analítica cuyo propósito es evaluar la carga ambiental de un producto en todas las etapas de su ciclo de vida, las cuales incluyen:

- Extracción de materias primas.
- Producción de materiales, partes del producto y el producto en sí.
- Uso de éste.
- Y la etapa final:
- Reutilización.
- Reciclaje.
- Disposición final o una combinación de ellas.

En el siguiente diagrama, se muestra el ciclo de vida de las BAP:

¹⁸ Fuente: *Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe, Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos (2005), tomo I, Referencia: Fundamentos, p.36.*

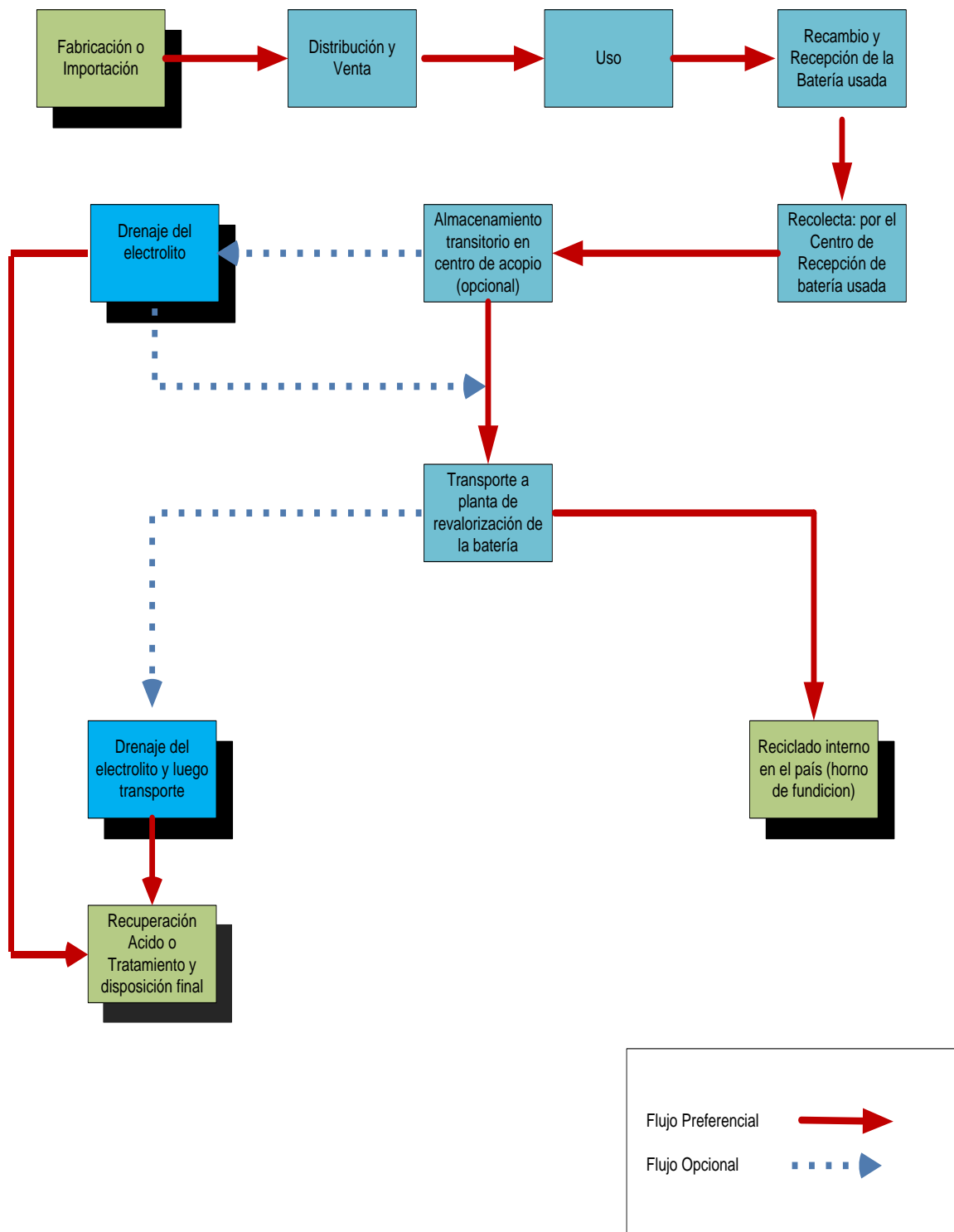


Figura 2: Ciclo de vida de una BAP integrado a un sistema de gestión adecuado.

Fuente: *Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos - Tomo II – Cap. 3, Pág. 30. Fichas Temáticas.*
 Referencia: Baterías Plomo-Acido.

En la siguiente tabla se presentan para cada fase de la gestión de las BAPU los riesgos de contaminación asociados, así como las recomendaciones para la gestión ambientalmente correcta de las mismas:

Tabla 3: Riesgos y recomendaciones para el manejo de las BAPU.Fuente: *Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos – Tomo II (BAP), Capítulo 3, Pág. 31 y 32.*

Fase	Riesgo de contaminación	Recomendaciones
Importación y/ó Fabricación	Derivado del ingreso de las baterías a un sistema informal de recuperación de plomo.	<ul style="list-style-type: none"> - Los importadores o fabricantes son los que introducen las baterías en el mercado, por lo que la mayoría de las normativas los consideran responsables del residuo. En este marco a través de su cadena de distribución, deben promover la devolución de la batería agotada por parte del cliente (ya sea por incentivos económicos o por concientización del cliente). - Por otro lado, las autoridades competentes deberán coordinar con las autoridades aduaneras el control de la importación de baterías, de modo que sólo operen empresas debidamente autorizadas.
Recepción de la batería usada en los centros de ventas.	<p>Perdida del electrolito.</p> <p>Ingreso de las baterías a un sistema informal, las cuales se destinan a fundiciones de plomo ambientalmente no adecuadas dentro del país.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Los centros de venta, deben recibir las baterías usadas y contar con la infraestructura necesaria para almacenarlas en forma segura. - Depositar las baterías en contenedores de plástico o sobre bandejas plásticas. - No realizar el drenaje del electrolito en los centros de recepción. - Los centros de recepción deben entregar baterías únicamente a los sistemas de recolección habilitados, evitando el circuito informal.
Transporte	Derrame de electrolito por vuelco de las baterías o pérdida del electrolito.	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar las baterías sobre pallets y envolverlos con film adherente para ajustar la carga y colocarlos sobre bandejas plásticas o dentro de contenedores plásticos sellados. - El vehículo debe estar identificado con los símbolos

		<p>de transporte para materiales corrosivos y peligrosos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se deben utilizar documentos de carga. - Contar con planes de contingencia y productos tales como soda o cal para neutralizar posibles derrames. - Realizar el recorrido por rutas de bajo tráfico. - La empresa de transporte debe contar con la autorización del organismo competente.
<p>Centros de Acopio Transitorio</p>	<p>Derrame de electrolito por vuelco de las baterías o pérdidas de electrolito.</p> <p>Existe un alto riesgo por robos de baterías, que se destinan a fundiciones informales dentro del país.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Pisos anticorrosivos, con sistema de conducción y contención de derrames. - Contar con materiales para neutralizar derrames (soda o cal). - Almacenar en pallets estibados en forma segura. - Contar con sistema de seguridad para evitar el ingreso de terceros. - Los centros de acopio deben contar con las autorizaciones de los organismos competentes.
<p>Reciclado- Etapa de Drenaje</p>	<p>Efluente ácido y con alto contenido de plomo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - En los casos en que no se recupere el electrolito, previo al vertido de efluentes, se debe neutralizar el ácido y precipitar el plomo como hidróxido de plomo. - Controlar la concentración de plomo en el efluente según los estándares de emisiones que establezca la reglamentación vigente.
<p>Reciclado- Etapa de</p>	<p>Efluente ácido y con alto</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tratar el agua de lavado previo al vertido del efluente, neutralizando el ácido y precipitando el plomo como hidróxido de plomo.

Separación de Partes Plásticas y Limpieza del Plástico	<p>contenido de plomo.</p> <p>Residuos sólidos no valorizables como la ebonita.</p>	<p>- La ebonita puede entrar al horno de fundición como agente reductor. Si esto no es posible, se dispondrá en rellenos de seguridad o relleno sanitario, dependiendo de la eficiencia del lavado.</p>
Reciclado- Etapa de Fundición	<p>Emisiones gaseosas con plomo, material particulado (MP) y anhídrido sulfuroso (SO₂).</p> <p>Residuos sólidos: escoria con alto contenido de plomo.</p> <p>Polvo del sistema de tratamiento de gases.</p>	<p>- La salida del horno de fundición debe contar con un sistema de tratamiento de emisiones gaseosas, que retenga el MP (a donde se adhiere el plomo), como precipitadores electrostáticos para partículas grandes seguidos de filtros mangas para retención de la fracción de bajo tamaño, seguido de un lavador básico para absorber los vapores ácidos (SO₂).</p> <p>- Por ser residuos peligrosos, las escorias se deben disponer en rellenos de seguridad.</p> <p>- El polvo puede ingresarse nuevamente al horno de fundición.</p> <p>- Se debe controlar la emisión de plomo, material particulado y SO₂ en boca de chimenea de acuerdo a la reglamentación vigente. En caso de no contar con legislación nacional, se recomienda usar como referencia reglamentaciones reconocidas a nivel internacional.</p> <p>- El organismo de competencia ambiental debe autorizar y controlar la planta de fundición.</p>
Exportación de Baterías o Placas de Plomo		<p>- La exportación se debe realizar de acuerdo al Convenio de Basilea por tratarse de un residuo peligroso, siempre y cuando la legislación del país lo permita.</p>

4.9 Usos del Plomo ¹⁹

El plomo tiene una gran variedad de aplicaciones esenciales en áreas tales como transporte, comunicaciones, construcción y la producción mediante la transmisión de energía. La distribución porcentual entre los usos en la economía del mercado de los países es dada en la figura 3.

Por lejos, el uso más grande de plomo es en la fabricación de BAP (cerca del 80% del consumo total de plomo mundial). Se calcula que el uso del plomo en baterías de plomo a nivel mundial es al menos ocho veces mayor que el uso que le sigue, como lo es la industria química.

La caída de su uso en un año particular, dice sólo parte de la historia acerca del modelo de consumo, ya que nos indica cómo las nuevas áreas individuales de aplicación cambian con el tiempo. Las tendencias en los mercados del uso final durante los últimos diez años, muestran que las baterías no son meramente el uso más grande del plomo, sino que esto es muestra del crecimiento de su uso.

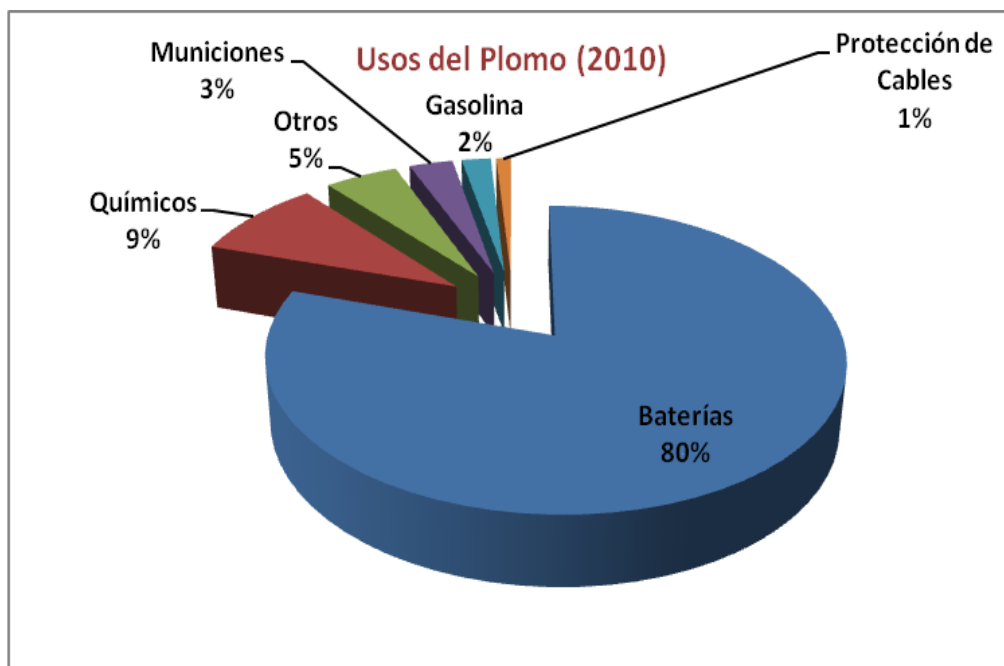


Figura 3: Usos y aplicaciones del plomo en la industria mundial.

Fuente: *International Lead and Zinc Study Group*.

¹⁹ Fuente: *BIMAR CHILE, Extracto de DIA presentada al S.E.I.A (2003), punto 2.3.2, p.19.*

4.10 Escenario Actual de las Baterías de Ácido-Plomo en Chile

Cabe destacar que el movimiento transfronterizo de BAPU en Chile hacia el mercado extranjero era importante y frecuente, tal como se mostrarà en el punto 4.10.3 y se graficarà en la figura 6. Sin embargo, en este período se pusieron en operación en Chile, varias plantas para el reciclaje de baterías (hornos de fundición), que se enumeran más adelante según su actividad, con capacidad instalada para tratar la producción completa de baterías usadas del país.

Esta práctica de exportación de este residuo peligroso desde Chile hacia el extranjero, era recomendada como alternativa de buena práctica válida de manejo para las BAPU, ya que incluso en la “Guía Técnica sobre Manejo de Baterías de Plomo Acido Usadas”, elaborado por la CONAMA y el MINSAL, en el Capítulo 5, punto 5.2, Pág. 56, correspondiente al Movimiento Transfronterizo, indicaba cómo se debían llevar a cabo los trámites de declaración y seguimiento de las BAPU, dando cumplimiento al DS 685/92 del Ministerio de Relaciones Exteriores, DS que aprueba el Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación.

Actualmente en Chile existe una capacidad instalada de plantas de hornos de fundición para el reciclaje de BAPU, que resulta suficiente para los volúmenes generados de este residuo peligroso a nivel nacional, tomando en consideración el “Informe sobre Capacidad de Eliminación” de BAPU, elaborado por el MINSAL.

Dado este nuevo escenario nacional, el MINSAL publica el DS 02/10²⁰ el 15 de enero del 2010, el que “Regula la Autorización de Movimientos Transfronterizos de Residuos Peligrosos Consistentes en Baterías de Plomo Usadas, el que principalmente indica:

Considerando:

- Que, por su parte, el Convenio de Basilea, en su artículo 4.9 faculta a los Estados Parte a permitir el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos, sólo si en el Estado de exportación no se dispone de la capacidad técnica ni de los servicios o de los lugares de eliminación adecuados a fin de eliminar los desechos de manera racional y eficiente.
- Que, de lo señalado en el “Informe sobre Capacidad de Eliminación” elaborado por el Departamento de Salud Ambiental del Ministerio de Salud, consta que en el país existe la

²⁰ Se adjunta el referido instrumento legal, así como la respectiva respuesta del SEREMI R.M. atingente al tema (anexos 2 y 3).

capacidad técnica para eliminar los residuos peligrosos consistentes en baterías usadas de manera ambientalmente racional y eficiente.

- Que, en el último tiempo se ha evidenciado un creciente movimiento transfronterizo de baterías usadas que contienen plomo, y cuyo inadecuado manejo significa un riesgo para la salud de quienes intervienen en esta actividad y un severo daño al medio ambiente.

- Que, por las razones antes enunciadas, dicto lo siguiente:

Decreto:

1°.- Se prohíbe el movimiento transfronterizo de baterías de plomo usadas, desde Chile a terceros países, en tanto existan en el país instalaciones con capacidad para procesar estos residuos peligrosos.

4.10.1 Cálculo de la Capacidad de Producción de Plomo

El mercado del plomo en Chile está basado principalmente en dos sectores:

- La fabricación de baterías.

- Los ánodos de plomo para las Celdas Electrolíticas EW requeridas para hacer circular una corriente eléctrica continua de baja intensidad, *“Chile es el más grande productor de cobre y una parte considerable es como cátodos de cobre producidos por medio del proceso SE-EW, que es un gran consumidor de ánodos de plomo. El 65%, que significa que 4.100 toneladas/año del plomo para ánodos es importado de Perú, el equilibrio es producido reciclando los ánodos gastados”*.²¹

4.10.2 El Plomo para los Fabricantes de Baterías²²

El consumo de plomo para la fabricación de nuevas baterías es como sigue: 653.000 baterías x 18kg. (peso promedio) x 60% (aprox. plomo x batería) = 7.000/toneladas/año de plomo para baterías. Del cual 1.800 toneladas/año de plomo es suministrado internamente por los principales recicladores mencionados más adelante: 3.000 toneladas/año de baterías x 60% = 1.800 toneladas/año de plomo (ver tabla 4).

En Chile cinco compañías fabrican baterías nuevas de plomo, de las cuales las siguientes son las mayores:

²¹ Fuente: BIMAR CHILE LTDA; DIA presentada al S.E.I.A “Proyecto de Reciclaje de Baterías Usadas de Plomo” (2003), p.23.

²² Fuente: Información suministrada por Consultores A.C.C.A. LTDA.

Tabla 4: Empresas fabricantes de BAP en Chile.

Fuente: *Consultores A.C.C.A. LTDA.*

Fabricante	Producción
Goodyear	550.000 piezas/año
Firestone	80.000 piezas/año
Metropolitan	14.000 piezas/año
Otros	9.000 piezas/año
Sub. Total	653.000 piezas/año
Baterías regeneradas	67.000 piezas/año
Total de Baterías Nuevas	720.000 piezas/año

4.10.3 Consumo de Baterías Ácido-Plomo en Chile ²³

Aunque en Chile se fabrican actualmente BAP, éstas se hacen insuficientes para satisfacer la demanda interna, siendo ésta satisfecha por BAP importadas principalmente, según el arancel aduanero chileno desde Brasil, Corea del Sur, Colombia, China, Perú y Taiwán.

Tal como se observa en las figuras 4 y 5, en el país se comercializan anualmente sobre el millón de baterías de plomo. El año 2007, el 80% de las baterías correspondían a baterías de arranque con electrolito líquido y el 19% a baterías de arranque de gel o con separadores a base de fibra de vidrio absorbente AGM (Absorbed Glass Mat). El mercado de las baterías de arranque ha ido en aumento durante los últimos años, debido probablemente al incremento del parque automotor, que según estadísticas del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), este parque sumaba 3.654.727 vehículos motorizados al 2011; siendo las baterías automotrices (autos y camionetas) las que ocupan el mayor porcentaje de ventas cercano al 89%, seguidas por las comerciales, que son utilizadas principalmente en buses y camiones.

²³ Fuente: *CONAMA/GTZ, Guía técnica sobre manejo de baterías de plomo ácido usadas, punto 2.5, cap. 2, p. 21, www.respel.cl*

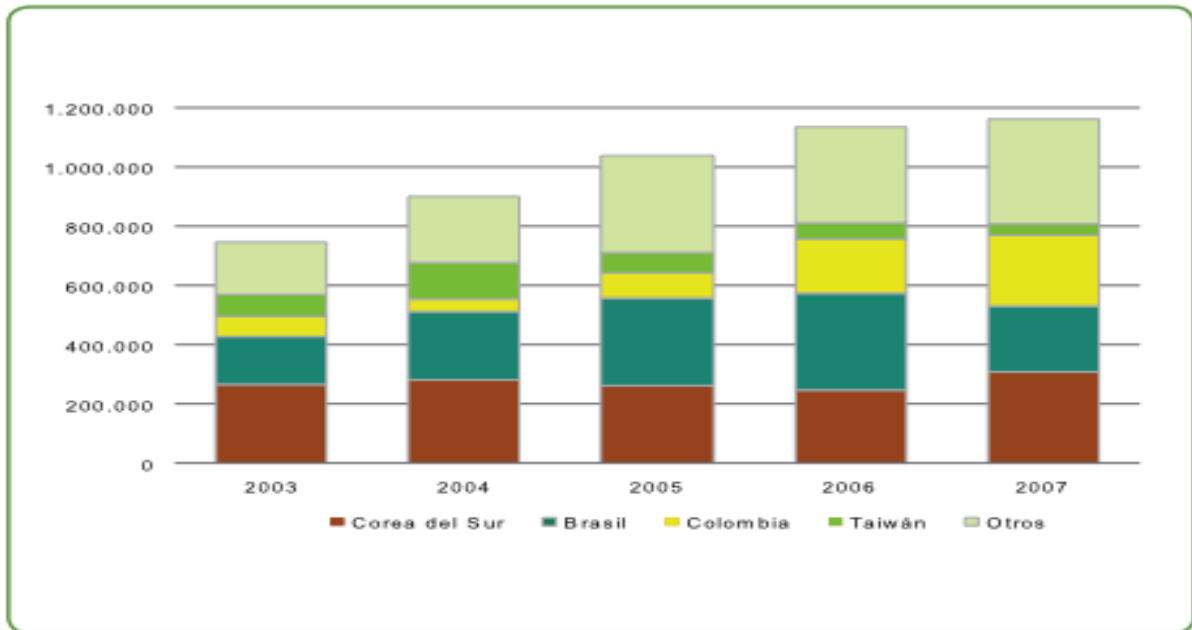


Figura 4: Número de baterías de arranque con electrolito líquido comercializado en Chile, años 2003-2007.
Fuente: *Arancel Aduanero Chileno* - Importaciones- Exportaciones de acumuladores de plomo comprendidos en la subpartida 8507.1010.

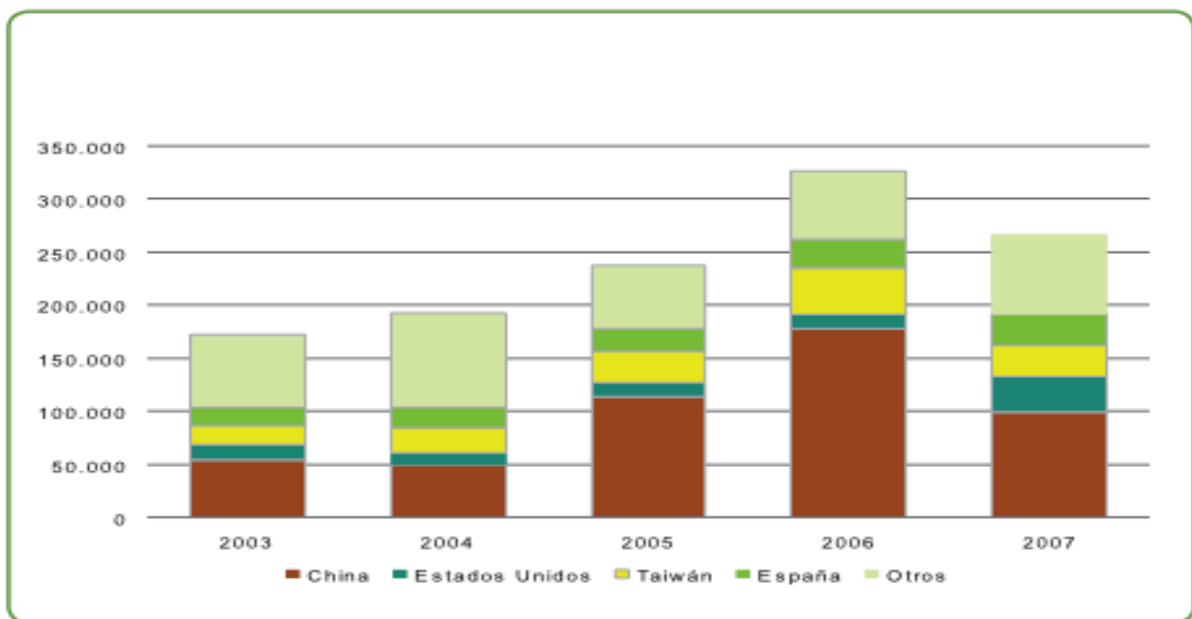


Figura 5: Número de baterías de tracción y estacionarias comercializadas en Chile, años 2003-2007.
FUENTE: *Arancel Aduanero Chileno* - Importaciones- Exportaciones de acumuladores de plomo comprendidos en la subpartida 8507, 2000.

El peso promedio de las baterías es de 18 kg., considerando que el peso de una batería de auto es de 15 kg., una batería de camión es más de 30 kg. y las baterías industriales alcanzan hasta 40 kg. La cantidad de baterías que circulan en Chile es:

Tabla 5: Calculo de masa BAP en Chile.

Fuente: Elaboración propia.

Masa	Peso
Parque de vehículos en circulación ²⁴	3.654.727
Peso promedio de batería	18 Kg.
Peso total estimado	65.785 Ton.

Según las directrices del Convenio de Basilea, sobre el manejo ambientalmente adecuado de las BAP, indican una vida estándar de una batería en Sudamérica de 1.8 años. Considerando que el parque automotriz en Chile es comúnmente más nuevo que los otros países sudamericanos, tiene sentido considerar 2 años de vida uniforme²⁵. De lo anterior, se puede inferir que la cantidad de baterías usadas disponibles en el país por año, debiera ser de 32.892 toneladas aproximadamente.

En el año 2007, un número importante de las baterías de plomo usadas generadas en Chile, fueron eliminadas en el extranjero, exportándose a Venezuela y Perú “*cuarto productor de plomo a nivel mundial según la USGS*”, un total de 6.964.489 kg. de “desperdicios y desechos de pilas, baterías de pilas o acumuladores eléctricos; pilas, baterías de pilas y acumuladores eléctricos, inservibles”²⁶. Cantidad que puede representar, asumiendo un peso promedio de 13 kg. para una batería de plomo drenada, aproximadamente 500.000 baterías. El resto de las baterías fue fundamentalmente reciclado internamente en el país en hornos de fundición autorizados, o eliminado por destinatarios desconocidos.

Por su parte, el electrolito fue eliminado en instalaciones autorizadas mediante neutralización y precipitación, o incorporado a combustible alternativo de hornos de cemento, o fue eliminado por destinatarios no autorizados mediante vertido al suelo o alcantarillado, u otros destinos desconocidos²⁷.

²⁴ Fuente: *Instituto Nacional de Estadísticas de Chile (2011)*.

²⁵ Fuente: *BIMAR CHILE, DIA planta reciclaje BAPU (2003)*, p.21.

²⁶ Fuente: *Arancel Aduanero Chileno, Subpartida 8548.10 del Arancel Aduanero Chileno*.

²⁷ Fuente: *CONAMA/GTZ, Guía técnica sobre manejo de baterías de plomo ácido usadas, punto 2.5, cap.2, p.22, www.respel.cl*

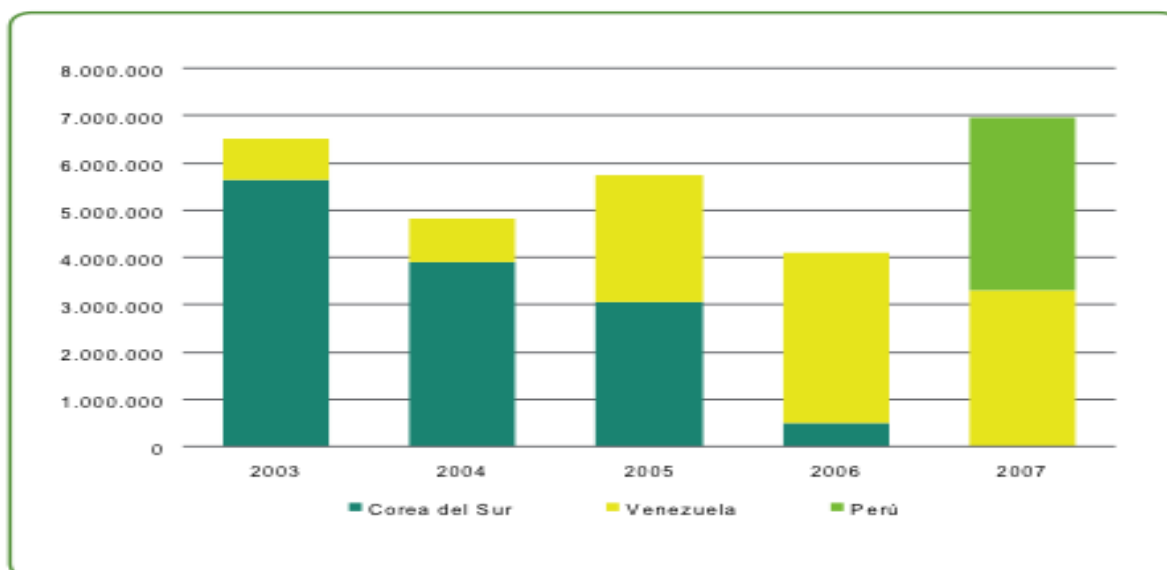


Figura 6: Desperdicios y desechos de pilas, baterías o acumuladores exportados desde Chile, Kilogramos.
 Fuente: *Guía técnica sobre manejo de baterías de plomo ácido usadas, Punto 2.5 – Cap. 2, Pág. 23. Referencia: Proyecto CONAMA/GTZ.*

4.10.4 Compra y Venta de BAPU en Chile

En las siguientes tablas, se presentan las principales empresas que manejan BAPU en Chile, ordenadas según su actividad:

Tabla 6: Compra y venta de BAPU.

Fuente: *Elaboración propia.*

EMPRESA	ACTIVIDAD	UBICACIÓN	MONTO INVERSIÓN
- ECOBAT www.ecobat.cl	- Compra, transporte y venta mayorista de BAPU a Emp. Recicladoras.	- Comuna de Viña del Mar, Región de Valparaíso. (Cobertura a nivel nacional).	- Se desconoce.

Tabla 7: Compra y regeneración de BAPU.

Fuente: *Elaboración propia.*

EMPRESA	ACTIVIDAD	UBICACIÓN	MONTO INVERSIÓN
- RUTA ANDINA www.rutaandina.cl	- Compra, recuperación, regeneración y venta de baterías usadas.	- Comuna de Santiago (Cobertura Región Metropolitana).	- Se desconoce.

Tabla 8: Compra y reciclaje de BAPU.Fuente: *Elaboración propia.*

EMPRESA	ACTIVIDAD	UBICACIÓN	MONTO INVERSIÓN
- TECNOREC www.tecnorec.cl	- Compra, transporte y reciclaje de BAPU.	- Comuna de San Antonio, Región de Valparaíso. (Cobertura a nivel nacional).	- \$U.S. 14 millones.
- BIMAR CHILE LTDA.	- Compra y reciclaje de BAPU.	- Comuna de Coquimbo, Región de Coquimbo. (Cobertura a nivel nacional).	- \$U.S. 16 millones.
- VYHMEISTER Y CIA. LTDA.	- Compra y reciclaje de BAPU.	- Comuna de Negrete, Región del Bío Bío. (Cobertura regional y sur del país).	- Se desconoce.
- RECIMAT LTDA. www.recimat.cl	- Compra, transporte y reciclaje de BAPU.	- Comuna de Calama, Región de Arica y Parinacota. (Cobertura a nivel nacional).	- Se desconoce.
- RECIMET LTDA.	- Compra y reciclaje de BAPU.	- Comuna de Los Ángeles, Octava Región. (Cobertura regional).	- \$U.S. 2.5 millones.
- EMA S.A.	- Compra y reciclaje de BAPU.	- Comuna de San Antonio, Región de Valparaíso. (Cobertura a nivel nacional).	- Se desconoce.

Tabla 9: Disposición final de BAPU.Fuente: *Elaboración propia.*

EMPRESA	ACTIVIDAD	UBICACIÓN	MONTO INVERSIÓN
- HIDRONOR CHILE S.A. www.hidronor.cl	- Tratamiento para disposición final en relleno de seguridad.	- Comuna de Maipú, Región Metropolitana (Cobertura a nivel nacional).	- Se desconoce.

Cabe destacar que algunas de las empresas antes mencionadas como ECOBAT y RECIMAT, emiten un certificado el cual se entrega a los generadores de las BAPU, que certifica el correcto manejo y disposición final de los residuos BAPU.

4.11 Riesgos Potenciales y Medidas de Seguridad en el Manejo de las BAPU

Para los efectos es importante tomar en cuenta que la exposición a los residuos peligrosos, o contaminantes derivados de los mismos, puede ser **directa** o **indirecta**. La primera corresponde al contacto directo con los residuos, mientras que la indirecta se da cuando existe

contacto con un medio que ha sufrido contaminación derivada de los mismos, mediante liberación y transferencia de contaminantes al aire, agua, suelo y alimentos²⁸

Las baterías poseen dos sustancias peligrosas: el electrolito ácido y el plomo. El primero es corrosivo, tiene alto contenido de plomo disuelto y en forma de partículas puede causar quemaduras en la piel y en los ojos. El plomo y sus compuestos (dióxido de plomo y sulfato de plomo entre otros), son altamente tóxicos para la salud humana, ingresan al organismo por ingestión o inhalación y se transportan por la corriente sanguínea acumulándose por todos los órganos, especialmente en los huesos. La exposición prolongada puede provocar anemia, que es uno de los primeros efectos, y afectar el sistema nervioso central, cuyas consecuencias van desde sutiles cambios psicológicos y de comportamiento, hasta graves efectos neurológicos, siendo los niños la población en mayor riesgo.

Cuando el plomo entra el medio ambiente no se degrada, pero sus compuestos son transformados por la luz natural, el aire y el agua. El plomo puede permanecer adherido a partículas del suelo o de sedimento en el agua durante muchos años. Los riesgos más importantes y sus efectos se muestran a continuación en las siguientes tablas²⁹:

Tabla 10: Características del Dióxido de Plomo.

Fuente: Información anexada por ECOSAM Consultores a DIA presentada por Empresa Baterías Palmher al SEIA.

FICHA : DIÓXIDO DE PLOMO (Pb O₂)

TIPOS DE PELIGRO / EXPOSICIÓN	PELIGROS / SÍNTOMAS AGUDOS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS
INCENDIO	No combustible pero facilita la combustión de otras sustancias. En caso de incendio se desprenden humos tóxicos e irritantes	No poner en contacto con sustancias inflamables ni con agentes reductores.	En caso de incendio en el entorno utilizar agua pulverizada.
EXPLOSIÓN	Riesgo de incendio y explosión en contacto con sustancias combustibles y agentes reductores.		

²⁸ Fuente: Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe, Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos (2005), tomo I, p.33.

²⁹ Fuente: Secretaria del Convenio de Basilea, Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos, Fichas Temáticas, Referencia: Directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de los acumuladores de ácido plomo de desecho (2003), www.basel.int

EXPOSICION		Evitar exposición de mujeres embarazadas.	
INHALACION		Ventilación localizada o protección respiratoria	Aire limpio y reposo
PIEL		Guantes protectores.	Quitar las ropas contaminadas y lavar la piel con agua y jabón.
OJOS		Gafas de protección de seguridad	Enjuagar con abundante agua, proporcionar asistencia médica.

Tabla 11: Características del Acido Sulfúrico.

Fuente: Información anexada por ECOSAM Consultores a DIA presentada por Empresa Baterías Palmher al SEIA.

FICHA : ÁCIDO SULFURICO (H₂ SO₄)

TIPOS DE PELIGRO / EXPOSICIÓN	PELIGROS / SÍNTOMAS AGUDOS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS
INCENDIO	No combustible desprende humos (o gases) tóxicos o irritantes en caso de incendio.	No poner en contacto con sustancias inflamables, no poner en contacto con combustible.	No utilizar agua. En caso de incendio en el entorno, utilizar polvo espuma dióxido de carbono
EXPLOSIÓN			En caso de incendio: mantener frío los bidones y demás instalaciones rociando con agua pero no en contacto directo con el agua.
EXPOSICIÓN		Evitar formación de niebla, evitar todo contacto.	Consultar al médico.
INHALACION	Corrosivo, tos, dificultad respiratoria. dolor de garganta	Ventilación localizada o protección respiratoria.	Área cuerpo, reposo.
PIEL	Corrosivo, dolor, enrojecimiento, quemaduras cutáneas graves.	Guantes protectores y trajes de protección	Quitar ropa, aclarar la piel con abundante agua

OJOS	Corrosivo, dolor, enrojecimiento, quemaduras profundas graves.	Pantalla facial o protección ocular combinada con protección respiratoria	Enjuagar con abundante agua durante varios minutos, proporcionar asistencia medica.
INGESTIÓN	Corrosivo, dolor abdominal, vómitos, colapso.	No comer, beber ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca, dar a beber agua, no provocar vòmito.

4.12 Medidas de Seguridad en el Almacenamiento y Manipulación de las BAPU ³⁰

En consideración a los riesgos que representan las BAPU, se aconseja adoptar durante su almacenamiento y manipulación las medidas de seguridad que se indican a continuación, además de todas las indicadas por el fabricante o proveedor.

Se recomienda el uso de equipos de protección personal, incluyendo antiparras para la vista, ropa de trabajo resistente al ácido y guantes de goma o plástico resistente a éste.

El agua de reposición de las baterías (abiertas o ventiladas) debe ser agua destilada, por lo que su manejo no precisa el empleo de equipos de protección personal. Sin embargo, al rellenar la batería se debe evitar un llenado excesivo que provoque el desbordamiento del electrolito. Si se necesita preparar electrolito, por ejemplo al activar baterías cargadas en seco, se debe verter el ácido sobre el agua; nunca debe verterse agua sobre ácido sulfúrico concentrado.

Las áreas de manejo y almacenamiento de BAPU deben estar equipadas con lavaojos y disponer de medidas para contener líquidos en caso de un derrame del electrolito. Para contener derrames pequeños se debe contar con arena seca, tierra, vermiculita *“término genérico para un mineral de la familia de la mica compuesto básicamente por silicatos de aluminio, magnesio y de hierro. Estos granos son incombustibles e insolubles en agua y con todos los disolventes orgánicos”*, u otro material no combustible para neutralizar derrames pequeños de electrolito, cuando sea posible, se debe disponer de bicarbonato de sodio o cal. Como medio de extinción de incendios, se recomienda disponer extintores tipo C (dióxido de carbono, polvo químico seco).

³⁰ Fuente: Información anexada por ECOSAM Consultores a DIA presentada por Empresa Baterías Palmher al SEIA (2008).

Para evitar riesgos de electrocución y cortocircuitos, cuando se trabaje con baterías, se recomienda observar las siguientes precauciones generales:

- Remover relojes, anillos u otros objetos metálicos de las manos que pudieran entrar en contacto accidentalmente con los bornes de la batería.
- No dejar herramientas u objetos de metal sobre las baterías.
- Usar guantes y botas de goma.
- Usar herramientas con mangos aislantes.
- Desconectar la fuente de carga antes de conectar o desconectar terminales de la batería.
- Determinar si la batería está haciendo contacto inadvertidamente. De ser así, se debe remover la fuente de tierra, pues del contacto con cualquier parte de la batería conectada a tierra puede resultar un choque eléctrico.

Para evitar riesgos de incendios, debe prohibirse fumar y no permitir en las cercanías de las baterías ningún tipo de fuego, chispa o cuerpos incandescentes. Asimismo, la ventilación debe ser suficiente para que la concentración ambiental de vapores de ácido sulfúrico no superen los límites permisibles ponderados y temporales de 0,8 y 3 mg/m³ respectivamente, según el Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo (Decreto Supremo N°594, del 15 de septiembre de 1999 del Ministerio de Salud).

5. DESARROLLO DE LA TESIS

5.1 Introducción

En los capítulos anteriores se presentó la línea de base del escenario actual de las BAPU en Chile a través de un abordaje metodológico bibliográfico-documental, tomando como ejes la importancia del correcto manejo de las BAP al terminar su vida útil, los convenios internacionales ratificados por nuestro país y el marco normativo aplicable al manejo del residuo peligroso BAPU, todo ello con el propósito de sentar las bases para elaborar una propuesta para el correcto proceso de valorización y reciclaje de dicho residuo. En esta sección se presentan las recomendaciones de organismos competentes en Chile, que cumplen con toda la normativa aplicable al referido residuo peligroso. Se busca en este capítulo mostrar las alternativas correctas de Valorización y procesos de Reciclaje de BAPU.

5.2 Alternativas de Valorización de las BAPU ³¹

Al final de su vida útil, la batería contiene la misma cantidad de plomo que el producto nuevo. Por esta razón, la batería usada adquiere un valor comercial significativo ya que es posible reciclar el plomo a través de un proceso de fundición, tal como se pudo apreciar en la tabla 2 del presente trabajo.

A efectos de recuperar el plomo en forma ambientalmente adecuada, es esencial que exista un sistema de gestión formal, que contemple todos los pasos a seguir, desde que una batería se convierte en residuo hasta el proceso de fundición. Los principales beneficios de contar con un sistema de gestión formal son:

- Evitar el vertido del electrolito, que además de ser muy corrosivo, contiene alta concentración de plomo disuelto y partículas que contaminan el suelo y las aguas.
- Evitar que se recupere el plomo en fundiciones no autorizadas, con tecnologías no adecuadas ambientalmente, que pueden contaminar el suelo y el aire, por la emisión gaseosa de plomo, con importantes consecuencias para la salud expuestas en el punto anterior.

³¹ Fuente: *Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe, Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos (2005), Alternativas de Gestión de la Batería Usada, cap.3.3, p.29 y 30.*

Las diferentes etapas involucradas en la gestión que se inicia con la recepción de las BAPU, en los centros de recepción hasta la etapa final del reciclado, presentan riesgos de contaminación si no se realiza de forma adecuada. En este caso debiendo contar con la infraestructura, tecnología de fundición y sistemas de tratamiento de emisiones adecuados.

En la separación de las partes de la batería de ácido-plomo para su reciclado, se generan tres corrientes de residuos: electrolito ácido, placas de plomo y plásticos; cuyas opciones de recuperación, valorización o disposición final se esquematizan en el siguiente gráfico:

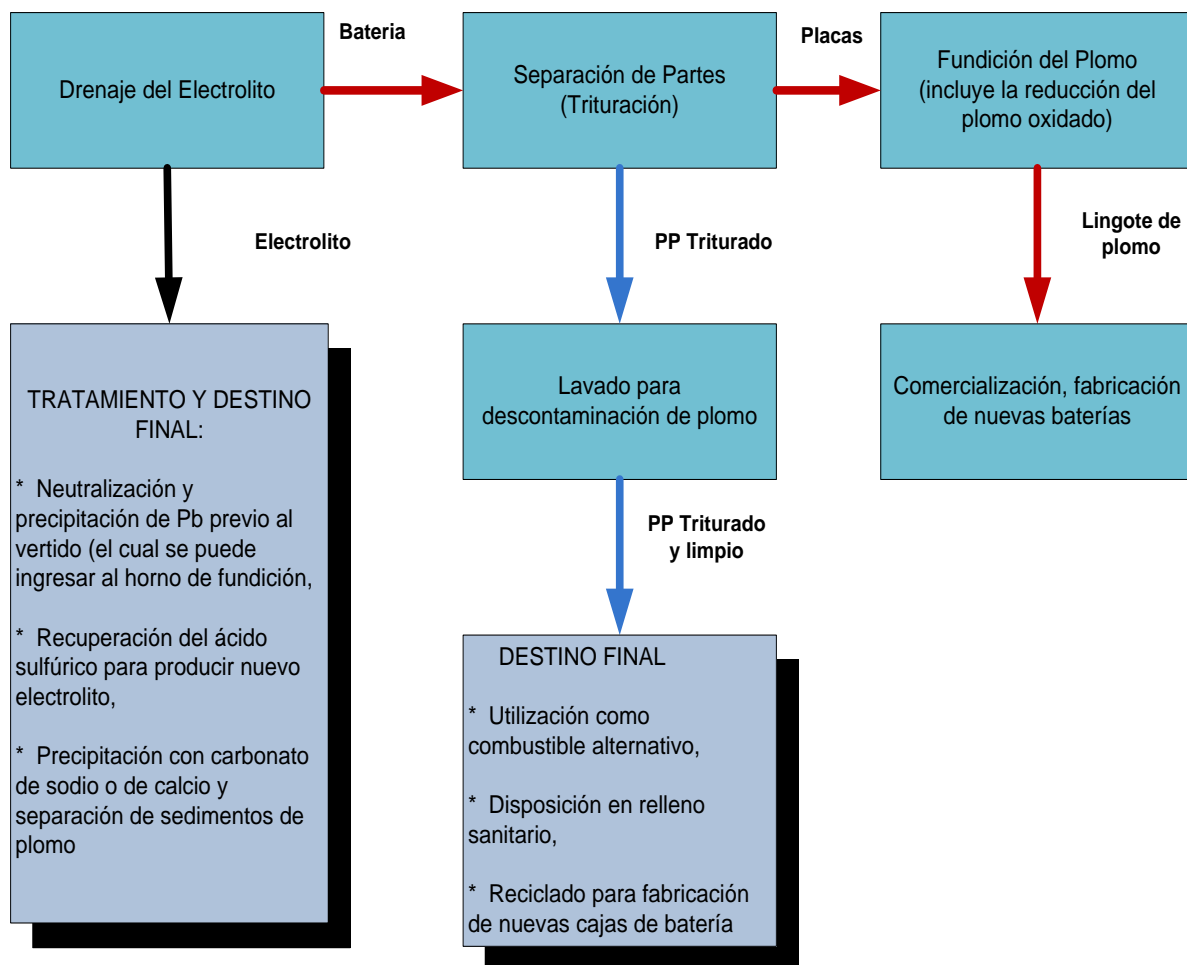


Figura 7: Opciones de eliminación de los componentes de las baterías de plomo ácido usadas.
Fuente: CONAMA/GTZ. *Guía técnica sobre manejo de baterías de plomo ácido usadas*, Pág. 49.

La viabilidad económica de la instalación de una planta de fundición secundaria de plomo, con los requerimientos ambientales necesarios, requiere de un mercado significativo de baterías (en el orden de dos mil toneladas al año o más). Además de los costos de inversión y operación, se deben considerar los costos del sistema de recolección, según las directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de los acumuladores de ácido-plomo de desecho (Secretaría del Convenio de Basilea, 2003, www.basel.int).

5.3 Descripción del Proceso de Reciclaje de BAPU ³²

En el proceso de reciclaje es en donde las baterías usadas serán transformadas para obtener la materia prima necesaria. La etapa de reciclaje se constituye en el proceso donde se hace el aprovechamiento y valorización del producto. Dicho proceso incluye: recepción de las BAPU, triturado, fundición y refinación, los cuales se describen a continuación:

a) Recibo y Almacenamiento de las Baterías Usadas: Inicialmente las baterías usadas serán recibidas, descargadas y almacenadas para iniciar su proceso en un hangar o galpón debidamente cubierto para evitar contacto con aguas lluvias, con los respectivos canales perimetrales para recolección y conducción de posibles derrames.



Figura 8: Almacenamiento en condiciones adecuadas de BAPU.

Fuente: MAC S.A., *Infraestructura para el reciclaje de BAPU*

Adicionalmente las instalaciones cumplirán con las disposiciones del DS 148 en su Título IV del Almacenamiento, artículos 30 al 33 que se indican a continuación:

Todo Generador que se encuentre obligado a sujetarse a Plan de Manejo de Residuos Peligrosos deberá tener uno a más sitios de almacenamiento de tales residuos. Estos sitios se ajustarán a las normas del presente Título y dispondrán de suficiente capacidad para acopiar la totalidad de residuos generados durante el período previo al envío de éstos a una Instalación de Eliminación.

El período de almacenamiento de los residuos peligrosos no podrá exceder de 6 meses. Sin embargo, en casos justificados, se podrá solicitar a la Autoridad Sanitaria, una extensión de dicho período hasta por un lapso igual, para lo cual se deberá presentar un informe técnico.

En caso de inexistencia de una Instalación de Eliminación, imposibilidad de acceso a ella u otros casos calificados, la Autoridad Sanitaria podrá autorizar el almacenamiento de residuos peligrosos por períodos prolongados determinados, superiores a los establecidos en el artículo

³² Fuente: *Publicación sobre la descripción de las instalaciones empresa MAC S.A (2009)*, www.minambiente.gov.co

precedente. En este caso, el almacenamiento será considerado una Instalación de Eliminación de Residuos Peligrosos y se ajustará en todo a las normas establecidas en el Párrafo I del Título VI del presente Reglamento, sin perjuicio de la aplicación de las disposiciones especiales de este párrafo. Estas instalaciones sólo podrán almacenar los residuos expresamente autorizados por la Autoridad Sanitaria, la que igualmente deberá autorizar el retiro total o parcial de éstos.

Los sitios donde se almacenen residuos peligrosos deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Tener una base continua, impermeable y resistente estructural y químicamente a los residuos.
- Contar con un cierre perimetral de a lo menos 1.80 metros de altura que impida el libre acceso de personas y animales.
- Estar techados y protegidos de condiciones ambientales tales como la humedad, temperatura y radiación solar.
- Garantizar que se minimizará la volatilización, el arrastre o la lixiviación y en general cualquier otro mecanismo de contaminación del medio ambiente que pueda afectar a la población.
- Tener una capacidad de retención de escurrimientos o derrames no inferior al volumen del contenedor de mayor capacidad ni al 20% del volumen total de los contenedores almacenados.
- Contar con señalización de acuerdo a la Norma Chilena NCh 2.190 Of 93.

b) Triturado de las BAPU: El proceso de reciclaje se iniciará con el triturado de la batería de desecho en una línea de triturado, compuesto por un molino de martillos de impacto y bandas separadoras de materiales que asegurarían que todos los componentes (como las placas de plomo, conectores, cajas plásticas y electrolitos ácidos) sean fraccionados, clasificados y separados. El sistema utiliza la clasificación por vía húmeda *“método de separación de materiales utilizando como medio el agua, se aprovecha la diferencia de densidad de los materiales, por ejemplo el plástico flota sobre el agua”*. El electrolito de la batería al mezclarse con el agua utilizada en el proceso de separación, produce agua acidulada, la cual es bombeada hasta la planta de tratamiento de aguas. La pasta de plomo, que es el material obtenido en el proceso de triturado de la batería que corresponde al óxido de plomo que recubre cada una de las placas y el plomo metálico, son descargados y

almacenados en la planta baja de reciclado tipo búnkers, para ser mezclados con otros elementos. Del proceso de trituración se obtiene básicamente tres productos:

- El plástico se conduce al área de lavado y molido, donde se paletiza para la fabricación de nuevas cajas para el ensamble de baterías.



Figura 9: Plástico producto del triturado de BAPU.

Fuente: MAC S.A, *Infraestructura para el reciclaje de BAPU* .

- La pasta de plomo que es constituida por óxidos sulfatos de plomo y el plomo metálico (rejillas, bornes, conectores), es dirigida nuevamente al proceso de fundición y refinación para obtener el plomo metálico.



Figura 10: Almacenamiento de pasta de plomo.

Fuente: Infraestructura para el reciclaje de BAPU empresa MAC S.A.

- El agua ácida es generada por el contacto del agua del proceso con el electrolito contenido en la batería. Este fluido se dirige hacia el sistema de tratamiento de aguas residuales industriales, que tendría sedimentadores en serie, tanques agitadores para neutralización del pH, bombas centrífugas, bombas neumáticas, bombas dosificadoras para coagulante, polímero como ayuda de floculación, tanque de espesamiento de lodos, filtros prensa, un filtro KDF y filtro multimedia. El objetivo de la planta será tratar el agua, neutralizándola y extrayendo los metales pesados, para luego utilizarla nuevamente en el proceso (enfriamiento de equipos, lavados de pisos, red contra incendio, etc.), haciendo un ciclo cerrado del agua.

c) Fundición: La pasta de plomo que proviene de los búnkers de almacenamiento de pasta y el plomo proveniente de los rechazos del proceso productivo de baterías, con la ayuda de un cargador mecánico alimentan el horno rotatorio, el cual está revestido con ladrillo refractario tipo básico y equipado con un quemador, que operaría con gas natural y aire, obteniéndose de esta manera temperaturas de hasta 1200°C, que generan un proceso de óxido

reducción, y consecuentemente, logran la transformación del óxido de plomo y plomo metálico, en plomo crudo. El horno rotatorio será movido por un motoreductor a través de un piñón y una corona dentada.



Figura 11: Fundición de pasta de plomo y saldos de plomo en horno rotatorio.

Fuente: MAC S.A., *Infraestructura para el reciclaje de BAPU.*

Los gases generados en el proceso de fusión de plomo y óxido reducción en las condiciones anteriormente descritas, serán procesados en un sistema de captación de gases de alto rendimiento de separación y filtraje; los gases pasan por ocho cámaras de precipitación y filtros de mangas para la retención de las partículas.

El proceso de reducción de la pasta en la fundición de plomo, tendría que ser controlado continuamente a través del seguimiento de la temperatura, estequiometría de la reacción, balances de masa, tiempos del proceso, etc., con el objetivo de lograr el máximo aprovechamiento del plomo y evitar pérdida del metal en las escorias, pues es aquí donde se generan. Se realizarían monitoreos continuos a las escorias con el fin de garantizar el cumplimiento de los límites máximos permisibles de plomo lixiviable, de acuerdo con la legislación ambiental vigente. Teniendo en cuenta lo anterior, se recomienda que el material sea remitido a un sitio de disposición final debidamente autorizado.

d) **Refinación:** El plomo líquido será descargado del horno por medio de una canal o crisol de lavado, donde se haría un primer tratamiento de retiro de impurezas; éste luego sería bombeado a una olla de transferencia, la cual se movería con la ayuda de un puente grúa, para trasladar el plomo líquido hasta los crisoles de refinación con capacidad de 35 TM de plomo líquido cada uno, los cuales son recipientes fabricados en lámina SA-516 con fondos torisféricos, especial para altas temperaturas y equipados con un quemador a gas, un agitador movido por un motoreductor. El proceso de refinación usa la tecnología “en cascada”, lo cual significa que el plomo pasaría por diferentes procesos de refinación en cada crisol, hasta que se tengan las especificaciones de composición química para cada tipo de plomo requerido: plomo calcio, plomo refinado y plomo antimonio. En el proceso se generarían “drosses” (plomo sucio que se recupera nuevamente en el proceso de fundición), que tendrían que ser

retirados con una máquina de remoción de drosses. Obtenida la especificación requerida, el plomo en forma líquida sería bombeado hasta una máquina lingoteadora, donde es vaciado automáticamente en moldes enfriados por agua para obtener lingotes.



Figura 12: Crisol de refinación de plomo líquido.
Fuente: MAC S.A., *Infraestructura para el reciclaje de BAPU*

Una vez que obtenidos los lingotes de plomo, el material se dirigirá hasta los diferentes procesos de fabricación como por ejemplo óxido de plomo, rejillas, etc., hasta obtener una nueva batería.

e) Sistemas de Control Ambiental: El área de metalurgia en el que se realizaría el reciclado de baterías usadas, debe contar con los siguientes sistemas de control ambiental:

- Sistema de tratamiento de aguas residuales industriales (aguas ácidas): El sistema para tratamiento de efluentes permitiría neutralizar y tratar soluciones electrolíticas, producto de descarga del proceso de trituración de baterías automotrices usadas y desechadas. El sistema garantizaría un efluente que cumpliría con la normativa ambiental vigente y con los estándares de la EPA, el cual permitiría reutilizar esta agua en el proceso de triturado y en la línea de red contra incendio. El sistema tendría que funcionar totalmente automático supervisado por computadoras con interfase hombre – máquina.



Figura 13: Piscinas de tratamiento de RILES.
Fuente: MAC S.A., *Infraestructura para el reciclaje de BAPU*

- Control de emisiones atmosféricas: El sistema de extracción y filtraje de partículas generadas por el sistema de combustión y proceso del horno rotatorio, evitaría la contaminación de la atmósfera con las partículas y polvos generados durante la fundición de

plomo en el horno rotatorio y el posterior reciclaje de los mismos. Los gases generados por el proceso de fundición son tratados en el sistema de extracción y filtraje de material particulado que garantizaría el cumplimiento de la normativa ambiental vigente y los estándares CFR 40 de la EPA en parámetros de plomo, emitiendo así aire limpio.



Figura 14: Fuente fija de una planta de fundición de plomo.
Fuente: MAC S.A., *Infraestructura para el reciclaje de BAPU*.

5.4 Descripción del Proceso de Compra y Embalaje para Venta de BAPU

El proceso consiste en la operación de compra y embalaje para venta en grandes cantidades de BAPU (baterías de tracción, estacionarias, de arranque y todas aquellas cuya principal característica corresponde a la utilización de plomo como principal componente), las que serán compradas secas para ser embaladas y posteriormente vendidas, proceso que se esquematiza a continuación en el siguiente gráfico:

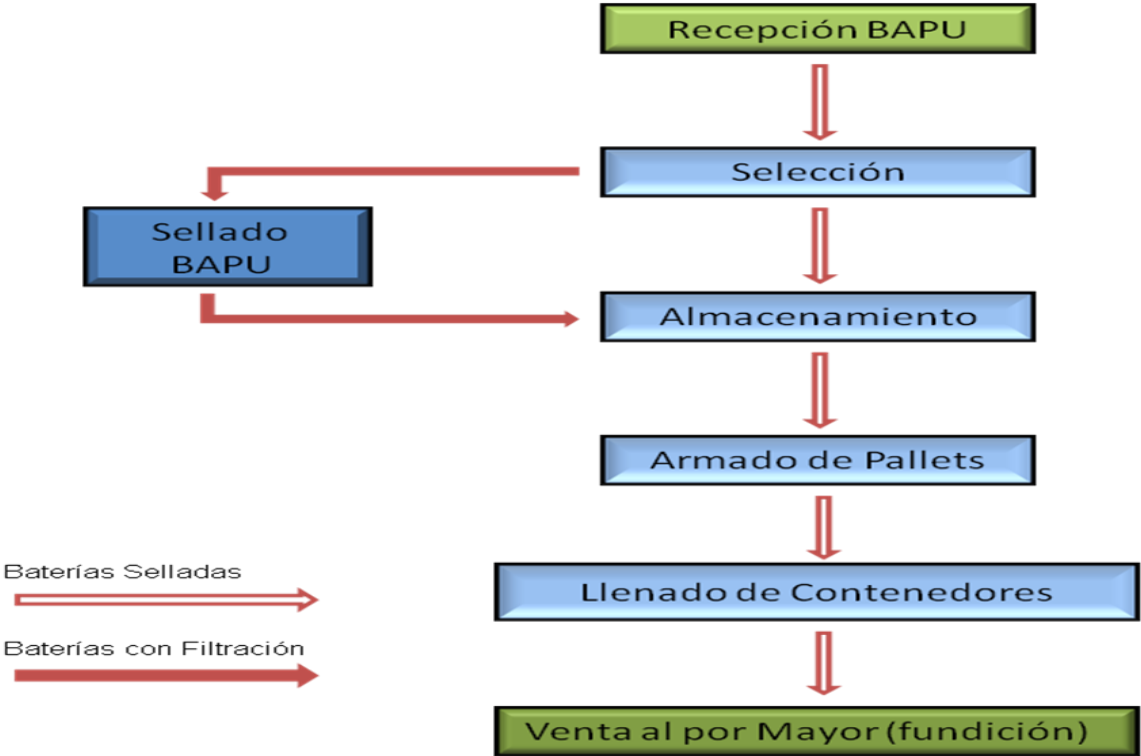


Figura 15: Flujo del proceso de compra y venta de BAPU.
Fuente: RIMICHI LTDA., *Anexo DIA presentado al S.E.I.A.*

5.4.1 Pertinencia de Ingreso al Sistema de Evaluación Ambiental

El proyecto debe someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (S.E.I.A.) en conformidad a las siguientes disposiciones:

1- DFL 725/67. Ministerio de Salud. Código Sanitario, 1968. En relación a los residuos sólidos y líquidos, el Código norma aspectos asociados al manejo y disposición de los mismos.

2- Ley 19.300, artículo 10°: “Los proyectos o actividades susceptibles a causar impacto ambiental, en cualesquiera de sus fases, que deberá someterse al Servicio de Evaluación Ambiental (en adelante S.E.A). son: ñ) producción, almacenamiento, transporte, disposición o reutilización habituales de sustancias tóxicas, explosivas, radioactivas, inflamables, corrosivas o reactivas.

3- DS 95/01, Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental, artículo 3° (Aprobado por DS 95/01 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia): ñ) producción, almacenamiento, transporte disposición o reutilización habituales de sustancias tóxicas explosivas, radioactivas, inflamables, corrosivas o reactivas. Se entenderá que estos proyectos o actividades son habituales cuando se trate de, ñ) 1. Producción, almacenamiento, disposición, reutilización o transporte por medios terrestres de sustancias tóxicas que se realice durante un semestre o más, en una cantidad igual o superior a doscientos kilogramos mensuales (200kg/mes) entendiéndose por tales a las sustancias señaladas en la clase 6.1 de la NCh 382 Of. 89.

Respecto del proyecto “Compra y embalaje para venta de todo tipo de baterías de plomo usadas”, este debe ser ingresado al S.E.A, debido a que su principal características son la compra y venta de productos incluidos en la clase 6.1, que corresponde al almacenamiento transitorio de mínimo 250 ton. mensuales de baterías con plomo, para su posterior venta.

En consecuencia, puesto que el proyecto “**Compra y embalaje para venta de todo tipo de baterías de plomo usadas**” no produce ninguno de los efectos, características o circunstancias mencionados en el artículo 11 de la Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente, desarrollados en los artículos 8, 9, 10 y 11 del Título II del Reglamento del S.E.A., sólo procederá presentar una Declaración de Impacto Ambiental (DIA). Todo ello de conformidad con lo indicado en el artículo 4 del mencionado Reglamento.

Las baterías que sean compradas y posteriormente vendidas, son clasificadas como sustancia tóxica en base a las partes que la componen, en especial plomo, en clase 6.1, de acuerdo a la NCh 382 de 1998.

4- Decreto Supremo 148, tal como se señaló en la introducción en la página 4 de la presente tesina. Este Reglamento establece las condiciones sanitarias y de seguridad mínimas a que deberá someterse la generación, tenencia, almacenamiento, transporte, tratamiento, reuso, reciclaje, disposición final y otras formas de eliminación de los residuos peligrosos.

Señala que se entiende por Residuo Peligroso a todo residuo o mezcla de residuos que presenta riesgo para la salud pública y/o efectos adversos al medio ambiente, ya sea directamente, o debido a su manejo actual o previsto, como consecuencia de presentar algunas de las características señaladas en el artículo 11, que son la toxicidad, inflamabilidad, reactividad y corrosividad.

Asimismo en los artículos 18, 88, 89 y 90, que contempla el referido DS, señalan presunciones de peligrosidad para algunos tipos de residuos, algunos de los cuales cabrían en la descripción del proyecto que a continuación se mencionan:

Artículo 18 (Lista II)

- Código de R.P. II.13 – Plomo, compuesto de plomo.
- Código de R.P. II.16 – Soluciones ácidas en forma sólida.

Artículo 88 (Residuos Tóxicos Agudos)

- Código de R.P. P110 – Tetraetileno de plomo.

Artículo 89 (Residuos Tóxicos Crónicos)

- Código de R.P. U144 – Acetato de plomo.
- Código de R.P. U145 – Fosfato de plomo.
- Código de R.P. U146 – Subacetato de plomo.

Artículo 90 (Lista A – Residuos Peligrosos)

- Código de R.P. A1010 – Plomo.
- Código de R.P. A1020 – Plomo, compuesto de plomo.
- Código de R.P. A1160 – Baterías de plomo desechadas, enteras o trituradas.
- Código de R.P. 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.

Adicionalmente el artículo 25 del Reglamento (DS 148/03) establece que las instalaciones, establecimientos o actividades que anualmente den origen a más de 12 kilogramos de residuos tóxicos agudos o más de 12 toneladas de residuos peligrosos que presenten cualquier otra característica de peligrosidad deberán contar con un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos presentado ante la respectiva Autoridad Sanitaria. Es así como toda instalación, establecimiento o actividad que genere baterías de plomo ácido usadas deberá estimar la cantidad generada anualmente de éstas y de otros residuos peligrosos, y deberá establecer si le corresponde o no presentar un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos. Para evaluar esto el Generador deberá considerar la “**cantidad total**” de residuos peligrosos generados, incluida en ella la cantidad de baterías de plomo ácido usadas.

Independientemente de la cantidad de residuos peligrosos generados, todo Generador de baterías de plomo ácido usadas deberá llevar a cabo las tareas necesarias para el correcto manejo interno, transporte y eliminación de su residuo de acuerdo al DS 148/03.

Todos los Generadores deberán establecer un manejo diferenciado entre los residuos peligrosos y los que no lo son.

Todos los Generadores deberán realizar la eliminación de sus residuos peligrosos en instalaciones de eliminación que cuenten con la debida Autorización Sanitaria.

Igualmente, los Generadores deberán realizar el transporte de sus residuos peligrosos a través de transportistas que cuenten con la debida Autorización Sanitaria, con excepción del transporte de residuos peligrosos, en cantidades que no excedan de 6 kilogramos de residuos tóxicos agudos o de 2 toneladas de cualquier otra clase de residuos peligrosos, cuando éste sea efectuado por el propio Generador que, además, se encuentre exceptuado de presentar un Plan de Manejo y lo realice en conformidad con el DS 298/94 del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones³³.

5- Decreto Supremo 594/99 del Ministerio de Salud sobre Reglamento de las Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo. Establece las condiciones mínimas de seguridad y ambiental en los ambientes de trabajo a objeto de evitar

³³ CONAMA/GTZ, *Guía técnica sobre manejo de baterías de plomo ácido usadas, punto 4.2 Generación, cap.4, p.35 y 36, www.respel.cl*

el riesgo laboral y ambiental. En el caso de afectación a la salud de la población laboral, establece las concentraciones máximas permisibles a que están sujetos los trabajadores, ya sea en el componente ruido, material particulado, gases y compuestos orgánicos volátiles. Además de evitar o minimizar todo riesgo de manipulación de sustancias peligrosas. Art. 42 y 55 al 69.

En materia de residuos sólidos, establece la obligación de caracterizar e informar a la autoridad de los residuos que se generan en el establecimiento industrial, dando una mayor relevancia a la existencia de residuos peligrosos. (Artículos 16 al 20).

En el caso del ruido, se establece un nivel máximo de presión sonora de 85 Db(A) para la jornada laboral de 8 horas (Art. 74).

5.4.2 Descripción de las Partes, Acciones y Condiciones de Almacenamiento

a) Descripción de la Operación:³⁴ Todas las baterías usadas deberán llegar al local secas, aún cuando se contemplará que un 5% de ellas vendrán con ácido, para lo cual se tendrá que contar con una zona del taller para sacar dicho ácido, de aquellas baterías que lo permitan, en un área completamente confinada.

- Las baterías serán recepcionadas en un recinto de acopio transitorio, revisadas, clasificadas y embaladas, para luego ser retiradas por transporte autorizado, para su traslado por vía marítima o terrestre hacia su destino final.

- La condición principal que deben cumplir todas las baterías que se recepcionen, debe ser que contengan plomo, ya que es el principal producto de interés en el mercado interno para el reciclaje.

- Las clases de productos, según NCh 382. Of 98, que serán manejadas y almacenadas provisoriamente son las siguientes:

- Baterías que contengan plomo: Clase 6 Tóxicos, solo subdivisión 6.1.
- Ácido Sulfúrico: Clase 8 Corrosivos.

La clasificación de las baterías plomo-ácido usadas que pueden ser recepcionadas, se resume en la siguiente tabla:

³⁴ Fuente: *Extracto de DIA Empresa Baterías Palmher, elaborada por ECOSAM Consultores para el SEIA (2008), p.17, 18, 20, 21, 23 y 24.*

Tabla 12: Tipo de BAPU para proceso de valorización.

Fuente: Información anexada por ECOSAM Consultores a DIA presentada por Empresa Baterías Palmher al SEIA.

CLASIFICACION	TIPO	PESO	USOS
Portátiles	Baterías herméticas de plomo	200 a 300kg	Pequeña maquinaria, alumbrado de emergencia, alarmas, etc.
Gran tamaño	Arranque	10 a 50 Kg.	Vehículos en general
	Tracción (industriales)	25kg	Carretillas, minería, etc.
	Auxiliares de reserva	45kg	Fuentes de energía auxiliar, telecomunicaciones informáticas etc.

A continuación se presentará un croquis tipo de las áreas que se tendrá que considerar una planta de valorización de BAPU (compra, embalaje y posterior venta al por mayor de BAPU):

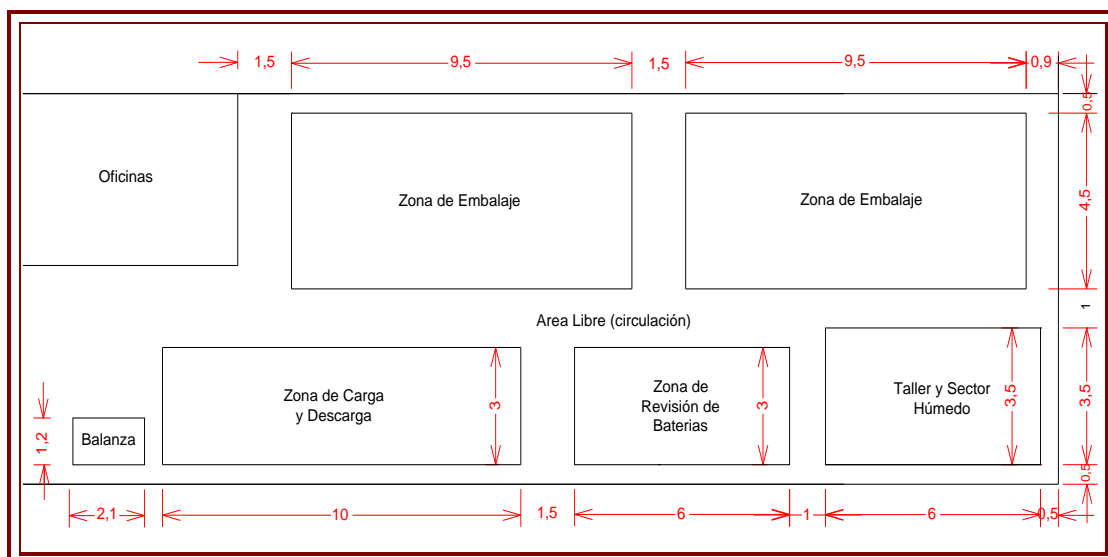


Figura 16: Croquis de planta tipo para manejo de BAPU.

Fuente: Información anexada por ECOSAM Consultores a DIA presentada por Empresa Baterías Palmher al SEIA.

1- Recepción de baterías: La recepción se debe realizar en la **zona de carga y descarga**, las baterías recepcionadas serán pesadas y revisadas, las que se encuentren con problemas serán enviadas a la zona de productos en revisión de la **zona de embalaje**.

2- Revisión de baterías: se clasifican las que vienen secas de las que no. A partir de este punto se puede hablar de que aquellas que no vienen secas, las que deben ser llevadas al **taller** donde se procederá al drenaje del electrolito agotado (ácido), y las que se encuentran secas, que debe ser más del 95 % (ya que se debe solicitar al generador del desecho que vengan secas), son trasladadas a la **zona de embalaje**, donde se realizará su embalaje en pallet.

3- Las baterías que son llevadas para drenaje al **taller**, en su mayoría corresponden a baterías de vehículo y de camiones que contienen aproximadamente 1.6 Kg. de ácido (H₂SO₄), solución que es drenada y vaciada a un contenedor de polivinilo de cloruro resistente al ácido. El procedimiento para el retiro del ácido sulfúrico:

- Se retirarán las tapas de las baterías para luego ser volteadas hacia la bandeja de drenaje.
- El ácido se reactiva con ácido sulfúrico puro y se envasa en bidones de 5 lts., los que posteriormente serán retirados por la empresa que los comercializará.

4- Las baterías de la **zona de embalaje** que se recepcionan secas, deben ser apiladas en pallet de madera cuyas dimensiones serán de 1mt x 1.20 mt x 1mt de alto, recubiertas con papel alusa o film resistente. La colocación de los pallet debe hacerse en hileras y en columnas, el peso por cada pallet con batería será máximo de 1.450 kilos.

5- Las baterías serán embaladas en un espacio exclusivo para estos efectos llamado **zona de embalaje**. Las condiciones vienen dadas por:

- Ventilación natural suficiente.
- Altura máxima por pila para su entrega, será de 3 pallet de 1 mt de altura c/u.

6- Se deben tomar las siguientes medidas de seguridad en el manejo de sustancias peligrosas en el recinto:

- Existirán planes de emergencia coordinados con bomberos.
- Las instalaciones eléctricas serán las reglamentarias y antiexplosivas.
- Las bodegas contarán con red húmeda, piso impermeable y extintores señalizados.

- Habrá canaleta central que evacuará a la planta de tratamiento de RILES, sin conexión a red de alcantarillado, lo que permitirá tratar los derrames de líquidos.

- Existirá cámaras o piscinas de hormigón armado impermeabilizadas, para la contención de líquidos, con 110% de capacidad.

- Habrán sistemas de ventilación para evacuar acumulación de gases.

- El almacenamiento, tanto en las bodegas de insumos como de productos, estarán ordenados en pallets, donde se clasificarán y distribuirán según las Condiciones Específicas de Almacenamiento de Productos Químicos Peligrosos, ordenados según Clasificación de la NCh 382 Of. 98.

b) Etiquetado:³⁵

Los residuos peligrosos deberán identificarse y etiquetarse, desde su almacenamiento hasta su eliminación (DS 148, Art. 4), indicando en forma claramente visible (Figura 17):

- Las **características de peligrosidad** del residuo de acuerdo a la Norma Chilena Oficial NCh 2190 Of. 2003 (Transporte de sustancias peligrosas – Distintivos para identificación de riesgos).

Las baterías de plomo ácido usadas son residuos tóxicos extrínsecos y corrosivos, y les corresponde el distintivo de seguridad para la Clase 8. Las baterías usadas de electrolito líquido se identifican con el número de Naciones Unidas UN 2794, “acumuladores eléctricos de electrolito líquido ácido”, y las baterías usadas de tipo inderramables se identifican con el número NU 2800, “acumuladores eléctricos no derramables de electrolito líquido”.

Las baterías usadas secas son residuos tóxicos extrínsecos y les corresponde el distintivo de seguridad para la Clase 9; éstas se identifican con el número de Naciones Unidas NU 3077, “sustancia sólida potencialmente peligrosa para el medio ambiente no especificada en otra parte”:

- El proceso en que se originó el residuo.
- El código de identificación que le corresponde al residuo según la sección 4.1.
- La fecha de ubicación en el sitio de almacenamiento.

³⁵ Fuente: CONAMA/GTZ, *Guía técnica sobre manejo de baterías de plomo ácido usadas, punto 4.3 Etiquetado, cap.4, p.38 y 39, www.respel.cl*

En el caso de baterías almacenadas en un contenedor, se deberá considerar la fecha en que se comenzó a acumular el residuo en dicho contenedor.

El rotulado debe ser resistente a la acción del tiempo, de tal modo que permanezca sin deteriorarse cuando se mantenga expuesto a condiciones que, razonablemente, se espera que puedan encontrarse durante el manejo de los residuos.

Las etiquetas deben colocarse sobre una superficie visible, y en el caso de pérdida o deterioro, éstas deberán ser reemplazadas o reparadas, para que la información sobre riesgos permanezca mientras el residuo se encuentre almacenado y en tránsito.



Figura 17: Batería de plomo ácido usada con etiqueta según DS 148/03

Fuente: CONAMA/GTZ. *Guía técnica sobre manejo de baterías de plomo ácido usadas*, Pág. 39.

c) Embalaje:³⁶

Se debe comprobar visualmente el buen estado de cada batería, verificando que no existan daños, tales como perforaciones, en sus cajas o tapas.

Antes de embalar las baterías usadas se deberá verificar que todos los tapones de ventilación estén cerrados para evitar posteriores derrames. Cuando sea posible, los tapones faltantes deberán ser reemplazados.

Las baterías que presenten fugas se deberán almacenar individualmente en contenedores plásticos resistentes al ácido (por ejemplo, en baldes plásticos con tapa).

Las baterías usadas con electrolito líquido que no presenten fugas:

³⁶ Fuente: CONAMA/GTZ, *Guía técnica sobre manejo de baterías de plomo ácido usadas*, punto 4.3 Embalaje, cap. 4, p. 40, 41 y 42, www.respel.cl

- Deben ser apiladas en posición vertical sobre pallets de madera hasta, por lo general, no más de 3 unidades de altura, para evitar que la pila se haga inestable y que el peso rompa las baterías inferiores, colocando baterías del mismo tamaño en las distintas capas.
- Se debe colocar una hoja de cartón corrugado grueso entre cada capa de baterías para reducir su movimiento, absorber el electrolito que pudiera verterse, y evitar que los bornes de unas baterías perforen la carcasa de las baterías apiladas encima (Figura 18).
- Se debe colocar una hoja de cartón corrugado sobre la capa superior de modo que las baterías paletizadas puedan apilarse unas sobre otras (hasta dos capas de altura).
- Para minimizar movimientos durante el tránsito, el bulto completo se deberá envolver con film paletizador stretch y enzunchado (plástico) (Figura 18).



Figura 18: Acopio de baterías de ácido plomo usadas sobre pallets

Fuente: CONAMA/GTZ. *Guía técnica sobre manejo de baterías de plomo ácido usadas*, Pág. 41.

Las baterías usadas también se podrán almacenar en:

- Bins plásticos, sin desagüe (similares a los típicamente usados en los sectores pesquero o agrícola) (Figura 19).
- Cajas portabaterías de plástico o de fibra de vidrio (fabricadas específicamente para almacenar baterías).



Figura 19: Bins plásticos

Fuente: CONAMA/GTZ. *Guía técnica sobre manejo de baterías de plomo ácido usadas*, Pág. 41.

d) Proceso de Valorización: ³⁷ A continuación, se esquematiza en un gráfico las alternativas del proceso de valorización de las BAPU:

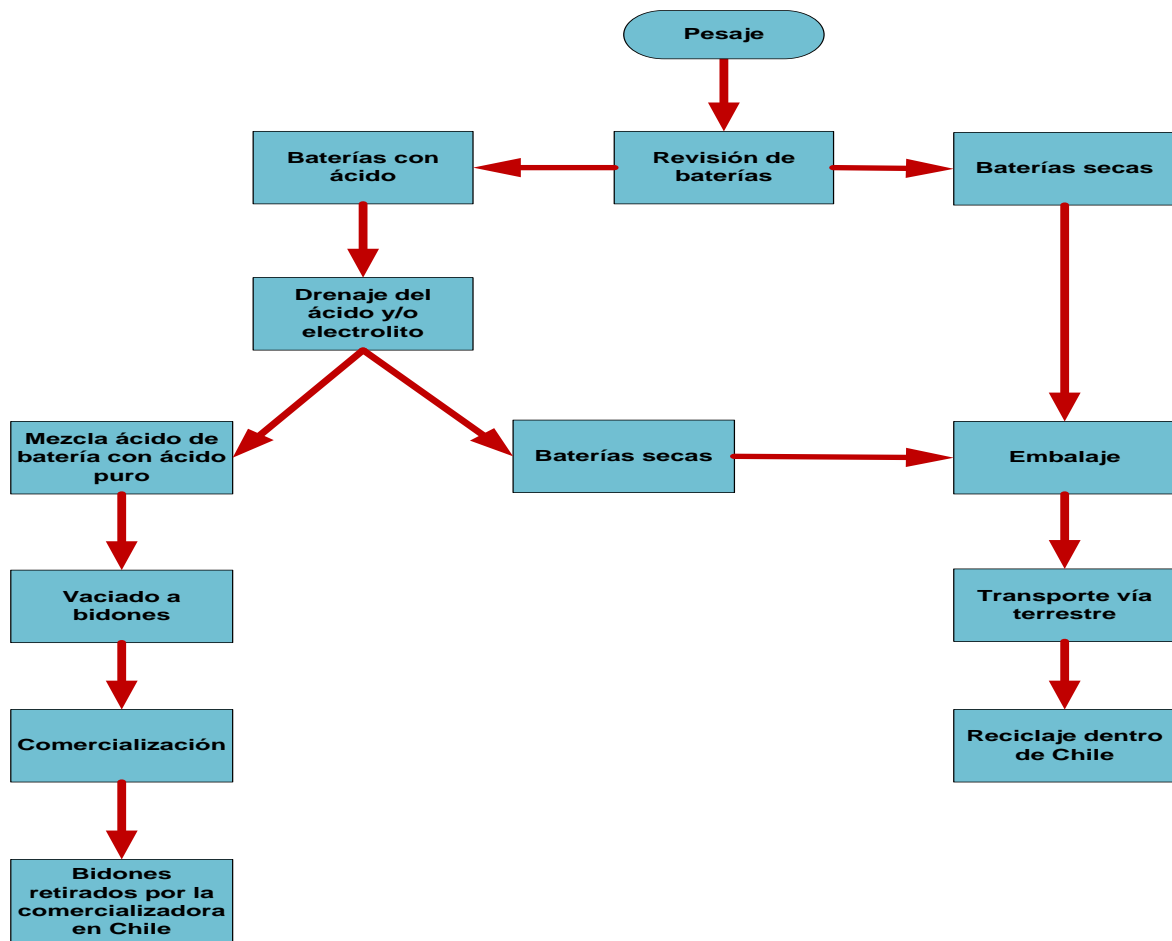


Figura 20: Flujograma del proceso de valorización de BAPU.

Fuente: Información anexada por ECOSAM Consultores a DIA presentada por Empresa Baterías Palmher al SEIA.

- 1- El Camión que ingrese al local debe llegar al **área de carga y descarga** y allí se procederá a realizar lo que corresponda, con ayuda de la grúa orquilla.
- 2- Las baterías recibidas deben ser pesadas en la **balanza** y luego pasarán a la **zona de revisión** y aquellas baterías que no vengan secas y se encuentren con ácido sulfúrico, serán trasladadas a la **zona de taller** para la extracción del producto (ácido).
- 3- Las baterías que estén secas deberán pasar de la **zona de embalaje** y producto terminado, donde serán envueltas con film plástico en pallet según tamaño y tipo de batería para luego ser revisadas las cargas y ser selladas y marcadas de acuerdo al tipo de sustancia peligrosa, que finalmente, una vez que el camión se encuentre en el lugar de **carga y descarga**, deben ser cargadas en éste mediante una grúa horquilla. El **área de embalaje** debe ser exclusiva y señalizada.

³⁷ Fuente: Extracto de DIA Empresa Baterías Palmher, elaborada por ECOSAM Consultores para el SEIA (2008), p.25, 26 y 28.

- 4- Las baterías con ácido sulfúrico deben ser llevadas al **sector de taller**, donde serán vaciadas, y luego, cuando se encuentren secas deben pasar al **sector de almacenamiento y embalaje**
- 5- Las **áreas de carga y descarga** deberán mantenerse despejadas para el tránsito y trabajo de los operarios y maquinarias.
- 6- Transporte interno a través de grúa horquilla y sobre la base de los pasillos demarcados, para el traslado de las baterías al interior del recinto de almacenamiento.
- 7- Todas las áreas deben ser demarcadas según normativa, demarcación de pasillos con líneas amarillas.
- 8- Se debe contar con registro de datos de seguridad.
- 9- La organización de las áreas deben seguir el flujo del proceso lo más expedito posible (recepción de las baterías, pesaje, producto revisado, embalaje y despacho).
- 10- Almacenamiento transitorio mientras se realiza el embalaje y su venta al exterior, el que no excederá más de 6 meses (DS 148, Art. 31).
- 11- Mantenimiento: se debe efectuar una revisión de la generación de residuos, específicamente cartones, papel y productos relacionados con el almacenamiento, tales como envases. Para un buen manejo de los residuos sólidos, se debe definir un área señalizada con 2 contenedores de 360 lts cada uno para su evacuación.
- 12- El transporte de las baterías se debe realizar a través de una empresa externa, quien tendrá permiso para realizar este tipo de transporte a través de una Resolución de Calificación Ambiental.

e) Condiciones del Sitio de Almacenamiento: ³⁸

Todo sitio destinado al almacenamiento de residuos peligrosos deberá contar con la correspondiente autorización sanitaria de instalación, a menos que éste se encuentre incluido en la autorización sanitaria de la actividad principal, según el DS 148, Art. 29.

Los sitios donde se almacenen residuos peligrosos, incluidas las baterías de plomo ácido usadas, deberán cumplir las siguientes condiciones (DS 148, Art. 33):

- Tener una base continua, impermeable y resistente estructural y químicamente a los residuos.

³⁸ Fuente: CONAMA/GTZ, *Guía técnica sobre manejo de baterías de plomo ácido usadas*, punto 4.3 *Condiciones del Sitio de Almacenamiento*, cap.4, p.42, 43, 44 y 45, www.respel.cl

La superficie o pavimento debe ser construido y mantenido bajo especificaciones que sean suficientes para evitar el pasaje de líquidos más allá de la superficie del piso; si las baterías usadas han de ser colocadas sobre cemento, la superficie se deberá recubrir con pintura epoxi resistente al ácido, fibra de vidrio o plástico.

- Contar con señalización de acuerdo a la NCh 2190, Of. 2003.
- Contar con un cierre perimetral de a lo menos 1.80 metros de altura que impida el libre acceso de personas y animales.
- Estar techados y protegidos de condiciones ambientales tales como humedad, temperatura y radiación solar.

El acceso al sitio de almacenamiento deberá tener acceso restringido por medio de señalización, en donde se indique que en su interior se encuentran residuos peligrosos, en términos que sólo podrá ingresar personal debidamente autorizado por el responsable de la instalación (DS 148, Art. 34).

El lugar de almacenamiento de las baterías usadas debe estar adecuadamente ventilado para garantizar una renovación rápida del aire para evitar la acumulación de gases, y estará alejado de fuentes de calor.

- Garantizar que se minimizará la volatilización, el arrastre o la lixiviación y en general cualquier otro mecanismo de contaminación del medio ambiente que pueda afectar a la población (DS 148, Art. 33).
- Tener una capacidad de retención de escurrimientos o derrames no inferior al volumen del contenedor de mayor capacidad ni al 20% del volumen total de los contenedores almacenados (DS 148, Art. 33), ver figura 21.

Las áreas de almacenamiento se deben inspeccionar por lo menos semanalmente para verificar si hay fugas o derrames.

Para retener derrames se podrán emplear bateas plásticas (polipropileno) u otros sistemas de contención secundaria, tales como bermas de contención o bandejas para derrames, tal como se muestra en la siguiente figura.



Figura 21: Sistemas de contención de derrames.

Fuente: CONAMA/GTZ. *Guía técnica sobre manejo de baterías de plomo ácido usadas*, Pág. 43.

La Autoridad Sanitaria podrá autorizar sitios de almacenamiento que no cumplan con alguna de las condiciones anteriores si se justifica técnicamente que su diseño protege de la misma forma la salud de la población (DS 148, Art. 33).

Las baterías de ácido plomo usadas deben ser almacenadas de manera tal que se puedan inspeccionar fácilmente, se puedan identificar las baterías con filtraciones y los derrames puedan ser limpiados oportunamente. El almacenamiento sobre pallets o en superficies con pendiente permitirá al operador detectar los derrames rápidamente. Se deberá disponer de arena seca, tierra, vermiculita u otro material no combustible para absorber derrames pequeños, y de bicarbonato de sodio o cal para neutralizar derrames pequeños.

Las baterías de ácido plomo usadas deben ser manipuladas y almacenadas sobre la base de que son un riesgo potencial de incendio, esto debido a la posible acumulación de gases explosivos si las condiciones de ventilación son inadecuadas ya que una batería puede accidentalmente hacer cortocircuito y generar chispas si no está completamente descargada. Por lo tanto, se deberá:

- Contar con extintores de polvo químico seco.
- Instruir y entrenar al personal sobre la manera de usar los extintores en caso de emergencia.
- Establecer la prohibición de fumar.

Cuando exista riesgo de salpicaduras accidentales de ácido sobre la piel o en los ojos, se deberá disponer de duchas y lavaojos de emergencia.

Las baterías de plomo ácido son pesadas, y los trabajadores deben ser entrenados en técnicas correctas de levantamiento de pesos. Los contenedores sólo podrán ser movidos

manualmente si su peso total incluido el contenido, no excede de 30 kilogramos. Si dicho peso fuere superior, se deberán mover con equipamiento mecánico (DS 148, Art. 8).

f) Periodo de Almacenamiento: ³⁹

El período de almacenamiento de las baterías de ácido plomo usadas no puede exceder los 6 meses (DS 148, Art. 31).

En casos justificados de imposibilidad de acceso a las instalaciones de eliminación existentes u otros casos calificados, la Autoridad Sanitaria podrá autorizar el almacenamiento de residuos peligrosos por períodos superiores, sin embargo en este caso, el almacenamiento será considerado una instalación de eliminación de residuos peligrosos (DS 148, Art. 32).

g) Transporte: ⁴⁰

El principal problema del transporte de baterías usadas es el electrolito que puede derramarse, luego éstas se deberán fijar al vehículo por los medios adecuados para evitar durante el viaje todo movimiento que pueda cambiar su orientación o dañarlas; los espacios vacíos deberán rellenarse con madera u otro material adecuado y deberán usarse escuadras metálicas o de madera para bloquear el movimiento de los pallets en el vehículo.

Si durante el transporte las baterías se desplazan de sus posiciones originales, las cajas se pueden romper o volcar, lo que hará que el electrolito se derrame; si tales desplazamientos son inevitables, se recomienda que las baterías usadas sean transportadas dentro de contenedores sellados, resistentes al impacto y que impidan derrames de electrolito en caso de pérdidas imprevistas.

El Generador deberá realizar el transporte de sus residuos peligrosos, incluidas baterías de plomo ácido usadas, a través de transportistas que cuenten con autorización sanitaria y por personal debidamente capacitado para asegurar que la operación se lleve a cabo de un modo adecuado y que se puedan enfrentar posibles emergencias (DS 148, Art. 27).

El Generador será responsable de verificar que el transportista esté autorizado y de entregarle:

³⁹ Fuente: CONAMA/GTZ, *Guía técnica sobre manejo de baterías de plomo ácido usadas, punto4.3 Periodo de Almacenamiento, cap.4, p.45, www.respel.cl*

⁴⁰ Fuente: CONAMA/GTZ, *Guía técnica sobre manejo de baterías de plomo ácido usadas, punto4.4 Transporte, cap.4, p.45, 46, 47 y 48. www.respel.cl*

- Los residuos peligrosos en embalajes adecuados para el transporte, identificados con sus respectivas etiquetas y marcas conforme a la NCh 2190, Of. 2003 (DS 148, Art. 33).
- Las Hojas de Seguridad para el Transporte de Residuos Peligrosos, la que proporciona información sobre las características esenciales y grados de riesgo que presentan los residuos peligrosos para las personas y el medio ambiente, incluyendo aspectos de transporte, manipulación, almacenamiento y acción ante emergencias desde que una carga de residuos peligrosos es entregada por el Generador a un medio de transporte hasta que es recibido por el destinatario (DS 148, Art. 27).

Los Generadores que se encuentren exceptuados de presentar un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos no estarán obligados a transportar sus baterías de plomo ácido usadas a través de transportistas autorizados (DS 148, Art. 27), cuando el transporte lo realicen los propios Generadores en cantidades que no excedan de 6 kilogramos de residuos tóxicos agudos o de 2 toneladas de cualquier otra clase de residuos peligrosos, y cumpliendo con el DS 298/94 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. En estas circunstancias, los Generadores tampoco se encontrarán obligados a declarar el transporte de los residuos a través del Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos, según el DS 148, Art. 84.

El transportista será responsable de:

- Entregar la totalidad de la carga de residuos peligrosos sea entregada en el sitio de destino fijado en el correspondiente formulario del Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos (DS 148, Art. 38).
- Que el vehículo circule portando los rótulos a que se refiere la NCh 2190, Of. 2003.
- Portar las respectivas Hojas de Seguridad de Transporte de Residuos Peligrosos, y cuando corresponda, el Documento de Declaración y Seguimiento y la Guía de Despacho (DS 148, Art. 39).
- Inspeccionar el vehículo antes de iniciar la operación de transporte y examinar regularmente las condiciones generales del vehículo y la integridad de la carga. Además durante las diferentes etapas del manejo de tales residuos, se deberán tomar todas las medidas necesarias para evitar derrames, descargas o emanaciones de sustancias peligrosas al medio ambiente (DS 148, Art. 6).

Las baterías dañadas podrán ser transportadas junto con baterías intactas, pero deberán estar contenidas en contenedores o tambores plásticos sellados. Adicionalmente:

- Las baterías deberán estar protegidas contra los cortocircuitos.
- Las baterías acopiadas se deberán asegurar debidamente en hileras, separadas por una capa de material no conductor.
- Los bornes de las baterías no deben soportar el peso de los otros elementos colocados encima.



Figura 22: Transporte de baterías paletizadas.

Fuente: CONAMA/GTZ. *Guía técnica sobre manejo de baterías de plomo ácido usadas*, Pág. 48.

Los vehículos que transporten baterías de plomo ácido usados deberán estar diseñados, contruidos y operados de modo que cumplan su función con plena seguridad, conforme a las normas del presente reglamento, sin perjuicio de lo establecido en el Reglamento de Transporte de Sustancias Peligrosas por Calles y Caminos, fijado en el DS 298/1994, del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. En todo, caso tales vehículos deberán ser adecuados para el tipo, características de peligrosidad y estado físico de los residuos a transportar, conforme a la información que sobre éstos debe proporcionar el Generador (DS 148, Art. 41).

El conductor y auxiliares deberán recibir equipo de protección personal, como antiparras, guantes y botas de neopreno, y deberán saber cómo utilizarlo en caso de accidente.

El personal involucrado en el transporte de baterías de plomo ácido usadas deberá estar capacitado en procedimientos de emergencia, incluyendo incendio, derrames y quemaduras de la piel. También deberán saber cómo ponerse en contacto con los equipos de emergencias y autoridades competentes (DS 148, Art. 40).

Además, deberá incluir un Plan de Contingencias para abordar posibles accidentes que ocurran durante el proceso de transporte, que tendrá que contemplar lo siguiente (DS 148, Art. 37):

- Medidas de control y/o mitigación.
- Capacitación del personal.
- Identificación de las responsabilidades del personal.
- Sistema de comunicaciones portátil para alertar a las autoridades competentes.
- Identificación, ubicación y disponibilidad de personal y equipo para atender las emergencias.
- Listado actualizado de los organismos públicos y personas a las que se deberá dar aviso inmediato en el caso de ocurrir una emergencia, debiendo considerar al menos la comunicación con la Autoridad Sanitaria competente, Bomberos, Carabineros y la Oficina Regional de Emergencia.

5.4.3 Medidas en Caso de Fugas y Procedimientos de Primeros Auxilios: ⁴¹

Las situaciones de contingencia relacionadas con residuos peligrosos se pueden producir a raíz de actividades rutinarias y no rutinarias que se desarrollan en el establecimiento o instalación donde se generen y/o manejen los residuos. A continuación, se entregaran recomendaciones de la Guía Técnica Sobre Manejo de Baterías de Plomo Ácido Usadas de CONAMA/GTZ.

Si hay derrame de electrolito se deberá:

Detener el flujo de electrolito y, si corresponde, colocar la batería en un contenedor plástico.

- Contener el derrame con arena seca, tierra o vermiculita y/o neutralizar el electrolito derramado con bicarbonato de sodio o cal.
- Manejar el ácido neutralizado como residuo peligroso debido a su contenido de plomo.

En caso de contacto accidental con el residuo, se deberá proceder de acuerdo con:

• **Inhalación:**

Electrolito: Se deberá trasladar al afectado inmediatamente al aire fresco. Si su respiración se dificulta, se le deberá suministrar oxígeno.

Compuestos de plomo: Se deberá retirar al afectado de la fuente de exposición. El afectado deberá hacer gárgaras, lavar su nariz y labios. Se deberá buscar atención médica.

⁴¹ Fuente: CONAMA/GTZ, Guía técnica sobre manejo de baterías de plomo ácido usadas, punto 4.6 Medidas en caso de fugas y procedimientos de primeros auxilios, cap.4, p.51 y 52, www.respel.cl

• **Ingestión:**

Electrolito: El afectado deberá tomar abundante agua. No se inducirá vómito. Se deberá buscar atención médica.

Compuestos de plomo: Se deberá buscar atención médica.

• **Contacto con la piel:**

Electrolito: El afectado deberá lavarse con abundante agua durante 15 minutos; deberá retirarse la ropa contaminada, inclusive los zapatos.

Compuestos de plomo: El afectado se deberá lavar con jabón y agua.

• **Contacto con los ojos:**

Electrolito y compuestos de plomo: El afectado deberá lavarse con abundante agua durante 15 minutos. Se deberá buscar atención médica.

5.4.4 Manejo de Efluentes, Emisiones y Desechos ⁴²

1- Residuos industriales: Las únicas fuentes generadoras de residuos de carácter industrial, se asocian a contingencias producto de las operaciones que se desarrollarán en la bodega, tales como avería de envases y uso de materiales de control de derrame, para lo cual en dichos casos se sugieren las siguientes medidas de prevención:

- Manejo de envases dañados: Producto de una operación incorrecta o de un accidente durante el transporte, es posible que los envases de las baterías presenten daño mecánico que generen derrame del producto. En este caso, el mismo envase es colocado en una bolsa especial y ésta a su vez, en un contenedor plástico o metálico, según se indique en la hoja de seguridad del producto, el cual es cerrado, rotulado con la información legal requerida por el DS 148, para enviar a su disposición final. En caso contrario, el envase dañado es devuelto en el mismo transporte del cliente.

- Medios de control de derrames: En cuanto al control de posibles derrames, éstos pueden ocurrir solo dentro del taller y el control de ellos se realizará mediante un sistema de pretil y pozo de captación, siendo retirados los residuos en envase hermético, a través de una empresa con permiso ambiental para realizar este tipo de actividad. Este tema sólo se realizará cuando existan derrames dentro del taller, procedimientos establecidos en el DS 148 o en la Guía de

⁴² Fuente: Extracto de DIA Empresa Baterías Palmher, elaborada por ECOSAM Consultores para el SEIA (2008), p.38 y 39.

la GTZ para elaborar planes de manejo de residuos peligrosos, para enviar a su disposición final el medio de control.

2- Ruido: Se debe realizar un estudio acústico del proyecto, para cuyo efecto se establezcan los niveles de ruidos pre-operacional (línea base de ruido) en el entorno de la bodega, se estimará mediante software los niveles de ruido generados durante las faenas de carga y descarga, dentro del área de influencia directa (AID) y se evaluará estos resultados con respecto al límite máximo de ruido establecido por el DS 146/97.

3- Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD): Los residuos provenientes de la oficina serán asimilables a residuos domiciliarios, compuestos por restos orgánicos, envases de plástico, cartón y papel derivados de la operación.

La eliminación de éstos RSD se hará mediante contenedores de 360 lts., los que se dispondrán en el perímetro exterior de la oficina, para posteriormente ser trasladados a la vía pública en el día y hora de recolección municipal para su disposición final, según el Código Sanitario.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De lo expuesto en el presente trabajo, se puede deducir lo potencialmente contaminante y riesgoso de los materiales que componen el residuo peligroso llamado BAPU, derivado de la toxicidad del plomo y la corrosividad del ácido sulfúrico. Es por esto que cobra vital importancia el correcto manejo de este residuo peligroso una vez terminada su vida útil, ya que un inadecuado proceso puede traer consigo impactos negativos para la salud humana y contaminación ambiental.

Tomando en cuenta que a escala mundial las baterías constituyen el uso del plomo más grande del mundo, siendo el mercado de más alto crecimiento y llegando incluso al 80% del consumo de plomo mundial actual, tal como se expuso en el punto 4.9 del presente trabajo, se hace imprescindible el orientar, fomentar y fiscalizar el correcto proceso de valorización de las BAPU.

Adicionalmente a esta situación, se tiene como contrapartida el valor comercial que adquiere este residuo en la etapa final de su vida útil, que procesado de manera correcta y adecuada, nos puede entregar casi el ciento por ciento de recuperación de los materiales constitutivos de ésta, especialmente el plomo, siendo muy demandado en el mercado local y mundial, dado a sus variadas e importantes aplicaciones en roles esenciales de la industria, tecnología y de servicios.

Debido a esta importancia y demanda, en Chile en estos últimos años se han generado nuevas empresas que se han sometido al S.E.I.A, para obtener las autorizaciones necesarias mediante la presentación de una Declaración de Impacto Ambiental, cumpliendo los requisitos expuestos en el punto 5.3.1 del presente trabajo, para obtener una Resolución de Calificación Ambiental favorable, y así, constituirse y funcionar como empresas, cuyos fines es la compra, embalaje y posterior venta a escala mayorista de BAPU.

Desde el año 2007 en adelante, se acrecentó en Chile la eliminación de las BAPU en el extranjero, particularmente eliminándolas en el mercado peruano y venezolano, para el consiguiente aprovechamiento y valorización del residuo en estos mercados, mediante el proceso de reciclaje, poniéndose fin en Chile a dicho movimiento transfronterizo de este residuo peligroso hacia el extranjero en el año 2010, con la promulgación del DS 02 del MINSAL.

Cobra mayor relevancia el correcto manejo de las BAPU en las instalaciones de valorización como alternativa válida, mediante estas nuevas empresas sometidas al S.E.A, ya que en Chile está en discusión en el Congreso la Ley General de Residuos, que incorpora el principio de la Responsabilidad Extendida del Proveedor (REP), el cual contempla que los productores e importadores tengan la responsabilidad del producto durante todo su ciclo de vida, particularmente tomando en cuenta el creciente parque automotriz, haciéndose necesario tener la capacidad instalada para poder hacernos cargo de este residuo, en la etapa de disposición final mediante un proceso de reciclaje.

A razón de la REP, cabe destacar especialmente la política de trabajo que han implementado por iniciativa propia algunas empresas dedicadas a la compra de BAPU, que hacen entrega de un certificado que corrobora el correcto manejo y disposición final de estos desechos a las empresas generadoras o minoristas que le venden dicho residuo peligroso.

En Chile actualmente existe una capacidad instalada de plantas de hornos de fundición, para el reciclaje de BAPU, que resulta suficiente para los volúmenes generados de éste residuo peligroso a nivel nacional, tal como se expuso en el punto 4.10 del presente trabajo.

De lo anterior se deduce que el manejo y destino actual de las BAPU en Chile, se reorientó totalmente, pasando de ser un país exportador a nivel regional, a ser un país autosuficiente en la disposición final de dicho residuo peligroso.

Cabe destacar el importante rol que cumplen en el ciclo de vida de las BAPU, las empresas que se dedican a la compra para posterior venta al por mayor de este residuo peligroso, ya que éstas, están encargadas del trato directo con los generadores y minoristas, para posteriormente proveer de la materia prima a las empresas dedicadas al reciclaje en grandes volúmenes, cumpliendo así un rol importantísimo de abastecer de manera suficiente la demanda interna de dicho residuo. En la eventualidad de no poder autoabastecer la demanda interna mediante el mecanismo antes indicado, hoy en día Chile cuenta con la infraestructura y capacidad instalada, para poder absorber y reciclar lo generado fuera de nuestras fronteras de BAPU, mediante importación de éste desecho de características peligrosas.

Si Chile volviera a ser un país exportador de BAPU, esta situación tendría una repercusión negativa, no sólo en lo concerniente a las políticas ambientales, sino también, esto podría afectar a nuestro principal producto de exportación, ya que es sabido que Chile es el más

grande productor de cobre en el mundo, y para lograr la producción de este metal, se necesita de la utilización de plomo, el cual en un 65% se tiene que importar desde Perú en la actualidad, el resto es abastecido reciclando los ánodos de plomo gastados y BAPU a nivel nacional.

Dicho lo anterior, queda en evidencia la conveniencia y necesidad de fomentar las iniciativas del correcto proceso de valorización del residuo peligroso BAPU dentro del territorio nacional, para tratar de conseguir en un ciento por ciento la recuperación del plomo de las BAPU, mediante su reciclaje, con el objetivo de lograr la plena autosuficiencia del abastecimiento interno, fiscalizando y minimizando al mismo tiempo, las externalidades e impactos ambientales y a la salud de las personas generadas por un inadecuado manejo.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. ATSDR. (2007). Resumen de Salud Pública: **Plomo**. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ASTDR).
2. Ángel Ramírez Mosquera, Jorge Duque Rivera. Uso de metodología de evaluación ambiental de ciclo de vida para productos: **Aplicación a baterías de arranque automotor**.
3. Acercar. **Almacenamiento de baterías de plomo agotadas**. Ficha técnica. Acercar: Ventanilla de Asistencia Técnica Ambiental.
4. BIMAR CHILE, S.E.I.A. Declaratoria de Impacto Ambiental: **Planta de Reciclaje de Baterías Usadas de Plomo y Ánodos de Plomo de Descarte**.
5. B&A Energía S.A. **Mantenimiento Baterías Estacionarias**.
6. Consejo Nacional del Ambiente (CONAM). **Proyecto de Reglamento Sobre el Manejo de Baterías de Plomo Ácido Usadas**. Perú.
7. COSAM CHILE, S.E.I.A. Declaratoria de Impacto Ambiental: **Compra y embalaje para exportación de todo tipo de baterías de plomo usadas**.
8. CONAMA/GTZ. **Gestión de Residuos Peligrosos en Chile “Proyecto RESPEL”**.
9. CONAMA. (2008). **Gestión Integral de Residuos Sólidos Para el Desarrollo Sustentable**.
10. CONAMA/GTZ. **Guía para la Elaboración de Planes de Manejo de Residuos Peligrosos**. Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos, DS 148/2003 del Ministerio de Salud de Chile.
11. Convenio de Basilea DS 685/92. **Control de los Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos**. Ministerio de Relaciones Exteriores de Chile.
12. Departamento de Protección Ambiental de la Florida. (2006). **Manual de Cumplimiento Ambiental para los Recicladores de Automóviles**. Asociación de Desmanteladores y Recicladores de Automóviles de la Florida (FADRA). Departamento de Protección Ambiental de la Florida (FDEP).

13. Daniel Garcés y Uca Silva. ***Responsabilidad Extendida del Productor en la Gestión de Residuos, un modelo replicable en Chile.***
14. Emasa Equipos y Maquinarias S.A. (2008). ***Planta de Reciclaje de Baterías.*** San Antonio, V Región, Chile.
15. Enerbat. Baterías herméticas de plomo ácido. ***Precauciones de uso de las baterías Enerbat.***
16. EnerSystem. (2007). ***Baterías Industriales Estacionarias y de Tracción.***
17. Exide Technologies. (2005). ***Hoja de Seguridad de los Materiales: Batería de Plomo Ácido.***
18. GREENPEACE. (2010). ***Gestión de Residuos de Pilas y Baterías.***
19. ILMC. (2006). ***Informe de la visita del ILMC.*** El Centro para la Recolección de BAPU, Internacional Lead Management Center (ILMC).
20. Instituto Nacional de Ecología. (2000). SEMARNAP. México.
21. INFOGATE/GTZ. ***Fundamentos del Reciclaje de Acumuladores de Plomo-Ácido.***
22. Liliana Sánchez G., Profesional especializado. Gestión de Residuos Peligrosos y Convenio de Basilea: Seminario internacional. ***Gestión integral de residuos sólidos y peligrosos, Siglo XXI.***
23. Ley 19.300 (2011). ***Sobre Bases Generales del Medio Ambiente.*** Superintendencia del Medio Ambiente. Chile
24. MAC S.A. ***Descripción de las instalaciones e infraestructura para el reciclaje de baterías de ácido plomo usadas.*** Lima, Perú.
25. Martínez, J., M., Lucas, R., Alvarez, J., Salvarrey, A. y Gristo, P. (2005). ***Guía para la gestión integral de residuos peligrosos.*** Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe. Montevideo, Uruguay.

26. Ministerio de Economía/GTZ. Secretaría Ejecutiva de Producción Limpia. *Uso de Tecnologías Limpias: Experiencias prácticas en Chile*. Chile.
27. Programa CYMA/GTZ. *Responsabilidad Extendida del Productor (REP)*.
28. Reglamento Sanitario DS 2/2010. *Regula Autorización de Movimientos Transfronterizos de Residuos Peligrosos Consistentes en Baterías de Plomo Usadas*. Ministerio de Salud de Chile.
29. Secretaría del Convenio de Basilea. (2003). *Directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de los acumuladores de plomo de desechos*.
30. Servicio Nacional de Aduanas. *Información Estadística de Comercio Exterior*. Gobierno de Chile.

8. ANEXOS

Anexo 1: Glosario

A continuación se entregarán, las definiciones de los términos más comunes o más usados cuando hablamos de residuos:

Acumulación o Almacenamiento: Se refiere a la conservación de residuos peligrosos durante un lapso máximo definido, al final del cual estos deben ser conducidos a una instalación de manejo de residuos peligrosos.

Destinatario: Propietario de toda instalación expresamente autorizada para recibir y manejar residuos peligrosos generados fuera de ella.

Eliminación: Cualquier de las operaciones destinadas a dar tratamiento, disposición final o reciclaje a residuos peligrosos.

Generador: Titular de toda instalación o actividad que de origen a residuos peligrosos.

Manejo: Todas las operaciones a las que se somete un residuo peligroso luego de su generación, incluyendo entre otras, su almacenamiento, transporte y eliminación.

Minimizar: Acciones para evitar, reducir o disminuir en su origen, la cantidad o peligrosidad de los residuos peligrosos generados. Considera medidas tales como la reducción de la generación, la concentración y el reciclaje.

Residuo: Sustancia u objetos o elementos que el generador elimina se propone a eliminar o está obligado a eliminar.

Riesgo: Probabilidad de ocurrencia de un daño.

Reciclaje: Recuperación de materiales o productos peligrosos ya sea para ser reutilizados en su forma original o para ser utilizados, previa transformación en otros productos.

Residuo Sólido: Todo aquel residuo que por sus características físicas no es capaz de escurrir libremente y para su manejo es necesario un medio de transporte. Se incluyen dentro de esta clasificación los residuos líquidos y gaseosos, a pesar que se encuentren en otro estado su manejo se realiza en contenedores, por lo tanto se asocian a un sólido.

Residuo Industrial Sólido: Todo aquel residuo industrial que se maneje como sólido, resultante de cualquier proceso u operación industrial, el cual no va a ser reutilizado en el mismo establecimiento industrial.

Residuo Sólido Peligroso: Un residuo sólido es considerado peligroso si este puede causar, o contribuir significativamente a un aumento de la mortalidad o un incremento de las enfermedades graves, irreversibles, o incapacitantes reversibles o que puede presentar un peligro sustancial para la salud humana o al medio ambiente, en caso de ser inadecuadamente tratado, almacenado, transportado, eliminado o manejado.

Transportista: Persona que asume la obligación de realizar el transporte de baterías de ácido-plomo usadas

Toxicidad: Es la capacidad de una sustancia de ser letal en baja concentración o de producir efectos tóxicos acumulativos, carcinogénicos, mutagénicos o teratogénicos.

Tratamiento: Todo proceso destinado a cambiar las características físicas y/o químicas de las baterías de ácido-plomo usadas, con el objetivo de neutralizarlas, recuperar energía o materiales. o eliminar o disminuir su peligrosidad.

Anexo 2: Respuesta a consulta efectuada al SEREMI de Salud R.M.
Fuente: *Canalizado via tramite en linea realizado mediante DARS – MINSAL.*



Secretaría Regional Ministerial de Salud
Región Metropolitana

30/10/2012 07:30:28

RESPUESTA A CONSULTA

A través de este documento, se da respuesta a su consulta ingresada en el Sistema Trámite en Línea de la Autoridad Sanitaria de la Región Metropolitana.

Trámite	1037430
Respondido por	MILKA GARRIDO ANDRADE
<u>SOLICITANTE</u>	
Nombre	VICTORIA CARVALLO CASTILLO
Rut	12493830-9
Teléfono	-
Email	vcarvallo@minsal.cl
Dirección	-

CONSULTA

Área	RESIDUOS PELIGROSOS
Tema	NORMATIVA
Fecha de Ingreso	19/10/2012 19:16

DETALLE

En el contexto que Chile es parte de la OSD y adscrito al convenio de Basilea, una planta de almacenaje de BAPU (batería ácido plomo usadas), con asiento en Chile, que ha sido sometida al SEA (sistema evaluación ambiental) y que cuenta con resolución de calificación ambiental favorable, ¿está facultada para exportar este residuo peligroso (BAPU) para su reciclaje en el extranjero?

RESPUESTA

Estimada Sra. Carvallo:

Según el Decreto 2/2010 del Ministerio de Salud, está prohibido el movimiento transfronterizo de Baterías de plomo usadas desde Chile a terceros países, en tanto existan en el país instalaciones con capacidad para procesar estos residuos peligrosos. Al respecto, considerando que actualmente el país dispone de empresas que reciben estos residuos, la prohibición se encuentra vigente.

Atentamente,

MILKA GARRIDO ANDRADE
ASISTENTE DE AREA REGION METROPOLITANA

Para conocer el estado de su trámite ingrese en nuestro sitio Trámite en Línea, al link Conozca el estado de su Trámite, e ingrese el N° de la Solicitud Ciudadana 1037430 y clave de acceso 00GCg4Zp.

MINISTERIO DE SALUD - GOBIERNO DE CHILE

Ministerio de Salud
SUBSECRETARÍA DE SALUD PÚBLICA
REGULA AUTORIZACIÓN DE MOVIMIENTOS TRANSFRONTERIZOS DE
RESIDUOS PELIGROSOS CONSISTENTES EN BATERÍAS DE PLOMO
USADAS

Nº 2.-

Publicado en el Diario Oficial de 03.07.10

Santiago, 15 de enero de 2010.-

Visto: lo dispuesto en el decreto con fuerza de ley Nº 1 de 2005 que fija el texto refundido, coordinado y sistematizado del decreto ley Nº 2.763, de 1979 y de las leyes Nºs. 18.933 y 18.469; en el Convenio de Basilea sobre el Control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, adoptado por la Conferencia de Plenipotenciarios del 22 de marzo de 1989, suscrito por el Gobierno de Chile con fecha 31 de enero de 1990, aprobado por el Congreso Nacional el 14 de mayo de 1992 y promulgado por su Excelencia el Presidente de la República a través del decreto Nº 685 de 1992 del Ministerio de Relaciones Exteriores; en el D.F.L. Nº 725 de 1968, Código Sanitario; en el decreto Nº148, de 2003, Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos, y en la resolución Nº 1.600, de 2008, de la Contraloría General de la República; y

Considerando:

- Que, el Ministerio de Salud tiene como función garantizar el libre e igualitario acceso a las acciones de promoción, protección y recuperación de la salud y de rehabilitación de la persona enferma.
- Que, en esta materia, le corresponde a dicho Ministerio regular el manejo de los residuos peligrosos que signifiquen un riesgo para la salud y seguridad de la población.
- Que, en el orden interno, el Ministerio de Salud está facultado para controlar y prohibir, en casos calificados, el expendio de dichas sustancias, cuyo uso indiscriminado puede originar accidentes o intoxicaciones.
- Que, por su parte, el Convenio de Basilea, en su artículo 4.9 faculta a los Estados Parte a permitir el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos, sólo si en el Estado de exportación no se dispone de la capacidad técnica ni de los servicios requeridos o de los lugares de eliminación adecuados a fin de eliminar los desechos de manera racional y eficiente.

- Que, de lo señalado en el "Informe sobre Capacidad de Eliminación" elaborado por el Departamento de Salud Ambiental del Ministerio de Salud, consta que en el país existe la capacidad técnica para eliminar los residuos peligrosos consistentes en baterías usadas de manera ambientalmente racional y eficiente.

- Que, en el último tiempo se ha evidenciado un creciente movimiento transfronterizo de baterías usadas que contienen plomo, y cuyo inadecuado manejo significa un riesgo para la salud de quienes intervienen en esta actividad y un severo daño al medio ambiente.

- Que, por las razones antes enunciadas, dicto el siguiente:

Decreto:

1°.- Se prohíbe el movimiento transfronterizo de baterías de plomo usadas, desde Chile a terceros países, en tanto existan en el país instalaciones con capacidad para procesar estos residuos peligrosos.

2°.- El presente decreto entrará en vigencia en el plazo de 6 meses contados desde su publicación en el Diario Oficial.

3°.- Adviértase que el incumplimiento del presente decreto acarreará las responsabilidades y sanciones establecidas en el Libro X del Código Sanitario.

Anótese, tómese razón y publíquese.- MICHELLE BACHELET JERIA, Presidenta de la República.- Álvaro Erazo Latorre, Ministro de Salud.

Lo que transcribo para su conocimiento.- Saluda atentamente a Ud., Liliana Jadue Hund, Subsecretaria de Salud Pública.