

UCH -FC
Q. Ambiental
G 748
C. I



FACULTAD DE CIENCIAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

**“PROPUESTA DE ALTERNATIVAS PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL DE
LOS RESIDUOS DE BATERÍAS DE PLOMO-ÁCIDO”**

Seminario de Título entregado a la Universidad de Chile en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al Título de:

Químico Ambiental

Glenda Verónica Graña Durán



Director de Seminario de Título: Geog. María Paz Sánchez Puccio
Profesor Patrocinante: Mag. Julio Hidalgo

Abril de 2009
Santiago - Chile



INFORME DE APROBACIÓN SEMINARIO DE TÍTULO

Se informa a la Escuela de Pregrado de la Facultad de Ciencias, de la Universidad de Chile que el Seminario de Título, presentado por el o (la) candidato (a):

GLENDIA VERÓNICA GRAÑA DURÁN

“PROPUESTA DE ALTERNATIVAS PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL DE LOS RESIDUOS DE BATERÍAS DE PLOMO-ÁCIDO”

Ha sido aprobado por la Comisión de Evaluación, en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al Título de Químico Ambiental

COMISIÓN DE EVALUACIÓN

Geog. María Paz Sánchez Puccio

Director Seminario de Título

Mag. Julio Hidalgo

Profesor Patrocinante

Dr. Paul Jara

Corrector

Dr. Mauricio Isaacs

Corrector

Se muestran cuatro firmas manuscritas en azul sobre líneas horizontales. A la derecha de las firmas se encuentra un sello circular de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile, con el texto "FACULTAD DE CIENCIAS", "BIBLIOTECA CENTRAL" y "UNIVERSIDAD DE CHILE".

Santiago de Chile, abril de 2009



Nací en Arica el 26 de mayo de 1984. Estudié en el Colegio San Marcos donde participé en variadas actividades relacionadas a la Iglesia Católica y al deporte. Luego de vivir 11 años en esa cálida ciudad juntos a mis hermanos y abuelos llegué a la ciudad de Santiago donde resido hasta la fecha.

En Santiago realicé mis estudios de enseñanza media en los Colegios Internacional Alba y Francisco de Miranda, egresando de este último. Participando nuevamente en actividades relacionadas al deporte. Posteriormente ingreso a la Universidad de Chile a la carrera de Química Ambiental. Durante mis estudios realicé ayudantías de Fisicoquímica y participé en el proceso de rendición de PSU realizado por la Universidad.

Siempre tuve interés en el medio ambiente y en el uso responsable de los recursos naturales, en la carrera de Química Ambiental encontré las herramientas necesarias para llevar a cabo dichos intereses.

Es de interés personal el estudio sobre el manejo y análisis de residuos, además de la Gestión Ambiental en general. Enfocado principalmente a la prevención.

Hilda Sarmiento Carrasco, tus enseñanzas
han guiado y encantado a todos quienes te conocieron,
tú hiciste que todo fuera especial.





AGRADECIMIENTOS

Familia, son muchos, especialmente a mi Javi, Rodrigo, Jaime, Carla, José, Fernando, mis padres; todos han aportado en distintas formas siempre con cariño, generosidad, y porque no decirlo, con paciencia, les agradezco de todo corazón.

María Paz Sánchez P., por su apoyo y confianza en la realización de este trabajo; gracias por la oportunidad otorgada.

Amigas y amigos, ustedes cumplen un rol fundamental en mi vida y les agradezco su lealtad y cariño. Especialmente a Claudia, María José, Marjorie y Rosita por compartir esta etapa tan importante para todas, les deseo lo mejor.

Profesor Julio Hidalgo, quien me ha guiado durante el proceso siempre con gran amabilidad y disposición.

A todas las personas y empresas entrevistadas, quienes con gran disposición y generosidad aportaron información fundamental para la realización de este trabajo.



ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Página
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xii
I INTRODUCCIÓN.....	15
1 Objetivos	19
II METODOLOGÍA.....	20
III MARCO TEÓRICO.....	21
3.1 Características de la Batería de Plomo-Ácido.....	26
3.2 Características Peligrosas de las Baterías de Plomo-Ácido.....	33
3.3 Parque Vehicular.....	38
3.4 Contexto Internacional.....	40
IV RESULTADOS	45
4.1 Marco Legal Aplicable.....	45
4.2 Propuestas de Alternativas de Tratamiento de Baterías de Plomo-Ácido.....	54
4.3 Procesos Unitarios de una Planta de Reciclaje de Baterías.....	65
4.4 Sistematización de un Plan de procedimiento Seguro.....	67
4.5 Plan de Manejo de Residuos Peligrosos.....	81
4.6 Exportación.....	88
V DISCUSIÓN	90
VI CONCLUSIONES.....	93
VII REFERENCIAS	95
ANEXOS	98

Anexo I: Imágenes.....	99
Anexo II: Empresas Entrevistadas.....	102
Anexo III: Modelo Norma BCI.....	103
Anexo IV: Cuestionarios de Referencia.....	105
Anexo V: Contenido Hoja de Seguridad NCh 2245 of.2003.....	115



ÍNDICE DE FIGURAS



Página

Figura 1: Estado de DIAs relacionados con baterías de Plomo presentados al SEIA.....	22
Figura 2: Componentes de la Batería.....	29
Figura 3: Interior de una Batería	30
Figura 4: Placa.....	30
Figura 5: Sistema CX de separación de los Componentes de la batería de Plomo-Ácido.....	65
Figura 6: Etiquetado para Ácido Sulfúrico.....	68
Figura 7: Etiquetado para Sulfato de Plomo.....	69
Figura 8: Etiquetado para polipropileno.....	69
Figura 9: Instalación Recomendada	80
Figura 10: Resumen de procesos generadores de residuos peligrosos.....	83

ÍNDICE DE TABLAS



Página

Tabla 1: Composición típica de una batería de Plomo-Ácido usada..... 31

Tabla 2: Densidades de los principales

Componentes de la batería de Plomo-Ácido..... 32

RESUMEN

La gestión ambiental implica un conjunto de conductas, normas, procedimientos, actividades y tecnologías que permiten prevenir, controlar y/o corregir los problemas ambientales en toda actividad humana con el objetivo de alcanzar el desarrollo sustentable. Para los residuos peligrosos, se consideran como vías de gestión, las medidas orientadas a minimizar la producción de residuos (prevención) y las medidas orientadas a minimizar los efectos negativos de los residuos generados (estrategias de corrección).

En general, existe poca conciencia a nivel social del potencial daño que puede ocasionar una mala gestión ambiental de las baterías de plomo-ácido debido a sus características tóxicas para la salud de las personas y el medio ambiente. Es por ello, que es relevante tomar las medidas adecuadas por parte de las empresas productoras, los consumidores y los potenciales recicladores. Fomentando el reciclaje en condiciones adecuadas para trabajadores y el medio ambiente y la correcta disposición final de las baterías, disminuyendo así los potenciales riesgos.

El presente proyecto tiene como objetivo principal diseñar pautas para la gestión ambiental de los residuos de baterías de plomo y de esta manera contribuir al diseño de diferentes estudios ambientales asesorados por la consultora ECOSAM LTDA.

Dentro de las pautas para la gestión ambiental se presentan las alternativas para el tratamiento de los diferentes componentes de la batería de plomo-ácido, tales como la neutralización del ácido sulfúrico contenido en las baterías así como también la disposición final de los productos de dicho tratamiento. Presentando también alternativas para el proceso de fundición de plomo, otorgando a su vez información sobre los sistemas de abatimiento adecuados para la disminución de material particulado de este metal tanto en el interior como en el exterior del lugar de trabajo. Junto a esto, se presentan opciones para la disposición final de los residuos plásticos de las baterías. Incluyendo de igual manera en cada etapa de tratamiento, una sistematización de un plan de procedimiento seguro.

ABSTRACT

Environmental Management involves a group of behavior, norms, procedures activities and technologies with the final purpose of prevent, control and/or correct the environmental problems generated in all human activities with the objective of obtain a sustainable development. For hazard waste, it is considered like mangment systems, the actions orientate to minimize the waste production (prevention) and the actions orientate to minimize the negative effects of the generate waste (correction strategies).

In general, exist a low knowledge, in a social level, about the potential risk that a deficient environmental managment of Lead-Acid batteries can cause due of the toxic characteristics for the peoples health and environment. Because of this, it is important that the related sectors: manufacturing companies, consumers and potential recycling companies, to take the appropriate actions. Encourage the recycle in a appropriate conditions for the workers and the environment, and the right final layout of the Lead-Acid batteries, decreasing the potential risks.

The present project has as main goal the design of directions for environmental managment of the wastes of Lead-Acid batteries and also contribute to the design of differents environmental studies that are advise by the consultancy ECOSAM LTDA.

Some of the directions for the environmental management proposed are the alternatives of treatment for the different components of a Lead-Acid batteries, such a neutralization of Sulfuric Acid present in the batteries. As well the final layout of the products of this treatment. Also are present alternatives for smelting and refining process of lead, given at the same time, information about decrease pollution systems appropriate for the decrease of particulate material of this metal inside and outside of the work area. Incorporate to this items, the options for the final layout of the plastics wastes of the batteries are present. Including in each phase of the treatment the systematization of a safety procedure plan.

LISTA DE ABREVIATURAS

ASIPLA	Asociación Gremial de Industrias del Plástico
BAT	Best Available Technique
BCI	Battery Council International
DIA	Declaración de Impacto Ambiental
GAR	Gestión Ambiental Racional
ILMC	International Lead Management Center
INE	Instituto Nacional de Estadísticas
LME	London Metal Exchange
PP	Polipropileno

I INTRODUCCIÓN

Las baterías de Plomo-Ácido constan de seis pilas en serie; cada pila genera 2Volts otorgando un total de 12 Volts aproximadamente. Se componen de dos rejillas de Plomo puro y aleaciones de Plomo con otros metales como Calcio, Antimonio, Cobre, Estaño, Selenio, Estroncio, Bismuto, Aluminio y Plata; donde el ánodo está relleno de Plomo esponjado y el cátodo de Dióxido de Plomo (IV). Las aleaciones con otros metales se realizan para variar los parámetros como la resistencia mecánica, la resistencia a la corrosión, control del potencial límite, disminución del mantenimiento y refuerzo interno (San Martín Maulen, R.; 2007).

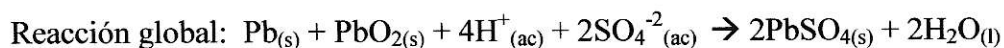
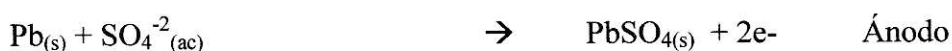
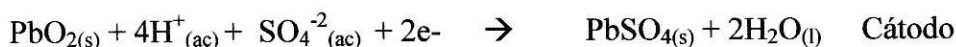
El electrolito de estas baterías se compone de agua destilada con Ácido Sulfúrico, medio en el cual se producen las reacciones químicas que generan energía eléctrica acumulable y que hace circular los electrones que establecen un flujo de corriente. Se consideran baterías secundarias debido a que su proceso es reversible, es decir, una vez agotadas se pueden volver a cargar.

Este tipo de batería es utilizada generalmente en los automóviles subdividiéndose en tres grupos: arranque, tracción y estacionarias.

Cuando la batería se pone en descarga se produce una corriente a través de cambios químicos en la materia activa, el Dióxido de Plomo (IV) reacciona con el Ácido Sulfúrico para formar Sulfato de Plomo (II) $PbSO_4$. Al mismo tiempo, el Plomo

esponjado también reacciona con el Ácido para formar Sulfato de Plomo. Así como también se obtiene como producto agua (H₂O). La formación de agua ocasiona una caída de la densidad del electrolito.

Las reacciones en la batería de Plomo son las siguientes:



El uso de baterías en estos tiempos se ha incrementado notablemente debido a la diversidad de aplicaciones; principalmente en vehículos y en diferentes medios de transportes tales como aviones, botes y buses; en herramientas portátiles y objetos, en sistemas de alarmas doméstica y luces de emergencia, estaciones de telecomunicaciones, uso general en la industria y motores de diesel; en aplicaciones científicas, médicas o militares y también aquellas que están integradas en circuitos eléctricos y electrónicos, entre otros usos.

Debido al aumento constante del parque automotriz y la vida útil de este tipo de batería (1 a 2 años) tanto en Chile como en otros países, la cantidad de baterías desechadas también aumenta. De esta manera se hace presente la necesidad de establecer una gestión ambiental adecuada de estos desechos, para impedir su disposición en

ambientes no aptos, evitando de esta manera, los riesgos inherentes hacia la salud de las personas y el medio ambiente. El reciclaje de baterías de Plomo-Ácido genera una disminución en la cantidad de residuos acopiados y lo que es más importante aún, la reutilización del Plomo contenido en ellas impide que ingrese este metal al país en cantidades innecesarias estableciendo así el ciclo necesario para un desarrollo sustentable.

En Chile existen empresas encargadas de recolectar y reciclar baterías. Sin embargo no es significativo para la realidad nacional. Además la información relacionada es escasa y poco accesible.

La consultora ECOSAM LTDA., empresa especialista en áreas de ingeniería, gestión y servicios ambientales, se dedica a realizar asesorías para el desarrollo sustentable de empresas tanto del sector público como privado, para lo cual desarrolla las Declaraciones y Estudios de Impacto Ambiental pertinentes, así como también, informes de pertinencia legal-ambiental, calificaciones industriales y permisos sanitarios. Actualmente se encuentra realizando asesorías para las Declaraciones de Impacto Ambiental referidas a proyectos relacionados al reciclaje de baterías usadas. Estos proyectos presentan alternativas de plantas de reciclaje y acopio para posterior exportación de baterías usadas muy variadas entre sí, por lo que cada asesoría implica un nuevo estudio y por lo tanto un aumento en el tiempo de dedicación a estos. Sin embargo la mayor dificultad para realizarlas radica en el acceso y escasez de información sobre los riesgos de los componentes de carácter peligroso de las baterías

(Ácido Sulfúrico y Plomo), sobre el tipo de tratamiento a realizar y las condiciones adecuadas (control de variables temperatura, pH, ventilación) de tratamiento de los componentes, tampoco se conoce sobre las opciones económicas, es decir, la venta tanto de Ácido Sulfúrico como productos de la neutralización de este (CaSO_4 y Na_2SO_4) y de Plomo, así como también sobre la normativa legal a cumplir, entre otros temas. Siendo insuficientes por parte de la empresa y de los clientes.

Debido a lo anterior se presenta el proyecto **“Propuesta de Alternativas para la Gestión Ambiental de los Residuos de Baterías de Plomo-Ácido”**, para lo cual se trabajará en la gestión ambiental sólo de baterías de Plomo que ya han sido utilizadas, otorgando una pauta complementaria a la información manejada por la empresa ayudando al acceso de dicha información incluyendo, normativa legal aplicable nacional e internacional, plan de procedimiento seguro en el lugar de operación y alternativas de tratamientos para cada componente de la batería de Plomo, privilegiando las opciones que impliquen el tratamiento dentro del país por sobre la exportación de productos.

1 OBJETIVOS

1.1 Objetivo General:

- Diseñar Pautas para la gestión ambiental de los residuos de baterías de Plomo

1.2 Objetivos Específicos:

- Realizar un Diagnóstico de la situación actual de los residuos de baterías de Plomo.
- Establecer el marco legal aplicable al manejo de baterías.
- Proponer alternativas de reciclaje, de tratamiento y de disposición final de los componentes de la batería.
- Sistematizar un Procedimiento Seguro para el Manejo de estos residuos peligrosos.

II METODOLOGIA

Para alcanzar los dos primeros objetivos parciales se utilizó como herramientas metodológicas: la Entrevista (anexo 4), la Observación en terreno, la Recopilación de información de Ministerios de Medio Ambiente y otros Ministerios relacionados al tema de diferentes países y el procesamiento de la información que entregada por la empresa consultora ECOSAM LTDA.

Para lograr lo mencionado anteriormente; se realizaron reuniones con titulares de proyectos relacionados con el acopio y reciclaje de baterías de Plomo-Ácido, se visitó talleres mecánicos, planta de tratamiento y establecimientos relacionados. Enfatizando en los procedimientos que en ellos se realizan, las condiciones de salud y seguridad en que se llevan a cabo los procesos, infraestructura y ubicación del lugar de operación, entre otros.

Para alcanzar los dos últimos objetivos parciales se investigó en sitios de acceso electrónico a través de sus páginas web, relacionados con la EPA, con Producción Limpia, con la Salud Ocupacional; y de gestión de residuos peligrosos y tóxicos.

III MARCO TEÓRICO

De acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos EPA, existe un grupo de residuos declarados bajo la regla de *residuos universales*, esto con el fin de minimizar los reglamentos ambientales para los residuos generados por un gran número de empresas, pero en cantidades relativamente pequeñas. Uno de los fines de esta regla es incentivar la disposición adecuada y el reciclaje de los residuos peligrosos.

Los residuos universales son aquellos que son desechados con frecuencia a la basura proveniente de recintos domiciliarios o pequeñas empresas. Algunos ejemplos de estos son pesticidas agrícolas que han sido revocados o cuyo uso ha sido prohibido, termostatos y lámparas (EPA; 2003).

Igualmente, las baterías de níquel-cadmio (Ni-Cd) y baterías pequeñas selladas de Plomo- Ácido, que se encuentran en muchos artículos comunes, incluyendo equipos electrónicos, teléfonos celulares, computadores portátiles, e iluminación de emergencia de reserva. Siendo consideradas también como un residuo universal.

Sin embargo las baterías de Plomo Ácido de mayor tamaño son residuos peligrosos y deben ser tratados como tal. Fomentando su gran capacidad de reciclaje y teniendo una mayor conciencia del peligro potencial que estas pueden ocasionar en la salud de las personas y el medio ambiente.

Actualmente son escasos los proyectos presentados referidos al reciclaje de baterías de Plomo. Si consideramos que un mismo titular de proyecto ha presentado más de una vez el mismo proyecto o una mejora de este, el número se reduce aún más.

Los proyectos presentados contemplan como lugar de operación las regiones II- III- IV –RM y XV quedando aprobados sólo en las regiones II- III – IV y RM de las empresas Recicladora Ambiental Ltda., Soluciones Ecológicas del Norte S.A, Bimar Chile Ltda (aún en etapa de construcción), Baterías Cosmos (actualmente clausurada) y Bravo Energy respectivamente. Con propuestas diferentes de reciclaje.

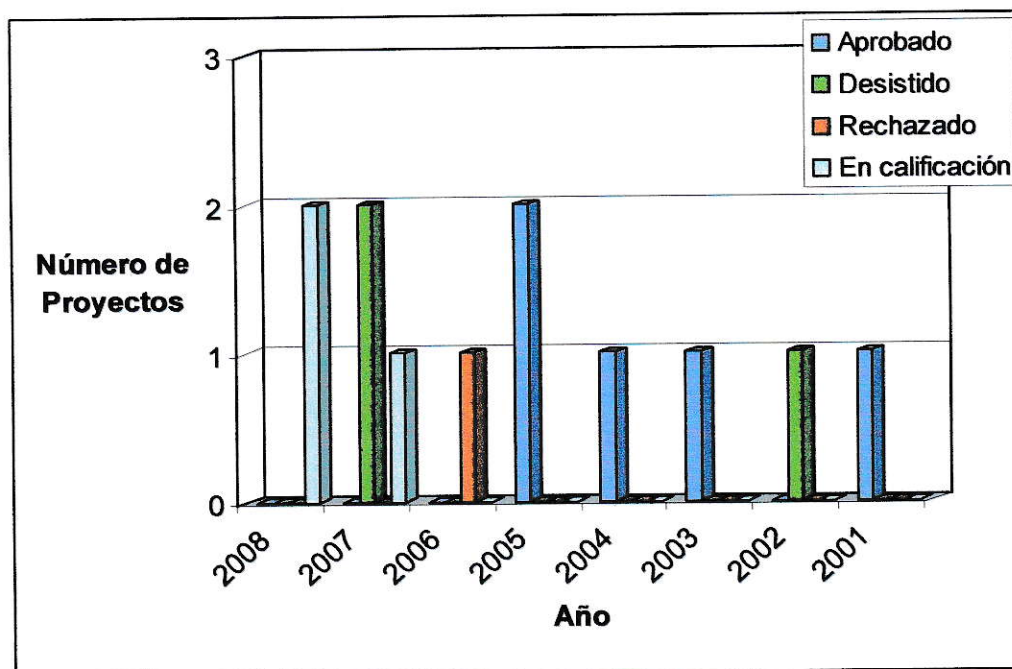


Figura 1: Estado de DIAs relacionados con baterías de Plomo presentados al SEIA

Bravo Energy ubicada en la Región Metropolitana, recibe baterías usadas desde hace un año aproximadamente; mantiene una red de clientes amplia a los cuales retira en camiones baterías nuevas y usadas. Una vez en la planta se separa, en forma manual, el electrolito que posteriormente será mezclado con otros solventes y aceites para fabricar combustible alternativo para hornos de la División Ventanas de Codelco y Cemento Melón. Las demás partes de la batería, plástico y Plomo, son enviadas a Socmetal Ltda. quien las exporta finalmente a Venezuela.

El Ácido obtenido de la separación debe limpiarse de restos de plásticos y Plomo. Estos residuos son enviados posteriormente a la empresa Hidronor.

Es necesario establecer que el trabajo realizado por Bravo Energy, a pesar del número de clientes, no es significativo en comparación a la cantidad de baterías que son desechadas constantemente por empresas y por el parque automotriz. Además, las baterías no son la materia prima principal para la preparación del combustible sino una pequeña porción.

En el caso de la empresa Recicladora Ambiental Ltda. (RAM Ltda.) el trabajo realizado con baterías es diferente; aquí lo principal es la recuperación de las placas de Plomo y borras (pasta de Plomo); esto debido al déficit en el stock de residuos de Plomo generados por la minería. RAM utiliza estos desechos convirtiéndolos en materia prima para la fabricación de nuevos ánodos insolubles de Plomo. Por lo tanto, el reciclaje de

baterías es secundario, por el momento. Este procedimiento se ha realizado por aproximadamente un año.

El electrolito que contiene la batería, es trasvasiado a piscinas de decantación para luego ser filtrado y comercializados a la industria de la minería igualmente. Así como también es recuperado el componente plástico polipropileno y PVC para ser reciclados por empresas del rubro.

La empresa Bimar Chile Ltda., a pesar de contar con la DIA aprobada desde el año 2003, no ha comenzado a operar. La fecha de comienzo para la etapa de construcción de la planta se encuentra programada para el mes de octubre del 2008. La empresa posee otras plantas de tratamiento funcionando actualmente en Estados Unidos, Europa y Asia.

En la Región Metropolitana comenzaría a operar la "Planta de Reciclaje de Residuos Electrónicos, Metálicos y plásticos" de la Sociedad Comercial Degraf Limitada. La DIA correspondiente ha sido aprobada en febrero del 2008. El proyecto involucra la utilización de baterías de Plomo secas (sin electrolito).

Baterías Cosmos, recicla el Plomo de las baterías. Sin embargo se encuentra actualmente clausurada.

Los proyectos relacionados a las baterías son principalmente de acopio y posterior exportación de ellas. En general, el reciclaje en Chile es un procedimiento realizado a muy baja escala; muchas veces a las empresas les conviene realizar el reciclaje interno y maximizar el rendimiento de la empresa, pero no siempre es un negocio rentable al exteriorizarlo, es decir, dedicarse por completo a dicha actividad. Otro factor influyente es el valor de los productos del reciclaje; el plástico, por ejemplo, disminuye su precio inmediatamente a la mitad del valor del producto nuevo. Y el precio final se determinará según el grado de pureza y calidad del producto reciclado.

Para transportar residuos peligrosos las empresas deben estar inscritas en el Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos (SIDREP) del Ministerio de Salud, de acuerdo con el Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos.

En este sistema las empresas se registran ya sea como generadora, transportista o destinatario de residuos peligrosos. El transporte se realiza mediante Declaraciones de Transporte de Residuos Peligrosos.

3.1 Características de la Batería de Plomo-Ácido

Para poder tomar decisiones sobre los procedimientos a seguir en una planta de reciclaje, se deben conocer algunas de las características básicas de las baterías de Plomo.

La principal función de la batería es poner en marcha el motor del vehículo. Por medio de un proceso químico entre las dos placas de Plomo y el electrolito compuesto por agua y Ácido Sulfúrico al 40% aproximadamente.

El voltaje de una batería se encuentra determinado por la ecuación de Nernst, y dependerá de los principales componentes que participan en la reacción de Óxido-reducción. Para una batería de Plomo-Ácido específicamente se determina de la siguiente manera:

De acuerdo a la ecuación de Nernst:

$$E = E_0 - \frac{RT}{nF} \ln \frac{[\text{oxidante}]}{[\text{reductor}]} \quad /1/$$

Donde:

E potencial del sistema

E₀ potencial normal medido frente al electrodo de hidrógeno

R constante de los gases 8,27 Joules/°C mol

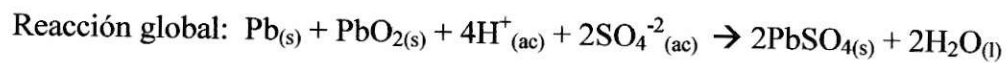
T temperatura absoluta 25°C

Se obtiene de la ecuación /1/:

$$E = E_0 - \frac{0,059}{n} \log \frac{[\text{oxidante}]}{[\text{reductor}]} \quad /2/$$

Las reacciones químicas que rigen el funcionamiento de la batería son las siguientes:

Reacción de descarga:



De acuerdo a lo anterior, en el caso del ánodo $E_{\text{Pb/Pb}^{+2}}$, E_0 es igual a 0,126 y considerando:

El producto de solubilidad $[\text{Pb}^{+2}][\text{SO}_4^{-2}] = 1,3 \cdot 10^{-8}$ y $[\text{SO}_4^{-2}] = 4\text{M}$

Se obtiene de la ecuación /2/ y la reacción r.1:

$$E_{\text{Pb/Pb}^{+2}} = 0,126 - \frac{0,059}{2} \log [3,25 \cdot 10^{-9}] = 0,376 \text{ volts} \quad /3/$$

Para evaluar el cátodo se considera lo siguiente:

$[H_2SO_4] = 4M$, por cada mol de H_2SO_4 se obtienen 2 moles H^+ ; por lo tanto $[H^+] = 8M$

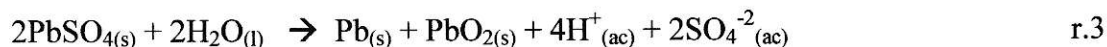
De acuerdo con la reacción r.2, se obtiene que:

$$E_{Pb^{+2}/PbO_2} = -1,455 - \frac{0,059}{2} \log \left[\frac{[8]^4}{[3,25 * 10^{-9}]} \right] = -1,812 \text{volts} \quad /4/$$

Por lo tanto en el proceso de descarga, la diferencia de potencial en la celda es la siguiente:

$$E = 0,376 + 1,812 = 2,18 \approx 2 \text{volts}$$

Reacción de carga:



Los cristales de Sulfato de Plomo deben reducirse a Plomo metálico y Óxido de Plomo. Sin embargo; la reacción de carga presenta algunas dificultades, dentro de ellas se encuentra la acumulación de cristales de Sulfato de Plomo en las placas, lo cual impide la reducción al encontrarse no disponibles. Además, la reacción debe ser realizada en forma lenta para evitar descargas simultáneas de Hidrógeno y Oxígeno. Probando de esta manera pérdidas de energía (Solís Moreira J.; 1981).

Para evitar la acumulación, se utiliza un aparato regenerativo, el cual mediante impulsos eléctricos despega los cristales. Este sistema puede ser utilizado con una batería de poco uso ya que disminuye su eficiencia a medida de las placas contengan más cristales de Sulfato adheridas a ellas.

La batería se constituye por un ánodo de Dióxido de Plomo, un cátodo Plomo, las rejillas, puentes y bornes de conexión son de Plomo y aleaciones. En las figuras 2, 3 y 4 se puede observar los componentes de una batería.

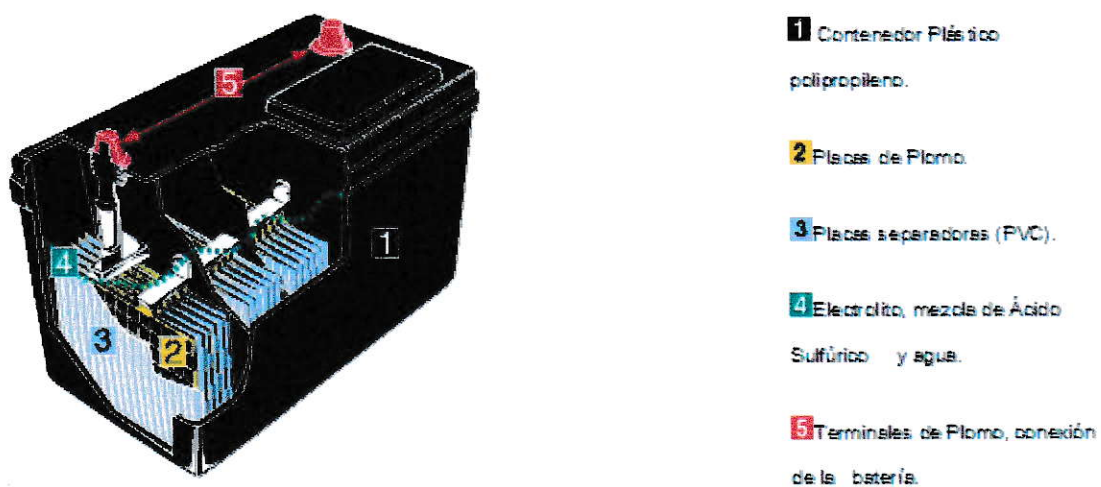
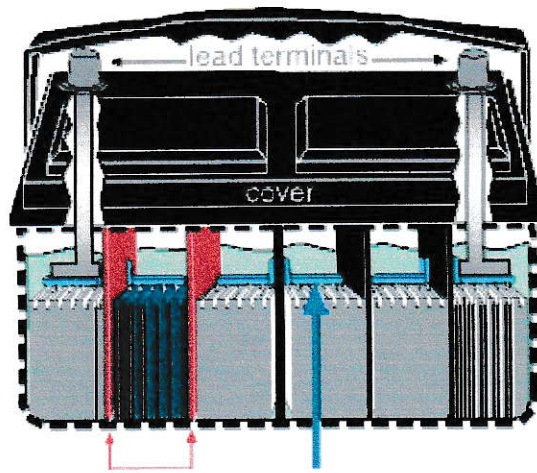


Figura 2: Componentes de la Batería



Placas (+) y (-) Conexión de metal entre las celdas

Figura 3: Interior de una Batería

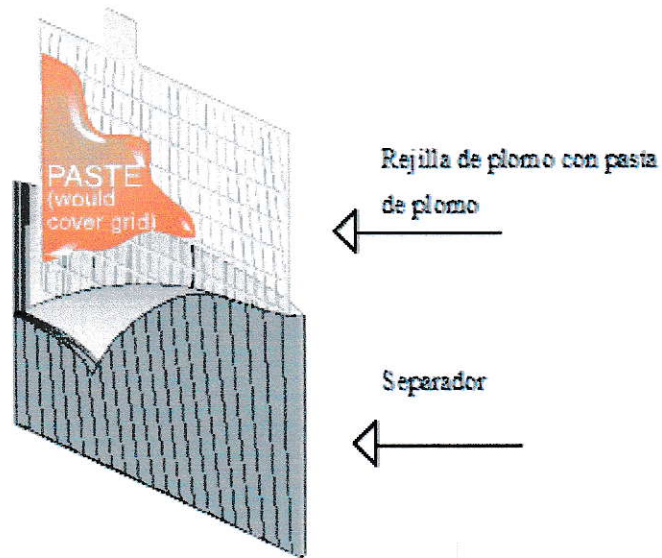


Figura 4: Placa

La composición de una batería nueva es diferente a una que ya ha sido utilizada, principalmente por la formación de Sulfato de Plomo y la dilución del Ácido Sulfúrico producto de la formación de agua. A continuación en la tabla 1 se muestran la composición de una batería de Plomo-Ácido común usada (San Martín Maulen, R; 2007).

Tabla 1: Composición típica de una batería de Plomo-Ácido usada

Material	%	Peso [g]
Pasta de Plomo (PbSO ₄ , PbO ₂ , PbO y Pb _{esponjoso})	75,4	11.310
Plomo metálico y aleaciones de Plomo	5,38	807
Ácido Sulfúrico diluido	4,13	619
Polipropileno	11,85	1.777
PVC	3,24	487
	100	15.000

Para el tratamiento de las baterías es importante conocer ciertas características, una de ellas es la composición, mostrada en la tabla 1. Otra es la densidad de sus componentes. Este último dato justifica uno de los métodos de separación de los componentes más utilizados como lo es el de sedimentación por gravedad.

Tabla 2: Densidades de los principales componentes de la batería de Plomo-Ácido

Material	Densidad [g/cm³]
Pasta de Plomo (PbSO ₄ , PbO ₂ , PbO y Pb _{esponjoso})	8,32
Plomo metálico y aleaciones de Plomo	11,34
Polipropileno	0,94
PVC	1,33

3.2 Características Peligrosas de las Baterías de Plomo-Ácido

3.2.1 Toxicidad del Plomo:

3.2.1.1 Efecto en las personas

De acuerdo con la investigaciones realizadas sobre los efectos de la exposición ambiental a Plomo en lactantes y niños pequeños, algunos de estos serían: neurológicos (hiperactividad, trastorno de la atención, retraso del desarrollo psicomotor), psicológicos (trastornos conductuales), hematológicos (reducción en la síntesis del grupo Hem, anemia), metabólicos (reducción de la concentración de 1-25 dihidroxivitamina D y trastornos en el metabolismo de la pirimidina eritrocitaria) y cardiovasculares (hipertensión arterial) (Sepúlveda Arcuch, V; 2000).

El mecanismo tóxico del Plomo se realiza por tres formas:

1. Compite con metales esenciales, especialmente el calcio y el zinc, en sus sitios de inserción.
2. Afinidad por los grupos sulfhidrilos (-SH) de las proteínas, lo que significa alteración de la forma y función de ellas.
3. Alteración del transporte de iones esenciales.

Se ha observado igualmente una disminución del coeficiente intelectual y una mayor incidencia en conductas antisociales asociadas a síndromes de déficit de atención en los niños.

El Plomo puede ingresar al organismo mediante la ingesta de alimentos o aguas contaminadas y por las vías respiratorias. Los daños producidos dependerán de la concentración de este en el medio y del tiempo de exposición. La vida media del Plomo en el organismo no ha sido determinada exactamente, pero se ha observado una duración entre 15 y 27 años en adultos.

Con respecto a la Salud Ocupacional, se denomina saturnismo a las fases más severas (cuadro clínico: síntomas e indicadores biológicos de exposición (IBE)) de intoxicación por Plomo. Además es necesario aclarar que en salud ocupacional la intoxicación por exposición al Plomo es crónica y no aguda.

A la primera fase de la enfermedad se la llama intoxicación “leve” o “subclínica” por Plomo. Los primeros efectos de exposición a Plomo pueden observarse en trabajadores completamente asintomáticos, en quienes mediante IBE, es posible observar alteraciones como inhibición de la actividad de la dehidratasa del Ácido amino levulínico (AAL-D), aumento de excreción urinaria de Ácido aminolevulínico (AAL) y coproporfirina urinaria (CPU). Estas alteraciones se pueden dar con niveles de Plomo sanguíneo (Pb-S) de 40 ug/100 mL, siendo este un valor límite (Ramírez, A; 2005).

Luego en intoxicaciones más altas, aumentan los niveles de IBE, aparecen síntomas como cansancio, anemia, irritabilidad, insomnio, cuadros digestivos, etc.

3.2.1.2 Efecto en el medio ambiente

El Plomo, en el suelo, se encuentra principalmente en forma de Pb^{+2} , también es conocido su estado de oxidación +4. Algunos de los compuestos insolubles son $Pb(OH)_2$, $PbCO_3$, PbS , $PbSO_4$. La velocidad de oxidación depende de factores como la humedad, la temperatura, el pH, el potencial redox, la cantidad de materia orgánica de los suelos.

Los metales pesados en el suelo pueden ser retenidos en el suelo ya sea disueltos en la solución del suelo o fijados por los procesos de adsorción, complejación y precipitación. A su vez pueden ser absorbidos por las plantas e incorporarse a las cadenas tróficas; pudiendo pasar también a la atmósfera por volatilización.

Puede provocar efectos negativos en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo tales como: reducción del contenido de materia orgánica, disminución de nutrientes, variación del pH generando suelos Ácidos, amplias fluctuaciones en la temperatura, efectos adversos en el número, diversidad y actividad en los microorganismos, dificultan el crecimiento de una cubierta vegetal protectora favoreciendo la aridez, erosión del suelo, y la dispersión de los contaminantes hacia zonas y acuíferos adyacentes.

El Plomo tiende a estar más disponible a pH Ácidos y la adsorción en los suelos dependerá de las características de este. A su vez la movilidad también dependerá de las propiedades del suelo tales como pH, potencial redox, composición iónica de la solución del suelo, capacidad de cambio, presencia de carbonatos, materia orgánica, textura entre otros. Además puede ser lixiviado y por lo tanto trasladarse hacia las napas subterráneas. Sin embargo, tienden a acumularse en la parte superficial del suelo

La principal vía de biodisponibilidad son el suelo y el polvo. Además presenta un alto tiempo de residencia en el suelo, estableciéndose un equilibrio dinámico con la hidrosfera, atmósfera y biosfera y de esta forma alterando el ecosistema.

Los valores de toxicología del sulfato de plomo son los siguientes: DL 2000-3000 mg/Kg en perros.

3.2.2 Ácido Sulfúrico H_2SO_4

3.2.2.1 Efecto en las personas

El Ácido Sulfúrico al 100% es un líquido incoloro, inodoro, denso y viscoso. Su solubilidad en agua es alta al igual que su corrosividad.

A altas concentraciones, genera vapores y neblinas tóxicas, puede causar sofocación, quemaduras a la garganta, tos, dolores al pecho. En ojos y piel puede

producir quemaduras graves. El Ácido Sulfúrico puede causar daño pulmonar severo con amenaza para la vida por acumulación de fluido (edema pulmonar). Los ojos y la piel también se ven afectados por la corrosividad de Ácido pudiendo llegar ocasionar ceguera o la muerte. La gravedad de los efectos dependerán tanto de la concentración como el tiempo de exposición.

Se han observado igualmente aumento de cáncer de laringe debido a exposición constante a nieblas de Ácidos inorgánicos conteniendo Ácido Sulfúrico.

3.2.2.2 Efecto en el medio ambiente

El efecto en los suelos dependerá de las características de este. Por ejemplo, en suelos con bajo poder de amortiguación, el pH descenderá rápidamente liberando aluminio altamente tóxico. A diferencia, en suelos con abundantes materiales carbonatados pueden neutralizar con mayor facilidad el Ácido Sulfúrico derramado en ellos.

Los principales efectos son, reducción de nutrientes, ocasionado por variación en los ciclos; movilización de elementos tóxicos como el aluminio y otros metales pesados, provoca también, variaciones en la composición y estructura de microflora y microfauna.

3.3 Parque Vehicular

De acuerdo con los datos entregados por el INE, entre los años 2001-2006 las regiones con mayor crecimiento del parque vehicular son Aysen (5,8%), Bío-Bío (5,5%), Los Lagos (5,3%) y Coquimbo (5,2%). Sin embargo la región Metropolitana de Santiago continúa con el mayor porcentaje de vehículos a nivel nacional presentado un 42,8%.

En la Región Metropolitana al año 2006, se encontraban en circulación aproximadamente 1.137.000 vehículos, incluyendo todo tipo de estos. El transporte particular es equivalente al 86,5% del total regional y el transporte colectivo y de carga sumado 13,5% del total regional. En el país circulan un total de 2.657.892 aproximadamente. Es de esperar que estos valores se vean aumentados por la obtención de nuevos tratados de libre comercio, como el realizado con China. El cual incluye, entre otros temas, el ingreso de un gran número de vehículos a menor costo.

Si se considera que cada vehículo utiliza una batería y en el caso de camiones o vehículos pesados utilizan dos o tres según el tipo y que estas baterías poseen una vida útil entre uno y dos años. Es considerable la gran cantidad de baterías que son eliminadas anualmente.

Debido a la gran cantidad de talleres mecánicos por región (alrededor de 3000 en el país) (INE; 2006), es difícil obtener información precisa sobre lo que realmente se

hace con las baterías usadas. En muchas ocasiones las cantidades acumuladas por un recolector o lugar de acopio determinado, es menor a las recolectadas por empresas mayores del rubro, y no ingresan información sobre el transporte y seguimiento a SIDREP, en este caso, o a ningún otro tipo de regulación formal sobre residuos peligrosos. Por lo que gran parte de la información no existe o es difícil de obtener.

3.4 Contexto Internacional

Panamá, Venezuela y Colombia han sido estudiados a través del proyecto de asistencia técnica por el Grupo Técnico de la Convención de Basilea sobre el control de movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación.

El objetivo principal del proyecto es obtener un diagnóstico de los aspectos necesarios para la implementación de un Sistema de Manejo Ambientalmente Racional de Baterías Usadas Ácidas de Plomo para Centro América y el Caribe a nivel nacional y sub-regional.

Presentando los informes siguientes:

Proyecto “Manejo Ambientalmente Adecuado de Baterías Plomo – Ácido en la República de Panamá” noviembre 2002.

“Proyecto Nacional de Manejo Ambientalmente Seguro de Baterías Usadas de Ácido-Plomo en Venezuela” 2002 del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales.

En ambos se presenta un diagnóstico de la situación actual y de los requerimientos de mejoras en los distintos sectores.

Durante el año 2006 se realizó un nuevo informe sobre la evaluación de **“El Estado de la Gestión Ambiental Racional (GAR) de las Baterías Ácidas de Plomo Usadas (BAPA) en América Central, Colombia, Venezuela y los Estados Insulares del Caribe”** realizado por el Convenio de Basilea y auspiciado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo UNCTAD, Centro Internacional de Manejo de Plomo ILMC y la Red de Centros Convenio de Basilea Latinoamérica y el Caribe.

Con respecto a las plantas de tratamiento se encontró que en República Dominicana la planta Metaloxa y en Panamá PAMETSA, fueron clausuradas durante dicho año por no cumplimiento de las normas de emisión de Plomo. En Salvador, el Grupo Record se encuentra en vías de mejoramiento de su GAR.

A diferencia de las anteriores, las plantas ubicadas en México y Venezuela fueron bien evaluadas cumpliendo las directrices otorgadas en el Convenio de Basilea. Todas estas plantas se encargan principalmente de la fundición del Plomo de las baterías. Sin embargo todavía se encuentran numerosas faltas en el manejo de los operarios de las baterías, transporte y otros.

De acuerdo con el Centro Internacional del Manejo de Plomo, en Estados Unidos se recupera un 96% de los residuos del país y, en la mayoría de los siete países principales, el índice alcanza más del 95% de recuperación de los residuos de baterías generados en cada uno de ellos. En comparación con los productos reciclados

tradicionales, como las botellas de vidrio (38%), las latas de aluminio (casi 64%) y el papel de prensa (alrededor de 68%) (ILMC; 2001).

En el caso de Bolivia, COMMETAL es la empresa encargada del reciclaje de baterías de Plomo del país y de algunos países de Centro América. Los productos obtenidos del reciclaje son: Plomo y aleaciones de Plomo (selenio y antimonio) y plástico pelletizado generados para la fabricación de nuevas baterías (Industria de Baterías TOYO, BATEBOL). Se rigen por la ley nacional 1333, sin embargo es insuficiente dado las complicaciones propias del país, por lo tanto optaron por certificarse a la norma técnica ISO 14001.

COMMETAL consta de cinco procesos principales: 2 procesos de refinación de Plomo realizado en dos tipos de hornos: 1 horno rotatorio y 2 hornos escoceses. Un tercer proceso de abatimiento de gases provenientes de los hornos de refinación, para lo cual los gases ingresan a una cámara de expansión a una temperatura de 600°C, donde luego pasan al enfriador donde los gases disminuyen su temperatura a 300°C; luego llegan a una cámara de filtro donde disminuyen nuevamente su temperatura hasta llegar a 110°C, en este lugar se realiza un sacudido automático que vota la ceniza, esta se recupera e ingresa nuevamente a los hornos. Finalmente ingresa a un lavador de gases a contracorriente para eliminar el SO₂ del gas, saliendo este a una temperatura final de 70°C aproximadamente.

Luego se realiza un cuarto proceso, ubicado en otro sector de la planta, que consiste en el reciclaje de plástico (caja de las baterías) aquí se lavan las cajas de manera de retirar cualquier residuo de Plomo o de Ácido Sulfúrico luego se chipea de manera uniforme, separando el plástico por color, finalmente el plástico ya cortado ingresa a la máquina pelletizadora donde se calienta y moldea para obtener el producto final.

El quinto proceso involucra el tratamiento de riles proveniente del lavado de gases y del lavado de las cajas plásticas, en este sector de la planta, se neutralizan los líquidos con Hidróxido de Sodio NaOH, se le agregan agentes flocculantes y se hace pasar por un filtro de prensa, la pasta formada ingresa nuevamente a los hornos de fundición y los líquidos son retirados por otra empresa de la zona.

La empresa, realiza dos veces al año exámenes de Plomo en la sangre a todo trabajador de la empresa, independientemente del cargo que ocupa, utilizando para ello un espectrómetro de emisión óptica. Este y otros análisis se ejecutan tanto en el laboratorio de la planta como en otros laboratorios externos a modo de referencia.

COMMETAL cuenta además, con pozos de monitoreo de agua donde se muestrea a 5-10-15 y 20 metros y se muestrea también la pasta obtenida de la filtración de los riles.

La asociación internacional llamada BCI de sus siglas en inglés, Battery International Council, está específicamente dedicado a baterías de Plomo-ácida, posee

alrededor de 175 miembros de diferentes países abarcando empresas relacionadas a todo el ciclo de vida de este tipo de baterías, es decir, producción, reciclaje, suministros, equipamiento, etc.

Igualmente, es esta asociación, se establece un modelo para la legislación sobre reciclaje de las baterías (anexo III).

Mundialmente es posible encontrar un gran número de fabricantes de baterías de Plomo-Ácido, los mercados más importantes son China, India, Estados Unidos y Reino Unido. De los países Latino América, México es un mercado importante también.

IV RESULTADOS

4.1 Marco Legal Aplicable

4.1.1 Convenio de Basilea 1989

En marzo de 1989 se reunió la Convención sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación firmando el acuerdo en Basilea, Suiza y entrando en vigor en mayo de 1992.

Establece las reglas para la importación y exportación de desechos tóxicos donde cada parte debe establecer su decisión sobre si admite o no la importación y de qué tipo serán estos. Además debe indicar al momento de ingresar al convenio, un listado de los desechos tóxicos propios del país según la legislación local y los requisitos para el transporte de estos.

Indica además las obligaciones generales para todas las partes involucradas tales como velar por la seguridad del personal a cargo del transporte, evitar importación y exportación a zonas no autorizadas y asegurar el etiquetado correcto del residuo, entre otros temas.

Cualquier tipo de acuerdo bilateral, multilateral y regional debe ser informado a la Secretaría.

A través del convenio se fomenta además la cooperación internacional relacionada con el uso de nuevas tecnologías y el desarrollo de la normativa aplicable.

4.1.2 Chile, posee normativas legales variadas que pueden ser aplicables en el manejo de baterías, el país, además, ratificó el Convenio de Basilea. Sin embargo no existe ninguna ley específica. A continuación se señalan el marco legal del país:

Ley de Bases Generales del Medio ambiente 19300, de acuerdo con el Título II, párrafo 2, artículo 10 letra ñ) “*Producción, almacenamiento, transporte, disposición o reutilización habituales de sustancias tóxicas, explosivas, radioactivas, inflamables, corrosivas o reactivas*” deben ingresar al sistema de evaluación de impacto ambiental cualquier proyecto relacionado con el manejo de baterías.

D.S. N° 95, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental Título I, artículo 3 letra ñ1) “*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 (200 kg/mes), entendiéndose por tales a las sustancias señaladas en la Clase 6.1 de la NCh382.Of89*” deben ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental cualquier proyecto relacionado a lo anteriormente mencionado.

D.S. N°148 “Reglamento Sanitario Sobre Manejo de Residuos Peligrosos” del Ministerio de Salud. Establece los requisitos mínimos de características de los contenedores e infraestructura, clasificación según características tales como corrosividad, toxicidad, etc. así como también un listado de incompatibilidades de sustancias químicas.

D.S. N° 298/94 “Reglamenta Transporte de Cargas Peligrosas por Calles y Caminos”, del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. De acuerdo con el artículo 1 “ *El presente reglamento establece las condiciones, normas y procedimientos aplicables al transporte de carga, por calles y caminos, de sustancias o productos que por sus características, sean peligrosas o representen riesgos para la salud de las personas, para la seguridad pública o el medio ambiente*”

D.S. N°594/99 “Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas de los Lugares de Trabajo” del Ministerio de Salud, establece las normas mínimas requeridas para proteger la salud del trabajador, indicando las condiciones de almacenamiento, infraestructura y herramientas de protección para el trabajador. Ejemplificando lo anterior, en el artículo 5 “*Los pavimentos y revestimientos de los pisos serán, en general, sólidos y no resbaladizos. En aquellos lugares de trabajo donde se almacenen, fabriquen o manipulen productos tóxicos o corrosivos, de cualquier naturaleza, los pisos deberán ser de material resistente a éstos, impermeables y no porosos, de tal manera que faciliten una limpieza oportuna y completa. Cuando las*

operaciones o el proceso expongan a la humedad del piso, existirán sistemas de drenaje u otros dispositivos que protejan a las personas contra la humedad...”

En el artículo 66 establece los Límites Permisibles Ponderados para las concentraciones ambientales de Plomo, indicando el valor para Plomo - Polvo y Humos inorgánicos (expresado como Pb) específicamente, $0,12\text{mg}/\text{m}^3$. El artículo 113 establece como límite de tolerancia biológica de una muestra de Plomo en la sangre el valor $40\mu\text{g}/100\text{mL}$.

DFL N° 725/68 “Código Sanitario” del Ministerio de Salud, establece en el libro tercero de la higiene y seguridad del ambiente y de los lugares de trabajo.

Norma Técnica NCh 382 “Sustancias Peligrosas-Clasificación General” creada por INN. Establece como Clase 6.1 “Compuesto de Plomo Soluble”. Esta norma establece una actualización y clasificación de las sustancias peligrosas.

Norma Técnica NCh 2245 “Sustancias Químicas-Hojas de Datos de Seguridad-Requisitos” creada por INN. De acuerdo al punto 1.1 *“Establece los requisitos necesarios para informar sobre las características esenciales, y los grados de riesgo que presentan las sustancias químicas para las personas, las instalaciones o materiales, transporte y medio ambiente”*

Norma Técnica NCh 2190 Of. 2003 “Transporte de Sustancias Peligrosas – Distintivos para identificación de riesgos” creado por el INN. Otorga las directrices

para realizar un etiquetado adecuado de sustancias peligrosas y de esta manera evitar riesgos durante el manejo de ellas

“Manual de Almacenamiento de Sustancias Químicas Peligrosas” 2003 del Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente SESMA. Donde establece las directrices a seguir en este tema, sirviendo en este caso de guía para el almacenamiento de baterías.

En Chile no existe ningún tipo de normativa ni datos oficiales relacionada con el reciclaje. Menos aún relacionado con incentivos y de esta manera fomentar el principio “de la cuna a la tumba”. Tampoco existen fondos que lo financien ni es posible constitucionalmente que parte de las multas por daño o de otro tipo sean dirigidas para estos fines, lo cual dificulta el proceso de disminuir los residuos generados.

El ingreso del país a la Organización para Cooperación y Desarrollo Económico OCDE supone un avance en el desarrollo de los temas ambientales. De acuerdo con el informe emitido por dicha organización sobre la evaluación del desempeño ambiental de Chile realizado durante el año 2005, este se refiere al tema de residuos peligrosos como se señala a continuación:

“Después de ratificar el Convenio de Basilea en 1992, Chile adoptó la política de no aceptar la importación de residuos peligrosos. Sin embargo, el congreso aún no ha aprobado la legislación que prohíbe el ingreso de residuos peligrosos a Chile y todavía está considerando una reglamentación

de salud sobre la manipulación de residuos peligrosos. Se dice que la aprobación de la legislación será desestimada, ya que Chile no cuenta con capacidad para tratar o eliminar desechos peligrosos. El Ministerio de Salud es el responsable principal de la aplicación de este convenio. La coordinación entre este ministerio, la CONAMA y el Servicio de Aduanas es crucial para una aplicación efectiva de la convención. En el contexto de las negociaciones de Basilea, Chile apoya la enmienda a la convención y el Protocolo de Basilea sobre responsabilidad e indemnización, por daños resultantes de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación.”

Por lo cual el país necesita de un mayor desarrollo de políticas ambientales y de personas capacitadas, de esta manera se puede fortalecer un desarrollo más sustentable acorde con los tiempos.

4.1.3 Perú

“Reglamento Sobre el Manejo de Baterías de Plomo Ácido” de acuerdo con lo establecido en la Ley General de Residuos Sólidos N° 27314. El artículo 1: *“establece un conjunto de derechos, deberes y mandatos, para asegurar que las baterías usadas de Plomo Ácido sean sometidas a un manejo adecuado en todas las etapas que éste comprende, a fin de prevenir, controlar y mitigar los daños que pudieran generarse sobre la salud de las personas, los recursos naturales y el medio ambiente.”*

El Reglamento establece las normas generales para la recolección, manejo (incluyendo transporte y disposición); salud, seguridad e higiene ocupacional y responsabilidades legales relacionadas con baterías usadas.

4.1.4 Uruguay

Decreto 373/003 “Reglamento de Baterías de Plomo y Ácido usadas o a ser desechadas” del artículo 2 se extrae *“Toda persona física o jurídica, que fabrique, arme, ensamble o importe baterías o acumuladores eléctricos de Plomo y Ácido, deberá elaborar e implementar un plan de maestro que comprenda la retornabilidad y destino final de tales baterías, luego de su uso, así como aquellas que sean desechadas por su tenedor...”*.

El decreto sólo otorga líneas generales de poca extensión y especificidad.

4.1.5 Unión Europea, en estas regiones se encuentran en pleno proceso de desarrollo de nuevas normativas asociadas a ello:

“Treaties and Legislation: EU Directive on Batteries and Accumulators”, Junio 2008.

Donde se establecen las reglas de recolección, reciclaje, tratamiento y disposición de distintos tipos de baterías. Además establece las reglas mínimas de responsabilidad del

productor, entre otros temas. Sin embargo tiene como fin objetivos a largo plazo y comenzaría a regir con mayor intensidad durante el año 2009.

4.1.6 Colombia

“Proyecto de Resolución por el cual se establecen los criterios y requisitos que deben ser considerados en los Planes de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo de Baterías Usadas de Plomo Acido”. Del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Considerando que el artículo 21 del Decreto 4741 de 2005 establece que los fabricantes o importadores de productos que al desecharse conviertan en desechos peligrosos deberán presentar el respectivo Plan de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo.

4.1.7 Estados Unidos

En la mayoría de los Estados, aproximadamente 40, poseen una legislación sobre baterías de Plomo-ácida. Sin embargo, al igual que en casos anteriores, no son muy extensas ni específicas. Sólo otorgan las directrices generales.

Es importante destacar, como se mencionó anteriormente, en este país el reciclaje de baterías es una actividad importante, según el ILMC en Estados Unidos se recupera un 96%.

Durante más de una década, las baterías han ocupado el primer lugar entre los productos de consumo más reciclados (ILMC; 2001).

En general existen manuales y guías de manejo aplicables, pero no una normativa legal al respecto.

4.2 Propuestas de Alternativas de Tratamiento Baterías de Plomo-Ácido

4.2.1 Separación de los componentes de la batería

Para abrir las baterías y separar sus componentes, muchas de las empresas tanto en Chile como en otros países de Latino América, realizan el procedimiento manualmente. Sin embargo; esta no es la mejor opción, es más, este sistema no debiese ser utilizado debido a los riesgos hacia los operarios.

Opción A:

Procedimiento manual. Este tipo de procedimiento debe realizarse utilizando la vestimenta adecuada, es decir, traje completo resistente al Ácido Sulfúrico. Además de la utilización de mascarilla completa para evitar salpicaduras en la cara del trabajador. Debe utilizarse de igual forma respiradores adecuados para evitar la inhalación de gases tóxicos, guantes y protectores para los ojos.

En este tipo de procedimiento se debe tener especial cuidado en el trabajador, otorgándole todo lo necesario para evitar accidentes. Sin embargo, no es recomendable utilizar esta opción.

Opción B:

Procedimiento automatizado mediante equipos que cortan parcialmente las baterías para drenarlas en el proceso preliminar.

En ambos casos, opción A y B, el procedimiento debe realizarse en un lugar cerrado que cumpla con las condiciones descritas en el punto 4.4.2 (ver más adelante).

El primer paso a realizar es el drenaje del Ácido Sulfúrico que pueda contener la batería. La siguiente etapa es el proceso de chancado mecánico de las baterías, se considerará de aquí en adelante sólo la opción automatizada, debido a los riesgos que implica el contacto con las baterías desechadas.

Equipos a utilizar:

- a) Molino de martillo, permite que el Plomo adquiera la forma granular y uniforme necesaria para evitar que una a otro componente.
- b) Harneros vibratorios, permite realizar una separación preliminar de la pasta de Plomo luego de realizarse el chancado.

El harneado puede llevarse a cabo en forma húmeda o seca. De realizarse en forma seca, el harnero debe ser cubierto para evitar la emisión de material particulado.

- c) Cribas, Separación por gravedad, Hidrociclón y Espiral (ordenados de mayor a menor eficiencia), permiten separar la pasta de los componentes plásticos de la batería.

Una vez separados los componentes se obtienen: la pasta de Plomo (Óxidos y Sulfatos) y plástico (PVC, ebonita y PP). El plástico debe ser separado nuevamente en PP y PVC con ebonita.

Para separar los plásticos livianos (PP) de los de mayor densidad (PVC y ebonita) pueden utilizarse los mismos métodos anteriores

4.2.2 Alternativas de utilización del Plomo

Las distintas partes de una batería pueden ser recicladas, algunas poseen mayor valor que otras. En algunos países como Panamá el Plomo es el componente de mayor valor, en este país, esta materia prima proviene principalmente de aquel que es reciclado, Plomo secundario. Una de las grandes ventajas de reciclar Plomo dentro del mismo país y no transportarlo, consiste en no ingresar nuevas cargas de materiales altamente tóxicos (en Chile está prohibida la importación de baterías usadas), sino que hacerlos recircular y de esta manera evitar el acopio creando potenciales zonas de peligro para las personas y el medio ambiente. Así como también las disminuir explotaciones mineras.

El sistema que regula el valor del Plomo es la bolsa de comercio inglesa LME establece el valor por tonelada de Plomo, actualmente es posible encontrar un valor cercano a los US\$1000/ton de Pb.

Opción A:

Venta directa de borras de Plomo, es decir, exportación o venta de la pasta de Plomo sin tratamiento previo. Sólo se separa y se comercializa.

Opción B:

Proceso de Fundición y Refinación, estos procesos son los ideales para que el Plomo pueda ser reutilizado dentro del país. Existen mercados con necesidad de Plomo, principalmente las compañías mineras.

Empresas que demandan Plomo:

- a) Innpamet, ubicada en la ciudad de Calama, quien produce ánodos de Plomo para la extracción de cobre de las compañías mineras.
- b) Compañías Mineras, los ánodos de Plomo pueden ser fabricados (anexando una planta específica para ello) y comercializarlos directamente a las compañías mineras del país.
- c) Fábricas de Baterías, en Chile no existen, pero mundialmente podemos encontrar un gran número de fábricas de baterías. Considerando además que en pocos países son recicladas por lo cual la demanda de este tipo de empresas puede ser importante.

Para poder realizar la última opción se debe considerar las cantidades de Plomo necesario para la fabricación de ánodos, así como la necesidad de este por parte de terceros y si se realizará en forma continua o en forma alternada (considerar los gastos y equipo a utilizar). La calidad del producto final es muy importante, la mayoría de las empresas interesadas en realizar el proceso fundición de Plomo actúa como intermediario y exporta los lingotes hacia países con mayor necesidad de Plomo principalmente a empresas productoras de baterías de Plomo-Ácido.

Las etapas de fundición de Plomo en una planta de reciclaje, es la más contaminante para el medio ambiente, debido a los gases, vapores y material particulado generados. La cantidad y tipo de partículas dependerá igualmente del combustible utilizado en esta etapa, gas o petróleo.

Equipos a utilizar:

Los tipos de hornos de fundición considerados BAT son:

- a) Horno Rotatorio
- b) Horno ISASmelt/Ausmelt
- c) Alto Horno

La elección dependerá del sistema de trabajo y los recursos con los que cuente la empresa.

- d) Marmitas, utilizada para el proceso de refinación.

Como se ha mencionado anteriormente, las baterías contienen Plomo con diferentes aleaciones. Por lo tanto es necesario en esta etapa, retirar aquellas impurezas para obtener un producto de mejor calidad.

4.2.3 Alternativas de utilización del Plástico

El plástico de la batería, principalmente polipropileno y en menor proporción PVC y ebonita.

Opción A:

Venta de las cajas de baterías sin tratamiento previo.

Quienes principalmente reciben el plástico en este estado son las fábricas de baterías. Para ello deben ser exportadas. Algunos de los países que reciben este tipo de material son Perú, Bolivia y Venezuela.

Opción B:

Reciclaje de polipropileno

Para llevar a cabo esta opción, el plástico debe ser lavado adecuadamente, eliminando todo residuo de Óxidos y Sulfatos de Plomo y Ácido Sulfúrico. Luego debe ser chipeado o pelletizado y en algunos casos debe ser separado por color para poder finalmente comercializarlo.

Empresas que reciclan Polipropileno:

a) REPROCESA

- b) VIMAPOL
- c) POLIPLAS
- d) Fabricas de baterías

Estas empresas son las opciones de destino del polipropileno si es que la planta de reciclaje de baterías no contempla un uso específico de este para la fabricación de otro producto tales como mangas (utilizadas para cubrir cultivos) o bolsas.

Los valores del plástico reciclado variarán según la empresa y la calidad del producto, por ejemplo, POLIPLAS recibe un mínimo de 1000Kg de polipropileno, el valor aproximado es de US\$155/ton. Sin embargo, el valor por kilogramo, puede reducirse.

4.2.4 Alternativas de utilización del Electrolito (Ácido Sulfúrico)

El electrolito (Ácido Sulfúrico), es un componente importante de la batería. El cuidado que se debe tener es imprescindible, pueden existir muchas pérdidas durante el transporte y almacenamiento. Su carácter corrosivo puede ocasionar graves daños a los operarios y al medio.

Opción A:

Reacondicionamiento

Reajustar el pH y limpiar de restos no deseados de Plomo y plásticos (filtración) para la reutilización. Es importante que el Ácido sea concentrado, mientras más diluido se encuentre, más difícil es su comercialización.

Las condiciones de almacenaje también son diferentes, para el caso del Ácido diluido, debe ser almacenado en contenedores de acero inoxidable.

Empresas que requieren Ácido Sulfúrico:

- a) Fabricas de Baterías
- b) Compañías Mineras
- c) Fabricas de Productos Químicos
- d) Industrias de Fertilizantes

La industria de los fertilizantes fosfatados es el principal consumidor mundial de Ácido Sulfúrico, por lo que sería este el nicho de comercialización.

Opción B:

Neutralización

Utilizando una planta correctamente acondicionada, con uno o dos estanques de almacenamiento para la neutralización. En este caso se debe tener un control sobre la temperatura, velocidad y volumen de mezcla y filtración de la sal formada.

Puede llevarse a cabo con diferentes agentes tales como:

a) Hidróxido de sodio (NaOH)

La sal resultante Na_2SO_4 , puede ser vendida posteriormente a empresas dedicadas a la fabricación de detergentes, celulosa, textil, entre otros, pudiendo obtener así mayores ganancias económicas. Actualmente no se ha podido concretar qué empresas en Chile aceptan y tratan la sal formada.

En este caso se debe considerar la separación del Sulfato de Sodio y el Sulfato de Plomo que se puede formar con los residuos de este en el Ácido. Una manera de evitar el esto es realizar una filtración previa. Para este procedimiento se debe considerar el

espacio con el que se cuenta y de esta manera determinar cuánto procesos se pueden realizar y los costos de cada uno.

b) Óxido de Calcio (CaO)

Para la fabricación de yeso $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ el cual puede también ser comercializado posteriormente.

En cualquiera de las opciones elegidas, se debe tener control sobre la posible formación de nubes tóxicas, por lo que el lugar debe contener un buen sistema de ventilación.

Sin embargo, independientemente de la opción escogida, es necesario considerar que la mayoría de las baterías llegan secas o con poco electrolito, por lo que las cantidades de Ácido recuperado es muy inferior a lo que se manejan en las grandes industrias que lo consumen, no siendo lo suficientemente atractivo para su venta. Siendo en general la mejor opción, neutralizar y depositar las sales en rellenos de seguridad.

4.3 Procesos Unitarios de una Planta de Reciclaje de Baterías

La información detallada de los procesos es difícil de obtener por razones obvias.

Sin embargo se obtiene una idea de los procesos unitarios principales.

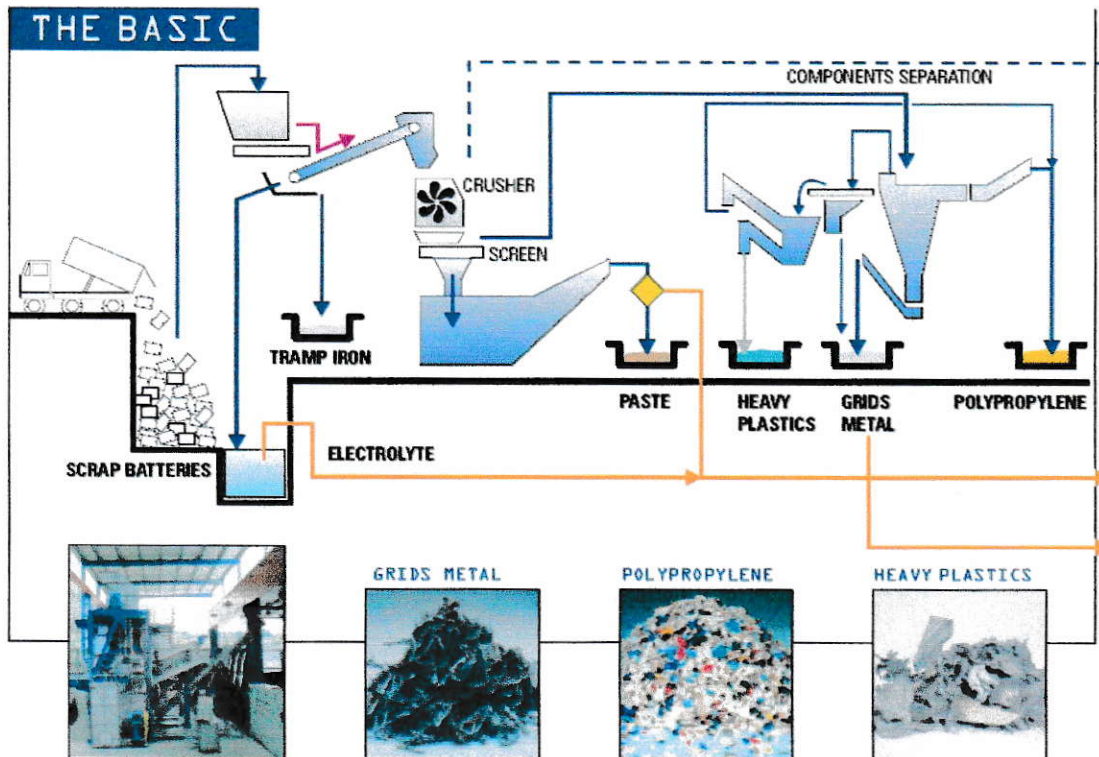


Figura 5: Sistema CX de separación de los componentes de la batería de Plomo-Ácido (Engitec; 2008).

La figura 5 muestra una de las opciones mayormente utilizadas de planta de reciclaje, pero no es necesariamente el único sistema. Cada etapa variará según los requerimientos de cada empresa y sus recursos económicos para llevarlos a cabo.

Al diagrama señalado en la figura 5 anterior se deben agregar los procesos de desulfurización de la pasta de Plomo y los procesos de fundición y refinación del Plomo.

Existe una empresa ubicada en México llamada Lead Metal Technologies dedicada específicamente a la venta de las maquinarias y equipamientos necesarios para una planta de reciclaje de baterías así como también se dedica al asesoramiento en este rubro.

La planta de reciclaje debe estar diseñada de tal forma que se obtenga la mayor eficiencia y calidad del producto final, minimizando las pérdidas y los residuos peligrosos. Se deben unir todos los procesos mencionados anteriormente y buscar siempre la mejor tecnología disponible.

La Comisión Europea emplea el sistema IPPC, Integration Pollution Control, diseñado para controlar los impactos sobre el medio ambiente. En este sistema se determinan los controles apropiados a seguir, de manera que las industrias protejan el medio ambiente. Sin embargo, considera igualmente que debe existir un equilibrio entre los beneficios ambientales y los costos de operación.

4.4 Sistematización de un Plan de Procedimiento Seguro

Desde el planteamiento del proyecto existen consideraciones ambientales que se deben realizar, una de ellas es el uso de suelo, es decir, si el lugar donde se quiere instalar la planta o recinto de acopio es apto para realizar dicho proyecto.

De acuerdo con el Decreto Supremo N°148 “Reglamento Sanitario Sobre Manejo de Residuos Peligrosos” y el “Manual de Almacenamiento de Sustancias Químicas Peligrosas” se deben realizar los siguientes pasos:

4.4.1 Identificación de acuerdo a clasificación y tipo de riesgo

En el DSN°148, se considera que las baterías no son peligrosas (lista B, B1110) si es que no contiene o no está contaminada con elementos de la lista A. Sin embargo; el Plomo es considerado peligroso en la lista II de categorías de residuos, específicamente en el punto II.13 y en la lista A de residuos peligrosos, en el punto A1010.

Para el Ácido Sulfúrico, este se considera peligroso según la lista II de categorías, específicamente en el punto II.16 y en la lista A de residuos peligrosos, en el punto A1020.

Por lo tanto las baterías de Plomo-Ácido son consideradas como residuos peligrosos según el punto A1180 de la lista A de residuos peligrosos.

Considerando la clasificación siguiente:



Donde el número en su interior indica el nivel siendo:

- 0 No especial
- 1 Ligero
- 2 Moderado
- 3 Severo
- 4 Extremo

El Ácido Sulfúrico es un compuesto altamente corrosivo y puede generar gases tóxicos, por lo que debe identificarse de la siguiente manera:



Figura 6: Etiquetado para Ácido Sulfúrico

El Sulfato de Plomo II es altamente tóxico y corrosivo por lo que debe identificarse de la siguiente manera:



Figura 7: Etiquetado para Sulfato de Plomo

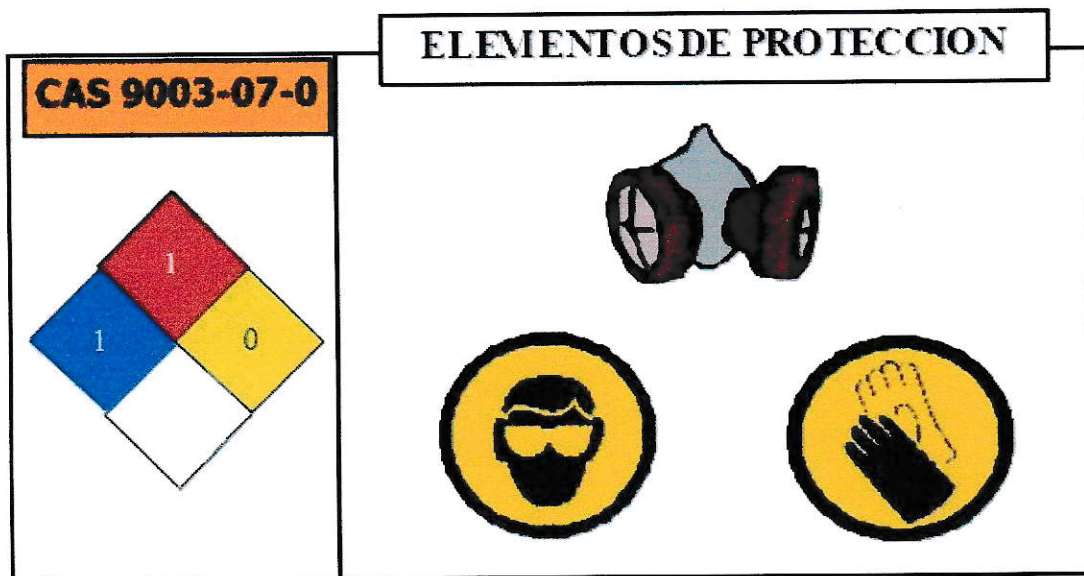


Figura 8: Etiquetado para polipropileno

Actualmente existen distintos tipos de materiales para trabajar con sustancias peligrosas, la elección depende específicamente del compuesto a utilizar.

Equipos de protección personal (EPP):

- Guantes, deben ser de uno de los siguientes materiales:
 - a) PVC
 - b) Neopreno (goma sintética)
 - c) Butilo (goma sintética)
 - d) Silver shield (producto norfoil).

- Protectores para los ojos, deben tener cubierta lateral.

- Mascarilla de protectora (respiradores), la elección depende del potencial de exposición. Siempre deben ser revisados antes de su uso.

A continuación se indican los tipos de protección según el potencial de exposición (ILMC; 2006):

- a) Donde exista un potencial de exposición que no sea mayor de $0,5 \text{ mg/m}^3$, usar un respirador con purificador de aire forzado de media máscara equipado con filtros de alta eficiencia.
- b) Donde exista un potencial de exposición que no sea mayor de $2,5 \text{ mg/m}^3$, usar un respirador purificador de aire forzado de pieza facial completa con filtros de alta eficiencia.
- c) Donde exista un potencial de exposición que no sea mayor de 50 mg/m^3 , utilizar un respirador purificador de aire forzado de cualquier clase con filtros de alta eficiencia o un respirador de media máscara con suministro de aire, operado en una modalidad de presión positiva.

4.4.2 Características generales de bodegas

4.4.2.1 Condiciones de construcción:

- *Exclusiva y señalizada.*

En una planta de baterías, existen varios procesos, y la forma en que ellos se realizan es diferente para cada planta. Si consideramos una planta completamente automatizada, deberían existir tres áreas de bodegas básicas distintas, correspondientes al área de plásticos que ya han sido previamente lavados, al área de baterías sin tratar y finalmente otra para el Ácido Sulfúrico sin tratar.

Como en Chile y en países de Latino América no es el caso anterior el más utilizado sino que la separación de los componentes se realiza de manera manual o semi-manual, se debe considerar además un área de acumulación del contenido de la batería, es decir, de la pasta de Óxidos de Plomo, rejillas, bornes y puentes de Plomo. Generalmente esta última se encuentra ubicada cerca de los hornos de fundición de Plomo, esto es necesario para evitar el traslado a grandes distancias de material altamente tóxico y de esta manera evitar posibles derrames.

➤ *Piso sólido, lavable y no poroso.*

Es imprescindible, excepto en el área de plásticos, ya que este no es considerado un residuo peligroso.

➤ *Estructura sólida, incombustible, techo liviano y con muros con resistencia al fuego de acuerdo a lo indicado en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, de acuerdo a su destino (almacenamiento).*

Si bien ninguno de los compuestos es inflamable, es importante que igualmente el material sea incombustible para evitar la propagación de incendios así como también la emisión de gases tóxicos (vapores de Plomo) durante una situación de emergencia.

- *Ventilación natural o forzada, dependiendo de las sustancias químicas almacenadas. La renovación de aire debe estar de acuerdo a lo indicado en DS.594/99 del MINSAL.*
- *La ventilación debe ser diseñada y construida de tal forma que los muros no pierdan la resistencia al fuego deseada. Se aceptan sólo pequeñas celosías en la parte superior de los muros, cerca del techo o en la parte inferior de los muros, dependiendo de las sustancias almacenadas. Dichas celosías deberán ser construidas de forma que deriven el aire hacia arriba.*

La ventilación es un tema importante debido a la formación de vapores tóxicos de Plomo y esta debe ser forzada. En el caso del Ácido Sulfúrico, cuando se trabajen grandes cantidades, se debe operar en sistemas cerrados de manipulación. Es necesario considerar que el material de la instalación y ventilación debe ser resistente a la corrosión del Ácido.

En el caso del Plomo, específicamente Sulfato de Plomo II $PbSO_4$ (considerando que como la batería ya ha sido utilizada contendrá principalmente en Plomo de esta forma). Cuando se separan manualmente los componentes, el Plomo separado contiene igualmente cierto contenido de Ácido por lo que el área donde se encuentre debe poseer igualmente buena ventilación y control de la temperatura para evitar emanaciones de gases tóxicos y permanencia en el área de polvos tóxicos de Plomo.

➤ *Sistema de captación de líquidos derramados.*

En las plantas de reciclaje de baterías, este punto debe ser considerado en diferentes áreas de operación independientemente del tipo de separación que se realice (manual o automatizada). El sólo procedimiento de trasladar las baterías de un sector a otro o al bajar las cargas de los camiones que las transportan de una empresa a otra, puede provocar derrames de Ácido. El sistema de captación puede ser dirigido mediante bombas a estaqués de neutralización o almacenamiento, de manera de evitar un nuevo traslado o una nueva instalación en la planta.

➤ *Para el almacenamiento en estanques fijos, estos deberán contar con control de derrame consistente en un depósito estanco (piscina) que contenga un volumen de 1.1 del estanque más grande.*

Lo más adecuado es el almacenamiento del Ácido en estanques fijos donde posteriormente será filtrado y/o neutralizado. La cantidad de Ácido obtenido en este tipo de plantas no almacena grandes volúmenes por lo que es más fácil evitar posibles derrames. Sin embargo se debe cumplir igualmente con el punto anterior.

➤ *Vías de evacuación en número, capacidad, ubicación e identificación e identificación apropiada que permita una expedita salida de todos los ocupantes hacia las zonas de seguridad, de acuerdo a lo establecido en DS. 594/99 del MINSAL*

- *Las puertas de salida de evacuación deberán abrirse en sentido de la evacuación sin utilización de llaves ni mecanismos que requieran un conocimiento especial.*

Estos últimos dos puntos son necesarios en cualquier tipo de instalación independientemente del trabajo que allí se realice.

4.4.2.2 Condiciones de almacenamiento.

- *Las sustancias peligrosas deberán estar contenidas al interior de recipientes (sacos, tambores, cuñetes, maxisacos, estanques u otros) permitiéndose sólo en casos técnicamente justificables el almacenamiento en pilas a granel, ya sea al aire libre o al interior de bodegas.*

En muchos lugares de acopio de baterías, estas se almacenan a granel sin mayor protección ni cuidado al respecto. Las baterías cerradas y secas pueden ser ubicadas en pallets.

Cuando existe un almacenamiento de Ácido junto con Sulfato de Plomo en una misma área, estos deberán estar distanciados por 2,4 m. De estar almacenado uno de los dos compuestos junto con otros productos no peligrosos como la caja de las baterías, deberán estar distanciados 1,2 m.

- *El almacenamiento no debe obstruir vías de ingreso y evacuación.*
- *Demarcación de pasillos con líneas amarillas*
- *Pasillo central con un mínimo 2,4 metros de ancho.*
- *Ancho mínimo de pasillos entre pilas de 1,2 metros (pasillos secundarios)*
- *La distancia mínima de sustancias peligrosas a muros perimetrales interiores es de 0,5 m. como mínimo.*
- *Señalizar con letreros que indique la clasificación de los productos almacenados y su Rotulación de las sustancias según NCh 2190 of.93 (figuras 6, 7 y 8).*
- *Rotulación de las sustancias con información de los riesgos asociados y acciones a seguir en caso de emergencia. (figuras 6, 7 y 8).*
- *La sustancia almacenada debe cumplir con la distancia estipulada en normas respecto de las boquillas de los rociadores.*
- *Existencia de un registro, mantenido en un lugar seguro y a disposición del personal a cargo de la bodega, escrito en español, con todas las Hojas de Datos de Seguridad de los productos almacenados de acuerdo a NCh 2245 of. 93.(anexo V)*
- *Instalación eléctrica reglamentaria (declarada en la SEC) y a prueba de explosión, según los productos almacenados*

4.4.2.3 Condiciones de protección de incendio:

- *Extintores bien ubicados, señalizados en el tipo y la cantidad indicada por DS.594/99 del Minsal.*
- *Plan de Emergencia para casos de derrame y/o incendio.*
- *Red húmeda, autónoma, dependiendo del producto y cantidad almacenada que asegure un tiempo mínimo de combate antes de la llegada de bomberos.*

Es necesario considerar que el Ácido Sulfúrico no debe tener contacto con el agua, debido que la reacción es extremadamente exotérmica por lo que puede ocasionar problemas mayores.

- *Sistema de detección automática de incendio dependiendo de la sustancia y la cantidad almacenada, diseñada según lo indicado por la NFPA 72 u otra equivalente reconocida internacionalmente.*
- *Sistema automático de extinción (rociadores), en base a polvo químico seco, agua o espuma, dependiendo del producto y de la cantidad almacenada. Los cálculos de diseño y su disposición deben ser realizados de acuerdo a las normas específicas chilenas y en lo no indicado en ella se aplicaran las indicadas por las NFPA (11, 12, 13, 15, 16, 30 entre otras) u otra norma reconocida internacionalmente que no contradiga las normas de la NFPA.*

En cada área pueden ocasionarse distintos tipos de incendios, para lo cual deben considerarse los distintos tipos extintores para controlarlos de acuerdo a la NCH 934.

En el área de plásticos, el fuego que pudiese provocarse, corresponde al de tipo A. Para el sector de Ácido Sulfúrico, el tipo de fuego corresponde al B. Por lo tanto pueden utilizarse como agente extintor: agua, espuma y polvo químico multiuso.

4.4.3 Instalaciones: Distribución y Control de Contaminantes

Como se ha mencionado anteriormente, todas las áreas de la planta deben estar correctamente identificadas con la señalización correspondiente

A continuación se señalan los procedimientos básicos a seguir en una planta de reciclaje:

a) Separación de Vestidores

La instalación debe contar con un área específica para que el personal que posee contacto directo con los materiales peligrosos deje su vestimenta de trabajo separada del área donde se guarda la vestimenta de uso personal. De esta manera se evita que los trabajadores propaguen la contaminación hacia sus hogares.

b) Lavado del equipo de trabajo

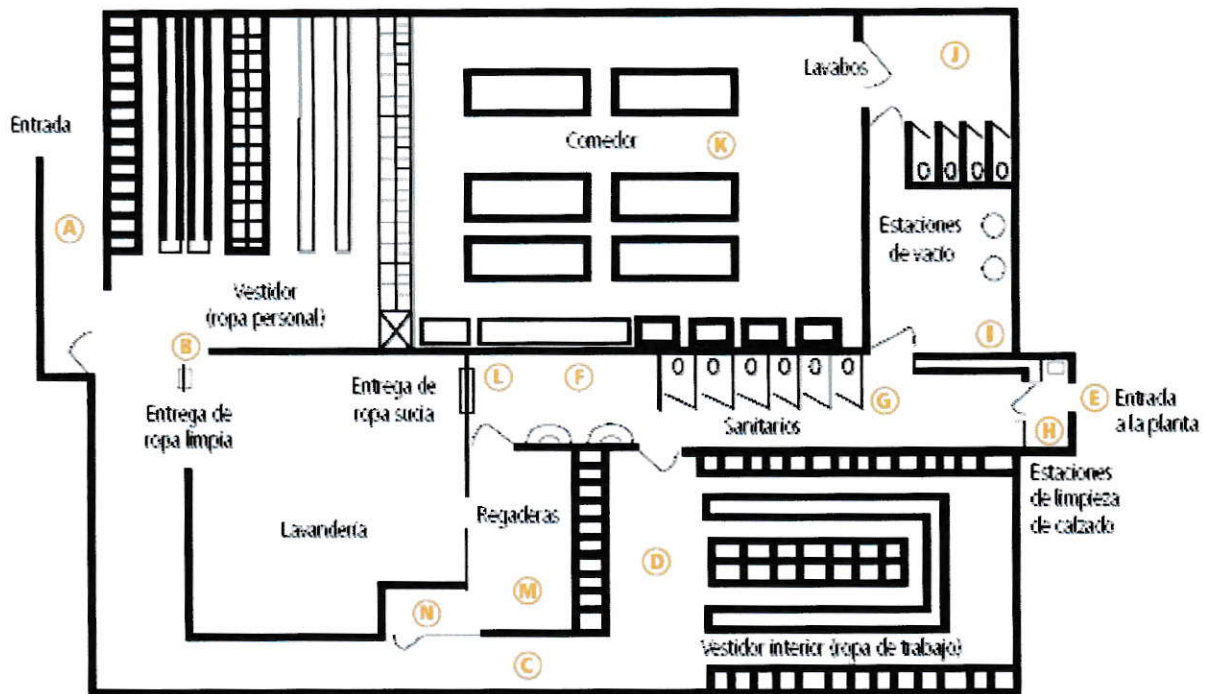
Toda la indumentaria utilizada, debe ser lavada diariamente para evitar la acumulación de estos residuos en ella.

c) Rutina de Control de la Contaminación

Lo importante en este tipo de instalaciones, es evitar al máximo la contaminación de la comida u otras zonas de la planta. Para lo cual, deben ejecutarse todas las medidas correspondientes. Debe establecerse un sistema de ingreso y salida de los trabajadores al área. Realizándose siempre por el mismo lugar. Cada trabajador debe conocer y repetir diariamente una rutina de seguridad.

d) Aseo Personal

Se debe destacar la importancia del cuidado de la limpieza de sus manos y cara. Con mayor énfasis en las horas de colación y descanso.



Fuente: Occupational Safety & Health Administration, US Department of Labor

(www.osha.gov), 2003

Figura 9: Instalación recomendada

4.5 Plan de Manejo de Residuos Peligrosos

A continuación se señalarán los contenidos básicos de un plan de manejo de residuos peligrosos para una planta de reciclaje de baterías, siendo esto sólo una guía y no el plan de manejo completo, debido a que para ello se requiere información específica de la empresa que lo implementará. Pueden existir variaciones y especificaciones en cada caso dependiendo del tipo de planta que quiere instalar ya que esto determinará las etapas y cantidades de baterías que quiere procesar.

En el artículo 26 del título III De la Generación del DS N°148 se señalan los puntos mínimos que debe contener un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos, señalados a continuación:

- a) *Descripción de las actividades que se desarrollan en el proceso productivo, sus flujos de materiales e identificación de los puntos en que se generan residuos peligrosos.*
- b) *Identificación las características de peligrosidad de los residuos generados y estimar la cantidad anual de cada uno de ellos.*
- c) *Análisis las alternativas de minimización de la generación de residuos peligrosos y justificación la medida seleccionada.*
- d) *Detalle de los procedimientos internos para recoger, transportar, embalar, etiquetar y almacenar los residuos.*

- e) *Definición del perfil del profesional o técnico responsable de la ejecución del Plan, así como, del personal encargado de operarlo.*
- f) *Definición los equipos, rutas y señalizaciones que deberán emplearse para el manejo interno de los residuos peligrosos.*
- g) *Hojas de Seguridad para el transporte de residuos Peligrosos para los diferentes tipos de residuos generados en la instalación.*
- h) *Capacitación que deberán recibir las personas que laboran en las instalaciones, establecimiento o actividades donde se manejan residuos peligrosos.*
- i) *Plan de Contingencias.*
- j) *Identificación de los procesos de eliminación a los que serán sometidos los residuos peligrosos, explicitando los flujos y procesos de reciclaje y/o reuso.*
- k) *Sistema de registro de los residuos peligrosos generados por la instalación o actividad y en donde al menos se consigne:*
- *Cantidad en peso y/o volumen e identificación de las características de peligrosidad de los residuos peligrosos generados diariamente,*
 - *Cantidad en peso y/o volumen e identificación de las características de peligrosidad de los residuos peligrosos que ingresen o egresen del sitio de almacenamiento,*
 - *Cantidad en peso y/o volumen e identificación de las características de peligrosidad de los residuos peligrosos reusados y/o reciclados y los procesos correspondientes.*

4.5.1 Identificación de procesos que generan residuos

Si bien una planta de reciclaje de baterías trabaja con materias primas que son consideradas como residuos peligrosos, igualmente se producen nuevos residuos por lo que es necesario identificar las etapas o procesos del sistema de reciclaje que los generan y considerarlos en el plan de manejo.

El diagrama a continuación, figura 10, muestra un resumen de los procesos que generan residuos peligrosos en una planta de reciclaje de baterías. Cada proceso puede ser desfragmentado en otros más específicos, como se muestra en la figura 5. Sin embargo; el residuo que se generará finalmente es del mismo tipo.

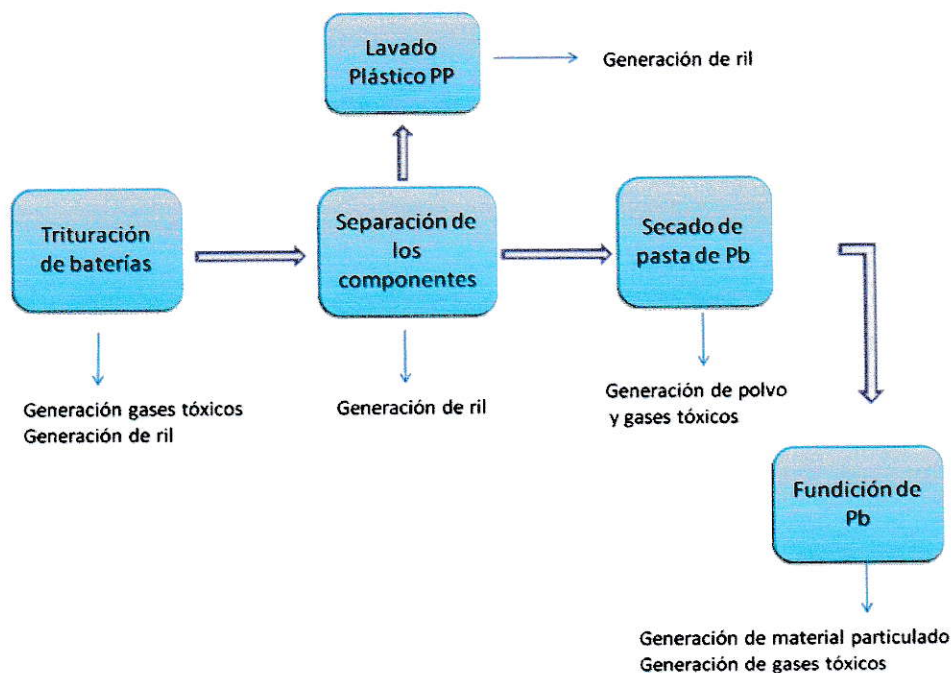


Figura 10: Resumen de procesos generadores de residuos peligrosos

Residuos Principales:

- a) Material Particulado (Plomo)
- b) Gases y Vapores tóxicos (Plomo y Dióxido de azufre)
- c) Riles (Ácido Sulfúrico y Sulfato de Plomo)

4.5.2 Alternativas de minimización

Las plantas de reciclaje de baterías poseen la ventaja de que cada residuo puede ser reutilizado. El ciclo es prácticamente completo, es decir, si no se tienen medidas para minimizar los residuos peligrosos generados, se pierde a su vez materia prima para los mismos procesos.

Por lo tanto, las medidas de abatimiento para gases y material particulado así como la recuperación del Ácido, son beneficiosas tanto para la empresa como para el medio ambiente y trabajadores.

Equipos a utilizar:

- a) Enfriadores de Gases, disminuye la temperatura de los gases al salir del horno
- b) Lavadores de Gases, retira de el SO_2 de los gases provenientes de los hornos
- c) Filtros de Mangas, recupera el material particulado de Plomo

- d) Ciclones, recupera el material particulado de Plomo
- e) Precipitadores electrostáticos, recupera el material particulado de Plomo
- f) Red de Captación de Riles, recupera los Riles provenientes de los distintos procesos.

Dentro de los sistemas mayormente utilizados se encuentran un sistema acoplado de enfriadores de gases los cuales permiten que los vapores de Plomo condensen formando material particulado para luego capturarlo nuevamente y así reingresarlo a los hornos de fundición. Los lavadores de gases permiten recuperar el Dióxido de azufre proveniente del combustible utilizado en los hornos de fundición; el procedimiento más efectivo es a contracorriente, el agua de lavado ingresa a los estanques de almacenamiento de Ácido Sulfúrico donde puede ser posteriormente neutralizado.

También se pueden utilizar filtros de mangas, ciclones y precipitadores electrostáticos para recuperar el material particulado proveniente de los hornos de fundición.

El sistema de ventilación puede igualmente conectarse y recuperar el Plomo mediante filtros de mangas y ciclones, el material recuperado reingresa a los hornos de fundición igualmente.

En el caso de los riles, es necesario una red de captación la cual puede ser unida con la red de contención de derrames y mediante bombas dirigir todo al estanque de almacenamiento de Ácido Sulfúrico ya que este será el principal componente de los residuos líquidos.

4.5.3 Información Adicional: Muestreo y Salud Ocupacional

Para llevar un control de las emisiones al medio ambiente, deben realizarse muestreos periódicos previamente programados. Estos muestreos deben representar los distintos lugares potencialmente afectados, es decir, suelo, aire y cuerpos de agua cercanos. Igualmente, las muestras deben estar claramente identificadas de acuerdo al protocolo de muestreo adoptado.

Equipo a utilizar:

- a) Espectrofotometría de Absorción Atómica

- b) Espectrómetro de Emisión Óptica

El análisis de las muestras, se realizan comúnmente a través de los métodos mencionados anteriormente.

De igual manera, se deben realizar periódicamente, de acuerdo a la recomendación de la Occupational Safety and Health Administration (OSHA), los siguientes controles para todos los trabajadores de la planta que se expongan a $30\mu\text{g}/\text{m}^3$ de aire o más:

- a) Plomo en la sangre
- b) Protoporfirina de zinc (prueba para determinar los efectos del Plomo sobre los glóbulos rojos)

Estos deben realizarse antes de la primera exposición y en adelante a intervalos de seis meses.

Para el personal expuesto con más $40\mu\text{g}$ de Plomo por 100mL de sangre integra, se recomienda además realizar, antes de la exposición y cada año siguiente, lo indicado a continuación:

- a) Historial médico completo
- b) un reconocimiento físico
- c) Prueba de función renal
- d) Hemoglobina, hematocrito, con recuento sanguíneo completo
- e) Examen del sistema nervioso
- f) Electroencefalograma

4.6 Exportación

La exportación de baterías de Plomo-Ácido usadas es otra de las actividades realizadas por los recolectores de baterías. Para llevar a cabo esto se debe considerar los siguientes aspectos generales:

Lo primero que se debe conocer, es si en el país de destino se aceptan este tipo de residuos. De acuerdo con el Convenio de Basilea, los países que participan en él, deben establecer qué tipo de residuos reciben y las condiciones en las que se deben encontrar. Chile, por ejemplo, no recibe este tipo de baterías.

Luego, si el valor del producto a exportar es mayor a US\$2000 del valor CIF, de acuerdo a lo establecido en la legislación D.L. N° 743/74 Ordenanza de Aduana del Ministerio de Hacienda en el Libro IV “Despachadores de Aduana”, es necesario utilizar el servicio de un agente de aduanas para llevar a cabo el proceso.

El agente de aduana es un profesional auxiliar de la función pública aduanera, se encargan de representar y realizar los trámites necesarios para la exportación de grandes cantidades de residuos peligrosos, ellos poseen la licencia para despachar mercancías, El servicio se evalúa como porcentaje del precio CIF de la mercancía exportada.

El documento principal es el DUS, Documento Único de Salida.

Debido al enfoque del presente trabajo es el reciclado de baterías de Plomo-Ácido usadas y no su exportación, no se detallará sobre los puntos anteriores. Sin embargo; toda la información pertinente es entregada por el servicio aduanero a través de su página web www.aduana.cl.

V DISCUSIÓN

Al existir en un país una buena reglamentación para residuos peligrosos, no debiese ser necesaria la creación de normas específicas para cada tipo de reciclaje. La necesidad de nuevas normas manifiesta, en cierto modo, el estado de desarrollo del país y de los nuevos mercados crecientes. Sin embargo; es importante que la implementación de las normas relacionadas sean llevadas a cabo por personas capacitadas para ello.

El Plomo, mundialmente es utilizado en la elaboración de variados implementos ya sea para las industrias como en artículos de uso común tales como los artículos de pesca. Sin embargo, en Chile no existen estas opciones, al menos no en un mercado formal. Por lo cual se ve retrasado el reciclaje de este metal al no poseer aplicaciones en el país.

El reciclaje de plástico en Chile no es muy rentable si no se realiza una labor muy específica y se cuenta con grandes cantidades de materia prima. Además es necesario que el procedimiento que se realice en la empresa sea de bajo costo y cuente con el mínimo de trabajadores. Muchas veces sólo se realiza el reciclaje para consumo dentro de una misma empresa y no como un negocio externo.

En Chile el mercado relacionado con el Ácido Sulfúrico, es principalmente el rubro de la minería, siendo estas compañías las principales productoras, consumidoras e importadoras.

Actualmente en el país, existe un cierto margen de déficit de Ácido Sulfúrico por parte de estas empresas el cual es suplido por la importación. De acuerdo con el informe realizado por la Comisión Chilena del Cobre “El Mercado del Ácido Sulfúrico en Chile Proyectado al año 2015” realizado en el año 2005. Indicaría que en los próximos años se observará una disminución en el consumo de este, sin embargo la producción se mantendrá debido a que las compañías mineras son productores obligados, es decir, producen Ácido Sulfúrico con el fin de disminuir las emisiones Dióxido de Azufre a la atmósfera, y de esta manera cumplir con la legislación vigente. Por lo tanto, para los próximos años quedaría un excedente.

Se debe considerar que actualmente se fabrican baterías donde el electrolito de Ácido Sulfúrico se encuentra en forma de gel. No se encontró mayor información sobre las características de la composición de este gel por lo cual no se pudo determinar el reciclaje adecuado de este componente. El gel se comienza a utilizar en la fábrica de baterías debido a su menor mantenimiento y lo cual genera un mayor tiempo de vida de la batería evitando pérdidas del electrolito y el rellenado de este. Por lo tanto, en los próximos años, el tratamiento del gel de Ácido Sulfúrico implicará un nuevo estudio y de ser necesario, el uso de diferentes tecnologías para su reciclaje o posterior reutilización.

En lo que respecta a la Salud y Seguridad Ocupacional, es necesario realizar una mayor capacitación tanto del alto mando, como de los trabajadores que poseen contacto directo con los residuos. Deben conocer los riesgos a los que todos están expuestos y la

importancia de la labor que cada trabajador realiza, independientemente de cargo que posea, junto con los riesgos asociados a un mal desempeño.

Sin duda alguna, el elemento fundamental para poder lograr los objetivos planteados para realizar eficientemente una gestión ambiental en general, es la formación de personas relacionadas en este ámbito. Dado la importancia a nivel de país, de un desarrollo sustentable, se hace imprescindible contar con personas capacitadas para llevarlo a cabo, por lo tanto debe incluirse dentro de las políticas de gobierno, la educación y conocimiento de las materias ambientales; y de esta manera enfocar los distintos proyectos a realizar como país hacia un aprovechamiento responsable de recursos.

Dando énfasis no sólo en la formación profesional sino que también en continuas capacitaciones, las cuales permiten ir innovando y evaluando las acciones realizadas.

VI CONCLUSIONES

No es necesaria la creación de normas específicas para cada tipo de reciclaje. La correcta aplicación de las normas ya existentes junto con el personal capacitado para llevarlas a cabo, son requisitos indispensables para el manejo de residuos peligrosos. Sin embargo es más importante aún la existencia de voluntad por parte de empresarios y del gobierno.

Un país autosustentable posee menor dependencia de otros países por lo que es posible fomentar el reciclaje a través de ganancias económicas estableciendo los beneficios para el país. Enfatizando en la importancia de ser generadores de nuevas tecnologías y aplicaciones para los diferentes componentes de una batería de Plomo-Ácido. Así como también la importancia de no acumular residuos de carácter tóxico. Para ello debe implementarse eficientemente un sistema de registro que permita realizar un seguimiento continuo de las baterías, siendo necesario que las empresas que trabajan con ellas informen periódicamente el destino final de estas.

Si bien, en muchos casos, la exportación es una opción de actividad a realizar, no es la ideal. Esto se debe a que a menudo, los componentes de una batería se exportan a países que poseen una menor rigurosidad en cuanto a su desempeño ambiental, por lo tanto, sólo se está trasladando la contaminación de un país a otro, lo cual debe ser considerado al tomar la decisión de optar por esta alternativa. A ello

debemos agregar que el transporte de residuos peligrosos puede ocasionar daños serios a ecosistemas marítimos en caso de un accidente.

VII REFERENCIAS

- Base de datos consultora ECOSAM LTDA
- Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación; SESMA
- D.S. N°148 Reglamento Sanitario Sobre Manejo de Residuos Peligrosos del Ministerio de Salud
- D.S. N°594/99 Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas de los Lugares de Trabajo
- D.S. N° 298/94 Reglamenta Transporte de Cargas Peligrosas por Calles y Caminos, del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.
- DIA “Almacenaje para Baterías Vehiculares en Desuso”, XV Región
- DIA "Compra y Embalaje para Exportación de todo tipo de Baterías de plomo usadas”, Región Metropolitana
- DIA “Drenaje y Eliminación de Electrolito Agotado de Baterías de Plomo Ácido" Bravo Energy Chile S.A., Región Metropolitana
- DIA“Planta de Baterías y Plomo Socmetal Ltda." SOCMETAL, Región Metropolitana
- DIA “Planta de Reciclaje de Baterías - EMASA", EMASA, V Región
- DIA "Planta de Reciclaje de Baterías Usadas de plomo y Anodos de Plomo de Descarte", IV Región
- DIA "Planta de Reciclaje de Residuos Electrónicos, Metálicos y plásticos."; Sociedad Comercial Degraf Limitada
- Engitec; 2008; The Integrated CX System; Lead Production from Sli Battery Recycling; Engitec Technologies S.p.A.; <http://www.engitec.com/PDF/CXSYSTEM.pdf> (última visita 19 marzo 2009)
- EPA; 2003; Guía para Empresas Pequeñas “Manejando sus Residuos Peligrosos”; 2003; <http://www.epa.gov/epawaste/hazard/generation/sqg/handbook/hazrules.pdf> (última visita 10 marzo 2009)

- Guía para la Elaboración de Planes de Manejo de Residuos Peligrosos; CONAMA/GTZ; 2005; http://www.sinia.cl/1292/articulos-39507_pdf_planes_respel.pdf (última visita 8 marzo2009)
- ILMC; 2001; Grupo de Trabajo Técnico del Convenio de Basilea, “Taller sobre el Manejo Ecológico Adecuado de Baterías de Plomo Ácido usadas en Centroamérica y el Caribe; <http://www.ilmc.org/workshops/Basel/Trinidad/Notes/Spanish/quees.html> (última visita 24 marzo 2009)
- ILMC; 2006, Manual para el Manejo Ambientalmente Responsable del Plomo realizado por: Cámara Minera de México, International Lead Management Center, Industrias Peñoles, S.A. de C.V. y Centro de Calidad Ambiental del Tecnológico de Monterrey; <http://www.ilmc.org/spanish/Manual%20para%20el%20Manejo%20Ambientalm ente%20Responsable%20del%20Plomo.pdf> (última visita 10 marzo 2009)
- INE; 2006; Informe Parque de Vehículos en Circulación; Instituto Nacional de Estadísticas
- Informe Comisión Chilena del Cobre “El Mercado del Ácido Sulfúrico en Chile Proyectado al año 2015”; 2005; www.minmineria.cl/574/articulos-5741_recurso_1.pdf (última visita 8 marzo2009)
- Informe Organización de Cooperación y Desarrollo Económico OCDE y Comisión Económica Para América Latina y el Caribe CEPAL “Desempeño Ambiental en Chile”; 2005
- Ley General de Residuos Sólidos P.L N° 4129/98-CR(99-07-09) Perú
- Manual de Almacenamiento de Sustancias Químicas Peligrosas, 2003 del Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente SESMA
- Norma Técnica del Instituto Nacional de Normalización NCh 382 Sustancias Peligrosas-Clasificación General
- Norma Técnica del Instituto Nacional de Normalización NCh 2245 Sustancias Químicas-Hojas de Datos de Seguridad-Requisitos
- Norma Técnica del Instituto Nacional de Normalización NCh 2190 Of. 2003 Transporte de Sustancias Peligrosas – Distintivos para identificación de riesgos
- Proyecto Manejo Ambientalmente Adecuado de Baterías Plomo – Ácido en la República de Panamá, noviembre 2002; Ministerio de Salud

- Proyecto Nacional de Manejo Ambientalmente Seguro de Baterías Usadas de Ácido-Plomo en Venezuela, 2002 del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales.
- Ramírez, A. El cuadro clínico de la intoxicación ocupacional por Plomo. *An. Fac. med.*, ene./mar. 2005, vol.66, no.1, p.57-70. ISSN 1025-5583; <http://www.scielo.org.pe/pdf/afm/v66n1/a09v66n1.pdf> (última visita 10 marzo 2009)
- Reglamento sobre el Manejo de Baterías de Plomo Ácido Usadas, Perú
- San Martín Maulen, R.; Memoria “Diseño Básico de una Unidad Prototipo de Separación de Componentes de Baterías de Plomo-Ácido”; Departamento de Ingeniería Mecánica; Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas; Universidad de Chile; 2007
- Sepúlveda Arcuch, V.; Plomo y Salud; 2000; Servidor de Informaciones del Callao – Perú; <http://www.callao.org/medioambiente/plomoy%20salud1.PDF> (última visita 10 marzo 2009)
- Solis Moreira, J.; “proyecto Planta Acumuladores Eléctricos Plomo-Ácido” para optar al título de Ingeniero Civil Mecánico; Departamento de Mecánica; Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas; Universidad de Chile
- Tesis Fitorremediación de un Suelo Contaminado con Plomo por Actividad Industrial; Buenavista, Saltillo, Coahuila, México; Diciembre de 2006. Departamento de Ciencias del Suelo; División de Ingeniería; Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”.

Páginas web Consultadas

- www.aduana.cl; http://www.aduana.cl/prontus_aduana/site/artic/20070705/pags/20070705155648.html
- www.batterycouncil.org
- www.conama.cl
- www.ilmc.org;
- www.lme.co.uk
- www.recicladora.com.ar (Los Flamencos S.A.)
- www.e-seia.cl
- www.atsdr.cdc.gov/es/csem/plomo/es_pb-normas.html
- <http://edafologia.ugr.es/Conta/tema15/dina.htm>
- http://www.fastonline.org/cd3wd_40/hdlhtml/envmanl/es/vol341.htm

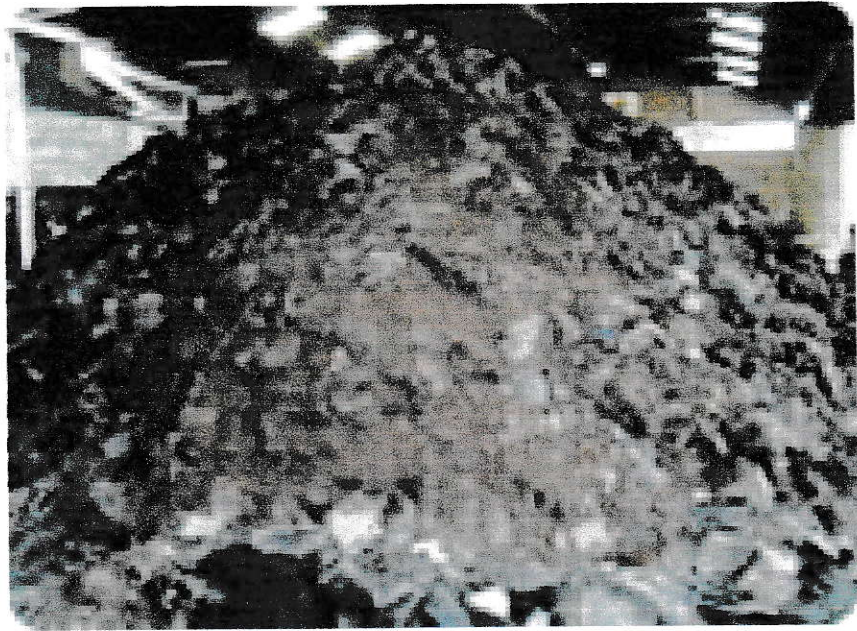
ANEXOS

ANEXO I: Imágenes
Fotos Bravo Energy “Zona de Baterías”, Santiago:



Fotos Commetal Santa Cruz, Bolivia:





ANEXO II: Empresas Entrevistadas

- ❖ **Bimar Chile Ltda.**
Planta de Reciclaje de Baterías Usadas de Plomo y Ánodos de Plomo de Descarte
Coquimbo, IV Región de Coquimbo
- ❖ **Bravo Energy Chile S.A.**
Las Industrias 12600
Maipú, Santiago, Región Metropolitana
- ❖ **Compañía Minero Metalúrgica Bolivia Ltda. COMMETAL**
Planta Recicladora
Carretera Ing. La Bélgica Km 2 ½
Warnes, Santa Cruz, Bolivia
- ❖ **IREPLAM**
Recicladora de Plásticos
Santiago, Región Metropolitana
- ❖ **Petroquim**
Hernando de Aguirre 268
Providencia, Santiago, Región Metropolitana
- ❖ **POLIPLAS**
Recicladora de Plásticos
Santiago, Región Metropolitana
- ❖ **Recicladora Ambiental Ltda. RAM Ltda.**
Calama, II Región de Antofagasta
- ❖ **REINDA**
Recicladora de Plásticos
Santiago, Región Metropolitana
- ❖ **Rent a Car Bengolea y Cía.**
Arriendo de Vehículos
Bilbao 1047
Providencia, Santiago, Región Metropolitana
- ❖ **VIMAPOL**
Recicladora de Plásticos
Santiago, Región Metropolitana

ANEXO III: Modelo Norma BCI



**BATTERY COUNCIL INTERNATIONAL
PROPOSED MODEL BATTERY RECYCLING LEGISLATION
BE IT ENACTED BY THE LEGISLATURE OF THE STATE OF _____**

**Section 1. LEAD-ACID BATTERIES;
LAND DISPOSAL
PROHIBITED.**

(a) No person may place a used lead-acid battery in mixed municipal solid waste, in any landfill, or municipal solid waste incinerator.

(b) No person shall dispose of a used lead-acid battery except by delivery to a retailer or wholesaler, or to a secondary lead smelter, or to a collection or recycling facility authorized under the law of (state) or by the U.S. Environmental Protection Agency.

(c) No retailer shall dispose of a used lead-acid battery except by delivery to the agent of a wholesaler or a secondary lead smelter, or to a battery manufacturer for delivery to a secondary lead smelter, or to a collection or recycling facility authorized under the law of (state) or by the U.S. Environmental Protection Agency.

(d) Each battery improperly disposed of shall constitute a separate violation.

(e) For each violation of this section a violator shall be subject to a fine not to exceed \$ _____ and/or a prison term not to exceed _____ days (as appropriate under state code).

**Section 2. LEAD-ACID BATTERIES;
COLLECTION FOR
RECYCLING.**

A retailer selling replacement lead-acid batteries in the state shall:

(a) Accept from customers, at the point of transfer, used lead-acid batteries of the same general type and in a quantity at least equal to the number of new batteries purchased, if offered by customers;

(b) Collect a deposit of at least \$10.00 on the sale of an automotive type replacement leadacid battery that is not accompanied by the return of a used lead-acid battery of the same general type. All deposits shall inure to the benefit of the retailer unless the person paying the deposit pursuant to this subsection returns a used automotive lead-acid battery to the retailer within thirty days of the date of sale, in which case the deposit shall be returned to the customer; and

(c) Post written notice which must be at least 8-1/2 inches by 11 inches in size and must contain the universal recycling symbol and the following language:

(1) "It is illegal to discard a used lead acid battery.";

(2) "Recycle your used batteries."; and

(3) "State law requires us to accept used lead-acid batteries for recycling in exchange for new batteries purchased."

**Section 3. INSPECTION OF BATTERY
RETAILERS.**

The (appropriate state agency) shall produce and print the notices required by Section 2 and shall distribute such notices to all places where replacement lead-acid batteries are offered for retail sale. In performing its duties under this

section, the division may inspect any place, building, or premises where batteries are sold at retail. Authorized employees of the agency may issue warnings and citations to persons who fail to comply with the requirements of Section 2. Failure to post the required notice following warning shall subject the establishment to a fine of \$_____ per day (as appropriate under state code).

Section 4. LEAD-ACID BATTERY WHOLESALEERS.

Any wholesaler selling replacement lead-acid batteries shall accept from customers at the point of transfer, used lead-acid batteries of the same general type and in a quantity at least equal to the number of new batteries purchased, if offered by customers. A wholesaler accepting batteries in transfer from a retailer shall be allowed a period not to exceed 90 days to remove batteries from the retail point of collection.

Section 5. PLASTIC CODING.

Lead-acid battery cases shall not be required to bear an SPI, SAE or other resin identification code otherwise required for rigid plastic containers.

Section 6. DEFINITIONS.

For the purposes of Sections 1-5:

(a) The term lead-acid battery means a battery that:

- (1) consists of lead and sulfuric acid;
- (2) is used as a power source; and
- (3) is not intended as a power source

for consumer products.

(b) The term retailer means any person who engages in the sale of replacement lead-acid batteries directly to the end user.

(c) The term wholesaler means any person who sells replacement lead-acid batteries for resale.

(d) The term consumer product means any device that is primarily intended for personal or household use and is typically sold, distributed, or made available to the general population through retail or mail-order distribution. Such term does not include vehicles, motorcycles, wheelchairs, boats or other forms of motive power. The term does include, but is not limited to, computers, games, telephones, radios, and similar electronic devices.

Section 7. ENFORCEMENT.

The (appropriate state agency) shall enforce Sections 2 and 4. Violations shall be a misdemeanor under (applicable state code).

Section 8. SEVERABILITY.

If any clause, sentence, paragraph or part of this chapter or the application thereof to any person or circumstance shall, for any reason, be adjudged by a court of competent jurisdiction to be invalid, such judgment shall not affect, impair, or invalidate the remainder of this chapter or this application to their persons or circumstances.

* * * *

BATTERY COUNCIL INTERNATIONAL
401 North Michigan Ave.
Chicago, IL 60611
Telephone (312) 644-6610
Fax (312) 321-6869

ANEXO IV: Cuestionarios de Referencia

Proyecto Manejo Ambientalmente Adecuado de Baterías Plomo – Ácido en la República de Panamá, noviembre 2002, Ministerio de Salud

CUESTIONARIO PARA CENTROS DE ACOPIO DE BATERÍAS Y/O PLOMO

DATOS GENERALES:

Nombre del Comercio: _____

Encargado: _____ Teléfonos _____

Dirección: _____

CUESTIONARIO:

1. ¿Se dedica su empresa a la actividad de compra y venta de baterías Ácido Plomo de cualquier material que contenga Plomo?

SI NO

Si su respuesta es afirmativa continúe el cuestionario, si no, entréguela

2. ¿Qué materiales usted recolecta con mayor frecuencia?

a) Chatarras que contienen Plomo

b) Baterías Ácido Plomo

c) Otros.

Especifique _____

3. ¿Quiénes compran las baterías usadas?

a) _____

b) _____

c) _____

4. Transporta usted las baterías usadas con

a) Electrolito b) Sin electrolito c) Otros _____

5. Si el transporte es con electrolito, ¿cuáles son las medidas de seguridad tomadas para el transporte?

6. Si el transporte es sin electrolito, ¿Cómo es drenado este?

a) Directamente al desagüe de los alcantarillados.

b) Va a un depósito para luego tratarse y drenarse.

c) En la tierra.

7. ¿Compra baterías en el exterior o sólo localmente. _____

8. Nombre(s) de (o las) empresa(s) a las que su empresa les compra

9. ¿Cómo almacena las baterías? _____

10. Que cantidad de material su empresa recolecta por:

SEMANA _____ QUINCENA _____ MENSUAL _____

11. ¿Cuáles son los tipos de baterías Ácido- Plomo, en cuanto al tamaño recolectados por la empresa: _____

12. Qué cantidad de Plomo se extrae por batería Ácido – Plomo recolectada? (en función del tamaño recolectado) _____

13. ¿Cuál es el uso general que le dan al material recolectado?:

14. ¿Considera usted que el material recolectado es contaminante?

SI NO

15. ¿Tiene usted conocimiento cuales son los efectos de la exposición al Plomo?

SI NO

Si su respuesta es afirmativa, indique por lo menos tres (3) de los efectos conocidos:

- a) _____
- b) _____
- c) _____

16. Esta usted en contacto con otros comercios recolectores

SI NO

Si su respuesta es afirmativa, ¿Cuáles?

CUESTIONARIO PARA RECOLECTORES DE BATERÍAS Y/O PLOMO

DATOS GENERALES:

Nombre del Recolector: _____
Teléfonos _____ Dirección: _____

CUESTIONARIO:

1. ¿ Se dedica usted a la recolección de baterías Ácido-Plomo o de cualquier material que contenga Plomo?

SI NO

Si su respuesta es afirmativa continúe el cuestionario, si es no, entréguela.

2. ¿Qué materiales usted recolecta con mayor frecuencia?

- a) Chatarras que contienen Plomo
- b) Baterías Ácido Plomo
- c) Otros.

Especifique _____

3. ¿Quiénes compran las baterías usadas y/o material recolectado por usted?

- a) _____
- b) _____
- c) _____

4. Transporta usted las baterías usadas con

- a) Electrolito b) Sin electrolito c) Otros _____

5. Si el transporte es con electrolito, ¿cuáles son las medidas de seguridad tomadas para el transporte?

6. Si el transporte es sin electrolito, ¿Cómo es drenado este?

- d) Directamente al desagüe de los alcantarillados.
- e) Va a un depósito para luego tratarse y drenarse.
- f) En la tierra.

7. ¿Compra baterías en el exterior o sólo localmente. _____

8. Nombre(s) de las empresas a que usted le compra: _____

9. Qué cantidad de material usted recolecta por:

SEMANA _____ QUINCENA _____ MENSUAL _____

10. ¿Cuáles son los tipos de baterías Ácido- Plomo, en cuanto al tamaño recolectados por usted:

11. Qué cantidad de Plomo usted extrae por batería Ácido – Plomo recolectada? (en función del tamaño recolectado) _____

12. ¿Cuál es el uso general que le da al material recolectado?:

13. ¿Considera usted que el material recolectado es contaminante?

SI

NO

14. ¿Tiene usted conocimiento cuales son los efectos de la exposición al Plomo?

SI

NO

Si su respuesta es afirmativa, indique por lo menos tres (3) de los efectos conocidos:

a) _____

b) _____

c) _____

15. Esta usted en contacto con otros recolectores

SI

NO

Si su respuesta es afirmativa, ¿Cuáles?

CUESTIONARIO PARA EL SECTOR IMPORTADOR DE BATERÍAS Y/O PLOMO

DATOS GENERALES:

Nombre del Comercio:-----

Encargado:-----Teléfonos-----

Dirección:-----

CUESTIONARIO:

1. ¿Su compañía importa baterías de Plomo Ácidos?

Si _____ No _____

2. En que estado su compañía importa las baterías

Nuevas _____ Usadas _____

3. ¿Qué cantidad importa anualmente? _____ - _____

4. ¿Las baterías las importa con electrolito?

Si _____ No _____

5. ¿Cómo almacenan las baterías? _____

6. ¿Qué hace con las baterías de Ácidos de Plomo usadas?

a. Se venden _____

b. Se Reacondicionan _____

c. Otros _____

7. ¿Dónde se reacondicionan las baterías usadas? _____

8. ¿Sabe cuáles son los efectos de la exposición al Plomo en el ambiente o en la población?

SI _____ No _____

9. ¿A sus empleados le proporciona indumentaria especial?

Si _____ No _____

10. ¿ Con q ué frecuencia se lava la indumentaria?

Semanalmente _____ Quincenalmente _____ Mensualmente _____

11. Se lava en el mismo establecimiento la indumentaria que utiliza su personal.

SI _____ No _____

12. ¿Se le proporcionan mascarilla de respiración al personal?

SI _____ No _____

13. ¿Existen normas sobre higiene industrial en su empresa?

SI _____ No _____

14. En su opinión, ¿Qué se debe hacer con las baterías de Ácido de Plomo usadas?

15. En su opinión ¿Cuál es la solución para el problema de la contaminación por Plomo que causan las baterías de Ácido de Plomo usadas?

16. ¿Qué incentivos lo alentarían a llevar las baterías usadas a un centro de recolección?

17. ¿Conoce algunos programas de toma de conciencia sobre contaminación por Plomo que ofrecen instituciones gubernamentales?

Si _____ No _____ Cuales _____

18. ¿La información que ofrecen lo han alentado a deshacerse de las baterías de Ácido de Plomo de una manera que no dañen el medio ambiente?

Si _____ No _____

19. En su opinión, ¿Qué aspecto de esos programas se debe mejorar?

20. ¿Conoce programa de incentivo para reciclar baterías usadas?

Si _____ No _____

21. ¿Quién es el responsable de asuntos de salud ocupacional en su empresa?

CUESTIONARIO PARA EL SECTOR EXPORTADOR DE BATERÍAS

DATOS GENERALES:

Nombre del Comercio:-----

Encargado:-----Teléfonos-----

Dirección:-----

CUESTIONARIO:

1. ¿Su compañía exporta baterías de Plomo Ácidos?

Si _____ No _____

2 En que estado su compañía exporta las baterías

Nuevas _____ Usadas _____

3 ¿Qué cantidad exporta anualmente? _____

4. Se exportan baterías usadas para su reciclaje.

Si _____ No _____

4 ¿A dónde se exportan las baterías usadas para su reciclaje?

6. ¿Cómo envían las baterías usadas al lugar donde harán el reciclaje?

Aérea _____ Terrestre _____ Marítima _____

7. ¿Qué precauciones se toman para enviar las baterías al lugar donde se va realizar el reciclaje?

8. ¿Se drena el electrolito de las baterías al transportar las baterías al lugar para su reciclaje?

Si _____ No _____

9. Las baterías se drenan:

a- En el suelo _____

b- En un deposito para tratarse. _____

c- Al alcantarillado _____

10 ¿ Cómo almacenan las baterías? _____

11. ¿Sabe cuáles son los efectos de la exposición al Plomo en el ambiente o en la población?

Si _____ No _____

12. ¿A sus empleados le proporciona indumentaria especial?

Si _____ No _____

13 ¿ Con qué frecuencia se lava la indumentaria?

Semanalmente _____ quincenalmente _____ Mensualmente _____

14 ¿Se lava en el mismo establecimiento la indumentaria que utiliza su personal?

SI _____ No _____

15. ¿Se le proporcionan mascarilla de respiración al personal?

SI _____ No _____

16 ¿Existen normas sobre higiene industrial en su empresa?

SI _____ No _____

17 ¿Qué hace con las baterías de Ácidos de Plomo usadas?

18. En su opinión, ¿Qué se debe hacer con las baterías de Ácido-Plomo usadas?

19. En su opinión ¿Cuál es la solución para el problema de la contaminación por Plomo que causan las baterías de Ácido de Plomo usadas?

20. ¿Qué incentivos lo alentarían a llevar las baterías usadas a un centro de recolección?

21. ¿Conoce algunos programas de toma de conciencia sobre contaminación por Plomo que ofrecen instituciones gubernamentales?

22. ¿La información que ofrecen lo han alentado a deshacerse de las baterías de Ácido de Plomo de una manera que no dañen el medio ambiente?

Si _____ No _____

23. En su opinión, ¿Qué aspecto de esos programas se debe mejorar?

24. ¿Conoce programa de incentivo para reciclar baterías usadas?

Si _____ No _____

25. ¿Quién es el responsable de asuntos de salud ocupacional?

CUESTIONARIO PARA LAS PLANTAS DE RECICLAJE Y PROCESAMIENTO DE PLOMO

DATOS GENERALES:

Nombre del Comercio:-----

Encargado:-----Teléfonos-----

Dirección:-----

ASPECTO

OBSERVACIONES

PROCESO DE PRODUCCIÓN

1. Materiales con contenido de Plomo reciclados
2. Cantidad anual de materiales reciclados
3. Procedimiento para la recolección de materiales
4. Establecimientos receptores de materiales
5. Procedimiento para clasificar materiales de desecho
6. Desarmado mecánico o manual de baterías
7. Proceso de separación de componentes de baterías
8. Sistema de transporte de componentes separados
9. Proceso de fundición de materiales de desecho
10. Hornos
11. Sistema de carga del horno
12. Condiciones de combustión del horno
13. Programa de limpieza del horno
14. Sistema de ventilación de la cámara de filtros de bolsa
15. Programas de vaciado de escoria y Plomo del horno
16. Tratamiento, almacenamiento y eliminación de escoria
17. Proceso de refinado del Plomo reciclado
18. Separación y almacenamiento de subproductos
19. Tratamiento de subproductos
20. Procedimiento de colada de lingotes

MEDIO AMBIENTE

1. Composición química de la escoria desechada
2. Límites de emisiones atmosféricas
3. Resultados medios de las descargas atmosféricas
4. Tratamiento de aguas superficiales antes de la descarga
5. ¿Cómo se neutraliza el Ácido de las baterías?
6. ¿Cómo se descarga el efluente de desechos?
7. ¿Cuáles son las normas para la descarga de efluentes?
8. Contenido de Plomo y pH de los efluentes
9. ¿Existe un sistema común de drenaje?
10. ¿Cómo se almacenan las materias primas?
11. Perfil de la velocidad y dirección del viento durante un período de 12 meses
12. Sistema de ventilación del área de almacenamiento
13. Velocidades frontales de las unidades de extracción
14. Programas de mantenimiento de las cámaras de filtros de bolsa
15. Procedimientos de limpieza de las cámaras de filtros de bolsa
16. Composición química de los humos
17. ¿Se almacenan los subproductos en áreas selladas?
18. Métodos de eliminación del humo proveniente de las cámaras de los filtros de bolsa
19. ¿A qué distancia de la planta se encuentran los habitantes?

20. ¿Quién es la persona responsable de asuntos ambientales?

EXPOSICIÓN OCUPACIONAL

ASPECTO

1. Cantidad de empleados
2. Antecedentes de servicio y edades
3. Índice de rotación de la mano de obra
4. Horas de trabajo
5. ¿Cómo son las áreas de vestuario de los empleados?
6. ¿Cuál es el procedimiento al final de la jornada de trabajo?
7. ¿Se le proporciona al personal indumentaria especial?
8. ¿Con qué frecuencia se lava la indumentaria?
9. ¿Se lava en el establecimiento la indumentaria utilizada en el proceso?
10. ¿Se proporcionan mascarillas de respiración? ¿Se utilizan?
11. ¿Están separadas las áreas de comedor y de procesamiento?
12. ¿Está el área del comedor libre del polvo de Plomo?
13. ¿Se lavan los empleados antes de comer?
14. ¿Nivel medio, superior e inferior de Plomo en sangre?
15. ¿Se ve un aumento o descenso del nivel de Plomo en sangre?
16. ¿Cuentan con un programa de vigilancia de higiene industrial?
17. ¿Existen normas sobre el uso de mas carillas de respiración?
18. ¿Existen normas sobre higiene industrial?
19. ¿Entienden los trabajadores los riesgos que conlleva el Plomo?
20. ¿Quién es la persona responsable de asuntos de salud ocupacional

OBSERVACIONES

ANEXO V: Contenido de Hoja de Seguridad NCh 2245 of. 2003

Debe ser presentada de acuerdo al formato indicado en el anexo A de la norma.

Sección	Materia
1	Identificación de la sustancia química y del proveedor
2	Información sobre la sustancia o mezcla
3	Identificación de los riesgos
4	Medidas de primeros auxilios
5	Medidas para combate del fuego
6	Medidas para controlar derrames o fugas
7	Manipulación y almacenamiento
8	Control de exposición/protección personal
9	Propiedades físicas y químicas
10	Estabilidad y reactividad
11	Información toxicológica
12	Información ecológica
13	Consideraciones sobre disposición final
14	Información sobre transporte
15	Información reglamentaria
16	Otras informaciones