



GUÍA TÉCNICA SOBRE MANEJO DE BATERÍAS DE PLOMO ACIDO USADAS

The background of the page is a faded, green-tinted photograph of a lead-acid battery. The battery has several circular cells visible on its top surface. There are technical labels on the battery, including one that says "Voltage 12 Volt." and another with the number "330".

GUÍA TÉCNICA SOBRE, MANEJO DE BATERIAS DE PLOMO ACIDO USADAS

Publicado por:

Proyecto CONAMA / GTZ

Gestión de Residuos Peligrosos en Chile

“Proyecto ResPel”

Teatinos 258

Santiago, Chile

www.respel.cl

Publicación financiada por:

**Ministerio Federal de Cooperación
Económica y Desarrollo (BMZ)**

Friedrich-Ebert-Allee 40

53113 Bonn, Alemania

www.bmz.de



Bundesministerium für
wirtschaftliche Zusammenarbeit
und Entwicklung

El presente documento ha sido desarrollado en el marco de la cooperación bilateral entre los Gobiernos de Chile y de la República Federal de Alemania, elaborado por profesionales de la Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA) y la Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, cooperación técnica alemana..

Comisión Nacional del Medio Ambiente



Cooperación técnica alemana



Cooperación Intergubernamental
Chile - Alemania



En la elaboración de este documento participaron:



GOBIERNO DE CHILE
COMISIÓN NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

CONAMA

Teatinos 258
Santiago, Chile
www.conama.cl



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE SALUD

Ministerio de Salud

Mac Iver 541
Santiago, Chile
www.minsal.cl



GOBIERNO DE CHILE
SECRETARÍA REGIONAL, MINISTERIO DE SALUD
REGIÓN METROPOLITANA

Autoridad Sanitaria RM

Av. Bulnes 177
Santiago, Chile
www.asrm.cl



AEPA

AEPA

Av. Guardia Vieja 255, Of. 1111
Providencia
Santiago, Chile
www.aepa.cl



asimet

ASIMET

Av. Andrés Bello 2777, Piso 4
Las Condes
Santiago, Chile
www.asimet.cl



Asiquim A.G.

ASIQUIM

Av. Andrés Bello 2777, Piso 5
Las Condes
Santiago, Chile
www.asiquim.cl



SOFOFA

SOFOFA

Av. Andrés Bello 2777, Piso 3
Las Condes
Santiago, Chile
www.sofofa.cl



GTZ

Federico Froebel 1776 / 1778
Providencia
Santiago, Chile
www.gtz.de

INDICE

1	Introducción	9
2	Características Técnicas de las Baterías de Plomo Ácido	13
2.1	Componentes de la batería de plomo ácido	13
2.2	Funcionamiento de la batería	15
2.3	Clasificación y tipos de baterías	15
2.4	Riesgos y medidas de seguridad	17
2.5	Consumo de baterías de plomo ácido en Chile	21
3	Manejo de Baterías en Servicio	23
3.1	Vida útil	27
3.2	Almacenamiento	27
3.3	Funcionamiento	28
3.4	Mantenimiento	28
4	Manejo de Baterías Usadas	33
4.1	Clasificación y características de peligrosidad	33
4.2	Generación	35
4.3	Almacenamiento	37
4.4	Transporte	45
4.5	Eliminación	48
4.6	Medidas en caso de fugas y procedimientos de primeros auxilios	51
5	Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos	55
5.1	Movimientos dentro del país	55
5.2	Movimientos transfronterizos	56
6	Referencias	61
Anexos 5		67
Anexo N°1:	Datos de Contacto de Secretarías Regionales Ministeriales de Salud	69
Anexo N°2:	Ejemplo de Etiqueta	73
Anexo N°3:	Ejemplo de Hoja de Datos de Seguridad para el Transporte	75
Anexo N°4:	Glosario de Términos	81



INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Una batería o acumulador eléctrico es un dispositivo electroquímico que permite almacenar energía en forma química mediante el proceso de carga, y liberarla como energía eléctrica, durante la descarga, mediante reacciones químicas reversibles cuando se conecta con un circuito de consumo externo¹. Todas las baterías son similares en su construcción y están formadas por un número de celdas compuestas de electrodos positivos y negativos, separadores y de electrolito. El tamaño, el diseño interno y los materiales utilizados controlan la cantidad de energía disponible de cada celda.

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

Las baterías de plomo ácido usadas corresponden a baterías que no son susceptibles de recarga o que no son utilizables a consecuencia de rotura, corte, desgaste o cualquier otro motivo. Estas baterías contienen componentes potencialmente contaminantes, lo cual hace necesario establecer medidas para su manejo adecuado una vez que termine su vida útil.

¹ Las pilas, a diferencia de los acumuladores o baterías, son dispositivos no recargables dado que la reacción química que se produce durante su uso es irreversible.



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS BATERÍAS DE PLOMO ÁCIDO

2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS BATERÍAS DE PLOMO ÁCIDO

2.1 Componentes de la batería de plomo ácido

En la Figura 1 se representa una batería de plomo ácido, donde se distinguen los siguientes componentes:

- **Electrolito:** Solución diluida de ácido sulfúrico en agua (33,5% aproximadamente) que puede encontrarse en tres estados: líquido, gelificado² o absorbido³.
- **Placas o electrodos:** Estas se componen de la materia activa y la rejilla. La materia activa que rellena las rejillas de las placas positivas es dióxido de plomo, en tanto la materia activa de las placas negativas es plomo esponjoso. En estas últimas también se emplean pequeñas cantidades de sustancias tales como sulfato de bario, negro de humo y lignina. Se distinguen las placas Planté y las placas empastadas; éstas últimas pueden ser planas o tubulares.
- **Rejillas:** La rejilla es el elemento estructural que soporta la materia activa. Su construcción es a base de una aleación de plomo con algún agente endurecedor como el antimonio o el calcio. Otros metales como el arsénico, el estaño, el selenio y la plata son también utilizados en pequeñas cantidades en las aleaciones. Las rejillas se fabrican en forma plana o tubular.
- **Separadores:** Los separadores son elementos de material microporoso que se colocan entre las placas de polaridad opuesta para evitar un corto circuito. Entre los materiales utilizados en los separadores tipo hoja se encuentran los celulósicos, los de fibra de vidrio y los de PVC. Los materiales utilizados en los separadores tipo sobre son poliméricos siendo el más utilizado el PE.
- **Carcasa:** Es fabricada generalmente de PP y en algunos casos de ebonita (caucho endurecido); en algunas baterías estacionarias se utiliza el estireno acrilonitrilo (SAN) que es transparente y permite ver el nivel del electrolito. En el fondo de la carcasa o caja hay un espacio vacío que actúa como cámara colectora de materia activa que se desprende de las placas.
- **Conectores:** Piezas destinadas a conectar eléctricamente los elementos internos de una batería; están hechos con aleaciones de plomo-antimonio o plomo-cobre.

² Electrolito gelificado mediante la adición de óxido de silicio.

³ Electrolito absorbido por separadores de fibra de vidrio microporosa.

- **Terminales:** Bornes o postes de la batería a los cuales se conecta el circuito externo. Generalmente las terminales se fabrican con aleaciones de plomo.

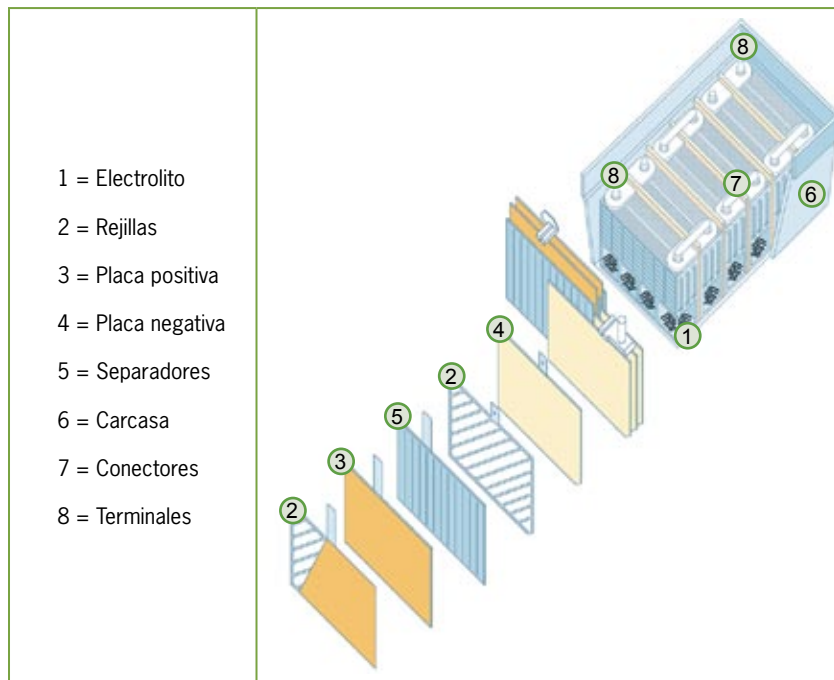
La composición en peso de una batería convencional se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1: Composición en peso de una batería de plomo ácido

Plomo (plomo, dióxido de plomo, sulfato de plomo)	65-75%
Electrolito (ácido sulfúrico)	15-25%
Separadores de plástico	5%
Caja de plástico	5%

Los acumuladores de plomo tienen numerosas aplicaciones y sus pesos abarcan, por ejemplo, desde 0,3 kg (baterías para sistemas de alimentación ininterrumpida) hasta 10.000 kg (bancos de baterías que proporcionan energía de respaldo a equipos de telecomunicaciones). Las de mayor consumo en número son las baterías de automóviles que pesan en promedio 18 kg.

Figura 1: Componentes y estructura interna de los acumuladores de plomo convencionales



2.2 Funcionamiento de la batería

Cuando la batería está cargada, el electrodo positivo tiene un depósito de dióxido de plomo y el electrodo negativo de plomo. En la descarga se produce la disociación del ácido sulfúrico de manera que el dióxido de plomo y el plomo se transforman gradualmente en sulfato de plomo. También se forma agua, con lo cual el electrolito va disminuyendo su densidad y quedando menos ácido. De esta manera, cuando el acumulador está descargado, la masa activa de las placas es en gran parte sulfato de plomo y el electrolito está constituido por una disolución de ácido sulfúrico, cuya densidad ha disminuido aproximadamente desde 1,28 g/cm³ a 1,10 g/cm³⁴.

Durante la carga, el paso de la corriente hace que en las placas se produzca la disociación del sulfato de plomo, mientras que en el electrolito se produce la electrólisis del agua conduciendo a la liberación de hidrógeno y oxígeno, y la consiguiente disminución del volumen de agua. En esta situación el sulfato de plomo de la placa positiva se transforma en dióxido de plomo y el de la placa negativa en plomo; además se forma ácido sulfúrico nuevamente y aumenta la densidad del electrolito.

2.3 Clasificación y tipos de baterías

Las baterías se clasifican según su aplicación o según su construcción.

Según su uso, las baterías de plomo ácido se clasifican en:

- **Baterías de arranque o SLI⁵:** diseñadas especialmente para arrancar los motores de combustión, son utilizadas en automóviles, camiones, motos, tractores, embarcaciones y aeronaves, entre otros. Las baterías de arranque están diseñadas para suministrar gran intensidad de corriente en pocos segundos y resistir profundidades de descarga⁶ no mayores del 10-20%.
- **Baterías de tracción:** especialmente construidas para suministrar energía a vehículos eléctricos tales como grúas horquillas, transpaletas y apiladores eléctricos, carros de golf y sillas de rueda. Las baterías de tracción están diseñadas para suministrar cantidades relativamente bajas de corriente por largos períodos de tiempo, soportando un elevado número de ciclos profundos de carga y descarga.

⁴ La densidad nominal del electrolito es especificada por los fabricantes para una temperatura y nivel de carga determinados.

⁵ Por sus siglas en inglés, "Starting, Lighting, and Ignition".

⁶ Relación entre la cantidad de corriente cedida por una batería y la cantidad de electricidad que dicha batería puede suministrar nominalmente.

- **Baterías estacionarias o de reserva:** diseñadas para aplicaciones en sistemas de alarma de incendios, alumbrado de emergencia, sistemas de alimentación ininterrumpida (o UPS⁷) y telecomunicaciones, entre otros. Las baterías estacionarias están constantemente siendo cargadas (carga de flotación) para compensar la pérdida de capacidad debido a la autodescarga, y están construidas para resistir descargas profundas esporádicas.

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

Según la tecnología de fabricación empleada, se distinguen:

- **Batería abierta o ventilada:** Las baterías abiertas son las más convencionales y se caracterizan por tener orificios de acceso a su interior con tapones removibles, los cuales permiten la verificación del nivel y gravedad específica del electrolito, la eventual reposición del agua perdida, y que los gases producidos en su interior pueden escapar a la atmósfera. Invariablemente, el electrolito en estas baterías se encuentra en estado líquido. Las baterías abiertas, dependiendo del fabricante, pueden suministrarse en las siguientes condiciones: cargadas y llenas con electrolito o cargadas y secas (sin electrolito). Las baterías abiertas de plomo calcio son clasificadas como “libre mantenimiento”⁸ y las de plomo selenio como “bajo mantenimiento”.
- **Batería sellada o regulada por válvula (VRLA⁹):** Batería en la que el escape de los gases producidos por la electrólisis del electrolito es controlado automáticamente por una válvula sensitiva a la presión. Las baterías selladas emplean placas de plomo calcio y son de “libre mantenimiento” (SMF¹⁰) o “sin mantenimiento”¹¹. Según el estado en que se encuentre el electrolito, las baterías selladas se clasifican en: **baterías de gel** y **baterías de electrolito absorbido** (o AGM¹²). Las baterías de recombinación (de gel o AGM) son aquellas donde, mediante un proceso electroquímico, el oxígeno y el hidrógeno producidos internamente vuelven a combinarse formando agua para reincorporarse de nuevo a su celda; la recombinación tiene típicamente una eficiencia del 99%,

7 Por sus siglas en inglés, “Uninterruptible Power Supply”.

8 Batería cuya gasificación es nula o despreciable en condiciones normales de uso.

9 Por sus siglas en inglés, “Valve Regulated Lead Acid”.

10 Por sus siglas en inglés, “Sealed Maintenance Free”.

11 Concepto empleado para las baterías que por tener un insignificante consumo de agua durante la carga y por tener una baja autodescarga durante el almacenamiento, bajo condiciones de uso normales, no necesitan adiciones de agua durante toda su vida útil y durante un almacenamiento de al menos 15 meses antes de la venta, no necesitan recargas.

12 Por sus siglas en inglés, “Absorbed Glass Mat”.

luego casi no hay pérdida de agua. Las baterías selladas se pueden considerar inderramables si son capaces de resistir los ensayos de vibración y presión que se indican en el Anexo E de la Norma Chilena Oficial NCh382.Of2004, sin pérdida de líquido.

Las baterías selladas ofrecen algunas ventajas técnicas sobre las abiertas, tales como la ausencia de fugas de electrolito, mínima emisión de gases, nula posibilidad de contaminación del electrolito y bajos requerimientos de mantenimiento. Sin embargo, también presentan limitaciones tales como un menor número de ciclos, la imposibilidad de reponer el agua perdida por exceso de sobrecarga, la imposibilidad de verificar en forma confiable su estado de carga, y en algunos casos su mayor sensibilidad a la temperatura de operación.

2.4 Riesgos y medidas de seguridad

Las baterías poseen dos sustancias peligrosas: el electrolito ácido y el plomo. El primero es corrosivo, tiene alto contenido de plomo disuelto y en forma de partículas, y puede causar quemaduras en la piel y los ojos. El plomo y sus compuestos (dióxido de plomo y sulfato de plomo entre otros) son altamente tóxicos para la salud humana, ingresan al organismo por ingestión o inhalación y se transportan por la corriente sanguínea acumulándose en todos los órganos, especialmente en los huesos. La exposición prolongada puede afectar el sistema nervioso central, cuyos efectos van desde sutiles cambios psicológicos y de comportamiento, hasta graves efectos neurológicos, siendo los niños la población en mayor riesgo. Cuando el plomo entra al medio ambiente no se degrada, pero los compuestos de plomo son transformados por la luz natural, el aire y el agua. El plomo puede permanecer adherido a partículas del suelo o de sedimento en el agua durante muchos años.

Los riesgos más importantes y sus efectos son:

- **Inhalación:**

Ácido sulfúrico: Respirar vapores o niebla de ácido sulfúrico puede causar irritación en las vías respiratorias.

Compuestos de plomo: La inhalación del polvo o vapores puede causar irritación en vías respiratorias y pulmones.

- **Ingestión:**

Ácido sulfúrico: Puede causar una irritación severa en boca, garganta, esófago y estómago.

Compuestos de plomo: Su ingestión puede causar severo dolor abdominal, náusea, vómito, diarrea y calambres. La ingestión aguda puede llevar rápidamente a toxicidad sistémica.

- **Contacto con la piel:**

Acido sulfúrico: El ácido sulfúrico causa quemaduras, úlceras e irritación severa.

Compuestos de plomo: No se absorben por la piel.

- **Contacto con los ojos:**

Acido sulfúrico: Causa irritación severa, quemaduras, daño a las córneas y ceguera.

Compuestos de plomo: Pueden causar irritación.

- **Sobre exposición aguda (por una vez):**

Acido sulfúrico: Irritación severa de la piel, daño a las córneas que puede causar ceguera, e irritación al tracto respiratorio superior.

Compuestos de plomo: Síntomas de toxicidad incluyen dolor de cabeza, fatiga, dolor abdominal, pérdida de apetito, dolor muscular y debilidad, cambios de patrones de sueño e irritabilidad.

- **Sobre exposición crónica (largo plazo):**

Ácido sulfúrico: Posible erosión del esmalte de los dientes, inflamación de nariz, garganta y tubos bronquiales.

Compuestos de plomo: Anemia; neuropatía, particularmente de los nervios motores, caída de la muñeca; daño a los riñones y cambios reproductivos en hombres y mujeres.

- **Carcinogenicidad:**

Acido sulfúrico: La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) ha clasificado la exposición ocupacional a vapores de ácidos inorgánicos fuertes que contienen ácido sulfúrico, como carcinogénica para los humanos (Grupo 1). Esta clasificación no aplica al electrolito de las baterías, sin embargo, las recargas con corrientes excesivamente altas durante periodos de tiempo prolongados, de baterías sin las tapas de venteo bien puestas, puede crear una atmósfera de neblina de ácido inorgánico fuerte con contenido de ácido sulfúrico.

Compuestos de plomo: La IARC clasifica el plomo y sus compuestos dentro del Grupo 2B "posiblemente carcinogénicos en humanos".

Arsénico: El arsénico es una sustancia cancerígena humana conocida; clasificado por la IARC en el Grupo 1.

- **Fuego y explosión:**

La liberación de hidrógeno, incluso con la batería en estado de reposo, es inherente a la reacción química que se produce en aquella, por lo tanto la emanación de este gas inflamable es inevitable. La emanación de hidrógeno y proximidad de un foco de ignición (cigarro encendido, flama o chispa) pueden causar la explosión de una batería con la proyección violenta tanto de fragmentos de la caja como del electrolito líquido corrosivo. Las chispas se pueden producir internamente en el seno de la batería por cortocircuitos causados por un deficiente estado de la misma, ya sea por desprendimiento de materia activa, por acumulación de algunas impurezas, por comunicación entre los apoyos o por deformaciones de éstas, así como por avería en algún separador; circunstancias que pueden deberse a defectos de fabricación, mantenimiento incompleto o al trato dispensado a la batería. Las chispas externas tienen lugar por la manipulación de herramientas durante el montaje o desmontaje, la conexión de pinzas de cables de emergencia, la electricidad estática, las abrazaderas flojas, la carga insuficiente, la sobrecarga y por dejar objetos metálicos encima de la batería.

- **Reactividad:**

Acido sulfúrico: El contacto del electrolito con combustibles y materiales orgánicos puede causar fuego y explosión. También reacciona violentamente con agentes reductores fuertes, metales, gas trióxido de azufre, oxidantes fuertes y agua. El contacto con metales puede producir humos tóxicos de dióxido de azufre y puede liberar gas hidrógeno inflamable.

Compuestos de plomo: Se debe evitar el contacto con ácidos fuertes, bases, haluros, halogenados, nitrato de potasio, permanganato, peróxidos y agentes reductores.

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

Se recomienda el uso de equipos de protección personal, incluyendo equipo de protección a la vista tal como antiparras, ropa de trabajo resistente al ácido y guantes de goma o plástico resistentes al ácido. El agua de reposición de las baterías (abiertas o ventiladas) debe ser agua destilada por lo que su manejo no precisa el empleo de equipos de protección personal, sin embargo, al rellenar la batería se

debe evitar un llenado excesivo que provoque el desbordamiento del electrolito. Si se necesita preparar electrolito, por ejemplo al activar baterías cargadas en seco, se debe verter el ácido sobre el agua; nunca debe verterse agua sobre ácido sulfúrico concentrado.

Las áreas de manejo o almacenamiento de baterías deben estar equipadas con lavaojos y disponer de medidas para contener líquidos en caso de un derrame del electrolito. Para contener derrames pequeños se debe contar con arena seca, tierra, vermiculita u otro material no combustible; para neutralizar derrames pequeños de electrolito, cuando sea posible, se debe disponer de bicarbonato de sodio o cal. Como medio de extinción de incendios se recomienda disponer de extintores tipo C (dióxido de carbono, polvo químico seco).

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

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

Para evitar riesgos de incendios, debe prohibirse fumar y no permitir en la cercanía de baterías ningún tipo de fuego, chispa o cuerpos incandescentes. Asimismo, la carga de baterías debe realizarse en salas con ventilación adecuada para evitar que la concentración de hidrógeno supere el límite inferior de explosividad.

La ventilación debe ser suficiente además para que la concentración ambiental de vapores de ácido sulfúrico no superen los límites permisibles ponderados y temporales establecidos, 0,8 y 3 mg/m³ respectivamente¹³.

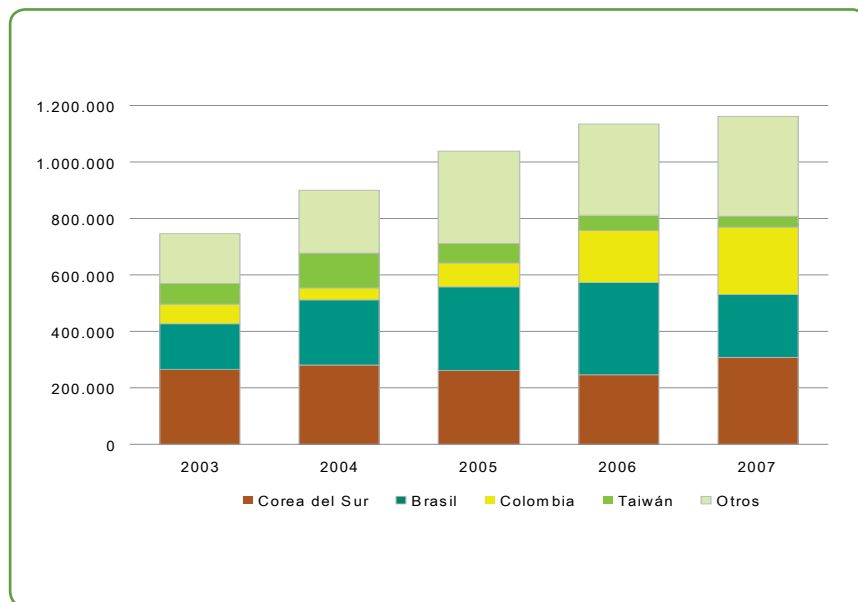
¹³ Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo (Decreto Supremo N°594, del 15 de septiembre de 1999, del Ministerio de Salud).

2.5 Consumo de baterías de plomo ácido en Chile

En Chile actualmente no se fabrican baterías de plomo ácido siendo la demanda total satisfecha por baterías importadas principalmente desde Corea del Sur, Colombia, Brasil y China. Según se observa en las Figuras 2 y 3, en el país se comercializan anualmente sobre el millón de baterías de plomo. El año 2007, el 80% de las baterías correspondía a baterías de arranque con electrolito líquido y el 19% a baterías de arranque de gel o AGM ¹⁴.

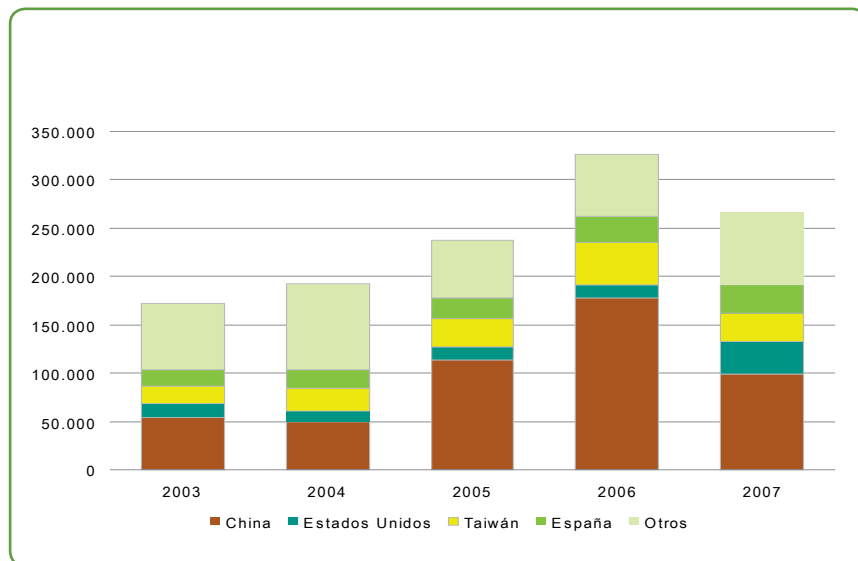
El mercado de las baterías de arranque ha ido en aumento durante los últimos años, debido probablemente al aumento en el parque automotor, siendo las baterías automotrices (autos y camionetas) las que ocupan el mayor porcentaje de ventas, seguidas por las comerciales, que son utilizadas principalmente en buses y camiones.

Figura 2: Número de baterías de arranque con electrolito líquido comercializadas en Chile¹⁵, años 2003-2007



¹⁴ 'Importaciones - Exportaciones' de acumuladores de plomo comprendidos en las subpartidas 8507.1010, 8507.1090 y 8507.2000 del Arancel Aduanero Chileno.

¹⁵ 'Importaciones - Exportaciones' de acumuladores de plomo comprendidos en la subpartida 8507.1010 del Arancel Aduanero Chileno (acumuladores "de plomo, de los tipos utilizados para arranque de motores de émbolo (...) que funcionen con electrolito líquido).

Figura 3: Número de baterías de tracción y estacionarias comercializadas en Chile ¹⁶, años 2003-2007

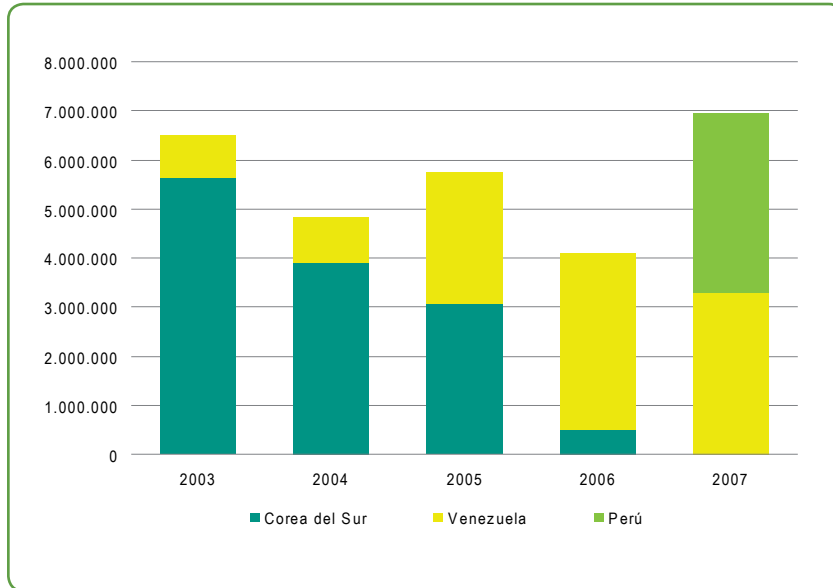
El año 2007, un número importante de las baterías de plomo usadas generadas en Chile fue eliminada en el extranjero, exportándose a Venezuela y Perú 6.964.489 kg de “desperdicios y desechos de pilas, baterías de pilas o acumuladores, eléctricos; pilas, baterías de pilas y acumuladores, eléctricos, inservibles”¹⁷ (Figura 4), cantidad que puede representar, asumiendo un peso promedio de 13 kg para una batería de plomo drenada, aproximadamente 500.000 baterías. El resto de las baterías fue fundamentalmente reciclado internamente en el país en hornos de fundición autorizados, o eliminado por Destinatarios desconocidos. Por su parte, el electrolito fue eliminado en instalaciones autorizadas mediante neutralización y precipitación o incorporado a combustible alternativo de hornos de cemento, o fue eliminado por Destinatarios no autorizados mediante vertido al suelo o al alcantarillado, u otros destinos desconocidos.

Actualmente se encuentran en operación o en distintas etapas de construcción, varias plantas para el reciclaje de baterías (hornos de fundición), las que en conjunto tienen capacidad para procesar más de 40.000 toneladas de baterías anualmente; esto debería alterar significativamente el flujo de materiales descrito anteriormente.

¹⁶ 'Importaciones - Exportaciones' de acumuladores de plomo comprendidos en la subpartida 8507.2000 del Arancel Aduanero Chileno “los demás acumuladores de plomo”).

¹⁷ Subpartida 8548.10 del Arancel Aduanero Chileno.

Figura 4: “Desperdicios y desechos de pilas, baterías de pilas o acumuladores” exportados desde Chile¹⁸, kilogramos



¹⁸ No se incluyen en la figura, por motivos de escala, las cantidades exportadas a Corea del Norte (119.048 kg), China (35.040 kg) y Bolivia (515 kg), los años 2003, 2004 y 2006 respectivamente.



3

MANEJO DE BATERÍAS EN SERVICIO



3 MANEJO DE BATERÍAS EN SERVICIO

Con el tiempo, todas las baterías pierden la capacidad de acumular carga, ya que con cada descarga se pierde algo del material activo. Sin embargo, la vida útil de las mismas puede ser prolongada si se las mantiene cargadas, no se sobrecargan ni descargan en exceso, permanecen en un lugar que no sufre temperaturas extremas, no son sometidas a cortocircuitos, y se reemplaza, si corresponde, el agua destilada que pierden.

3.1 Vida útil

La vida útil de una batería en servicio corresponde al período de tiempo o al número de ciclos de carga/descarga que la batería puede soportar hasta que su capacidad sea insuficiente para cubrir las necesidades para las que fue diseñada. Se considera que una batería llega al fin de su vida útil cuando no puede entregar el 80% de su capacidad nominal¹⁹.

La vida de una batería varía considerablemente en función de factores tales como la composición de las placas; modo de empleo de la misma y profundidad de las descargas, y mantenimiento. Una batería de automóvil puede durar hasta seis años, no obstante, en la práctica sólo el 30% del total llega a ese límite; el 70% restante debe ser reemplazado luego de 6 a 48 meses de uso.

3.2 Almacenamiento

Las baterías deben almacenarse en posición vertical, en un lugar ventilado, seco y libre de polvo, lejos de fuentes de calor tales como estufas, hornos o radiadores. La temperatura es el factor que más influye en el proceso de autodescarga de una batería.

Las baterías se deben cargar completamente antes de almacenarlas para prevenir la sulfatación debido a la autodescarga y extender su vida útil. Las baterías cargadas secas pueden mantener su carga hasta dos años y sólo deben activarse cuando estén listas para ser puestas en servicio. Por otro lado, el tiempo de almacenaje que permite una batería de libre mantenimiento será mayor que el de las baterías de bajo mantenimiento.

19 Cantidad de electricidad que una batería puede suministrar bajo condiciones estándares.

Se deberá verificar periódicamente las condiciones de carga de las baterías en stock para comprobar si es necesario recargarlas. No hacerlo puede provocar una disminución permanente de la capacidad de la batería y por lo tanto de su vida útil.

La parte superior de la batería se debe mantener limpia; esto evitará cortocircuitos. Se debe utilizar un trapo humedecido y no se deben emplear detergentes ni solventes.

La apropiada rotación de las existencias basada en el método FIFO²⁰, en el que el primero en entrar es el primero en salir, se traducirá en mejor funcionamiento de los productos.

Las bodegas donde se almacenan baterías de plomo ácido deberán:

- Ser de estructura sólida, resistente a la acción del agua, incombustible, techo liviano, piso sólido, liso, lavable e impermeable, no poroso y contar con sistemas de detección y extinción de incendios.
- Contar con rótulos que indiquen la clase de riesgo de acuerdo a la Norma Chilena Oficial NCh2190.Of2003. Al respecto, deberá usarse el distintivo de seguridad para la Clase 8 cuando se almacene electrolito o baterías de electrolito líquido.
- Tener disponibles las Hojas de Datos de Seguridad de las baterías, y si corresponde, del electrolito, de acuerdo a Norma Chilena Oficial NCh2245.Of2003.
- Tener un sistema de control de derrames que evite comprometer las áreas adyacentes.
- Establecer la prohibición de fumar mediante un letrero que indique “no fumar” en el acceso principal de la bodega y otro al interior de la misma.

3.3 Funcionamiento

Las baterías deben recargarse inmediatamente después de su utilización. Si se dejan descargadas, se disminuye la vida útil.

Cuando una batería está completamente cargada, si continúa recibiendo una corriente de intensidad elevada, se producirá un exceso de gases que escapará del electrolito produciendo un intenso burbujeo o gasificación. El fenómeno es perjudicial no sólo porque se producirá una fuerte corrosión en las rejillas positivas

²⁰ Por sus siglas en inglés, “First In-First Out”.

sino también porque la pérdida de agua hará que el nivel de electrolito descienda dejando parte de las placas sin recubrir, con el consiguiente riesgo de cortocircuito debido al resecamiento y desprendimiento de la materia activa. Por último, la gasificación excesiva arrastrará parte del electrolito, el que será expulsado a través de los tapones de respiración.

Si bien el proceso de carga de una batería deberá minimizar la gasificación, ésta si tiene un efecto positivo y es que evita la estratificación que se produce debido a los continuos ciclos de carga y descarga y que deriva finalmente en que el ácido tiende a concentrarse en el fondo de la batería, disminuyendo su capacidad.

Nunca se deberá cargar una batería abierta sin antes comprobar que las placas estén cubiertas totalmente con electrolito; siempre se deben verificar los niveles de líquido, antes y después de cargar. Por otro lado, sobrellenar con agua puede causar que el electrolito se diluya.

El proceso de descarga también tiene un límite pasado el cual la batería se deteriorará de forma importante. Si la condición de descarga profunda dura mucho tiempo, la batería podría dañarse irreversiblemente debido a la formación de cristales duros de mayor tamaño de sulfato de plomo que ya no pueden descomponerse en plomo o dióxido de plomo. Este efecto es lo que se conoce como sulfatación de la batería. El 80-85% de las fallas en las baterías de plomo ácido convencionales están relacionadas con este fenómeno.

Para disminuir la sulfatación y extender la vida útil de la batería, se deberán evitar

- el almacenamiento prolongado de la batería antes de su puesta en servicio,
- largos periodos de inactividad, y
- la corrosión de los terminales y de la rejilla positiva.

Las baterías también se sulfatarán antes de lo normal en áreas de intenso calor o frío.

3.4 Mantenimiento

Las rutinas de mantenimiento para las baterías varían ampliamente dependiendo del tipo de batería y su uso. Una batería estacionaria de una subestación de transformación no requerirá mantenimiento por varios meses; por el contrario una batería de tracción de una grúa horquilla para una establecimiento industrial deberá tener un mantenimiento frecuente.

Para tener las baterías a su máxima capacidad durante toda su vida útil, éstas requieren de un mantenimiento continuo que comprende mediciones de voltaje, densidad y temperatura, y pruebas de descarga, realizadas según las frecuencias recomendadas por proveedores o fabricantes. Cuando se realicen tales verificaciones se deberá además:

- Comprobar que no hay daños en la caja o fugas de electrolito. Las baterías deberán mantenerse limpias y secas. Si hay electrolito, se deberá limpiar con una solución de bicarbonato de sodio.
- Limpiar y mantener ajustadas las conexiones de los cables. Los terminales deberán mantenerse libre de corrosión. De existir, los terminales se podrán limpiar con la solución de bicarbonato de sodio seguido por agua limpia y luego por un trapo seco.
- De resultar necesario, y si corresponde (las baterías VRLA no necesitan la reposición de agua), se deberá ajustar el nivel del electrolito utilizando agua desmineralizada o destilada (el agua potable tiene impurezas que contribuyen al envejecimiento de la batería). Bajo condiciones difíciles, alta temperatura ambiente por ejemplo, el nivel del electrolito deberá comprobarse con tanta frecuencia como resulte necesario.



MANEJO DE BATERÍAS USADAS



4 MANEJO DE BATERÍAS USADAS

Las baterías de plomo ácido, que habiendo terminado su ciclo de vida sean descartadas por el consumidor o usuario final de las mismas, son residuos peligrosos de acuerdo al Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos (Decreto Supremo N°148, del 12 de Junio de 2003, del Ministerio de Salud), esto porque contienen electrolito ácido, plomo y compuestos de plomo. Su manejo por lo tanto debe realizarse en cumplimiento con dicho Reglamento y en conformidad a la normativa vigente sobre la materia.

Este capítulo describe las pautas a seguir por el Generador de baterías de plomo ácido usadas con respecto al manejo de dichos residuos, desde su generación hasta su eliminación, de acuerdo al Reglamento (D.S. N°148/03) y a buenas prácticas de tipo ambiental.

La Figura 5 muestra las exigencias administrativas que los Generadores deberán cumplir para manejar sus baterías de plomo ácido usadas según el D.S. N°148/03.

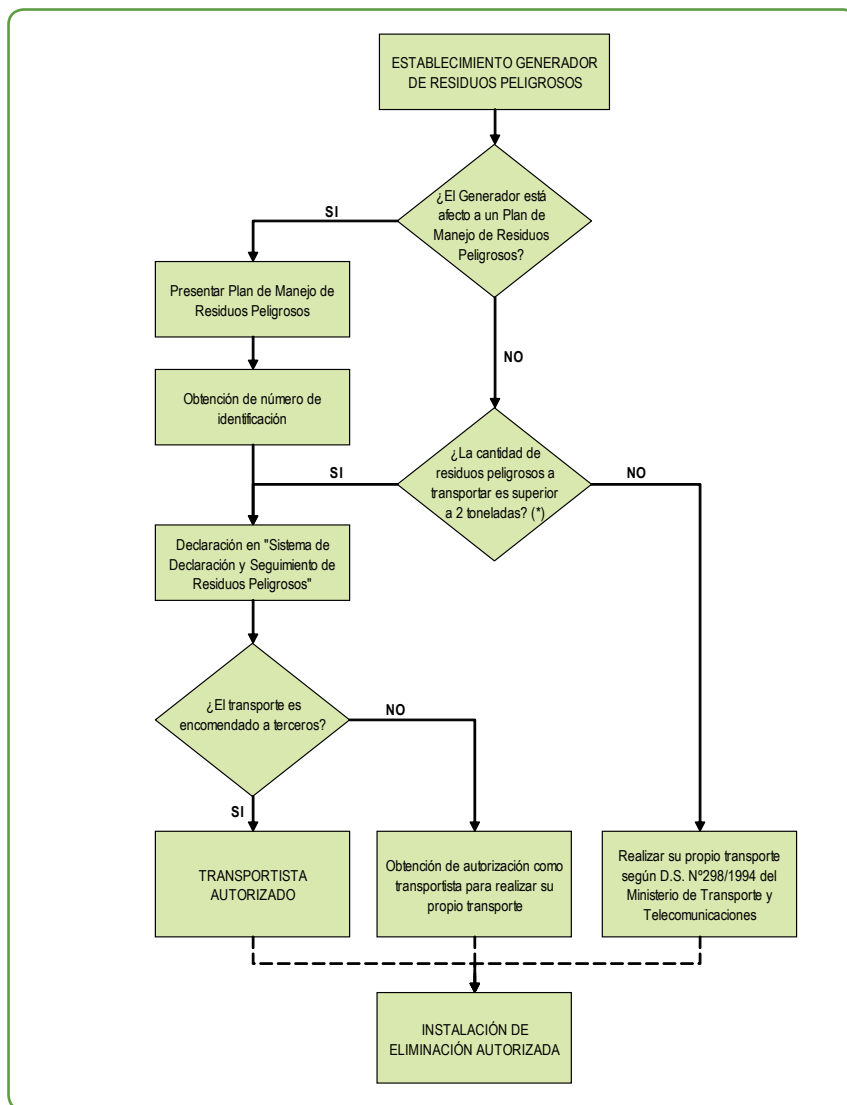
4.1 Clasificación y características de peligrosidad

De acuerdo al artículo 18 del Reglamento (D.S. N°148/03) las baterías de plomo ácido usadas son residuos peligrosos, y se les pueden asignar los códigos mostrados a continuación:

LISTA II	
Código	ategorías de residuos que tengan como constituyentes:
II.13	Plomo, compuestos de plomo
II.16	Soluciones ácidas o ácidos en forma sólida

Adicionalmente, según la Lista A – Residuos Peligrosos (artículo 90), las baterías de plomo ácido usadas están clasificadas como residuos metálicos y que contienen metales, y como residuos que pueden contener constituyentes inorgánicos u orgánicos:

Figura 5: Diagrama de flujo sobre los procesos administrativos que los Generadores deben seguir en el manejo de sus residuos peligrosos según el D.S. N°148/03



(*) Un Generador no afecto a un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos puede realizar su propio transporte según D.S. N°298/1994 del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones si transporta cantidades no superiores a 6 kilogramos de residuos tóxicos agudos o de 2 toneladas de cualquier otra clase de residuos.

A1020, Residuos que tengan como constituyentes o contaminantes, plomo o compuestos de plomo (excluidos los residuos metálicos en forma masiva).

A1160, Baterías de plomo desechadas, enteras o trituradas.

A4090, Residuos de soluciones ácidas.

Debido a su contenido de plomo y de compuestos de plomo, las baterías usadas presentan la característica de toxicidad extrínseca, esto porque su eliminación puede dar origen a sustancias tóxicas crónicas en concentraciones que pongan en riesgo la salud de la población. Además, debido a su contenido de ácido sulfúrico, las baterías usadas presentan la característica de corrosividad, porque mediante procesos de carácter químico, el electrolito puede producir lesiones más o menos graves a los tejidos vivos o desgastar sólidos.

4.2 Generación

Por tratarse de un producto de uso masivo, consumido por la población, la industria y las empresas de servicios, tanto los puntos de generación como los actores involucrados son muy diversos. En orden de relevancia se destacan: talleres de mantenimiento de vehículos; plantas industriales; empresas de telecomunicaciones y empresas que generan, distribuyen y/o transmiten energía²¹; empresas instaladoras de alarmas y de servicios de mantenimiento informático; recambios realizados por el propio usuario.

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

Independientemente de la cantidad de residuos peligrosos generados, todo Generador de baterías de plomo ácido usadas deberá llevar a cabo las tareas nece-

²¹ Aunque la vida útil de estas baterías puede ser de más de 5 años, los volúmenes generados en el momento de recambio de los bancos de baterías es muy significativo.

sarias para el correcto manejo interno, transporte y eliminación de su residuo de acuerdo al D.S. N°148/03.

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

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

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

Obligaciones de Generadores afectos a un Plan de Manejo

Los establecimientos que anualmente den origen a más de 12 kilogramos de residuos tóxicos agudos o más de 12 toneladas de otros residuos peligrosos deberán contar con un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos²² presentado ante la Autoridad Sanitaria respectiva.

Para la elaboración del Plan de Manejo, que deberá contemplar al menos los aspectos indicados en el artículo 26 del Reglamento (D.S. N°148/03), se recomienda utilizar la “Guía para la Elaboración de Planes de Manejo de Residuos Peligrosos” que se encuentra disponible en:

- Proyecto CONAMA/GTZ “Gestión de Residuos Peligrosos en Chile” – <http://www.conama.cl/portal/1301/article-34853.html>
- Ministerio de Salud – <http://www.minsal.cl>

Al presentar el Plan de Manejo ante la respectiva Autoridad Sanitaria, el Generador será identificado por dicha Autoridad mediante un número identificador que será usado en el Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos.

El Generador que encomiende a terceros el transporte de sus residuos peligrosos

²² El objetivo de un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos es establecer las herramientas de gestión que permitan al Generador conocer sus residuos peligrosos y asegurar que tanto el manejo interno, transporte y eliminación de dichos residuos se realice con el menor riesgo posible y en cumplimiento del D.S. N°148/03, siempre privilegiando la minimización de los residuos que van a disposición final.

será responsable de proporcionar oportunamente la información correspondiente al Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos y entregar al transportista las respectivas Hojas de Datos de Seguridad para el Transporte de los residuos peligrosos.

Los Generadores afectados a un Plan de Manejo deberán disponer de uno o más sitios de almacenamiento que cumpla con los requisitos establecidos en el D.S. N°148/03.

4.3 Almacenamiento

Toda instalación, establecimiento o actividad que genere baterías de plomo ácido usadas deberá contar con un lugar apropiado para su almacenamiento, acondicionados de manera segura para minimizar los riesgos de derrames accidentales.

Los Generadores afectados a un Plan de Manejo deberán disponer de uno o más sitios de almacenamiento, con capacidad suficiente para acopiar la totalidad de los residuos generados durante el periodo previo del envío de éstos a una instalación de eliminación. Si el diseño, la construcción, ampliación y/o modificación del sitio de almacenamiento implica el almacenamiento de residuos peligrosos incompatibles o el almacenamiento de 12 o más kilogramos de residuos tóxicos agudos o 12 o más toneladas de residuos peligrosos que presenten cualquier otra característica de peligrosidad (por ejemplo, baterías de plomo ácido usadas), el Generador deberá contar con un proyecto previamente aprobado por la Autoridad Sanitaria.

Compatibilidad

La mezcla de residuos incompatibles tiene asociado el riesgo de fuego, explosiones, reacciones violentas, y generación de gases inflamables o tóxicos, entre otros.

En el caso particular de las baterías de ácido plomo usadas, debido a su contenido de ácido sulfúrico, éstas se deben almacenar para evitar el contacto con agua y soluciones acuosas en general, soluciones alcalinas, oxidantes y reductores fuertes. También se debe evitar el contacto del electrolito con materiales combustibles porque hay riesgo de fuego. Si el electrolito entra en contacto con metales se puede liberar gas hidrógeno, que es inflamable y explosivo.

El ácido sulfúrico es un oxidante y como tal debe evitarse el contacto con materiales tales como anticongelantes, aguarrás y aceites usados.



En el caso de baterías secas, se deberá evitar el contacto del plomo con ácidos fuertes, bases, haluros, halogenados, nitrato de potasio, permanganato, peróxidos y agentes reductores

Etiquetado

Los residuos peligrosos deberán identificarse y etiquetarse, desde su almacenamiento hasta su eliminación, indicando en forma claramente visible (Figura 6):

- Las **características de peligrosidad** del residuo de acuerdo a la Norma Chilena Oficial NCh2190.Of2003.²³

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

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

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

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

La Tabla 2 muestra los distintivos de seguridad que deben ser usados en cada caso.

23 Transporte de sustancias peligrosas - Distintivos para identificación de riesgos”.

Tabla 2: Distintivos de seguridad

Características de peligrosidad	Distintivo de seguridad
Residuos corrosivos y tóxicos extrínsecos (baterías con electrolito)	
Residuos tóxicos extrínsecos (baterías secas)	

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

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

En el Anexo 2 se propone un modelo de etiqueta, no obstante se debe observar que para efectos del transporte por vía terrestre dentro del país, el color, diseño y tamaño de etiquetas, rótulos y marcas, así como su uso, está regulado por la NCh2190.Of2003 en conformidad con lo dispuesto por el D.S. N°298/94 del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.

Figura 6: Batería de plomo ácido usada con etiqueta según el D.S. N°148/03



Embalaje

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

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

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

Las baterías usadas con electrolito líquido que no presenten fugas:

- Deberán ser apiladas en posición vertical sobre pallets de madera hasta, por lo general, no más de 3 unidades de altura ²⁴, para evitar que la pila se haga inestable y que el peso rompa las baterías inferiores, colocando baterías del mismo tamaño en las distintas capas.
- Se deberá colocar una hoja de cartón corrugado grueso²⁵ entre cada capa de baterías para reducir su movimiento, absorber el electrolito que pudiera verterse, y evitar que los bornes de unas baterías perforen la carcasa de las baterías apiladas encima (Figura 7).
- Se deberá colocar una hoja de cartón corrugado sobre la capa superior de modo que las baterías paletizadas puedan apilarse unas sobre otras (hasta dos capas de altura).
- Para minimizar movimientos durante el tránsito, el bulto completo se deberá envolver con film paletizador stretch y enzunchado (plástico) (Figura 7).

²⁴ El Departamento de Transporte de los Estados Unidos permite una altura hasta 1,5 veces el ancho del palet en la medida que los bornes se protejan para evitar cortocircuitos y que el bulto sea capaz de soportar, sin sufrir daños, el equivalente a 2 veces su peso colocado encima, o si el bulto pesa más de 907 kg, soportar 1.814 kg (49CFR173.159).

²⁵ Alternativamente se podrán emplear tableros contrachapados entre cada capa de baterías para mejorar la estabilidad y evitar que los bornes de las baterías perforen las carcasas de las baterías apiladas encima.

Figura 7: Acopio de baterías de ácido plomo usadas sobre pallets



Las baterías usadas también se podrán almacenar en:

- Bins plásticos, sin desagüe (similares a los típicamente usados en los sectores pesquero o agrícola) (Figura 8).
- Cajas portabaterías de plástico o de fibra de vidrio (fabricadas específicamente para almacenar baterías) (Figura 9).

Figura 8: Bins plásticos



Figura 9: Cajas portabaterías

En general, las baterías de plomo ácido usadas no deberán ser almacenadas en pilas si existe el riesgo de que los bornes salientes de una batería perforen la carcasa de la batería puesta encima de ella.

Para prevenir cortocircuitos, los bornes expuestos de las baterías deberán protegerse para impedir que entren en contacto con otras baterías o metales durante su almacenamiento o transporte. En caso de ser necesario, los bornes podrán ser envueltos con cinta aisladora o las baterías colocadas en bolsas plásticas individuales.

Condiciones del sitio de almacenamiento

Los sitios donde se almacenen residuos peligrosos, incluidas las baterías de plomo ácido usadas, deberán cumplir las siguientes condiciones:

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

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

- Contar con señalización de acuerdo a la Norma Chilena NCh2190.Of2003.
- Contar con un cierre perimetral de a lo menos 1,80 metros de altura que impida el libre acceso de personas y animales.

El acceso al sitio deberá estar restringido por medio de señalización, en donde se indique que en su interior se encuentran residuos peligrosos.

- Estar techados y protegidos de condiciones ambientales tales como humedad, temperatura y radiación solar.

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

- Garantizar que se minimizará la volatilización, el arrastre o la lixiviación y en general cualquier otro mecanismo de contaminación del medio ambiente que pueda afectar a la población.
- Tener una capacidad de retención de escurrimientos o derrames no inferior al volumen del contenedor de mayor capacidad ni al 20% del volumen total de los contenedores almacenados (Figura 10).

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

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

Figura 10: Sistemas de contención de derrames





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

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

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

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

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

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

drán ser movidos manualmente si su peso total incluido el contenido, no excede de 30 kilogramos. Si dicho peso fuere superior, se deberán mover con equipamiento mecánico.

Periodo de almacenamiento

El período de almacenamiento de las baterías de ácido plomo usadas no puede exceder de 6 meses.

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

4.4 Transporte

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

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

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

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

- Los residuos peligrosos en embalajes adecuados para el transporte, identificados con sus respectivas etiquetas y marcas conforme a la NCh2190.Of2003.

- Las Hojas de Seguridad para el Transporte de Residuos Peligrosos.

La Hoja de Seguridad para el Transporte de Residuos Peligrosos proporciona información sobre las características esenciales y grados de riesgo que presentan los residuos peligrosos para las personas y el medio ambiente, incluyendo aspectos de transporte, manipulación, almacenamiento y acción ante emergencias desde que una carga de residuos peligrosos es entregada por el Generador a un medio de transporte hasta que es recibido por el destinatario.

El Anexo 3 contiene un ejemplo de una Hoja de Seguridad para el Transporte de Residuos Peligrosos para el caso de baterías de plomo ácido usadas, elaborada en base al formato establecido en el Anexo B de la Norma Chilena Oficial NCh2245.Of2003²⁶.

- La información correspondiente al Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos²⁷.
- La Guía de Despacho o Factura, que además de los contenidos básicos establecidos en normas específicas, detalle él o los residuos peligrosos a transportar con su respectiva clasificación y número de Naciones Unidas.

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

El transportista será responsable de:

- Entregar la totalidad de la carga de residuos peligrosos en el sitio de destino fijado en el correspondiente formulario del Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos.
- Que el vehículo circule portando los rótulos a que se refiere la NCh2190.Of2003.

²⁶ "Sustancias químicas - Hojas de datos de seguridad - Requisitos".

²⁷ En el capítulo 5 se proporciona información acerca del Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos.

- Portar las respectivas Hojas de Seguridad de Transporte de Residuos Peligrosos, y cuando corresponda, el Documento de Declaración y Seguimiento y la Guía de Despacho.
- Inspeccionar el vehículo antes de iniciar la operación de transporte y examinar regularmente las condiciones generales del vehículo y la integridad de la carga, en aspectos tales como, existencia de pérdidas o fugas, seguridad de lamarras y posicionamiento de los rótulos.

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

La Norma Chilena Oficial NCh2979.Of2006²⁸, que establece disposiciones relativas al embalaje/envase de las sustancias peligrosas en el transporte terrestre, autoriza para las baterías usadas asignadas al número NU 2794 (baterías usadas de electrolito líquido), los siguientes embalajes/envases, siempre que sean lo suficientemente sólidos como para resistir los choques y cargas que se producen normalmente durante el transporte, en particular durante el trasbordo entre distintas unidades de transporte y entre las unidades de transporte y los depósitos de almacenamiento:

- Embalajes/envases exteriores²⁹ rígidos.
- Jaulas³⁰ hechas con listones de madera.
- Palets (Figura 11).

Las baterías usadas podrán transportarse también sueltas en cajas para baterías de acero inoxidable o de plástico capaces de contener cualquier líquido. Adicionalmente:

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

28 "Sustancias peligrosas - Segregación y embalaje/envase en el transporte rodoviario".

29 Protección exterior de un embalaje/envase compuesto o de un embalaje/envase combinado, junto con los materiales absorbentes, los materiales de relleno o cualquier otro elemento necesario para contener y proteger los recipientes interiores o los embalajes/envases interiores.

30 Embalaje exterior con paredes de tablas o perfiles separado.

Figura 11: Transporte de baterías paletizadas

Los vehículos que transporten baterías de plomo ácido usados deberán tener el equipamiento necesario para hacer frente a cualquier accidente simple o problema de derrame. El personal involucrado en el transporte deberá conocer debidamente el manejo de ese equipo.

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

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

En caso de que las baterías usadas estén siendo transportadas fuera del país, será necesario cumplir con las exigencias del Convenio de Basilea³¹. Además, según corresponda, se deberán tomar en consideración las exigencias establecidas para el transporte aéreo y marítimo mediante la Reglamentación sobre Mercancías Peligrosas de la Asociación de Transporte Aéreo Internacional, IATA y el Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas, IMDG.

4.5 Eliminación

Los Generadores de baterías de plomo ácido usadas son responsables de eliminar sus residuos de forma compatible con la protección de la salud pública y el medio ambiente a través de instalaciones de eliminación autorizadas por la Autoridad Sanitaria³².

³¹ En el capítulo 5 se proporciona información acerca de movimientos transfronterizos.

³² El Anexo 1 incluye los datos de contacto de las Secretarías Regionales Ministeriales de Salud a las cuales hay que dirigirse para obtener un listado actualizado de las instalaciones de eliminación autorizadas.

Se sugiere que el Generador coordine directamente con el Destinatario para acordar el procedimiento a seguir respecto de la entrega de los residuos.

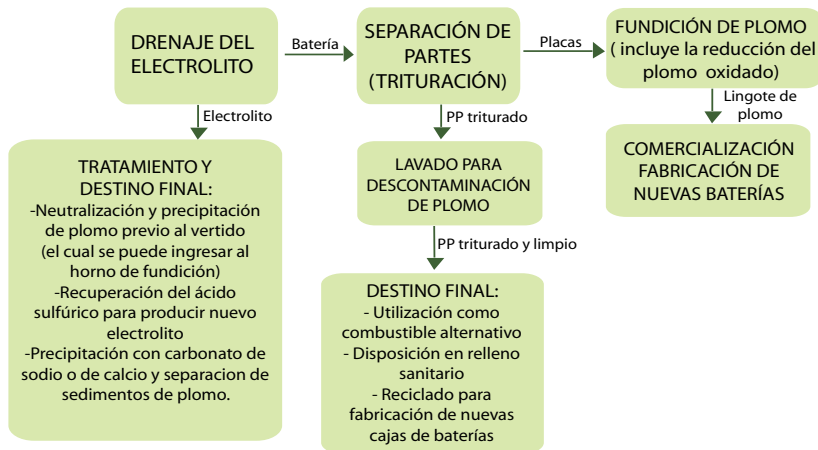
Para garantizar el Manejo Ambientalmente Racional (MAR) de baterías de plomo ácido usadas, según la definición del Convenio de Basilea³³ bajo el cual se realiza la exportación de baterías de plomo ácido usadas para su recuperación en el extranjero, en la medida que Chile disponga de instalaciones para eliminar las baterías de manera ambientalmente racional y eficiente, el reciclado externo no sería una opción que cumpla con el MAR. En consecuencia, los Generadores de baterías usadas deberían preferentemente eliminar sus baterías en instalaciones autorizadas en Chile.

Reciclado

Al final de su vida útil la batería contiene la misma cantidad de plomo que el producto nuevo. Por esta razón la batería usada adquiere un valor comercial significativo ya que es posible reciclar el plomo a través de un proceso de fundición.

En la separación de las partes de la batería para su reciclado se generan tres corrientes de residuos: electrolito ácido, placas de plomo y plásticos, cuyas opciones de recuperación, valorización o disposición final se esquematizan en la Figura 12.

Figura 12: Opciones de eliminación de los componentes de las baterías de plomo ácido usadas



33 Aprobado mediante el D.S. N°685, del 29 de mayo de 1992, del Ministerio de Relaciones Exteriores.

Drenaje del electrolito

Las baterías deben ser drenadas antes de entrar en el proceso de reciclado, ya que el electrolito ácido complica el proceso de fusión-reducción del plomo.

El drenaje de baterías usadas es una operación de eliminación que debe realizarse exclusivamente en instalaciones de eliminación que cuenten con la respectiva autorización sanitaria. Esta es una actividad que puede ser peligrosa para la salud humana y para el medio ambiente, que requiere no sólo herramientas y equipos de seguridad especiales, sino también personal capacitado.

El *electrolito* puede ser:

- Tratado con hidróxido de sodio, que precipita el plomo que esté presente en la forma de hidróxido de plomo. Este compuesto se extrae entonces por decantación o filtrado y se envía al horno de fundición. La solución que queda, sulfato de sodio diluido en agua, se puede seguir refinando y se puede aislar la sal en grados de gran pureza.
- Tratado mediante extracción líquido-líquido para producir ácido sin plomo que puede utilizarse nuevamente como electrolito de baterías, o venderse.
- Tratado con carbonato de sodio o carbonato cálcico, para producir sulfato de sodio o yeso que, luego del filtrado de los sedimentos de plomo, puede seguir purificándose para su venta a la industria del cemento o la construcción.
- Tratado químicamente para convertirse en fertilizante agrícola con el agregado de amoníaco.
- Tratado para convertirse en sulfato sódico para fabricación de vidrio y textiles o como aditivo volumétrico o estabilizador en detergente para la ropa.

Trituración y separación de partes

Las baterías pasan a las trituradoras de martillo u otros mecanismos de trituración que las dividen en pequeños trozos. Este procedimiento garantiza que todos los componentes puedan separarse fácilmente en las etapas siguientes:

- Los *óxidos* y *sulfatos* de plomo se separan hidráulicamente de los demás materiales y se envían al horno de fundición, si se va a utilizar una técnica pirometalúrgica, o se someten a otros procesos, por ejemplo, técnicas hidrometalúrgicas.
- Las *placas de plomo*, las rejillas, los conectores y los bornes se envían al horno de fundición.
- Los residuos de *polipropileno* se lavan para extraer los restos de óxido de plomo

y se trituran hasta obtener piezas pequeñas, cuyas dimensiones dependen de su uso futuro.

- Los residuos de *ebonita* pueden ingresar el horno de fundición como agente reductor. Si esto no es posible, se deben extraer los últimos restos de plomo mediante un segundo lavado, preferiblemente en una solución alcalina seguida de otro enjuague.

Reducción del plomo

La chatarra obtenida a partir del proceso de apertura de los acumuladores consiste en una mezcla de varias sustancias: plomo metálico, óxido de plomo, sulfato de plomo y otros metales, como calcio, cobre, antimonio, arsénico, estaño y, en ocasiones, plata. Para aislar el plomo metálico de esa mezcla pueden aplicarse dos métodos, procesos hidrometalúrgicos y procesos pirometalúrgicos (aunque también se puede utilizar una combinación de ambos, en lo que sería un procedimiento híbrido):

- **Métodos hidrometalúrgicos (o electrolíticos):** La electrólisis deposita el plomo en forma de dendritas o materia esponjosa, que luego se separa por sacudimiento, se recoge en una correa transportadora y se comprime para formar laminillas de plomo puro (99,9%), que pueden ser transportadas a una caldera para fundirlas en lingotes.
- **Métodos pirometalúrgicos (conocidos también como de fusión y reducción):** Se produce plomo endurecido o antimonial que puede presentar una gran contaminación con otros metales de valor económico, por lo que si se desea producir plomo blando, debe ser sometido a un proceso de refinación para extraer casi todo el cobre, el antimonio, el arsénico y el estaño. Hay dos métodos de refinación del plomo: procesos hidrometalúrgicos, y procesos pirometalúrgicos o térmicos.

Disposición final

La disposición final es el procedimiento de eliminación mediante el depósito definitivo en el suelo de los residuos peligrosos, con o sin tratamiento previo. Sólo podrán ser dispuestas en rellenos de seguridad baterías secas, una vez garantizado que esto no provocará problemas de asentamiento.

4.6 Medidas en caso de fugas y procedimientos de primeros auxilios

Las situaciones de contingencia relacionadas con residuos peligrosos se pueden producir a raíz de actividades rutinarias y no rutinarias que se desarrollan en el establecimiento o instalación donde se generen y/o manejen los residuos.

Si hay derrame de electrolito se deberá:

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

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

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

- **Inhalación:**

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

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

- **Ingestión:**

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

Compuestos de plomo: Se deberá buscar atención médica.

- **Contacto con la piel:**

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

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

- **Contacto con los ojos:**

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



DECLARACIÓN Y SEGUIMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS

5 DECLARACIÓN Y SEGUIMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS

5.1 Movimientos dentro del país

Los Generadores obligados a sujetarse a un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos, y aquellos que encontrándose exceptuados de presentar un Plan de Manejo encomiendan a terceros el transporte de 6 kilogramos o más de residuos tóxicos agudos y/o de 2 toneladas o más de residuos peligrosos que presenten cualquier otra característica de peligrosidad (incluyendo baterías de plomo ácido usadas), deberán declarar dichos envíos a través del Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos, descrito en el Título VII del Reglamento (D.S. N°148/03). El Sistema, válido para todo el país, tiene por objeto permitir a la Autoridad Sanitaria disponer de información completa, actual y oportuna sobre la tenencia de residuos peligrosos desde el momento que salen del establecimiento de generación hasta su recepción en una instalación de eliminación.

Existen dos sistemas para el Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos:

- **Electrónico.** Al cual se puede acceder a través de la página web <http://sidrep.minsal.gov.cl/> mediante el número identificador y la clave de acceso proporcionados por la Autoridad Sanitaria.
- **Papel**³⁴. En el que el Generador entregará al transportista al momento de la carga el original y 3 copias del Documento de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos. Posteriormente a la firma del transportista, el Generador deberá remitir la copia 4 a la Autoridad Sanitaria respectiva y retener para sí la copia 5 por un período mínimo de 2 años.

Este último sistema es más laborioso y de mayor costo que el primero. Se aconseja utilizar el sistema electrónico para agilizar trámites de gestión, siendo recomendable mantener al alcance el documento en formato papel para cubrir cualquier tipo de eventualidad en el sistema informático.

En cualquier caso, desde que un residuo sale del establecimiento de generación deberá estar permanentemente acompañado del Documento de Declaración emitido por el Generador.

34 Cuyo formato fue fijado por la Resolución Exenta N°359 del 23 de junio de 2005, del Ministerio de Salud.

Tanto los Generadores, como los transportistas e instalaciones de eliminación de baterías de plomo ácido usadas autorizados por la Autoridad Sanitaria deben poseer un número de identificación que será usado en el Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos.

5.2 Movimientos transfronterizos

El movimiento transfronterizo de residuos peligrosos y su eliminación en otros países está regulado por el D.S. N°685/92, del Ministerio de Relaciones Exteriores, que aprueba el Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación. Para la aplicación del Convenio, la autoridad competente en Chile es el Ministerio de Salud.

El Generador o exportador³⁵ deberá notificar por escrito a los países de importación y de tránsito, por conducto de la autoridad competente, cualquier movimiento transfronterizo de residuos peligrosos. Tal notificación deberá contener las declaraciones y la información requerida en el Anexo V A del Convenio (D.S. N°685/92), incluyendo:

- Información (incluida la descripción técnica de la planta) comunicada al exportador o al Generador por el responsable de la instalación de eliminación y en la que éste ha basado su suposición de que no hay razón para creer que los desechos no serán manejados en forma ambientalmente racional de conformidad con las leyes y reglamentos del país de importación.
- Información relativa al contrato entre el exportador y el eliminador.
- Información relativa al seguro que cubre el movimiento transfronterizo de los residuos peligrosos.

El movimiento transfronterizo se podrá iniciar una vez recibido el consentimiento escrito de los países de importación y de tránsito. Los residuos peligrosos deberán ir acompañados de un documento sobre el movimiento desde el punto en que se inicie el movimiento transfronterizo hasta el punto en que se eliminen los residuos. Toda persona que participe en un envío transfronterizo deberá firmar el documento relativo a ese movimiento en el momento de la entrega o de la recepción de los residuos que se trate.

Para efectos de la descripción de los residuos en la notificación previa y en el documento relativo al movimiento, la clasificación (número Y) y características peligrosas (número H) de las baterías de plomo ácido usadas se muestran en la Tabla 3.

³⁵ Toda persona que organice la exportación de residuos peligrosos.

Tabla 3: Clasificación y características peligrosas para la aplicación del D.S. N°685/92

Residuos que tienen como constituyentes:	Número Y	Clase de Naciones Unidas	Número H
Plomo, compuestos de plomo	Y31	9	H11, H13
Soluciones ácidas o ácidos en forma sólida	Y34	8	H8



REFERENCIAS

REFERENCIAS

6 REFERENCIAS

- Acercar. Almacenamiento de baterías de plomo agotadas. Ficha técnica. Acercar: Ventanilla de Asistencia Técnica Ambiental. <http://www.acercar.org.co/industria/fichas/sectoriales/reciclaje/almacenamiento.pdf>
- Acumuladores Arizona. La solución integral a sus necesidades de energía. En: Primer Simposio de Empresas de Telecomunicaciones, Tendencias y Nuevas Tecnologías. 9-11 de Noviembre 2004, Universidad Argentina de la Empresa (UADE). http://www.fain.uade.edu.ar/simposio/images/archivos/1_1.pdf
- Alaska Department of Environmental Conservation. 1994. Fact Sheet: Case Study: Guidelines for Transporting Used Lead-Acid Batteries. Alaska Department of Environmental Conservation, Division of Environmental Quality. <http://www.p2pays.org/ref/10/09968.htm>
- Alaska Department of Environmental Conservation. 2005. Battery Pollution Prevention. Division of Environmental Health, Solid Waste Management Program Offices. <http://www.dec.state.ak.us/EH/sw/Factsheets/Lead-acid%20battery.pdf>
- Alberta Infrastructure and Transportation. 2006. Transportation of Batteries and Battery Fluids by Road. Dangerous Goods and Rail Safety. <http://www.transportation.alberta.ca/Content/docType272/Production/batteries.pdf>
- Alonso, J.M. 2004. Técnicas de automóvil: Equipo eléctrico. 10ª Edición actualizada. Thomson Paraninfo, S.A.
- Arizona Department of Environmental Quality. Fact Sheet: Recycling of Used Lead Acid Batteries. <http://www.p2pays.org/ref/12/11680.pdf>
- ATSDR. 2007. Resumen de Salud Pública: Plomo. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ASTDR).
- B&A Energía S.A. Instrucciones de Operación - Baterías para grúa horquilla Vasos de placas PzS de ácido plomo con placa positiva tubular y sistema de relleno.
- B&A Energía S.A. Mantenición Baterías Estacionarias.
- Baterías Bosch. Manual de Instrucción. <http://autoanuncia.com/recursos/wp-content/uploads/2008/09/baterias-instruccion2.pdf>

- Baterías Willard. Académico. <http://www.bateriaswillard.com/Academico.pdf>
- Buchmann, I. 2001. Batteries in a portable world: A handbook on rechargeable batteries for non-engineers. Second edition. Cadex Electronics Inc. <http://www.buchmann.ca/toc.asp>
- Connecticut Department of Environmental Protection. 2004. Batteries (Lead Acid). Pit Stops Fact Sheets. Office of Pollution Prevention. <http://www.ct.gov/dep/lib/dep/p2/vehicle/batteriesleadccid.pdf>
- Consejo Nacional del Ambiente (CONAM). Proyecto de Reglamento sobre el Manejo de Baterías de Plomo Acido Usadas. http://www.conam.gob.pe/documentos/residuos/leg_rrss/Proyecto%20Reglamento%20Baterias%20Usadas.pdf
- Departamento de Protección Ambiental de la Florida. 2006. Manual de Cumplimiento Ambiental para los Recicladores de Automóviles. Asociación de Desmanteladores y Recicladores de Automóviles de la Florida (FADRA), Departamento de Protección Ambiental de la Florida (FDEP).
- Department of Energy. 1995. "Primer on Lead Acid Storage Batteries. DOE Handbook. DOE-HDBK-1084-95. U.S. Department of Energy.
- Emasa Equipos y Maquinarias S.A. 2008. Proyecto Planta de Reciclaje de Baterías, San Antonio, V Región (Presentación).
- Enerbat. Baterías herméticas de plomo ácido: Precauciones de uso de las baterías Enerbat. <http://www.ariston.es/web/imgProductos/doc/enerbat.pdf>
- EnerSystem. 2007. Baterías Industriales Estacionarias y de Tracción. Rev.00. <http://www.enersystem.com/Graficanews/sept06/ITBATIND%201-4.pdf>
- EnerSystem. Instrucciones para la instalación, operación y mantenimiento de Baterías Placa Ensobrada de Plomo Ácido en Servicio de Tracción. Rev.01/05. http://www.enersystem.com/manuales/28_30.pdf
- EnerSystem. Instrucciones para la Instalación, Operación y Mantenimiento de Baterías Estacionarias Exide. Rev.01_07/2003. <http://www.enersystem.com/manuales/Bliq-m.pdf>
- EnerSystem. Instrucciones para la Instalación, Operación y Mantenimiento de Baterías Estacionarias Exide Selladas. Rev.01_07/2003. <http://www.enersystem.com/manuales/Btsll-m.pdf>

- Environment Canada. 1996 Environmental Protection for the Automobile Recycling Industry in British Columbia. Volume I. Fraser River Action Plan. Environment Canada, British Columbia Ministry of Environment, Lands and Parks, British Columbia Ministry of Transportation and Highways, British Columbia Auto Recyclers, Insurance Corporation of British Columbia. DOE FRAP 1996-02. <http://www.rem.sfu.ca/FRAP/9602.pdf>
- Environmental Compliance for Automotive Recyclers (ECAR). Fact Sheet for Oregon Batteries. Automotive Recyclers Association, National Center for Manufacturing Sciences. <http://www.ecarcenter.org/ecartour.html>
- Eurobat. 2003. Guía Eurobat para baterías de tracción de válvula regulada (VRLA). Asociación de Fabricantes Europeos de Baterías (Eurobat). <http://www.eurobat.org>
- Exide Technologies. 2005. Hoja de Seguridad de los Materiales: Batería de Plomo Acido.
- Exide Technologies. Manual de Baterías de AGM-VRLA: Instalación, Puesta en Servicio y Funcionamiento. Rev.0, Enero 2005. http://www.norwatt.es/manuales/pb/AGM_Manual_Rev.0,Enero05.pdf
- Flores, R., Agredano, J., Huacuz, J.M. 1998. Especificación técnica para baterías electroquímicas de aplicación en electrificación rural. Unidad de Electrificación, Subdirección de Distribución, Comisión Federal de Electricidad. http://www.amper.org.mx/docs/baterias_SFV.pdf
- Gasquet, H.L. Conversión de la Luz Solar en Energía Eléctrica: Manual Teórico y Práctico sobre los Sistemas Fotovoltaicos. <http://www.epsea.org/esp/energiaelectrica.html>
- Georgia Environmental Compliance Assistance Program (GECAP). 2002. Managing Used Lead-Acid Batteries. Georgia Tech Research Institute. http://www.gecap.org/pdf/lead-acid_batteries.pdf
- ILMC. 2006. Informe de la visita del ILMC, El Centro para la Recolección de BAPU. International Lead Management Center (ILMC). <http://www.greenlead.com/Documents/Espanol/Auditorias%20y%20Procedimientos%20de%20Valoracion/ACL/Informe%20de%20Evaluacion%20del%20Centro%20para%20la%20Recoleccion%20de%20BAPU.pdf>
- Instituto Nacional de Ecología. 2000. Los acumuladores usados pueden dar ¡mucho batería! Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP. México.

- http://www.ine.gob.mx/publicaciones/descarga.html?cv_pub=323&tipo_file=pdf&filename=323
- LTH™ Ciclado Profundo. Manual técnico. Enertec México S. de R.L. de C.V. http://tecnologiagit.com/manuales/manual_ciclado_profundo.pdf
 - Martínez, J., Mallo, M., Lucas, R., Alvarez, J., Salvarrey, A. y Gristo, P. 2005. Guía para la gestión integral de residuos peligrosos. Fichas temáticas Tomo II. Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe. Montevideo, Uruguay.
 - Michigan Department of Environmental Quality. 2008. Waste management guidance: Universal waste. Waste and Hazardous Materials Division. <http://www.deq.state.mi.us/documents/deq-ead-tas-univwaste.pdf>
 - Missouri Department of Natural Resources. 1999. Storage of Lead-Acid Batteries. Technical Bulletin 06/1999. Division of Environmental Quality, Solid Waste Management Program. <http://www.p2pays.org/ref/16/15632.pdf>
 - Muñoz, V. Acumuladores de Energía Solar Fotovoltaica. Universidad de Jaén. <http://www.jvmunoz.info/descargas/docencia/archivos/acumuladores%20de%20energia%20FV.pdf>
 - Secretaría del Convenio de Basilea. 2003. Directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de los acumuladores de plomo de desecho. <http://www.basel.int/pub/techguid/wasteacid-s.pdf>
 - Secretaría del Convenio de Basilea. 2004. Manual de capacitación para la preparación de planes de manejo ambientalmente racionales de baterías plomo ácidas usadas en el marco de la implementación del Convenio de Basilea. Serie del Convenio de Basilea SBC No.2004/5. http://www.basel.int/meetings/sbc/workdoc/tm-ulab/tm_ulead-s.doc
 - Servicio Nacional de Aduanas. Información Estadística de Comercio Exterior. Gobierno de Chile. <http://200.72.160.89/estacomex/asp/index.asp>
 - Sidei Ingenieros Ltda. Conceptos básicos de carga de baterías y algoritmos de carga. http://www.sidei.cl/My_Homepage_Files/Download/Carga%20de%20Baterias.pdf
 - State of Delaware Department of Natural Resources and Environmental Control. 2006. Salvage Yard Manual. Hazardous Waste Management Branch. <http://www.dnrec.state.de.us/dnrec2000/Divisions/AWM/hw/hw/pdf/salvage2.pdf>

- The Green Lead™ Project. Collecting, Storing and Transporting Used Lead Acid Batteries. Draft Protocol #4. <http://www.greenlead.com/Documents/English/Protocols/Green%20Lead%20Draft%20Protocol%20No%204%20-%20Collecting%20ULAB.pdf>
- Varta. Diccionario técnico. Johnson Controls Autobaterías S.A., Madrid. <http://www.varta-automotive.es/index.php?id=37&L=8>
- Virginia Department of Environmental Quality. 1997. Used Lead-Acid Batteries. Battery Fact Sheet. Office of Pollution Prevention. <http://www.p2pays.org/ref/10/09837.htm>
- Wilson, B. 2001. What is a Lead Acid Battery and why Recycle Used Batteries. In: Workshop for the Environmentally Sound Management of Used Lead Acid Batteries in Central America and the Caribbean. Trinidad 3-4 May 2001. The International Lead Management Center (ILMC), Basel Convention Technical Working Group. <http://www.ilmc.org/Workshops/Basel/Trinidad/Notes/English/leadacid.html>

REFERENCIAS

7

ANEXOS

ANEXO N°1

DATOS DE CONTACTO DE SECRETARÍAS REGIONALES MINISTERIALES DE SALUD

La Autoridad Sanitaria está actualizando periódicamente los listados de empresas autorizadas para el transporte y/o eliminación de residuos peligrosos, por lo cual no es posible presentar un listado en este Anexo. Para acceder al listado actualizado, favor dirigirse a la Autoridad Sanitaria correspondiente a su región:

Autoridad Sanitaria Región de Arica y Parinacota

Secretario regional ministerial: Sergio Sánchez Zubicueta.

Dirección: Maipú 410, Arica.

Teléfono (58) 204 253

Fax (58) 204 270

Autoridad Sanitaria Región de Tarapacá

Secretario regional ministerial: Antonio Marino Maldonado.

Dirección: San Martín 255, Of. 114, Iquique.

Teléfono (57) 410 965

Fax (57) 423 976

Autoridad Sanitaria Región de Antofagasta

Secretario regional ministerial: Enrique Castro Munizaga.

Dirección: Manual Antonio Matta 1996, Antofagasta.

Teléfono (55) 655 011

Fax (55) 226 962

Autoridad Sanitaria Región de Atacama

Secretario regional ministerial: María Merino Goycolea.

Dirección: Colipí 660, Copiapó.

Teléfono (52) 212 016

Fax (52) 214 408

Autoridad Sanitaria Región de Región de Coquimbo

Secretario regional ministerial: Anita Bonell Bravo.

Dirección: Av. Balmaceda 2096, La Serena.

Teléfono (51) 298 295

Fax (51) 298 301

Autoridad Sanitaria Región de Valparaíso

Secretario regional ministerial: Fernando Olmedo Jiménez.

Dirección: Melgarejo 669, Piso 6, Valparaíso.

Teléfono (32) 2218 304

Fax (32) 2217 467

Autoridad Sanitaria Región Metropolitana

Secretario regional ministerial: Mauricio Osorio Ulloa.

Dirección: Olivares 1229, Piso 2, Santiago.

Teléfono (2) 638 2807

Fax (2) 633 1096

Autoridad Sanitaria Región de O'Higgins

Secretario regional ministerial: Genaro González Fierro.

Dirección: Campos 423, Of. 402, Rancagua.

Teléfono (72) 225 642

Fax (72) 248 520

Autoridad Sanitaria Región del Maule

Secretario regional ministerial: Sofía Ruz Arellano.

Dirección: Uno Oriente 977, Talca.

Teléfono (71) 226 448

Fax (71) 220 285

Autoridad Sanitaria Región del Bio Bio

Secretario regional ministerial: Marta Werner Canales.

Dirección: Caupolicán 518, oficina 510, Concepción.

Teléfono (41) 2227 044

Fax (41) 2226 066

Autoridad Sanitaria Región de Araucanía

Secretario regional ministerial: César Torres Alvial.

Dirección: Aldunate 51, Temuco.

Teléfono (45) 407 447

Fax (45) 407 405

Autoridad Sanitaria Región de Los Ríos

Secretario regional ministerial: María Arcos G.

Dirección: Yervas Buenas 181, Valdivia.

Teléfono (63) 284 856

Fax (63) 284 857

Autoridad Sanitaria Región de Los Lagos

Secretario regional ministerial: Marcela Silvia Alvial.
Dirección: Av. Décima Región 480, Piso 3, Puerto Montt.
Teléfono (65) 261 466
Fax (65) 261 463

Autoridad Sanitaria Región de Aisén

Secretario regional ministerial: Marcia Osses Báez.
Dirección: Av. 12 de Octubre 297, Piso 3, Coyhaique.
Teléfono (67) 216 501
Fax (67) 216 505

Autoridad Sanitaria Región de Magallanes

Secretario regional ministerial: María Banciella Ihnenn.
Dirección: Lautaro Navarro 1228, Punta Arenas.
Teléfono (61) 222 701
Fax (61) 228 192

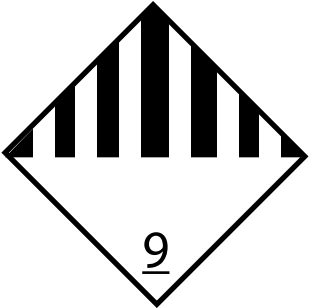
Esta información también está disponible en la página web del Ministerio de Salud:

<http://www.redsalud.gov.cl/conozcanos/seremis.html>

ANEXO N°2

EJEMPLO DE ETIQUETA

Código de identificación del residuo	 
Proceso que lo origino	
Datos del titular del residuo:	
Nombre:	
Dirección:	
Teléfono:	
Fecha de ubicación en el sitio del almacenamiento	

Código de identificación del residuo	 
Proceso que lo origino	
Datos del titular del residuo:	
Nombre:	
Dirección:	
Teléfono:	
Fecha de ubicación en el sitio del almacenamiento	

ANEXO N°3

EJEMPLO DE HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD PARA EL TRANSPORTE

HDST	hoja de datos e seguridad para el transporte vigente desde:	
Sección 1: Nombre o razon social: Generador: Teléfonos de emergencia: Bomberos: Carabineros: Ambulancia:		
Sección 2: Datos relativos al riesgo Característica de Peligrosidad (según DS 148/2003): Corrosivo y Tóxico Extrínseco Nombre NU “batería plomo ácido eléctricos de electrolito líquido ácido” Número NU 2794 Clase de riesgo (NCh382of2004): Clase 8 Grupo de embalaje: III		
Sección 3: Nombre del Residuo Nombre del Residuo: Batería de Plomo Ácido		
Componentes (referenciales)	Número CAS	% en peso.
Compuestos inorgánicos de:		
Plomo	7439-92-1	54-62
Antimonio	7440-36-0	0.4
Estaño	7440-31-5	0.16
Calcio	7440-70-2	0.02
Arsénico	7440-38-2	0.01

Electrolito (solución ácido sulfúrico/agua)	7664-93-9	26-40
Material de la caja: Polipropileno Hule duro	9003-07-0 -	5-12
Material separador de placas: Polietileno	9002-88-4	1-2

Sección 4: Descripción General (electrolito ácido)

Un líquido transparente con un olor fuerte, penetrante y acre. La batería es un artículo fabricado sin olor aparente.

Sección 5: Naturaleza del Riesgo

Riesgos más importantes de la sustancia y sus efectos:

Riesgos más importantes a la salud:

- **Rutas de Entrada:**

Electrolito: Dañino por todas las rutas de entrada.

Compuestos de plomo: La exposición peligrosa puede ocurrir solamente cuando el producto se calienta por arriba del punto de fusión, se oxida, o se daña o procesa de tal forma que se creen polvos, vapores o humos.

- **Inhalación:**

Electrolito: El respirar vapores o niebla de ácido sulfúrico puede causar irritación respiratoria severa.

Compuestos de plomo: La inhalación de polvos o humos de plomo puede causar irritación del tracto respiratorio superior y de los pulmones.

- **Ingestión:**

Electrolito: Puede causar irritación severa de boca, garganta, esófago y estómago.

Compuestos de plomo: La ingestión aguda puede causar dolor abdominal, náusea, vómito, diarrea y calambres severos.

- **Contacto con la piel:**

Electrolito: Irritación severa, quemaduras y ulceración.

Compuestos de plomo: No se absorbe por la piel.

- **Contacto con los ojos:**

Electrolito: Irritación severa, quemaduras, daño a las corneas, ceguera.

Compuestos de plomo: Puede causar irritación a los ojos.

- **Efectos de sobre exposición aguda:**

Electrolito: Irritación cutánea severa, daño a la cornea, puede causar ceguera e irritación al tracto respiratorio superior.

Compuestos de plomo: Síntomas de toxicidad incluyen dolor de cabeza, fatiga, dolor abdominal, pérdida de apetito, dolor muscular y debilidad, cambios de patrones de sueño e irritabilidad.

- **Efectos de sobre exposición crónica:**

Electrolito: Posible erosión de esmalte dental, inflamación de nariz, garganta y tubos bronquiales.

Compuestos de plomo: Anemia; neuropatía, particularmente de los nervios motores, caída de la muñeca, daño a los riñones y cambios reproductivos en hombres y mujeres.

Peligros inusuales de fuego y explosión: Durante su operación, las baterías generan y liberan gas hidrógeno inflamable. Siempre se debe asumir que contienen este gas, el cual si se enciende con un cigarro prendido, flama o chispa, puede causar la explosión de la batería con la dispersión de fragmentos de la caja y del electrolito líquido corrosivo. Seguir las instrucciones del fabricante cuidadosamente durante la instalación y servicio. Mantener alejadas todas las fuentes de ignición de gas y no permitir que piezas metálicas toquen simultáneamente las terminales positiva y negativa de la batería.

Sección 5: Naturaleza del Riesgo (continuación)

Estabilidad y Reactividad:

Condiciones a Evitar: Sobrecarga prolongada a corrientes alta, fuentes de ignición.

Incompatibilidad:

Electrolito: El contacto con combustibles y materiales orgánicos puede causar fuego y explosión. También reacciona violentamente con agentes reductores fuertes, metales, gas trióxido de azufre, oxidantes fuertes y agua. El contacto con metales puede producir humos tóxicos de dióxido de azufre y puede liberar gas hidrógeno inflamable.

Compuestos de plomo: Evitar el contacto con ácidos fuertes, bases, hálidos, halogenados, nitrato de potasio, permanganato, peróxidos, hidrógeno naciente y agentes reductores.

Productos peligrosos de la descomposición:

Electrolito: Trióxido de azufre, monóxido de carbono, neblina de ácido sulfúrico, dióxido de azufre, sulfuro de hidrógeno.

Compuestos de plomo: Es posible que las temperaturas por arriba del punto de fusión produzcan humos, vapores o polvos tóxicos de metal; el contacto con ácidos o bases fuertes o la presencia de hidrógeno naciente pueden generar gases de compuestos arsénico altamente tóxicos.

Sección 6: Elementos de Protección Personal

Controles de Ingeniería y Prácticas de Trabajo:

Almacenar y manejar en áreas bien ventiladas. Si se usa ventilación mecánica, los componentes deben ser resistentes al ácido. Manejar las baterías con precaución, sin inclinarlas para evitar derrames. Asegurarse que las tapas estén bien puestas. Si la caja de la batería está dañada, evitar el contacto del cuerpo con los componentes internos. Utilizar ropa de protección, y protección para ojos y cara cuando se manejen, carguen o rellenen las baterías.

Protección Respiratoria:

No se requiere bajo condiciones normales. Cuando las concentraciones de niebla de ácido sulfúrico exceden niveles aceptables usar protección respiratoria

Guantes protectores:

De hule o plástico resistente al ácido que cubra hasta el codo.

Protección ocular:

Lentes de seguridad o careta resistentes a químicos.

Otra protección:

Delantal resistente al ácido. Bajo condiciones de exposición severa o de emergencia, utilizar ropa resistente al ácido, guantes y botas.

Lavado de Emergencia:

En áreas en las que las soluciones de agua y ácido sulfúrico se manejan en concentraciones mayores a 1%, deben proveerse estaciones de emergencia para lavado de ojos y regaderas, con cantidades de agua ilimitadas.

Sección 7: Medidas de Primeros Auxilios**• Inhalación:**

Electrolito: Llevar inmediatamente al aire fresco. Si la respiración se dificulta, dar oxígeno.

Compuestos de Plomo: Retirar de la fuente de exposición, hacer gárgaras, lavar nariz y labios. Consultar al médico.

• Ingestión:

Electrolito: Dar grandes cantidades de agua, NO inducir vómito, consultar al médico.

Compuestos de Plomo: Consultar al médico inmediatamente.

• Piel:

Electrolito: Lavar con cantidades abundantes de agua durante mínimo 15 minutos, y retirar ropa contaminada, inclusive los zapatos.

Compuestos de Plomo: Lavar inmediatamente con jabón y agua.

• Ojos:

Electrolito y Compuestos de Plomo: Lavar inmediatamente con cantidades abundantes de agua durante mínimo 15 minutos. Consultar al médico inmediatamente.

Sección 8: Medios y medidas para combatir el Fuego

Procedimientos Especiales para Combatir Incendios: Usar presión positiva, aparato autónomo de respiración. Tener precaución si salpica ácido durante la aplicación de agua y usar ropa, guantes, y protección para cara y ojos resistentes al ácido. Si las baterías están siendo cargadas, desconectar el equipo cargador, pero tomar en cuenta que un grupo de baterías conectadas en serie pueden presentar un riesgo de choque eléctrico aún si el equipo cargador está apagado.

Sección 9: Medidas para control de derrames o fugas

Detener el flujo del material, contener/absorber derrames pequeños con arena seca, tierra y vermiculita. No usar materiales combustibles. Si es posible, neutralizar los electrolitos derramados con bicarbonato de sodio, cal, etc. Utilizar ropa, botas, guantes, y careta resistente al ácido. No permitir la descarga del ácido no neutralizado al drenaje. El ácido neutralizado debe ser eliminado de acuerdo al D.S. 148/2003

Sección 10: Información complementaria:

Código de compatibilidad: B1

ANEXO N°4

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Almacenamiento: Se refiere a la conservación de baterías de plomo ácido usadas en un sitio y por un lapso determinado.

Contenedor: Recipiente portátil en el cual una batería de plomo ácido puede ser almacenada, transportada o eliminada.

Destinatario: Propietario, administrador o persona responsable de una instalación expresamente autorizada para eliminar baterías de plomo ácido usadas generadas fuera de ella.

Eliminación: Cualquiera de las operaciones destinadas a reutilización, reciclaje o tratamiento de baterías de plomo ácido usadas.

Generador: Titular de toda instalación o actividad que dé origen a baterías de plomo ácido usadas.

Gestión: Conjunto de actividades encaminadas a dar a las baterías de plomo ácido usadas el destino final que garantice la protección de la salud humana, la conservación del medio ambiente y la preservación de los recursos naturales. Comprende las operaciones de recogida, almacenamiento, tratamiento, recuperación, regeneración y combustión.

Gestor: Persona natural o jurídica autorizada para realizar cualquiera de las actividades de gestión de las baterías de plomo ácido usadas, sea o no generador de las mismas.

Instalación de eliminación: Planta o estructura destinada a la eliminación de baterías de plomo ácido usadas.

Manejo: Todas las operaciones a las que se somete una batería de plomo ácido usada después de su generación incluyendo, entre otras, su almacenamiento, transporte y eliminación.

Minimización: Acciones para evitar, reducir o disminuir en su origen la cantidad y/o peligrosidad de las baterías de plomo ácido usadas. Considera medidas tales como la reducción de la generación y el reciclaje.

Reciclaje: Recuperación de baterías de plomo ácido usadas o de materiales presentes en ellas para ser utilizadas en su forma original o previa transformación en la fabricación de otros productos en procesos productivos distintos al que lo generó.

Recogedor: Transportista que, asumiendo la titularidad del residuo, realiza operaciones de recogida de baterías de plomo ácido usadas.

Recogida: Conjunto de operaciones que permiten traspasar las baterías de plomo ácido usadas de los productores a los gestores.

Residuo o desecho: Sustancia, elemento u objeto que el Generador elimina, se propone a eliminar o está obligado a eliminar.

Residuos incompatibles: Residuos que al entrar en contacto pueden generar uno de los efectos señalados en el artículo 87 del D.S. N°148/03

Residuo peligroso: Residuo o mezcla de residuos que puede presentar riesgo para la salud pública y/o efectos adversos al medio ambiente, ya sea directamente o debido a su manejo actual o previsto como consecuencia de presentar alguna característica de toxicidad aguda, toxicidad crónica, toxicidad por lixiviación, inflamabilidad, reactividad o corrosividad.

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

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

Riesgo: Probabilidad de ocurrencia de un daño.

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

Diseño y diagramación:

Hernán Romero D.

Impresión:

ByB impresores