

# GESTIÓN INTEGRADA DE PILAS Y BATERIAS USADAS FACTIBILIDAD AMBIENTAL, TECNICA Y OPERATIVA

## *Management integrated of batteries and batteries used environmental, technical and operating feasibility*

Gregory PAZ,<sup>1</sup>

**Dirección:** c / Buenos Aires E-866; esq .Av. Melchor Urquidi; Edif. “Torres de la Unión”, E-866; Oficina 7 – A; Cochabamba – Bolivia; Tel – Fax 00 591(4) 4489154, 7071304.  
[www.sgab-bolivia.org](http://www.sgab-bolivia.org); E-mail: [sgab.conseil@gmail.com](mailto:sgab.conseil@gmail.com) , [gregpaz@gmail.com](mailto:gregpaz@gmail.com).



### *Abstract*

The generation of dry regular and cellular phone batteries as a hazardous domestic waste is large and growing. Isolated and specific awareness and collection actions aren't enough, it is necessary to build integrated and sustainable management systems of this waste as part of the structures of the urban solid waste integrated management from municipal governments.

SGAB – Focus Cities Project, with Canada’s IDRC support, based on the studies carried out in May 2010, implemented as a pilot experience the "Dry used regular and cellular phone environmental management plan" in the city of Cochabamba, Bolivia. The proposed plan installed 700 containers for used regular and cellular phone batteries collection in educational units, health establishments, condominiums, residential areas, buildings, commercial and Government institutions, where a trained volunteer took the responsibility for the container as well awareness activities directed to the neighbors and surrounding areas. The collection was conducted on a regular basis every four to five months and when the container was filled. At the same time the awareness and environmental education and training plan concerning this system for the whole population, for teachers as diffusers and operational staff, was implemented through courses, lectures, printed and digital material, participating in environmental fairs, social networks and other environmental, social and scientific events.

During 17 months of operation of the “Dry used regular and cellular phone batteries pilot plan of Integrated management” as well as all its components (technical, environmental, socio-cultural, legal policy, economic, financial, etc.) and all its operational phases (collection, collection, transportation and storage) have been evaluated to improve each of them and the system in general. In addition, characterization studies of types, brands, composition and other characteristics on the collected batteries have been carried out simultaneously. Currently the pilot proposal is sufficiently perfected to become part of the municipal integrated solid waste management system of Cochabamba, as well as its concepts and bases to be applied in other Bolivian and Latin-American cities.

**Key Words:** Regular batteries, cellular phone batteries, hazardous waste management, SGAB, Cochabamba.

---

<sup>1</sup>Director del Proyecto SGAB-IDRC - Ciudades Focales Cochabamba. Ingeniero agrónomo, M. Sc. en Ciencias Ambientales y en Ingeniería administración ambiental. Docente universitario de pre y post grado. Fue Director de Gestión Ambiental de la alcaldía de Cochabamba y de varios proyectos ambientales. Fue asesor de dos ministros de Desarrollo Sostenible y Panificación. Consultor del BID, BM, PAP-Holanda, PRAEDAD, CHF, ACDI-VOCA. [sgab.conseil@gmail.com](mailto:sgab.conseil@gmail.com); [gregpaz@gmail.com](mailto:gregpaz@gmail.com)

## **GESTIÓN INTEGRADA DE PILAS Y BATERIAS USADAS FACTIBILIDAD AMBIENTAL, TECNICA Y OPERATIVA**

### **Resumen**

La generación de pilas y baterías secas como residuos peligrosos domésticos es grande y creciente. Las acciones aisladas y puntuales de sensibilización y recolección no son suficientes, es necesario construir sistemas de gestión integral y sostenibles de estos residuos como parte de las estructuras de gestión integrada de los residuos sólidos urbanos de los gobiernos municipales.

El proyecto *SGAB – Ciudades Focales* con el apoyo del IDRC del Canadá, en base a los estudios realizados, en mayo del 2010 implementó en forma piloto y experimental el “*Plan de Gestión Ambiental de Pilas y Baterías Secas Usadas*” en la ciudad de Cochabamba, Bolivia. El plan propuesto instaló 700 recipientes de acopio de pilas y baterías usadas en unidades educativas, centros de salud, condominios, urbanizaciones, edificios, comercio e instituciones gubernamentales, donde una persona fue capacitada para responsabilizarse del recipiente y sensibilizar a la población de su entorno. La recolección se realizó en forma periódica cada 4 a 5 meses y cuando el recipiente estaba lleno, paralelamente se implementó el Plan de sensibilización, educación y capacitación de la población en general, de difusores (maestros) y del personal operativo del sistema, a través de cursos, charlas, material impreso, digital, participación en ferias ambientales, en las redes sociales y en otros eventos ambientales, sociales y científicos.

Durante 17 meses de operación del plan piloto de Gestión Integral de pilas y baterías secas usadas, se han evaluado todos sus componentes (técnico, ambiental, sociocultural, legal normativo, económico financiero, etc.) y todas sus fases operativas (acopio, recolección, transporte y almacenamiento) para mejorar cada una de ellas y el sistema en general. Además sobre las pilas y baterías recolectadas se han realizado estudios de caracterización de los tipos, marcas, composición y otros. Actualmente la propuesta piloto está lo suficientemente perfeccionada como para pasar a ser parte de un sistema de Gestión Integrada de Residuos Sólidos Municipales de Cochabamba. y sus bases y conceptos utilizarse en otras ciudades de Bolivia y Latinoamérica.

### **Palabras clave:**

Pilas, baterías, residuos peligrosos, gestión integral, SGAB, Cochabamba, Bolivia.

### **Introducción**

Las pilas y baterías convierten la energía química en eléctrica mediante reacciones químicas entre los dos electrodos en una disolución conductora de electricidad o electrolito. En el cátodo se produce una oxidación y en el ánodo una reducción que liberan electrones que circulan por un conductor externo produciendo una corriente eléctrica. Como en este proceso se desgastan los reactivos, deben ser renovados periódicamente, produciéndose así los residuos, que por los metales pesados que contienen, se consideran residuos peligrosos domésticos.

El uso original de las pilas para radios a transistores y linternas disminuye en cambio se incrementan los usos de pilas para controles remotos de televisores, videos, aire acondicionado, etc; las batería recargables de celulares, Ipod, MP3 y 4, etc y el de pilas botón para relojes, calculadoras y juguetes. El balance de estas dos tendencias es un fuerte incremento en la generación de pilas baterías como residuos peligrosos domésticos urbanos

Las pilas y baterías secas representan el 0,1 a 0,2% de los residuos sólidos que generan los hogares de Cochabamba. Es decir, la ciudad genera cada día aproximadamente una tonelada de estos residuos, que no tienen un adecuado manejo ni están en la estructura de la gestión municipal de los residuos sólidos urbanos y dada la composición de los mismos, miles de kilos de metales pesados que se liberan a la naturaleza!

## DIAGNOSTICO

La Empresa Municipal de Servicios de Aseo (EMSA), en los años 2000-04 implementó un programa de recolección de pilas y baterías que en esos cuatro años logro recuperar 1,7 toneladas. Posteriormente, el 2007 implemento el programa de **“Gestión Comunitaria de pilas y baterías secas”** que instaló 136 “bidones de acopio” (botellones de agua en desuso de 20 lt, donados por empresas), se imprimió autoadhesivo para los bidones y un afiche para difundir la campaña y se construyó un depósito subterráneo de 6 m3 para su almacenamiento.

Según EMSA, de octubre del 2007 a agosto del 2009 se recogieron 1.108 Kg de pilas y baterías de 131 botellones (promedio de 8.45 kg/botellón en 690 día). Estimando una generación de una tonelada por día, el programa logro recolectar el 0,16%, es decir el 99,84% de las pilas y baterías secas desechadas no tuvo un adecuado manejo, fueron mezcladas con la basura domestica y confinadas en el botadero municipal que no tiene celdas impermeables o en botaderos clandestinos.

## PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL DE PILAS Y BATERÍAS

El proyecto IDRC-SGAB – *Ciudades Focales* implementó en mayo del 2010 el plan piloto de Gestión integral de pilas y baterías secas usada con los siguientes componentes: Difusión, acopio, recolección y transporte, almacenamiento, cada uno de los cuales fue evaluado y perfeccionado y sus resultados se presentan a continuación.

### Sensibilización, Educación y Capacitación de los Actores:

Se realizaron en campañas de sensibilización, educación y capacitación de la población en general, de maestros y grupos organizados (clubes de madres, asociaciones, etc) y de operadores del manejo de pilas y baterías (técnicos y autoridades). Se empleó material impreso (flyers, afiches, cartillas), participación en eventos (talleres, conferencias, cursos, ferias, programas radiales y televisivos, etc.), elaboración de audiovisuales (jingles, spots) y uso de medios digitales (pagina web, correo electrónico, redes sociales, etc.).

Los mejores resultados se alcanzaron con niños de 6 a 12 años en escuelas y con campañas masivas durante celebraciones ambientales (Día de la tierra, del medio ambiente, del peatón, etc.). El apoyo de voluntarios fue importante, los que mejor trabajaron fueron los adolescentes (13 a 16 años) organizados en grupos ambientales (scout, “green team”, etc). Las campañas por medios de difusión masivos dieron resultados sorprendentes: Se logro una mejor respuesta a la difusión por radio que la realizada por TV, debido al escaso tiempo que otorga la TV en cambio en la radio se tuvo más tiempo y más repeticiones que lograron una mejor respuesta de la población.



Figura 1. Adhesivo y afiches para acompañar el recipiente y para difundir el plan propuesto

### Acopio de pilas y baterías secas usadas

*Recipientes para el Acopio:* Como los bidones de agua de 20 lt resultaron ser muy grandes, pesados u voluminosos para el acopio de pilas y baterías en establecimientos públicos y privados con acceso masivo de población, algunos de ellos no los aceptaban o los ubican en el suelo o en lugares poco visibles. Además, su disponibilidad dependía de donaciones y no podían reutilizarse por la imposibilidad de vaciar las pilas y baterías acopiadas sin cortarlos.

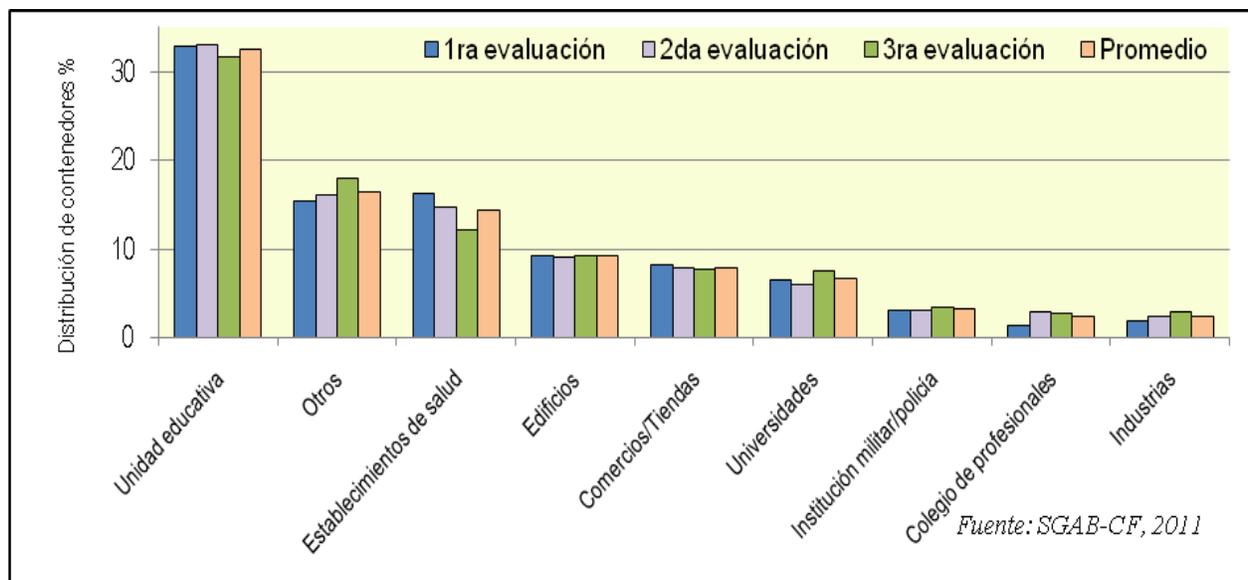


SGAB-CF utilizó baldes de Polietileno de Alta densidad (PEHD), de 10 lt de capacidad (12 a 15 kg de capacidad), con una graduación, para registrar el volumen y peso recolectados, de 420 gr de peso, con tapa removible roja, transparentes para que se vean las pilas y baterías secas almacenadas, fáciles de vaciar el contenido y reutilizables. Se hizo una perforación de 5 cm de diámetro en la base del balde para ingresar las pilas y baterías. Su instalación es invertida, con una forma semi-cónica, lo cual la hace muy estable y estéticamente agradable.

*Puntos de Acopio:* Los recipientes de acopio fueron instalados en lugares de acceso público (escuelas, comercio, edificios, condominios, establecimientos de salud, etc.) donde la población concurre regularmente y el encargado aceptaba voluntariamente, pero en forma escrita a responsabilizarse por el cuidado y buen uso del recipiente, colocar en lugares visibles los afiches y ser un agente sensibilizador de la población de su entorno, para lo cual recibió una charla explicativa y una cartilla de información y sensibilización, con instrucciones para operar el punto de acopio.

Cada recipiente y tapa están numerados para su inventario y seguimiento, y cada punto de acopio es registrado en la Base de Datos con la siguiente información: Tipo de establecimiento, nombre del responsable, teléfono, e-mail, dirección (Distrito, subdistrito, manzano y N° de predio, para su geo referenciación). Esta información es la base para el control y seguimiento del sistema de acopio (recipientes, afiches, etc.), el diseño de rutas y la frecuencia de recolección y la evaluación periódica de cada componente del sistema.

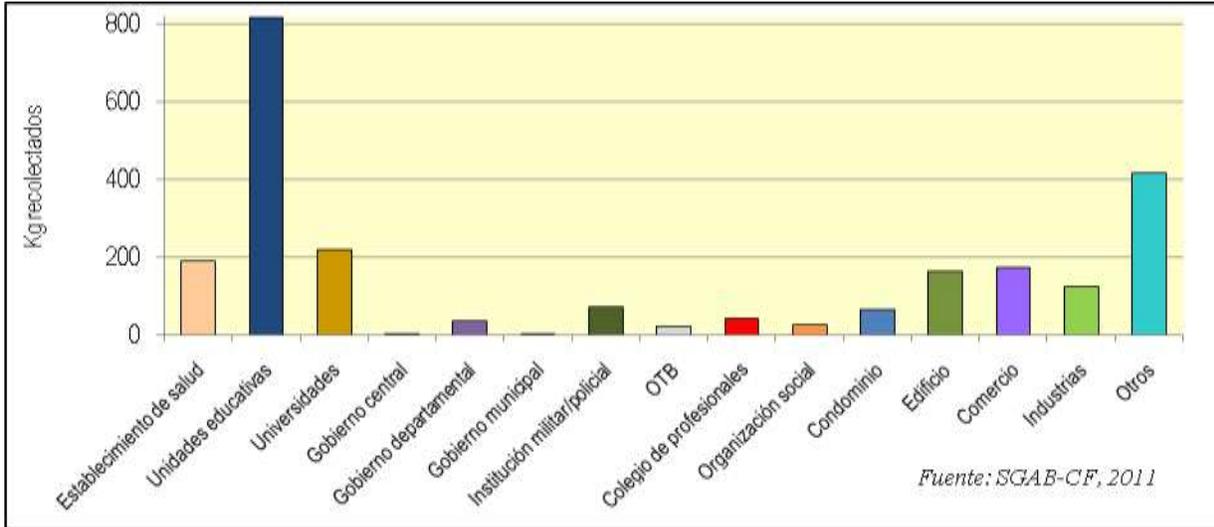
Para acopiar las pilas y baterías usadas de los 618.384 habitantes de la ciudad de Cochabamba (INE, 2007) inicialmente se instalaron 691 (junio/2010) y se continuo instalando hasta llegar a 713 (noviembre/2010), posteriormente, por desgaste y pérdidas esta cantidad se redujo en un 3% a 692 (mayo/2011).



**Figura 2. Distribución de contenedores por tipo de establecimiento y campaña**

### Recolección y Transporte

La recolección de las pilas y baterías secas acopiadas se realizó por dos métodos: un programa periódico (cada tres meses las primeras dos recolecciones y luego de cinco meses la tercera recolección) y a pedido, cuando el recipiente esta casi lleno, en sitios que recolectan más en menos tiempo o que están alejados, fuera de las rutas habituales de recolección.



**Figura 3. Cantidades totales recolectadas por el tipo de establecimiento donde se encuentra el recipiente**

Donde más recipientes de acopio se han instalado (1/3 del total) es en las unidades educativas y es donde más pilas y baterías de recolectan, debido a la concurrencia diaria de estudiantes y a la motivación que realizan los maestros y las campañas de recolección que allí se organizan. Sin embargo, hay otros lugares donde se han instalado pocos recipientes, pero que acopian cantidades importantes, como los supermercados, condominios, universidades y el comercio. Por el contrario, las instalaciones de gobierno son las que menos acopian, posiblemente porque sus visitantes son eventuales, pese a ello, es importante que en estas instituciones existan recipientes de acopio para difundir el programa y mostrar el compromiso de las autoridades con el sistema de gestión propuesto.

**TABLA 1. Cantidades recolectadas por recipiente según el centro de acopio (en kg)**

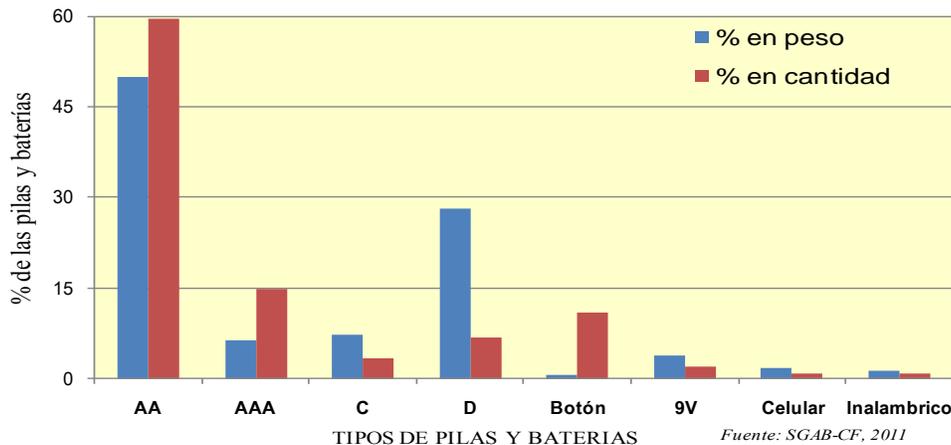
Establecimiento	Promedio	Max	Min
Otros	4,6	13,9	0,4
Condominio	4,3	12,1	0,2
Universidades	4,2	13,0	0,4
Comercios	4,1	13,9	0,4
Institución militar/policial	3,9	10,4	0,2
Gobierno departamental	3,8	10,1	0,7
Edificios	3,5	13,3	0,4
Unidades educativas	3,4	14,3	0,1
Colegio de profesionales	3,4	13,0	0,1
Establecimientos de salud	3,1	12,7	0,3
Industrias	2,9	9,1	1,0
Gobierno municipal	2,3	2,3	2,3
Gobierno central	1,9	1,9	1,9
Organizaciones sociales	1,6	2,4	0,2
OTB	0,9	1,2	0,5

En la recolección y transporte de pilas y baterías sacas usadas he tenido los siguientes indicadores:

- Centros de acopio visitados/hora de recolección y transporte: 5 a 8
- Duración de la recolección, registros de peso y volumen en cada Centro de Acopio: 2 a 4 minutos/recipiente;
- Kg recolectados por km recorrido: 1,5 a 6,8
- Kg recolectados por hora de recolección: 7 a 13,4;
- Kg recolectados por hora y por persona: 3 a 7;
- Velocidad del vehículo durante el transporte en la ciudad: 4 a 10 km/hr;

La variabilidad en estos indicadores se debe a la elección de las rutas, los días y horarios para visitar los centros de acopio del centro, los barrios residenciales o la periferia de la ciudad.

*Tipos de Pilas y Baterías Recolectados:* Sobre una muestra de 3.712 kg. de pilas y baterías secas recolectadas se hizo una caracterización tanto por la cantidad de unidades como por el peso de las mismas.



**Figura 4. Clasificación por tipo de pilas y baterías usadas**

Se identificaron 190 marcas y 22 tipos de pilas y baterías diferentes. Las marcas más expandidas son: Panasonic y Energizer con 13 tipos, Sony con 12, Duracell con 11 y Ray-o-vac con 10; GP 9; Kodak y Maxell, Toshiba y Varta 8; Sanyo 7; National, Eveready y Vinic 6. Hay 47 marcas que tienen de 2 a 5 tipos de pilas y las 129 marcas restantes sólo tienen un tipo de pilas en el mercado.

Las pilas tipo AA y AAA son las más expandidas, 67 y 66 marcas diferentes respectivamente las introducen al mercado; los tipo 9V son producidas por 59 marcas, las D → 32, las C → 24, las 3V → 20, 12V → 17, 6V → 16, las de celulares → 15, las botón → 14, las de teléfonos inalámbricos → 12, las AA recargables → 9, las AAA recargables → 8, 1,5 → 3; las D recargables, 9V, 1,2V y baterías → 2; y las D recargables, 5V, 3,6, 1,5 → 1 marca.

En las pilas tipo D, el 99,9% son Zn/Mn; 0,07% son Ni-Cd y 0,01% Ni/MH. En la D, el 100% son Zn-Mn; en las AA el 99,3% son Zn-Mn, 0,5% Ni/MH, 0,2 Ni-Cd y el 0,01% Zn-C. En las AAA el 99,3% son Zn-Mn, el 0,65% Ni/MH, 0,06% Ni-Cd y 0,03% Zn-C. En resumen, del total de pilas el 93,6 son Zn-Mn, 0,5% Ni/MH, 0,15 Ni-Cd y 0,01% Zn-C y 5,8% otros no identificados.

En las baterías de celular, el 54% son de Ion Litio, 36% Ni/MH, 7% Litio y 3% Ni/MH. En las inalámbricas el 70% son Ni-Cd 26% Ni/MH, 3% Ion Litio, 0,6% Litio pol. Todas las 9V y 3,6 son Zn-Mn; como las de 3,5V son Ni-Cd y las 1,2V son Ni/MH y las 5V son Zn-C. Las baterías de 3V y 1,5V tienen dos fuentes, el 93% de las 3V son de Ion Litio y el 7% de Zn-Mn; en las 1,5V la relación es la contraria, la mayoría, el 74% son Zn-Mn y el 26% Ion Litio. En las 12V y 6V aparece una tercera fuente: PB ácido, el 54% de las 12V son Zn-Mn, 45% Ion Litio y un 0,4 Pb-ácido; en la 5V el 78% son Ion Litio, 18% Zn-Mn y el 4% Pb ácido.

En las pilas tipo botón existe la mayor diversidad de fuentes químicas. El 54% (S) Oxido de Plata y Zinc, el 22% son (C-EP-BR( dióxido de manganeso y litio, 19% son (L) alcalinas o Zinc-Manganeso; 1% (G) oxido de Cobre y Litio, 0,07% (AK) Níquel hidruro metálico y un 3% no pudo ser identificado.

*El Peso Volumétrico de las pilas y baterías mezcladas y almacenadas* es de 1.299,5 kg/m<sup>3</sup>. Los valores son diferentes para cada tipo de pilas o baterías y los rangos van desde los más pesados 2.120 kg/m<sup>3</sup> en la pilas botón, hasta los más livianos: 883 kg/m<sup>3</sup> en la baterías de celulares. Entre estos extremos se encuentran las tipo AAA, 1.590 kg/m<sup>3</sup>; las baterías 3, 6 y 12V, 1.370 kg/m<sup>3</sup>; las C 1.348 kg/m<sup>3</sup>; AA 1.306 kg/m<sup>3</sup>; D 1.166 kg/m<sup>3</sup>; 9V 1.118 kg/m<sup>3</sup>; de teléfono inalámbrico 924 kg/m<sup>3</sup>.

*Los pesos individuales de cada tipo de pila y baterías secas* es de: D = 130gr; C = 50gr; AA = 20gr; AAA = 10gr; Celular = 70gr; inalámbrico = 40gr; 5V = 120 gr; 9V y 6V = 40gr; 12V = 30; 3V = 20gr; 1.2V, 1.5V, 3.5 y 3.6 = 10gr; BR = 5gr; CR = 4,1gr; CX y EP = 3.9gr; AK = 2.9; LR = 2.7; GP = 1.5; AG = 0.3gr; SR = 0.7gr; SG = 0.03gr

### Reexportación de Pilas y Baterías para Recuperar Metales

Existen las tecnologías para recuperar y reciclar los metales contenidos en las pilas y baterías secas usadas. Sin embargo en Bolivia sólo se recuperan las baterías Pb-ácido, para evaluar la factibilidad de la re-exportacion de pilas y baterías secas usadas se han contactado empresas e instituciones que trabajan en el reciclaje de pilas y baterías usadas en 24 países de los cinco continentes.

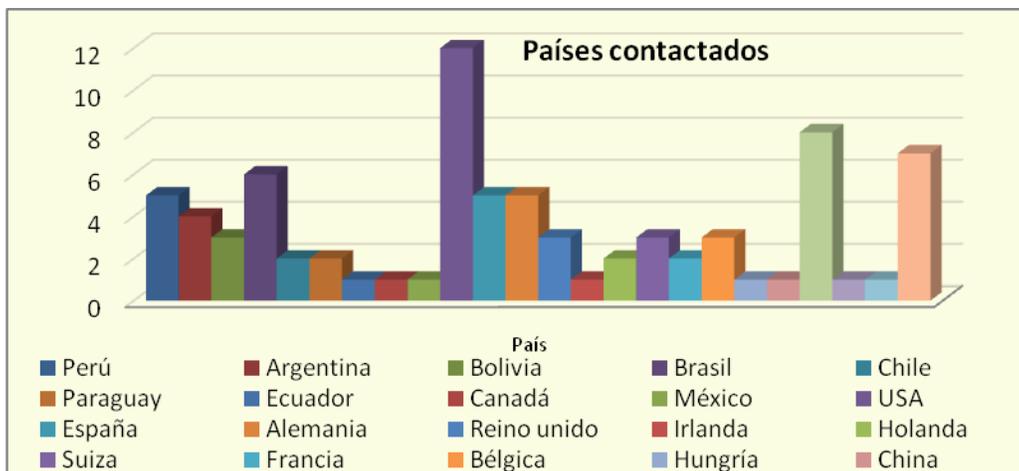


Figura 5. Número de empresas y profesionales contactados por país.

Del total de empresas y personas contactadas, sólo el 6% manifestó estar dispuestos a recibir las pilas y baterías que se envíen desde Cochabamba, Bolivia, si se cumplían los siguientes requerimientos::

- En contenedores de polietileno, de 205 litros de capacidad, con tapa y agarradores. Aproximadamente 80 de estos contenedores transportan 20 toneladas de pilas y baterías.
- Las tapas de los contenedores deben evitar la acumulación de gases y situaciones de potencial peligro en el transporte y recepción.
- Las baterías deben estar separadas por tipo y con los polos de cada una sellada con cinta de embalaje o similar para evitar cortos circuitos.
- Los contenedores deben estar señalizados adecuadamente con la descripción del material que contiene, cantidad, lugar y responsable en origen y destino final.

A estos criterios de seguridad, se deben añadir el pago a la empresa receptora de tarifas especiales para cada tipo de pila, que es variable según los precios de los metales en los mercados. También se deben cumplir las leyes y normas de los países de tránsito y destino final de la carga.

La Cámara de Exportadores de Cochabamba (CADEXCO) exige los siguientes requisitos: Factura comercial de exportación, Lista de Empaque, Declaración Única de Exportación (DUE), Certificado de Origen y el Manifiesto Internacional de Carga( MIC). Por tratarse de residuos peligrosos, hay que cumplir lo establecido en el Convenio de Basilea (Anexos V A y V B). Asimismo hay que cumplir los requisitos técnicos de la empresa naviera en el uso de sus contenedores.

**TABLA 2. Tarifas de la empresa que recibe por tipo de pila (en \$us/kg)**

País	Empresa	Alcalinas	Zn-C	Li ion recargable	Litio no recargable	NiCd	Ni-MH	Otros requerimientos
Australia	Ausbatt Battery Recycling AUSZINC	2,4	3,5	4,5	4,5	5	4,5	Mínimo 20 t
USA	The big green box	0,3	n/e	n/e	1	n/e	n/e	Mín. 40.000 libras
Canadá	TOXCO	1	n/e	1,1	n/e	1,28	2,54	
Suiza	Batrec	n/e	n/e	n/e	no	n/e	n/e	

Fuente: SGAB – Ciudades Focales, 2011

**TABLA 3. Costos de re exportación de un contenedor de 20 Tn de pilas y baterías secas usadas (en \$us)**

País	Empresa recicladora	Documentos	Prep. carga	Transp. terrestre	Tarifa recicladora	TOTAL
Australia	Auszinc/Ausbatt	140	3.600	883	52.866	59.996
Canadá	TOXCO	140	3.600	883	20.341	27.564
USA	The green big box	140	3.600	883	6.137	13.307
Suiza	Batrec	140	3.600	883	n/e	8.500 +

Fuente: SGAB – Ciudades Focales, 2011

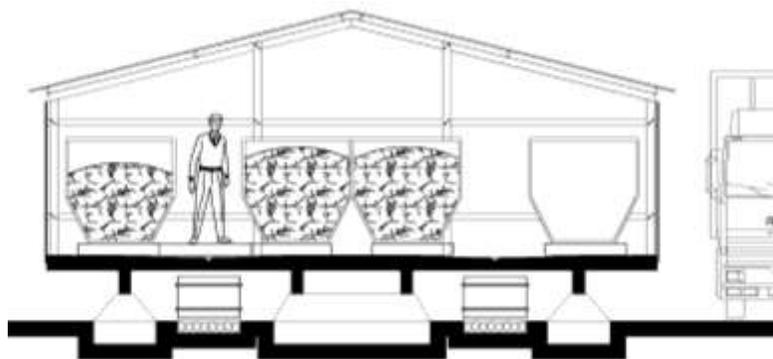
Si bien es posible re-exportar pilas y baterías secas usadas, cumpliendo los requisitos técnicos, operativos, legales y administrativos, los costos de transporte y las tarifas que hay que pagar a la empresa que las recibe, hacen inviable económicamente esta posibilidad.

### Almacenamiento Temporal y Disposición Final

La “protección de fábrica” que tienen las pilas y baterías es la mejor barrera para su conservación. Estas envolturas metálicas funcionan muy bien, mientras se conserven en ambiente seco y ventilado, pues el agua, ó incluso la sola humedad atmosférica elevada la corroe hasta destruirla y permitir que los elementos peligrosos se liberen.

El Plan propuesto, plantea almacenar pilas y baterías en ambientes secos y ventilados utilizando el “blindaje” de fábrica. Para almacenar temporalmente las pilas y baterías recolectadas de los 700 puntos de acopio que existe en la ciudad de Cochabamba, se utilizan tanques de agua de Fibra de vidrio de mil litros de capacidad, instalados sobre “pallets” y bajo techo.

Para el almacenamiento de larga duración de las pilas y baterías, se construirá un Deposito de Seguridad elevado del suelo para evitar la transmisión de humedad, con “silos” de en cuyo fondo existe una red de extracción del aire húmedo y pesado el cual es renovado por aire seco que se obtiene del techo donde hay una calentador solar de aire. Los silos tienen “puertos” para medir la humedad y temperatura del aire en su interior para monitorear el buen estado de las pilas y baterías almacenadas.



## Conclusiones y Recomendaciones:

- El sistema de recolección con un vehículo requiere de dos personas y es baja su eficiencia en el centro de la ciudad por el congestionamiento y la falta de estacionamiento. Parece viable su sustitución por una bicicleta adaptada y una red de centros de acopio momentáneos desde donde el vehículo pueda recogerlos.
- Pese a la ausencia de planes estructurados y permanentes de concientización y educación ambiental, la ciudadanía es consciente que las pilas y baterías son residuos peligrosos que requieren un manejo diferenciado y especializado y esta dispuesta a colaborar con ello.
- Las campañas de recolección organizadas en los colegios son de gran utilidad por la conciencia que generan y la cantidad de pilas y baterías que recolectan.
- Los depósitos de seguridad subterráneos no son adecuados para confinar pilas y baterías, pues concentran la transpiración de las paredes y retienen el aire húmedo y pesado que corroe la protección metálica de las pilas y baterías y permite la salida de los metales pesados. Generalmente sus paredes no son lo suficientemente impermeables y, por su ubicación subterránea, frecuentemente entran aguas de escorrentía superficial y la y pluviales.
- El plan piloto propuesto, por su tamaño, 17 meses de funcionamiento, y el perfeccionamiento de sus sistemas técnicos y operativos, está listo para transformarse parte del sistema de Gestión Integrada de Residuos Sólidos Municipales de Cochabamba.
- Los gobiernos municipales, con la participación de la sociedad civil y de las empresas importadoras, deben encarar esta creciente problemática a la brevedad posible implementando sistemas de gestión integral de pilas y baterías.
- Los fabricantes, representantes e importadoras de pilas y baterías no asumen ninguna responsabilidad ni participación en la gestión de los residuos de sus productos. Esta situación debe revertirse, tienen que internalizar esta problemática en sus instituciones, concientizar y educar a la población y capacitar a los técnicos y apoyar la implementación de sistemas de gestión de estos residuos.

## BIBLIOGRAFIA

- SGAB-CF. Diagnóstico de la Cadena de Reciclajes de Pila y Baterías Usadas en el Municipio de Cochabamba.  
[www.sgab-boivia.org/publicaciones/estudiostecnicos/pilasbaterias](http://www.sgab-boivia.org/publicaciones/estudiostecnicos/pilasbaterias)
- SGAB-CF. Componente de Educación Ambiental del Sistema de Gestión Ambiental de Pilas y Baterías Usadas.  
[www.sgab-bolivia.org/publicaciones/estudiostecnicos/pilasbaterias](http://www.sgab-bolivia.org/publicaciones/estudiostecnicos/pilasbaterias)
- SGAB-CF. Diagnóstico de posibilidades de re-exportación de Pilas y Baterías recolectadas en el municipio de Cochabamba.  
[www.sgab-bolivia.org/publicaciones/estudiostecnicos/pilasbaterias](http://www.sgab-bolivia.org/publicaciones/estudiostecnicos/pilasbaterias)
- SGAB-CF. Estudio de evaluación de las fases de instalación, recolección y transporte del sistema piloto de gestión integrada de pilas y baterías usadas 2010-2011. [www.sgab-bolivia.org/publicaciones/estudiostecnicos/pilasbaterias](http://www.sgab-bolivia.org/publicaciones/estudiostecnicos/pilasbaterias)
- SGAB-CF. Sistema de Pilas y Baterías Usadas: Factibilidad Ambiental Técnica y Operativa.  
[www.sgab-bolivia.org/publicaciones/estudiostecnicos/pilasbaterias](http://www.sgab-bolivia.org/publicaciones/estudiostecnicos/pilasbaterias)
- SGAB-CF. Afiche 1 de la campaña de Pilas y Baterías: "Busca tu punto de Acopio".  
[www.sgab-bolivia.org/publicaciones/estudioseducacionambiental/pilasbaterias](http://www.sgab-bolivia.org/publicaciones/estudioseducacionambiental/pilasbaterias)
- SGAB-CF. Afiche 2 de la campaña de Pilas y Baterías: "Ponte las Pilas y Ponlas Aquí".  
[www.sgab-bolivia.org/publicaciones/estudioseducacionambiental/pilasbaterias](http://www.sgab-bolivia.org/publicaciones/estudioseducacionambiental/pilasbaterias)
- SGAB-CF. Adhesivo de la campaña de Pilas y Baterías: "Ponte las Pilas y Ponlas Aquí".  
[www.sgab-bolivia.org/publicaciones/estudioseducacionambiental/pilasbaterias](http://www.sgab-bolivia.org/publicaciones/estudioseducacionambiental/pilasbaterias)
- SGAB-CF. Flyer Informativo de la campaña de Pilas y Baterías: "Ponte las Pilas y Ponlas Aquí".  
[www.sgab-bolivia.org/publicaciones/estudioseducacionambiental/pilasbaterias](http://www.sgab-bolivia.org/publicaciones/estudioseducacionambiental/pilasbaterias)