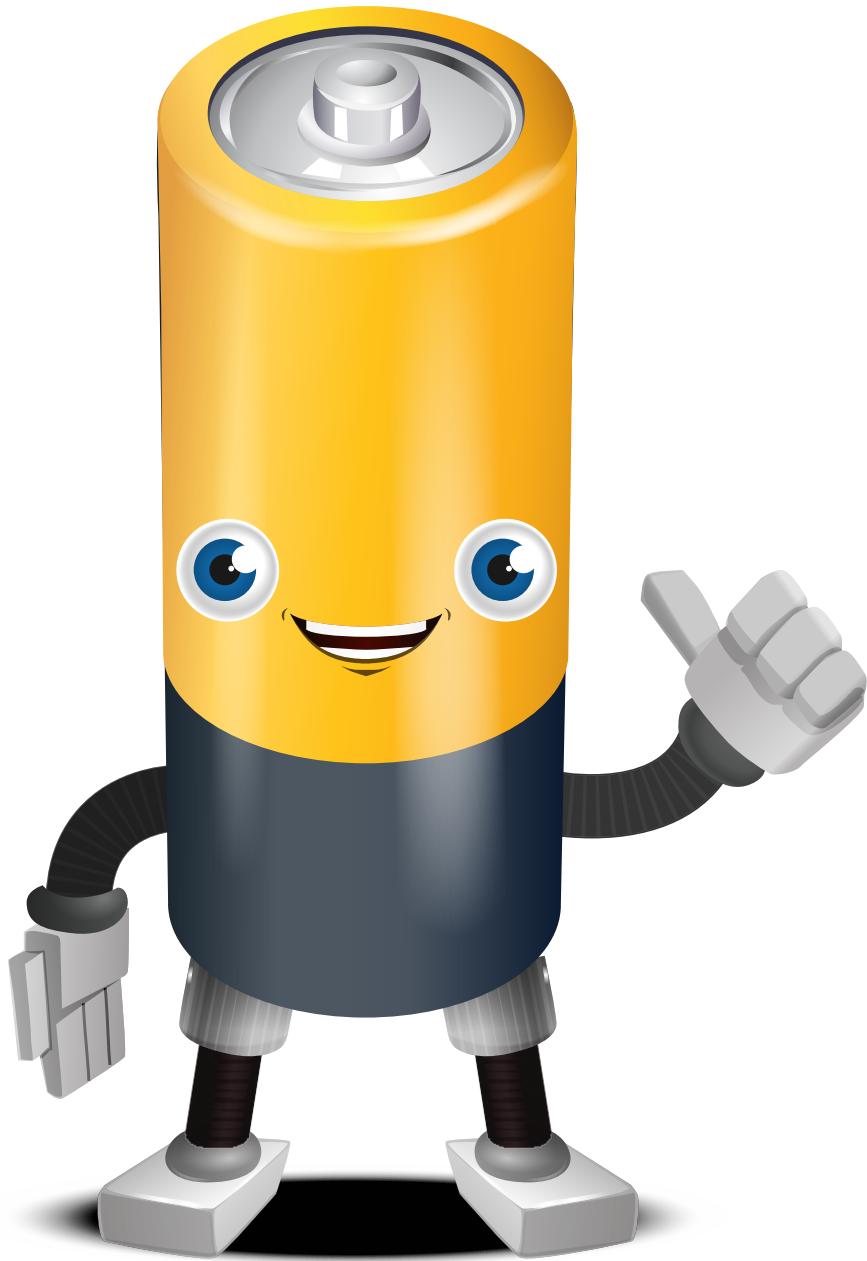


# Estudio de caracterización

de pilas y baterías secas, usadas  
en Santa Cruz de la Sierra



La Empresa Municipal de Aseo Urbano Santa Cruz, (EMACRUZ), responsable de la gestión integral de residuos sólidos, realizó el estudio de "Caracterización de pilas y baterías secas, usadas", con el objetivo de obtener datos estadísticos de la generación municipal de este tipo de residuos con características singulares por sus componentes peligrosos (metales pesados, ácidos, bases y otros).

El estudio fue realizado, mediante metodología de muestreo estadístico aleatorio, con el fin de lograr muestras representativas para la obtención de datos que muestren la situación actual de generación de pilas y baterías en el Municipio de Santa Cruz de la Sierra.

## METODOLOGÍA

Las muestras recolectadas de pilas y baterías secas, se realizaron en diferentes puntos de la ciudad, como ser mercados, supermercados y comercios. Como resultados de la recolección se logro acopiar 100 Kg de pilas y baterías mezcladas.



### Muestras de pilas y baterías



Obtenida la muestra de 100 Kg, se procedió a realizar la caracterización de las pilas y baterías utilizando el método del cuarteo conforme la NB 743, el método permitió homogenizar la muestra para obtener una sub muestra manejable de aproximadamente 25 Kg, para realizar el trabajo de separación y pesaje de pilas y baterías.



Para la caracterización de pilas y baterías secas, usadas, se utilizó tipos y subtipos estándares de características a nivel internacional que se detallan en el cuadro "TIPOS Y SUBTIPOS DE PILAS Y BATERÍAS".



Homogenización y cuarteo de las muestras de pilas y baterías



Muestra cuarteada y homogenizada

Recipientes de pesaje para sub tipos de pilas



Pesaje de muestras de pilas según clases y subtipos

## TIPOS Y SUBTIPOS DE PILAS Y BATERÍAS



Característica del tipo de pila	Descripción
a) Tipos de pilas (Clase General):	a. Alcalina b. Salina c. Recargable d. Botón
b) Tipos de pilas y baterías según su forma (Subtipo A.):	a. Cilíndrica b. Botón c. Prismática d. Petaca e. Empacada
c) Tipos de pilas y baterías según su tamaño (Subtipo B.):	a. AA b. AAA c. C d. D e. 9 V f. 4.5 V g. Botón (Grande, mediano, micropila)
d) Tipos de pilas y baterías según sus compuestos químicos (Subtipo C.):	a. Zinc Carbón b. Zinc Dióxido de Manganeso c. Níquel y Cadmio d. Níquel e Hidruro metálico e. Óxido de Mercurio f. Zinc Aire g. Óxido de plata h. Litio
e) Marcas de pilas y baterías	Varios

Fuente: Elaboración propia



## RESULTADOS OBTENIDOS



Para realizar la caracterización, se realizó la homogeneización (proceso por el que se hace que una mezcla presente las mismas propiedades) de todas las muestras.

Una vez obtenida la homogeneización de las muestras se continuó con el cuarteo de la muestra, se caracterizó un cuarto del total y otro cuarto se utilizó para obtener el peso volumétrico de las pilas y baterías secas usadas.



### a) CARACTERIZACIÓN POR TIPOS DE PILAS (CLASE GENERAL):

Tabla A1. Caracterización de Pilas y Baterías General

Tipos de pilas (general)	Peso (kg)
Alcalina	11,148
Salina (común)	6,756
Botón	0,507
Recargable	0,517
Batería	3,779

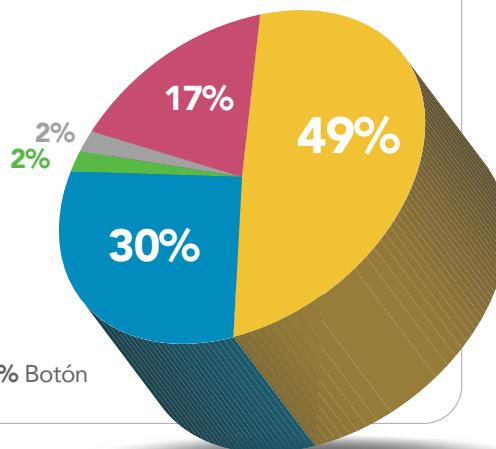
### Gráfico A1. Tipo de Pilas Clasificación General

Se subdividieron las pilas en cuatro clases por denominación común: alcalina, salina, botón y recargable. Las pilas alcalinas son las más utilizadas con un 49%, seguida de las salinas con 30%, recargables con 2%, botón 2% y baterías de celular con un 17%.

Estos resultados nos muestran que de manera general son las pilas alcalinas las que más se generan el municipio.

#### Tipo de Pilas (General)

Peso en Kg.



Fuente: Elaboración propia

## b) TIPOS DE PILAS Y BATERÍAS SEGÚN SU FORMA (SUBTIPO A.):

Dentro de los principales subtipos de pilas y baterías se hace referencia a “Forma y Tamaño”, si bien es cierto que estas características son las principales al momento de comprar o vender estos productos, se los conoce en el mercado haciendo mención al código estándar USA, y en a los voltios que producen cada tipo de pilas como se explica en la siguiente tabla A-1.

Tabla A - 1. “Forma de pilas a caracterizar”

FORMA	TENSIÓN	IMAGEN
Prismática	9V	
Botón	3V	
Cilíndrica	1.5V	
Empaquetada	3.7V	

Fuente: Elaboración propia, Imágenes de pilas y baterías caracterizadas en el estudio

Cuadro A - 2. Tipos de pilas estandarizados (Linden y Reddy, 2002)

CÓDIGO ANSI	DIÁMETRO X ALTURA (mm)	IMAGEN
D	34.2 x 61.5	
C	20.6 x 50	
AA	14.5 x 50.5	
A123	12 x 30	
AAA	10.5 x 44.5	

Fuente: Datos (Ortez Sandoval & Parada Arévalo, 2008)

**Tabla 2. "Caracterización de Pilas y Baterías según en tamaño y la forma"**

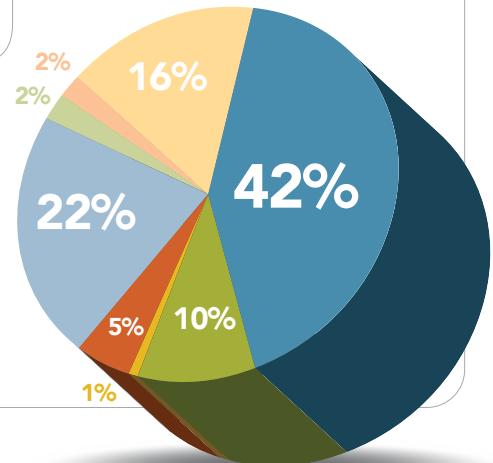
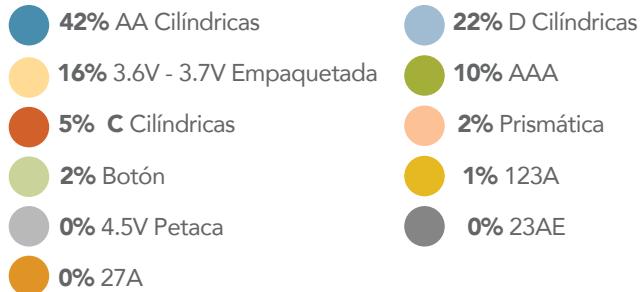
Pilas según "Tamaño y Forma"	Peso (kg)
AA (cilíndricas)	9,59
AAA (cilíndricas)	2,24
27A	0,026
23AE	0,032
123A	0,115
C (cilíndricas)	1,058
D (cilíndricas)	4,96
Botón	0,507
9 V (prismática)	0,481
4.5 V (petaca)	0
3,6V - 3,7 V (empacada)	3,72

**Grafico 2. Subtipos de pilas según "Tamaño y Forma".**

Los resultados de la caracterización por tamaño y forma nos muestran que en el municipio de Santa Cruz de la Sierra, las pilas AA son las más utilizadas con un 42%, seguida de las pilas D con un 22%, empacadas 16%, AAA 10%, pilas C 5%, prismáticas 2%.

**Pilas y baterías según "Tamaño y Forma".**

Peso en Kg.



Fuente: Elaboración propia

## c) TIPOS DE PILAS Y BATERÍAS SEGÚN SU COMPOSICIÓN QUÍMICA:

El presente estudio de caracterización de pilas y baterías secas, usadas; clasificó también en subtipos de acuerdo a la composición química de cada pila y batería. Como se mencionó anteriormente en el Cuadro 1. "Tipos y Subtipos de pilas y baterías". A continuación se detalla la clasificación de las pilas y baterías por subtipo según la composición química de las pilas y baterías secas, usadas caracterizadas en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra.

La composición de las pilas y baterías según Ortez Sandoval & Parada Arévalo, 2008 utilizada en el Estudio de caracterización de pilas y baterías es la siguiente:



### PILAS DE ZINC Y CARBONO:

Este tipo de pila conocida como; "pilas comunes" o "salinas", son especiales para linterna, contienen muy poco Mercurio, menos del 0,01%. Está compuesta por Carbono, Zinc, Dióxido de Manganeso y Cloruro de Amoníaco.

### PILAS ZINC Y DIÓXIDO DE MANGANESO:

Son más recientes que las anteriores. Su principio activo es un compuesto alcalino (Hidróxido Potasio). Su duración es 6 veces mayor que las Zinc/Carbono. Está compuesta por Dióxido de Manganeso, Hidróxido de Potasio, pasta de Zinc amalgamada con Mercurio (total 1%), Carbón o Grafito.

### PILAS RECARGABLES:

pueden ser;

#### Níquel y cadmio:

Están basadas en un sistema formado por hidróxido de níquel, hidróxido de potasio y cadmio metálico. Está constituida por Níquel laminado y Cadmio separado por nylon o polipropileno, todo arrollado en espiral y no contiene Mercurio. Poseen ciclos de vida múltiples, presentando la desventaja de su relativamente baja tensión. Pueden ser recargadas hasta 1000 veces.

### **Níquel e hidruro metálico:**

Este tipo de pila recargable utiliza un ánodo de oxidróxido de níquel ( $\text{NiOOH}$ ) como la pila de cadmio, pero su cátodo es de una aleación de hidruro metálico. Esta aleación metálica capaz de almacenar hidrógeno, cumple el papel de ánodo. El cátodo es óxido de níquel y el electrolito hidróxido de potasio.

La densidad de energía producida por las pilas Ni/MH es el doble de la producida por las Ni/Cd, por lo que representan la nueva generación de pilas recargables que reemplazará a estas últimas. Esto le permite eliminar el cadmio. Asimismo, posee una mayor capacidad de carga (entre 2 a 3 veces más que una pila de níquel y cadmio).

### **PILAS DE BOTÓN:**

estas pueden ser;

#### **Zinc y aire:**

Se las distingue por tener gran cantidad de agujeros diminutos en su superficie. Tienen mucha capacidad y una vez en funcionamiento su producción de electricidad es continua. Contienen más del 1 % de mercurio.

#### **Oxido de mercurio:**

Son las más tóxicas, contienen un 30 % aprox. de mercurio.

#### **Oxido de plata:**

Son de tamaño pequeño, usualmente de tipo botón. Contienen 1 % de mercurio aproximadamente.

#### **Litio:**

Las ventajas de las baterías de litio incluyen alta tensión (hasta 4 voltios), alta densidad de energía, funcionamiento en un amplio rango de temperatura, buena vida útil, y una excelente densidad de potencia.



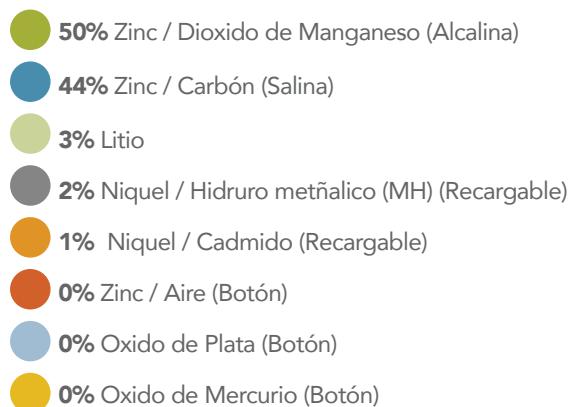
**Tabla 3. Clasificación según la Composición química de pilas, todas las muestras**

Pilas según "Composición química"	Peso (kg)
Zinc / carbón (Salina)	8,392
Zinc / Dioxido de Manganeso (Alcalina)	9,529
Niquel / Cadmio (Recargable)	0,198
Niquel / Hidruro metálico (MH) (Recargable)	0,283
Oxido de Mercurio (Botón)	0
Zinc / Aire (Botón)	0
Oxido de plata (Botón)	0
Litio	0,579

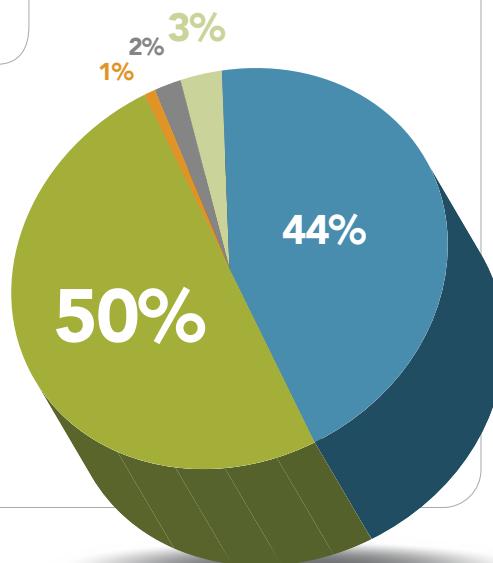
**Gráfico 3. Subtipos de pilas según "Composición química".**

Los resultados nos muestran que las pilas más utilizadas en el municipio según la composición química son las de Zinc/Dioxido de Manganeso (Alcalinas) con un 50%, seguidas de las de Zinc/Carbón (salinas) con 44%, Niquel Cadmio (recargable) 1%, Litio 3%, Niquel/Hidruro metálico 2%.

Estos datos expresan claramente que el uso de pilas recargables es bajo con 1% del total caracterizado a comparación de las pilas no recargables que suman el 99%.



**Pilas según "Composición química"**  
Peso en Kg.



Fuente: Elaboración propia

**Tabla A4. Clasificación según la Composición química de baterías.**

Pilas según "Composición química"	Peso (kg)
Litio / Dióxido de Mn	2,74
Níquel / Cadmio	0,52
Níquel e hidruro metálico	0,46

#### Gráfico A4. Subtipos de baterías de celulares según "Composición química"

Existen tres tipos de batería: NiCd (Níquel / Cadmio), NiMH (Hidrato Metálico de Níquel) y Li-Ion (Iones de Litio).

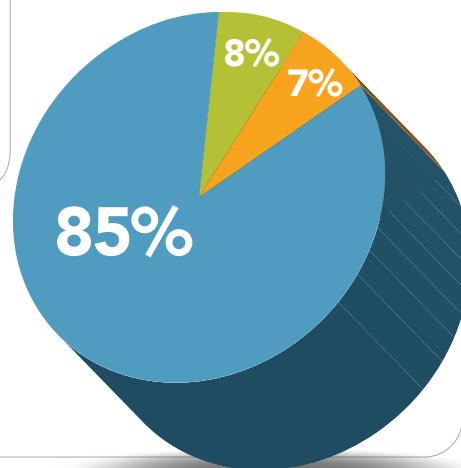
Las diferencias entre estos tipos de batería radican en la capacidad, y tiempo de vida. Las baterías NiMH tienen una gran capacidad, pero su rendimiento decae después de unos 300 ciclos (carga – descarga) causado por la decreciente capacidad y la creciente resistencia interna.

Las baterías NiCd ofrecen aproximadamente un 30% menos de capacidad que las anteriores, pero su vida útil se extiende hasta los 1000 ciclos aproximadamente, con un rendimiento más constante debido a que la resistencia interna permanece baja. En cambio, las baterías Li-Ion, que ofrece una alta energía, su bajo peso y que no requiere de descargas periódicas, pierde su capacidad con el tiempo, aún si es usada o no. Si su uso es constante, podría llegar a usarse unos 1000 ciclos (en 2 años, normalmente, la vida útil de este tipo de baterías).

Las baterías caracterizadas fueron clasificadas en 3 (tres) subtipos;

- **85%** Litio
- **8%** Níquel / Cadmio
- **7%** Níquel e hidruro metálico

**Pilas según "Composición química"**  
Peso en Kg.



Los resultados del estudio nos muestran que las baterías más usadas por la población y esto se debe al creciente uso de teléfonos celulares es la Baterías de Ion Litio/Dióxido de Mn con un 85%, seguida de las baterías de Níquel /Cadmio con 8% y baterías de níquel e hidruro metálico con 7 %, del total caracterizado.

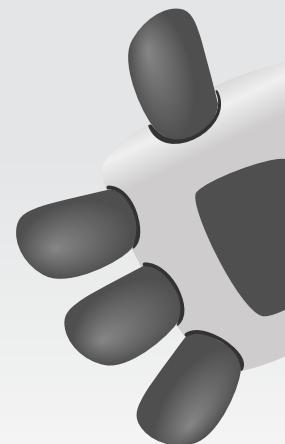
Fuente: Elaboración propia

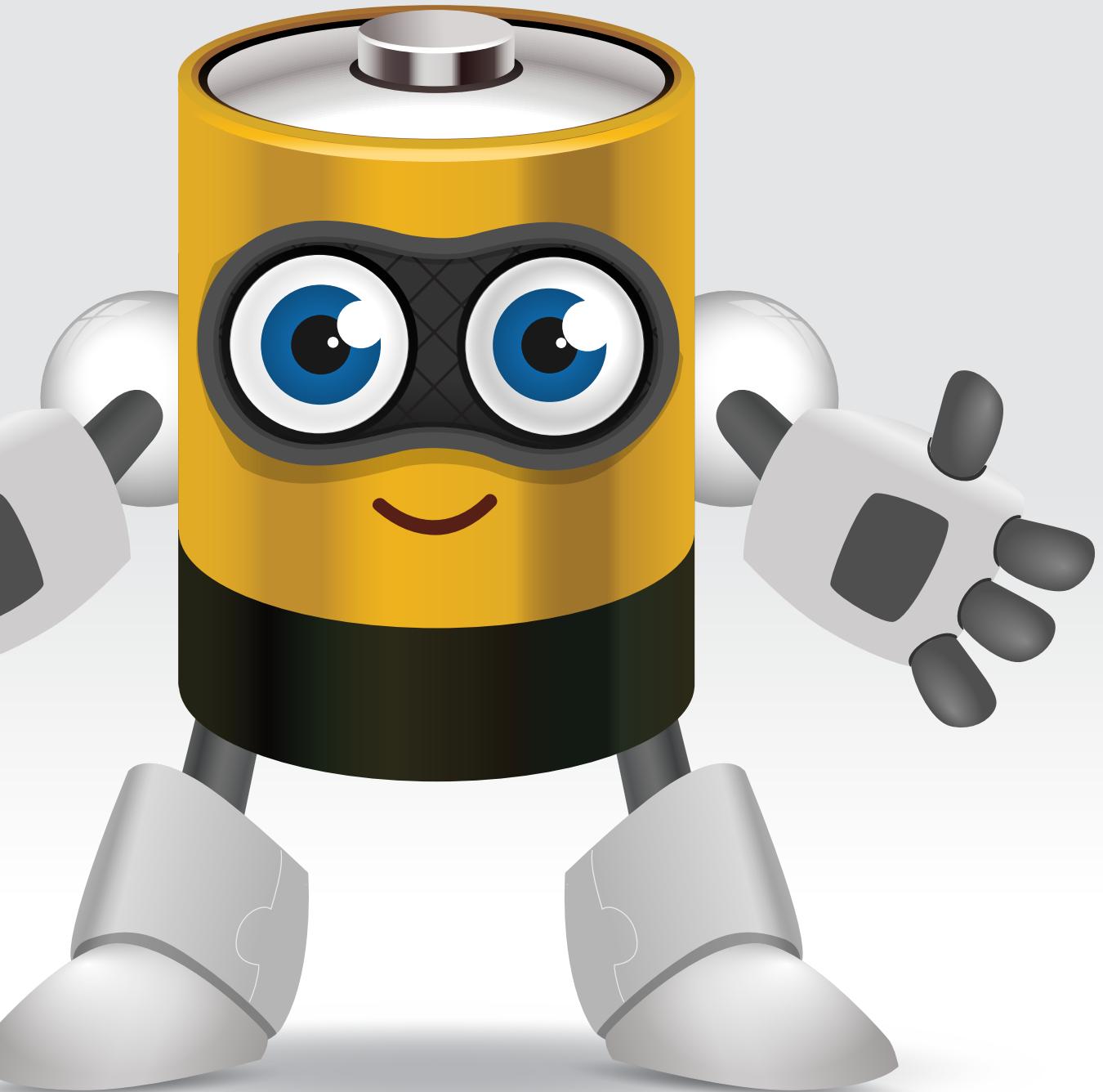
Los resultados de la caracterización de pilas y baterías en Santa Cruz son los siguientes:

Que las pilas que más se usan son las **pilas alcalinas** con 49%, seguida de las **pilas salinas** con 30%, **baterías** 16%, **pilas recargables** 2% y **pilas boton** 2%.

En cuanto al tamaño la **pilas AA** se utilizan mas que otras tipos de pilas con 42%, seguidas de la pilas **tipo D** con 22% y **pilas AAA** con 10%.

Se evidenció en el estudio de que las pilas de boton que generalmente suelen contener **mercurio toxico** fueron reemplazadas por pilas boton de **litio**, siendo un indicador de reducción de riesgo de contaminación al medio ambiente.





**Línea Gratuita: 800 33 8000**  
**[www.emacruz.com.bo](http://www.emacruz.com.bo)**

