



FACULTAD DE INGENIERIA
Instituto de Ingeniería
Sanitaria
Dr. Rogelio A. Trelles

ESTUDIO PARA LA IDENTIFICACION Y ANALISIS DE PILAS Y BATERIAS

**GOBIERNO DE LA CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES
AGENCIA DE PROTECCION AMBIENTAL**

PRESIDENTE

Ing. Graciela **GEROLA**

DIRECTORA GENERAL DE PLANEAMIENTO

Dra. Adriana **FREYSSELINAR**

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Ing. Carlos Alberto **ROSITO**

INSTITUTO DE INGENIERÍA SANITARIA – SECRETARIA

Ing. Rosana **IRIBARNE**



ESTUDIO PARA LA IDENTIFICACION Y ANALISIS DE PILAS Y BATERIAS

EQUIPO TÉCNICO DEL ESTUDIO

DIRECTOR DEL ESTUDIO

Ing. Marcela **DE LUCA**

COORDINACIÓN APRA

Dra. Magalid **CUTINA**

COORDINACIÓN FIUBA

Ing. Néstor Fernando **GIORGI**

EQUIPO TECNICO

Ing. Marcela **DE LUCA**

Ing. Néstor Fernando **GIORGI**

Ing. Néstor Anecto **GIORGI**

Ing. Cesar Ricardo **RUEDA SERRANO**

Ing. Marcos **DE LA CRUZ**

COORDINACION DEL MUESTREO

Ing. Marcos **DE LA CRUZ**

DOCUMENTACION GRAFICA

Srta. Agostina **MENEGUZZI**

ESTUDIO PARA LA IDENTIFICACION Y ANALISIS DE PILAS Y BATERIAS

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	4
1.1. ANTECEDENTES	4
1.2. DEFINICIONES	4
1.3. OBJETIVOS	5
1.3.1. <i>Objetivos Específicos</i>	5
2. CLASIFICACION DE PILAS Y BATERIAS	6
3. DESARROLLO DEL MUESTREO.....	10
3.1. RESEÑA METODOLÓGICA	10
3.1.1. <i>Recopilación y Análisis de información</i>	10
3.1.2. <i>Planificación del Trabajo de Campo</i>	10
3.2. METODOLOGÍA DE MUESTREO	11
3.2.1. <i>Hipótesis de trabajo</i>	12
3.3. DESARROLLO DEL MUESTREO.....	14
3.3.1. <i>Clasificación de los tipos de pilas y baterías</i>	14
4. MARCO DE REFERENCIA DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	15
4.1. ESQUEMA DE GESTIÓN	15
4.2. GENERACIÓN DE TONELADAS DE RSU	16
4.3. COMPOSICIÓN PROMEDIO DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES	16
4.4. COMPOSICIÓN PROMEDIO DE LOS RPB DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES	18
4.5. ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LOS RSD EN SU PUNTO DE GENERACIÓN (BASURA VIVA).....	19
4.6. DETERMINACIÓN DE LA GENERACIÓN MEDIA DIARIA DE RSU PER CÁPITA	20
4.6.1. <i>Producción per cápita (PPC)</i>	20
4.6.2. <i>Estimación de la Generación Real de RSD</i>	20
5. ANALISIS DE LAS PILAS Y BATERIAS RECOLECTADA EN EL PROGRAMA	21
5.1. CLASIFICACIÓN DE LAS PILAS Y BATERÍAS.....	21
5.2. PRESENCIA DE PILAS Y BATERÍAS EN FLUJO DE RSU	24
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	25
6.1. CONSIDERACIONES SOBRE LA INCIDENCIA DE LA PILAS Y BATERÍAS USADAS EN LA CORRIENTE DE RESIDUOS	25
7. BIBLIOGRAFIA Y FUENTES MENCIONADAS	27
8. ANEXOS:	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
8.1. ANEXO 1	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.



FACULTAD DE INGENIERIA
Instituto de Ingeniería
Sanitaria
Dr. Rogelio A. Trelles

ESTUDIO PARA LA IDENTIFICACION Y ANALISIS DE PILAS Y BATERIAS

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo, Estudio para la identificación y análisis de pilas y baterías, fue realizado por el Instituto de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, según lo solicitado por la Agencia de Protección Ambiental del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA)

Este estudio fue encomendado a este Instituto teniendo en cuenta la experiencia y rigor científico del Instituto de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Buenos Aires, institución pionera en el desarrollo de metodologías y la concreción de estudios de Calidad de los RSU desde hace mas de 30 años, en todo el país y especialmente en la CABA.

1.1. Antecedentes

El Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (GCABA), implementó durante el año 2008, una Campaña de Recolección de Pilas y Baterías Agotadas (CRPyBA).

Esta campaña está tiene como objetivos la separación y separación de las pilas y baterías usadas del flujo de residuos sólidos urbanos, debido al potencial impacto ambiental de éstas relacionados con su composición.

Para ello, se dispusieron contenedores especiales en los Centros de Gestión y Participación Comunal de la Ciudad de Buenos Aires, para que los vecinos pudieran disponer sus pilas y baterías agotadas.

Las pilas y baterías agotadas son parte constituyente de los residuos domésticos, ya que provienen de artefactos que se utilizan cotidianamente en el hogar (juguetes, electrodomésticos, equipos de música, relojes, etc.) y en algunos casos pueden afectar el ambiente si son dispuestas en forma incorrecta, ya que presentan componentes químicos que tienen características de toxicidad.

1.2. Definiciones

Dado que no todas las pilas y baterías son iguales, ni requieren el mismo tratamiento, es importante discriminar entre sus distintos tipos: pilas primarias (no recargables) y pilas secundarias (recargables).

Las pilas primarias que cumplen con la legislación vigente tienen reducida la proporción de contaminantes y pueden ser descartadas con los residuos domésticos. Esto se debe a que, además de estar certificadas por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial, sus componentes son compatibles con el destino y la metodología que la Ciudad utiliza para la disposición final sus residuos sólidos urbanos -el relleno sanitario-.

Las pilas secundarias, debido a su composición, deben sometidas a planes de gestión específicos, ya que aún no se ha establecido a nivel nacional un sistema de certificación



Universidad de Buenos Aires



FACULTAD DE INGENIERIA
Instituto de Ingeniería
Sanitaria
Dr. Rogelio A. Trelles

obligatorio respecto de sus componentes. De este modo además de separar de la corriente general de residuos sólidos urbanos elementos que pueden clasificarse como potencialmente peligrosos, existe la posibilidad de recuperar metales valiosos que poseen las pilas recargables. Dado que a nivel nacional no existen instalaciones habilitadas para el reciclado de este tipo de desechos, las pilas y baterías recargables agotadas, recolectadas a través de este programa, se deberán enviar a rellenos de seguridad.

1.3. Objetivos

El objetivo general de este estudio es identificar y analizar pilas y baterías recolectadas y almacenadas dentro del Programa de Pilas implementado por el Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, para evaluar su potencial grado contaminante, así como las medidas de gestión necesarias para su tratamiento y disposición final.

Continuando con la metodología adoptada en los Estudios de Calidad de los Residuos Sólidos Urbanos desarrollada por el IIS-FIUBA, se preparó una metodología ad-hoc para este estudio de modo tal de determinar la composición de las pilas (primarias o secundarias), recolectadas dentro del programa y desarrollar una extrapolación de la cantidad total de pilas y baterías desechadas en el CEAMSE según los datos recabado del Estudio de Calidad de RSU desarrollado en Primavera 2008.

1.3.1. Objetivos Específicos

Los objetivos específicos determinados para alcanzar el Objetivo General fueron los siguientes:

1. Identificar la relación de generación de residuos; y las pilas y baterías recolectadas dentro del programa implementado.
2. Estimar la generación de pilas y baterías según lo recolectado por los servicios de higiene urbana de la CABA, tomando como base los datos del CEAMSE y los Estudios de Calidad.
3. Identificar en forma preliminar los porcentajes de participación –según lo recolectado en el programa-, según tipos (primarias o secundarias).
4. Analizar su potencial impacto sobre la gestión actual de los residuos y desarrollar recomendaciones para su gestión en forma diferencial.

2. CLASIFICACION DE PILAS Y BATERIAS

Las pilas y baterías se pueden clasificar¹ según dos grandes tipos: primarias y secundarias. Las primarias son aquellas que se utilizan, y luego de su agotamiento y son desechadas. Las secundarias son las que pueden recargarse, esta clase de pilas son llamadas baterías.

Tabla 1 – Identificación de Pilas y Baterías			
Tipos de Pilas		Observaciones	Utilización
Pilas primarias o no recargables	Pilas ácidas, pilas salinas, tipo Leclanché, o de cinc/carbono (Zn/C), o "Pilas secas"	Su funcionamiento está basado en la oxidación del cinc en medio ligeramente ácido. Están compuestas por cinc metálico, cloruro de amonio y dióxido de manganeso. Son las llamadas pilas comunes. Sirven para aparatos sencillos y de poco consumo.	Sirven para aparatos sencillos y de poco consumo.
	Pilas alcalinas o de cinc/dióxido de manganeso (Zn/MnO₂)	Es similar a las "pilas secas", siendo su diferencia con ésta el tipo de electrolito utilizado, hidróxido de potasio y el cinc se encuentra en forma de polvo. Son las de larga duración. Casi todas vienen blindadas, lo que dificulta el derramamiento de los constituyentes, pero la duración de éste es limitada.	Se usan en radios, flashes, juguetes, teléfonos, controles remotos, relojes.
	Pilas de litio	Estas producen tres veces más energía que las pilas alcalinas, considerando tamaños equivalentes, y poseen también mayor voltaje inicial que éstas (3 voltios).	Se utilizan en relojes, calculadoras, flashes de cámaras fotográficas y memorias de computadoras.
	Pilas de monofluoruro de litio-carbono	Estas han sido una de las pilas de litio más exitosas, del tipo larga vida. Tienen una alta densidad energética, buena adaptación a temperaturas y con un voltaje de 3.2 volts.	
	Pilas de Litio-thionyl (lithium-thionyl)	Este tipo de pila provee la más alta densidad energética disponible comercialmente. El cloruro de thionyl no sirve solo como un solvente del electrolito sino que también como material del cátodo. Funciona dentro de un gran rango de temperaturas, desde temperatura ambiente hasta -54 grados Celsius, por muy debajo del punto donde sistemas líquidos dejan de funcionar.	Se usa en equipos militares, vehículos aeroespaciales.

¹ www.wikipedia.org



Tabla 1 – Identificación de Pilas y Baterías			
Tipos de Pilas		Observaciones	Utilización
	Pilas de dióxido de litio-sulfuro	El cátodo consiste en un gas bajo presión con otro químico como electrodo salino; muy parecido al funcionamiento del sistema anterior.	Este tipo de pila ha sido extensivamente usado en los sistemas de energía de emergencia de muchos aviones entre otros usos
Pilas primarias tipo botón	Pilas botón alcalinas de manganeso	Las mismas características que las estándar del mismo tipo.	Se utilizan en equipamiento médico o de emergencia, equipamiento militar, relojes de pulsera y calculadoras.
	Pilas de óxido mercúrico	Son las más tóxicas, contienen un 30 % aprox. de mercurio. Deben manipularse con precaución en los hogares, dado que su ingestión accidental, lo que es factible por su forma y tamaño, puede resultar letal.	
	Pilas de óxido de plata	Son de tamaño pequeño, usualmente de tipo botón. Contienen 1 % de mercurio aproximadamente por lo que tienen efectos tóxicos sobre el ambiente.	
	Pilas de cinc-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, por lo que presentan graves problemas residuales.	
	Pilas botón de litio y dióxido de manganeso	Tienen de 2 a 4 veces más potencia que las alcalinas de manganeso. Ligeras.	
Pilas secundarias o baterías recargables	Baterías plomo/ácido	Sus elementos constitutivos son pilas individualmente formadas por un ánodo de plomo, un cátodo de óxido de plomo y ácido sulfúrico como medio electrolítico.	Normalmente utilizadas en automóviles.
	Baterías herméticas de plomo	Son como las de arranque de automotores (de menor peso y tamaño), para arranque de pequeñas maquinas	



Tabla 1 – Identificación de Pilas y Baterías			
Tipos de Pilas		Observaciones	Utilización
	Baterías de níquel/cadmio (Ni/Cd)	Están basadas en un sistema formado por hidróxido de níquel, hidróxido de potasio y cadmio metálico. Poseen ciclos de vida múltiples, presentando la desventaja de su relativamente baja tensión. Pueden ser recargadas hasta 1000 veces y alcanzan a durar decenas de años. No contienen mercurio, pero el cadmio es un metal con características tóxicas. Cada vez se usan menos, debido a su efecto memoria y al cadmio, muy contaminante. Sin embargo, tienen una mayor capacidad de corriente de las Ni/MH. Por el mencionado efecto memoria, deben ser descargadas completamente de vez en cuando para recuperar la carga total.	Se usan en computadoras., celulares, filmadoras, productos inalámbricos, herramientas, etc.
	Baterías de níquel/hidruro metálico (Ni/MH)	Son pilas secundarias como las de níquel/cadmio, pero donde el cadmio ha sido reemplazado por una aleación metálica capaz de almacenar hidrógeno, que 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, a voltajes operativos similares, por lo que representan la nueva generación de pilas recargables que reemplazará a estas últimas. Son mas caras que las de Ni-Cd, tienen aproximadamente un 50 % más de energía a igualdad de peso, pero al igual que éstas tienen efecto memoria.	
	Baterías de zinc-aire		
	Plata-zinc	Son de alto coste debido a su contenido en plata. Tienen la mayor densidad de energía de todas las baterías secundarias.	



Universidad de Buenos Aires



FACULTAD DE INGENIERIA
Instituto de Ingeniería
Sanitaria
Dr. Rogelio A. Trelles

Tabla 1 – Identificación de Pilas y Baterías			
Tipos de Pilas		Observaciones	Utilización
	Baterías de litio	Emplean el litio como ánodo. Dentro de este tipo se encuentran las pilas de ion-litio, que tienen un electrolito con sales de litio, además de que su ánodo es también de este material. Las baterías Li-Ion son baterías que no sufren el llamado efecto memoria y que cuentan con una gran capacidad específica. Las baterías de litio tienen la desventaja de que independientemente de su uso, sólo tienen una vida útil de 3 años. Se pueden cargar entre 300 y 600 veces, menos que una batería de Ni-Cd o Ni-H.	Actualmente se han extendido mucho su uso en aparatos electrónicos de consumo.

3. DESARROLLO DEL MUESTREO

3.1. Reseña Metodológica

3.1.1. Recopilación y Análisis de información

Las primeras tareas realizadas consistieron en la recopilación y análisis de la siguiente información básica:

- *Cantidad de Residuos Recolectados* según lo suministrado por CEAMSE.
- Estudios específicos sobre Generación y Composición de los Residuos Sólidos Urbanos, a saber:
 - Estudio de Calidad de los Residuos Sólidos Urbanos de la Ciudad de Buenos Aires – (Otoño 2007) - IIS/FIUBA – CEAMSE.
 - Estudio de Calidad de los Residuos Sólidos Urbanos de la Ciudad de Buenos Aires – (Primavera 2008) - IIS/FIUBA – CEAMSE.
- Datos de la Campaña de Pilas y Baterías Agotadas del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Ley 26.184 – Prohibición en todo el territorio de la Nación la fabricación, ensamblado e importación de pilas y baterías primarias con las características que se establecen, como también la comercialización. Definición de pila y batería primaria. Requisitos adicionales a cumplir. Autoridad de Aplicación.
- Programa de Certificación de Pilas del Instituto Nacional de Tecnología Industrial.

3.1.2. Planificación del Trabajo de Campo

En segundo término se realizó la Planificación del Trabajo de Campo. Para ello se procedió a efectuar las siguientes actividades:

1. Definición de los tipos de pilas y baterías².
2. Visita preliminar al predio de almacenaje de las pilas y baterías recolectadas dentro del programa.
3. Desarrollo de una clasificación preliminar –según bibliografía-, de los diferentes tipos de pilas (primarias o secundarias) y según sus componentes y utilización.
4. Determinación del tamaño de las muestras representativas a ser extraída.
5. Elaboración del Plan de Muestreo. (Ver **Anexo 1**)
6. Elaboración de la Planilla para el Relevamiento de Pilas y Baterías.

² www.greenpeace.org

- Preparación y obtención de los materiales y herramientas para el desarrollo de las actividades (balanza, mesas, etc.)

3.2. Metodología de Muestreo

El muestreo de los RSU será desarrollado según lo indicado en la norma ASTM D6063 - 96(2006) Standard Guide for Sampling of Drums and Similar Containers by Field Personnel. Esta metodología se utiliza para el muestreo de residuos heterogéneos almacenados en contenedores o tambores. La Norma ASTM incluye los procedimientos para la toma de muestras *representativas* de los residuos, la metodología de homogenización y cuarteos, recolección de datos y reporte de los resultados.



Figura 1 – Esquema de Muestreo



Universidad de Buenos Aires



FACULTAD DE INGENIERIA
Instituto de Ingeniería
Sanitaria
Dr. Rogelio A. Trelles



Foto 1 –Área de Almacenamiento

Foto 2 – Detalle del Área de Almacenamiento

La zona seleccionada para llevar a cabo las tareas de muestreo posee las siguientes características: piso de hormigón, sistema de drenajes hacia una canaleta de colección de líquidos, techada, buena ventilación natural y bien iluminada. Además, la zona cuenta con energía eléctrica. El área se encuentra ubicada en la zona almacenaje pilas y/o baterías en el Corralón Municipal ubicado en la calle Varela al 2500.

3.2.1. Hipótesis de trabajo

La metodología de trabajo para los muestreos establecida consistió en visualización del Universo (pilas recolectadas dentro del programa implementado por el GCABA y almacenadas) para la selección de una muestra representativa de éstas, aproximadamente el 40% del total, para su clasificación y análisis.

Este muestreo preliminar dará una idea de la incidencia de los distintos tipos de pilas y baterías que son descartados dentro del flujo de residuos sólidos urbanos. Dado que el programa de recolección de pilas y baterías, es de tipo voluntario, y que se encuentra recién dentro de la etapa piloto, no se puede estimar cual es en realidad la venta y consumo de éstos elementos, tomando como base este muestreo. Por lo tanto, los datos de incidencia de cada uno de los tipos de pilas y baterías encontrados solo muestran un valor estimativo preliminar tendencial, que no se puede garantizar que sean los realmente consumidos –y por ende a ser generados– dentro de la Ciudad.

Esta evaluación y análisis es preliminar, por lo cual se considera inadecuada su extrapolación a toda la Ciudad, así como su utilización para la determinación de consumo y venta de pilas y baterías.



Universidad de Buenos Aires



FACULTAD DE INGENIERIA
Instituto de Ingeniería
Sanitaria
Dr. Rogelio A. Trelles



Foto 3 – Actividades de Muestreo



Foto 4 – Actividades de Muestreo



Foto 5 – Área de Materiales Clasificados en los contenedores



Foto 6 – Detalles Contenedores de Materiales Clasificados



Universidad de Buenos Aires



FACULTAD DE INGENIERIA
Instituto de Ingeniería
Sanitaria
Dr. Rogelio A. Trelles



3.3. DESARROLLO DEL MUESTREO

Las actividades de muestreo de pilas y baterías se desarrollaron durante el período: **9/03/09** al **25/03/09**, en el sitio de almacenamiento que tiene el GCABA.

Se muestrearon **2581 kg** de pilas y baterías almacenadas, que representan aproximadamente el 40% del total de éstas almacenadas.

3.3.1. Clasificación de los tipos de pilas y baterías

En la **Tabla 1**, se presenta el listado de la clasificación de las pilas y baterías, que se definió para el desarrollo de este muestreo.

Tabla 1 - Tipos de Pilas	
Tipo	Características
Pilas primarias o no recargables	Pilas ácidas, pilas salinas, tipo Leclanché, o de cinc/carbono (Zn/C), o "Pilas secas"
	Pilas alcalinas o de cinc/dióxido de manganeso (Zn/MnO ₂)
	Pilas de litio
	Pilas de monofluoruro de litio-carbono
	Pilas de Litio-thionyl (lithium-thionyl)
	Pilas de dióxido de litio-sulfuro
	Pilas Zn/aire (contienen 1% de Hg)
	Otro Tipo de pilas primarias:
Pilas primarias tipo botón	Pilas botón alcalinas de manganeso
	Pilas de óxido mercúrico
	Pilas de óxido de plata
	Pilas de cinc-aire
	Pilas botón de litio y dióxido de manganeso
	Otro Tipo de pilas primarias tipo botón:
Pilas secundarias o baterías recargables:	Baterías plomo/ácido
	Baterías herméticas de plomo
	Baterías de níquel/cadmio (Ni/Cd)
	Baterías de níquel/hidruro metálico (Ni/MH)
	Baterías de zinc-aire
	Plata-zinc
	Baterías de litio
	Otro Tipo de pilas secundarias:

4. MARCO DE REFERENCIA DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

4.1. Esquema de Gestión

El sistema de gestión de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Buenos Aires es el que se esquematiza en la **Figura 2**, a continuación:

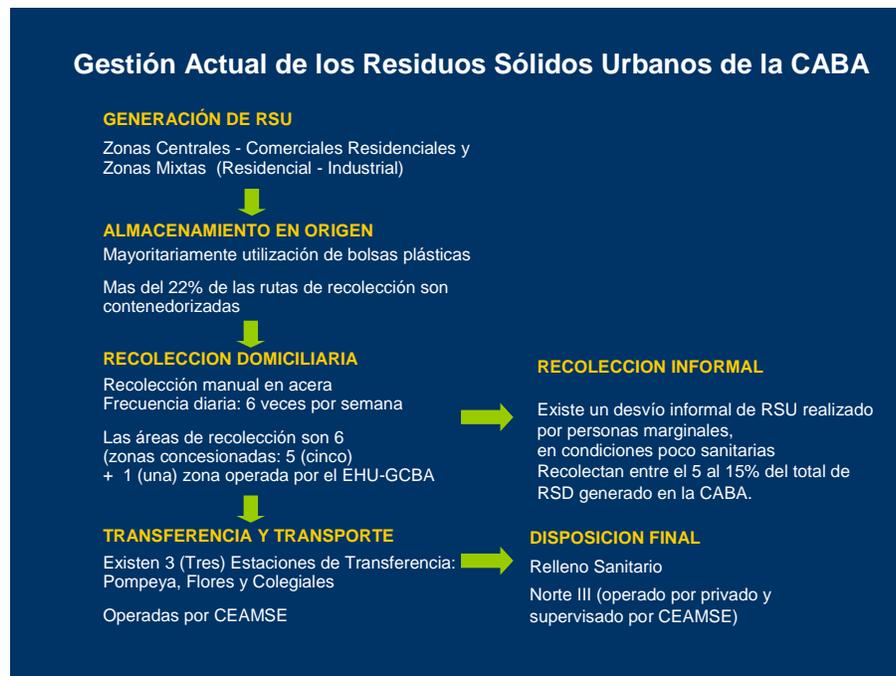


Figura 2 – Esquema de la Gestión de RSU

A partir de la promulgación de la Ley 1.854 (Enero de 2006 y reglamentada en mayo de 2007), la gestión los residuos sólidos urbanos está orientada a la eliminación progresiva de los rellenos sanitarios y su reemplazo por un programa de "Basura Cero". Esto plantea la adopción de medidas dirigidas a la reducción de la generación de residuos, la recuperación y el reciclaje.

Para ello, el GCBA implemento a partir de 2007, un programa de disposición inicial selectiva, para la posterior recolección diferenciada de los residuos según dos corrientes: húmedos³ y

³ Se consideran como Residuos húmedos: aquellos susceptibles de ser sometidos a reciclado orgánico



Universidad de Buenos Aires



FACULTAD DE INGENIERIA
Instituto de Ingeniería
Sanitaria
Dr. Rogelio A. Trelles

secos⁴, utilizando un sistema de dos contenedores en área específicas de la zona, especialmente de baja densidad poblacional y de bajo tránsito. Estos contenedores son vaciados en forma diaria por un servicio específico que los transporta al sitio de transferencia.

Todos los residuos son recolectados de los puntos de generación y son transportados y descargados en las estaciones de transferencia.

4.2. Generación de Toneladas de RSU

En la **Tabla 2**, se presenta los datos de la generación de RSU para la CABA.

TOTAL CBA	Tipos de Residuos	Mensual	Diario		
		Promedio (Tn/mes)	Promedio (Tn/día)	Limite Inferior (Tn/día)	Limite Superior (Tn/día)
	Domiciliario	68,295.4	2,626.7	2,581.3	2,672.2
	Barrido	15,068.8	579.6	536.7	622.4
	Otros	41,092.0	1,580.5	1,514.1	1,646.8
	TOTAL	124,456.1	4,786.8	4,632.1	4,941.4

Fuente: Elaboración propia según datos suministrados por CEAMSE

4.3. Composición Promedio de la Ciudad de Buenos Aires

Los datos de la Composición Física Promedio de los Residuos Domiciliarios de la Ciudad de Buenos Aires, se presentan en la **Tabla 3**. Además, se presenta en la **Tabla 4**, los valores estadísticos de la composición física de los RSD de la CABA, observándose los valores de desvío estándar, y los límites inferior y superior para cada uno de los componentes de los RSU.

Componentes	Composición (% P/P)
Papeles y Cartones	14.55%
Plásticos	10.50%
Vidrio	5.50%
Metales Ferrosos	0.90%
Metales No Ferrosos	0.28%
Materiales Textiles	3.95%

⁴ Se denominan residuos secos, a los que son técnica y económicamente reutilizados y/o reciclados (tales como plásticos, vidrios, textiles, metales, gomas, cueros, papeles y cartones)



Universidad de Buenos Aires



FACULTAD DE INGENIERIA
Instituto de Ingeniería
Sanitaria
Dr. Rogelio A. Trelles

Componentes	Composición (% P/P)
Madera	1.60%
Goma, cuero, corcho	1.01%
Pañales Descartables y Apósitos	4.33%
Materiales de Construcción y Demolición	1.81%
Residuos de Poda y Jardín	7.69%
Residuos Peligrosos	0.40%
Residuos Patógenos	0.24%
Medicamentos	0.18%
Desechos Alimenticios	43.23%
Misceláneos Menores a 25,4 mm	3.17%
Aerosoles	0.31%
Pilas	0.02%
Material Electrónico	0.21%
Otros	0.14%
Peso Volumétrico (Tn/m3)	0.283
PPC (kg/hab x día)	0.867

Fuente: Elaboración Propia

Componentes	Media	Límite Inferior	Límite Superior
Papeles y Cartones	14.55%	11.44%	17.66%
Plásticos	10.50%	7.85%	13.15%
Vidrio	5.50%	3.46%	7.55%
Metales Ferrosos	0.90%	0.00%	1.69%
Metales No Ferrosos	0.28%	0.00%	0.80%
Materiales Textiles	3.95%	0.00%	5.68%
Madera	1.60%	0.00%	2.80%
Goma, cuero, corcho	1.01%	0.06%	1.96%
Materiales de Construcción y Demolición	1.81%	0.67%	2.95%
Residuos de Poda y Jardín	7.69%	5.23%	10.15%
Residuos Peligrosos	0.40%	0.00%	0.96%
Residuos Patógenos	0.24%	0.00%	0.63%
Medicamentos	0.18%	0.00%	0.57%
Desechos Alimenticios	43.23%	38.89%	47.58%
Misceláneos Menores a 25,4 mm	3.17%	1.67%	4.67%
Aerosoles	0.31%	0.00%	0.85%

Tabla 4 - Estadística Composición Física de los RSD de la Ciudad de Buenos Aires

Componentes	Media	Límite Inferior	Límite Superior
Pilas	0.02%	0.00%	0.17%
Material Electrónico	0.21%	0.00%	0.61%
Otros	0.14%	0.03%	0.24%

Fuente: Elaboración Propia

4.4. Composición Promedio de los RPB de la Ciudad de Buenos Aires

La Composición Física promedio de los residuos de producido de barrido de la Ciudad se presenta en la **Tabla 5**.

Tabla 5 - Composición Residuos de Producido de Barrido - CABA - Primavera 2008

Componentes	Composición (% P/P)
Papeles y Cartones	12.63%
Plásticos	10.14%
Vidrio	4.50%
Metales Ferrosos	0.40%
Metales No Ferrosos	0.19%
Materiales Textiles	1.47%
Madera	1.03%
Goma, cuero, corcho	0.24%
Pañales Descartables y Apósitos	0.60%
Materiales de Construcción y Demolición	1.15%
Restos de Verdes y Jardinería	57.18%
Residuos Peligrosos	0.05%
Residuos Patógenos	0.03%
Medicamentos	0.03%
Residuos Orgánicos Varios No identificados	7.07%
Misceláneos Menores a 12,7 mm	2.81%
Aerosoles	0.13%
Pilas	0.01%
Material Electrónico	0.15%
Otros	0.19%

Fuente: Elaboración Propia

4.5. Análisis de la Calidad de los RSD en su Punto de Generación (Basura Viva)

Debido a la escasa información fiable existente sobre las actividades de los cartoneros en la Ciudad, relacionada con la cantidad de materiales recuperados de los RSU, se estimó conveniente la realización de un muestreo de los residuos previo a la segregación desarrollada por éstos.

Los resultados de la composición física de los RSD de la Ciudad de Buenos Aires, tal cual son generados se presentan en la **Tabla 6**.

Tabla 6 - Composición Física de la "Basura Viva" - CABA - Primavera 2008	
Componentes	Total Composición Basura Viva (% P/P)
Papeles y Cartones	21.79%
Plásticos	10.00%
Vidrio	5.27%
Metales Ferrosos	0.88%
Metales No Ferrosos	0.26%
Materiales Textiles	1.29%
Madera	1.55%
Goma, cuero, corcho	1.01%
Pañales Descartables y Apósitos	4.15%
Materiales de Construcción y Demolición	1.75%
Residuos de Poda y Jardín	7.38%
Residuos Peligrosos	0.38%
Residuos Patógenos	0.24%
Desechos Alimenticios	41.57%
Misceláneos Menores a 12,7 mm	3.06%
Aerosoles	0.29%
Pilas	0.02%
Material Electrónico	0.20%
Otros	0.13%
Fuente: Elaboración Propia	



4.6. Determinación de la Generación Media Diaria de RSU Per Cápita

4.6.1. Producción per cápita (PPC)

La PPC (producción per cápita promedio diaria) para la ciudad de Buenos Aires es: **0.867 kg/Hab. X día**⁵

4.6.2. Estimación de la Generación Real de RSD

Tomando como base la generación real de los residuos sólidos domésticos, en la Ciudad de Buenos Aires, se producen aproximadamente entre **2900 a 3100** toneladas día de residuos sólidos domiciliarios, siendo la producción per capita promedio de aproximadamente: **0,929 kg / habitante x día**.

⁵ La Producción per cápita (PPC) promedio fue calculada solamente para los residuos domiciliarios, sin tener en cuenta el aporte del Barrido y servicios especiales.

5. ANALISIS DE LAS PILAS Y BATERIAS RECOLECTADA EN EL PROGRAMA

5.1. Clasificación de las Pilas y Baterías

En la **Tabla 7**, se presentan los datos de las muestras extraídas de las pilas y baterías almacenadas según el Programa del GCBA.

Tabla 7 – Pilas y Baterías Clasificadas	
Tipo	Cantidad (kg)
Pilas y Baterías Primarias	
Pilas Tipo AA	1008,8
Pilas Tipo AAA	183,6
Pilas Tipo C (Mediana)	135,2
Pilas Tipo D (Grande)	359,3
Batería 9V	56,8
Pilas Botón	30,0
Total primarias	1773,7
Pilas y Baterías Secundarias	
Pilas secundarias	162,0
Baterías Hermética Pb	309,0
Baterías Ni/Cd	92,8
Baterías Ni/MH	157,5
Baterías Li-ion	86,0
Total secundarias	807,3

Se clasificaron **2581** kg de pilas y baterías que se encuentran almacenadas por el GCABA dentro del Programa de Recolección de Pilas y Baterías implementado. Al respecto se ha observado que el **69%** de las pilas encontradas corresponden al tipo categorizado como primarias. (Ver **Grafico 1** – Categorización de las Pilas y Baterías)

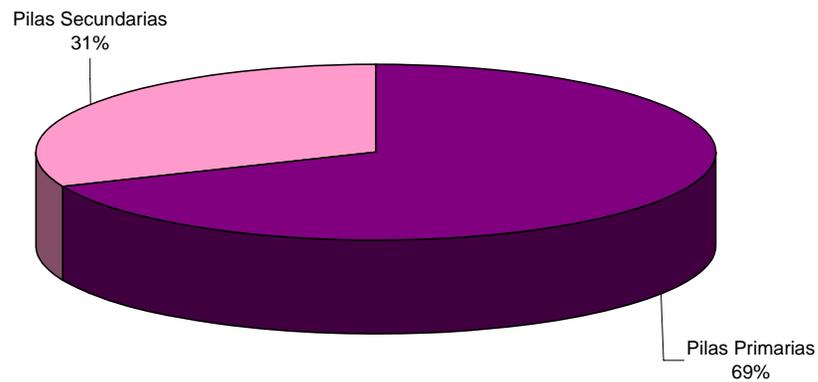


Grafico 1 – Categorización de las Pilas y Baterías según Tipo

La composición encontrada de las pilas y baterías primarias analizadas se presenta en la **Tabla 8** y en el **Grafico 2**.

Tabla 8 - Tipos de Pilas y Baterías Primarias clasificadas	
Pilas Tipo AA	56.88%
Pilas Tipo AAA	10.35%
Pilas Tipo C (Mediana)	7.62%
Pilas Tipo D (Grande)	20.26%
Batería 9V	3.20%
Pilas Botón	1.69%
Fuente: Elaboración Propia	

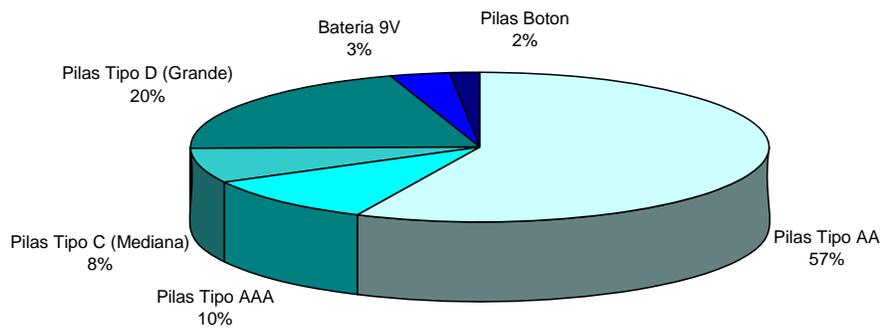


Grafico 2 – Clasificación de las Pilas y Baterías Primarias

La composición encontrada de las pilas y baterías secundarias analizadas se presenta en la **Tabla 9** y en el **Grafico 3**.

Tabla 9 - Tipos de Pilas y Baterías Secundarias clasificadas	
Pilas secundarias	20.07%
Baterías Hermética Pb	38.28%
Baterías Ni/Cd	11.50%
Baterías Ni/MH	19.51%
Baterías Li-ion	10.65%
Fuente: Elaboración Propia	

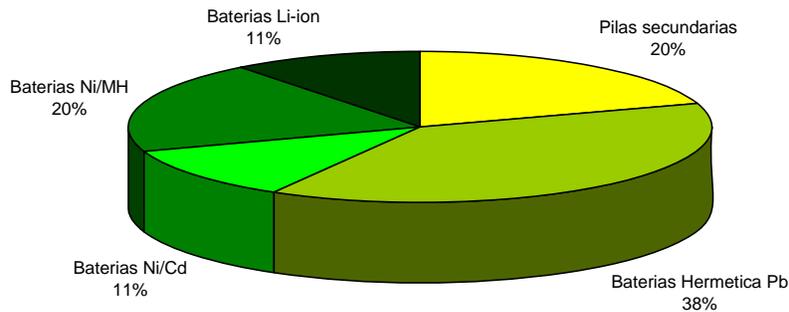


Gráfico 3 – Clasificación de las Pilas y Baterías Secundarias

5.2. Presencia de Pilas y Baterías en flujo de RSU

Tomando como base los datos de generación de RSU⁶ suministrados por el CEAMSE y los datos de la calidad de los RSU⁷, se ha estimado la generación promedio de pilas y baterías encontradas dentro del flujo de residuos en la CABA.

El porcentaje de pilas y baterías encontradas en los RSU es de: 0,0123% respecto del total, que equivale a 323 kg/día de este componente.

⁶ Datos de pesadas del CEAMSE – www.ceamse.gov.ar

⁷ Datos del Estudio de Calidad de los RSU de la Ciudad de Buenos Aires – Primavera 2008. Instituto de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires.



Universidad de Buenos Aires



FACULTAD DE INGENIERIA
Instituto de Ingeniería
Sanitaria
Dr. Rogelio A. Trelles

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Cabe destacar que este estudio se ha desarrollado solamente para la población de pilas recolectadas y almacenadas dentro del Programa de Pilas y Baterías del GCBA, resultando difícil la extrapolación de estos datos al universo de pilas y baterías comercializadas en la Ciudad, por lo tanto, se recomienda que estos datos sean utilizados solamente en forma discrecional para analizar en forma preliminar y tentativa la composición de lo recolectado en el programa para determinar cual será su posterior gestión solamente.

Del estudio desarrollado se desprenden las siguientes conclusiones:

- El **69%** de las pilas encontradas corresponden al tipo categorizado como primarias y el resto a pilas secundarias (tipo recargables).
- Las pilas primarias que presentan mayor porcentaje dentro de las recolectadas en el programa son tipo AA y AAA, con un 67%, respecto del total de las pilas primarias y el 46% respecto del total de pilas y baterías clasificadas.
- Las pilas botón representan un 1,69% respecto del total de pilas primarias.
- Las pilas recargables (tipo AA y AAA), representan el 6,28% respecto del total de pilas y baterías clasificadas.
- Sería recomendable que los participantes del programa de pilas y baterías realicen una segregación entre pilas primarias y secundarias, debido a sus diferentes características y la necesidad de una gestión diferente.
- Con respecto al tratamiento y disposición final de las pilas y baterías, se recomienda, para el caso de pilas secundarias, debido a que sus componentes son considerados como altamente tóxicos, estos deberán ser estabilizados y dispuestos en rellenos de seguridad especialmente diseñados para residuos con características de peligrosidad.
- Con relación a las pilas primarias, dada la diversidad de su composición se recomienda el desarrollo de estudios de lixiviación para determinar su potencial contaminante respecto del medio ambiente, previo a la definición del sistema de gestión de éstas.

6.1. Consideraciones sobre la incidencia de la Pilas y Baterías usadas en la corriente de residuos

La población actual de la CABA es de aproximadamente 2.700.000 personas, siendo su generación de RSU, actualmente 1.000.000 de toneladas de residuos domiciliarios al año.

Según datos obtenidos en los estudios de calidad de residuos efectuados por el IIS-FIUBA, el 0.0123 % de los residuos generados por los habitantes de la ciudad, están compuestos por pilas y baterías. Estos valores equivalen a 117 toneladas de pilas y baterías descartadas por año.



Universidad de Buenos Aires



FACULTAD DE INGENIERIA
Instituto de Ingeniería
Sanitaria
Dr. Rogelio A. Trelles

A partir de este estudio, realizado sobre una muestra de aproximadamente 2,8 toneladas de pilas (equivalentes al 2,4 % de la generación media anual de pilas y baterías estimada de la ciudad), recolectadas a partir de una campaña de recolección diferenciada, en que los vecinos, en forma voluntaria, depositaron sus pilas en locales habilitados con ese fin, se determinó que el 69 % de la muestra, estaba compuesta por pilas y baterías primarias, cuyos componentes son considerados de menor peligrosidad, (no obstante esto, serían necesarios ensayos de lixiviación de estas muestras para la determinación de la verdadera magnitud de su peligrosidad). En el caso de que fuera realmente así, esta parte de la corriente, podría seguir siendo dispuesta como en la actualidad, en rellenos sanitarios seguros.

La otra parte de esta muestra, debería ser sometida a un tratamiento de neutralización, y podría experimentarse algún tipo de programa de devolución de baterías usadas contra la entrega de una nueva. Este tipo de programas, debería ser realizado con la organización e iniciativa estatal y la colaboración voluntaria de las empresas de este rubro.

Asimismo, se observa que las pautas de consumo y forma de vida de nuestra civilización en la actualidad, se encuentran estructuradas alrededor del uso de instrumentos eléctricos y electrónicos portátiles. Es muy difícil regular el consumo de elementos que condicionan el trabajo, confort y tiempo libre de los habitantes del planeta según las actuales normas sociales. En cierta forma, el bajísimo porcentaje presente de pilas y baterías usadas en la corriente de residuos domiciliarios, estaría marcando un uso bastante eficiente de este tipo de recursos, puesto que la omnipresencia de los elementos eléctricos y electrónicos en la vida diaria, no se ve reflejada en los residuos.



Universidad de Buenos Aires



FACULTAD DE INGENIERIA
Instituto de Ingeniería
Sanitaria
Dr. Rogelio A. Trelles

7. BIBLIOGRAFIA Y FUENTES MENCIONADAS

1. ASTM-Standard Test Method for Determination of the Composition of Unprocessed Municipal Solid Waste – ASTM 5231-92
2. Castells, Xavier E. (2000), Reciclaje de Residuos Industriales: Aplicación a la fabricación de materiales para la construcción, Díaz de Santos.
3. CEAMSE, (2005/2006/2007/2008/2009), Tonelaje operativo recibido , Depto. de Transporte
4. De Luca M.S., Giorgi N.F., Guaresti M.E. et al, (2005 / 2006 / 2007/2008), Estudio de Calidad de los Residuos Sólidos Urbanos de la Ciudad de Buenos Aires, Instituto de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires – CEAMSE.
5. EPA (1995), Code of Federal Register 40 Parts -258 Municipal Solid Waste, USA.
6. EPA(1995), Code of Federal Register 40 Parts -260-299 Hazardous Waste, USA
7. EPA SW-846 – Chapter 1: Quality Assurance y Chapter 68: Sampling Plan – EPA
8. EPA(1980) Samplers and Sampling procedures for Hazardous Waste Streams – EPA/600/2 – 80-018 – January 1980
9. Freeman, H. (1993), Standard Handbook of Hazardous Waste Treatment and Disposal, Mc Graw-Hill, USA
10. IRAM 29523 (Primera edición 2003-03-10) - Determinación de la composición de residuos sólidos urbanos sin tratamiento previo
11. Keith F., Tchobanoglous G. (2002), Handbook of Solid Waste Management, (Second Edition) Mc Graw-Hill.
12. La Grega M., Buckingham P, Evans J. (1996), Gestión de Residuos Tóxicos: Tratamiento, Eliminación y Recuperación de Suelos, Mc Graw-Hill.
13. Ley Nacional sobre Residuos Peligrosos – Ley 24051 y Decreto Reglamentario N° 831/93
14. Ley Nacional 26.184 – Energía Eléctrica Portátil.
15. Resolución APRA 262/08 – Plan de Gestión Integral de Pilas y Baterías Recargables Agostadas.
16. Robinson William (1986), The Solid Waste Handbook, John Wiley & Sons.
17. Tammemagi Hans (1999), The Waste Crisis, Oxford.
18. Tchobanoglous, G. (1989), Integrated Solid Waste Management, Mc Graw-Hill.
19. Tchobanoglous, G. (1994), Integrated Solid Waste Management, Engineering Principles and Management Issues, Mc Graw-Hill.
20. Wentz C.(1976)., Hazardous Waste Management ,Mc Graw-Hill
21. Wilson David (1977), Handbook of Solid Waste Management, Van Nostrand Reinhold.