

Guía sobre la gestión adecuada



de las baterías de litio



Secretaría Distrital de Ambiente

Andrea Yinneth Saldaña Barahona

Subdirectora de Ecurbanismo y Gestión Ambiental Empresarial

Francisco Javier Eraso Bustos

Líder del Grupo de Consumo Sostenible

Comité editorial

Editor

Néstor Daniel García Serrano

Grupo de Consumo Sostenible de la Secretaría Distrital de Ambiente

Investigación

Innova Innovación Ambiental - Innova S.A.S

Tronex S.A.S

Recobatt S.A.S

Diseño

Recobatt S.A.S

Corrección editorial

Oficina Asesora de Comunicaciones de la Secretaría Distrital de Ambiente

Agradecimientos especiales

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

2024

Índice

- Definiciones
- Introducción
- Características principales de las baterías de litio
- Componentes de las baterías de litio
- Tipos de baterías de litio de acuerdo con su química
- Clasificación de los residuos de las baterías de litio
- Identificación de riesgo de los residuos de baterías de litio
- Acopio de residuos de baterías de litio
- Embalaje de residuos de baterías de litio
- Transporte de residuos de baterías de litio
- Cómo gestionar las baterías de litio de menor capacidad
- Cómo gestionar las baterías de litio de mayor capacidad
- Bibliografía y fuentes adicionales de consulta

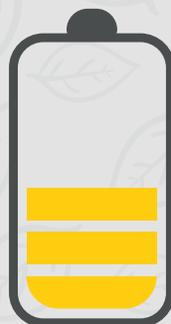
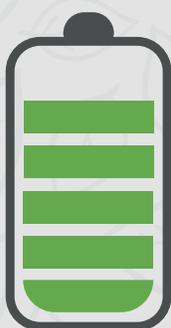
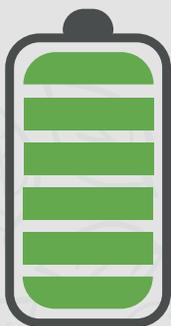


ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE
AMBIENTE



Definiciones



Capacidad:
es la cantidad de corriente que puede suministrar una batería en un tiempo específico. Suele medirse en amperios - horas.

Ciclo:
se define como el proceso de descargar una batería que ha sido cargada completamente.

Electrodo negativo:
se define como el lugar donde un elemento o componente químico se somete a una reacción electroquímica de oxidación.

Electrodo positivo:
se define como el lugar donde un elemento o componente químico se somete a una reacción electroquímica de reducción.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE
AMBIENTE



Definiciones

Electrolito:

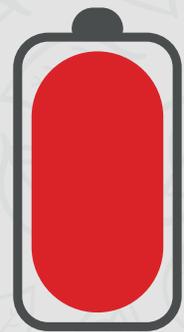
es una solución acuosa o no acuosa de sales, bases y ácidos que permite el flujo de electrones

Proceso de carga:

se define como el proceso inverso donde la reacción de oxidación ocurre en el electrodo positivo y la reacción de reducción ocurre en el electrodo negativo.

Proceso de descarga:

se define como el flujo de electrones desde el ánodo (reacción de oxidación) hasta el cátodo (reacción de reducción) a través de una carga externa.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE
AMBIENTE



Introducción

La presente guía tiene como objetivo impulsar **el avance en la adopción de mejores prácticas y tecnologías destinadas a reducir los impactos negativos sobre el ambiente**, en concordancia con lo establecido en la estrategia distrital de Crecimiento Verde.



Esta iniciativa ha propiciado la implementación de **medidas enfocadas en abordar la gestión de residuos posteriores al consumo**, con especial atención al tratamiento de las baterías de vehículos, tanto a combustibles fósiles como eléctricos. El propósito fundamental de este documento es generar **conciencia tanto en los ciudadanos como en las empresas acerca de su responsabilidad en la correcta administración de residuos de posconsumo y desechos peligrosos**.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE
AMBIENTE





En este contexto, es importante resaltar la existencia de un marco normativo específico para la gestión de las baterías de vehículos eléctricos.

La Resolución 851 de 2022, que reglamenta los sistemas de recolección y gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE), entre otras materias, aborda todos los tipos de pilas y acumuladores, incluidas las baterías de ion-litio utilizadas en los vehículos eléctricos.

Esta norma establece que la responsabilidad de la gestión ambientalmente adecuada de estas baterías, una vez se convierten en residuos, corresponde a los importadores y fabricantes nacionales en el marco de la responsabilidad extendida del productor.

Además, les impone la obligación de cumplir con metas mínimas de recolección determinadas por esta resolución. Por ende, la gestión adecuada de estas baterías y la promoción de una economía circular son aspectos esenciales en todos los modos de transporte en el país.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE
AMBIENTE





Es importante subrayar que las baterías de litio, en general, han adquirido una considerable popularidad en la actualidad debido a su amplio uso en diversos aparatos eléctricos y electrónicos. Estos dispositivos van desde teléfonos celulares inteligentes y computadores portátiles hasta vehículos eléctricos y sistemas de almacenamiento de energía eléctrica.

Dada su amplia aplicación, resulta esencial contar con un conocimiento sólido sobre cómo gestionar de manera adecuada los residuos de estas baterías. Esto no solo contribuye a minimizar el impacto ambiental, sino que también previene riesgos para la salud.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE
AMBIENTE



Características principales de las baterías de litio



Algunas de las características más importantes de las baterías de litio, que las hacen atractivas para el uso en aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) y vehículos eléctricos, son las siguientes:

- **Alta densidad energética**
- **Bajo efecto memoria**
- **Baja tasa de autodescarga**
- **Ciclos de vida prolongados**
- **Alta eficiencia de carga y descarga**



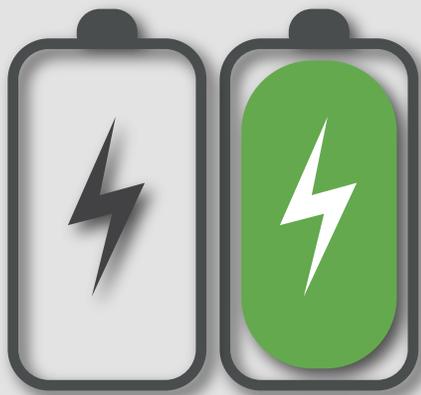
ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE
AMBIENTE



● **Alta densidad energética:**

las baterías de litio tienen una alta densidad energética, lo que significa que pueden almacenar una gran cantidad de energía en un espacio pequeño. Esto las hace ideales para diferentes dispositivos como teléfonos móviles, computadoras portátiles y cámaras.



● **Bajo efecto memoria:**

las baterías de litio tienen un bajo efecto memoria, lo que significa que no necesitan ser completamente descargadas antes de ser recargadas. Esto las hace más convenientes y fáciles de usar que otras tecnologías de baterías.

● **Baja tasa de autodescarga:**

las baterías de litio tienen una baja tasa de autodescarga, lo que significa que pierden una cantidad mínima de carga cuando no se utilizan. Por tal razón, son ideales para dispositivos de uso ocasional.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE
AMBIENTE



● Ciclos de vida prolongados:

las baterías de litio tienen un ciclo de vida prolongado en comparación con otras tecnologías de baterías. Esto significa que pueden ser recargadas y descargadas muchas veces antes de que necesiten ser reemplazadas.

● Alta eficiencia de carga y descarga:

las baterías de litio tienen una alta eficiencia de carga y descarga, lo que significa que pierden muy poca energía durante dichos procesos. Esto las hace más eficientes energéticamente en comparación con otras tecnologías de baterías.

● Sensibles a la temperatura:

las baterías de litio son sensibles a la temperatura y su rendimiento puede disminuir en condiciones extremadamente frías o calientes. Es importante mantener las baterías de litio dentro de un rango de temperatura adecuado para optimizar su rendimiento y prolongar su vida útil.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE
AMBIENTE



Componentes de las baterías de litio

Las baterías de iones de litio constan de cuatro componentes principales: el cátodo y el ánodo, que almacenan el litio; el electrolito, que transporta los iones de litio entre el ánodo y el cátodo; y el separador, un fino filtro de plástico que separa físicamente el ánodo y el cátodo, permitiendo sólo el paso de los iones.

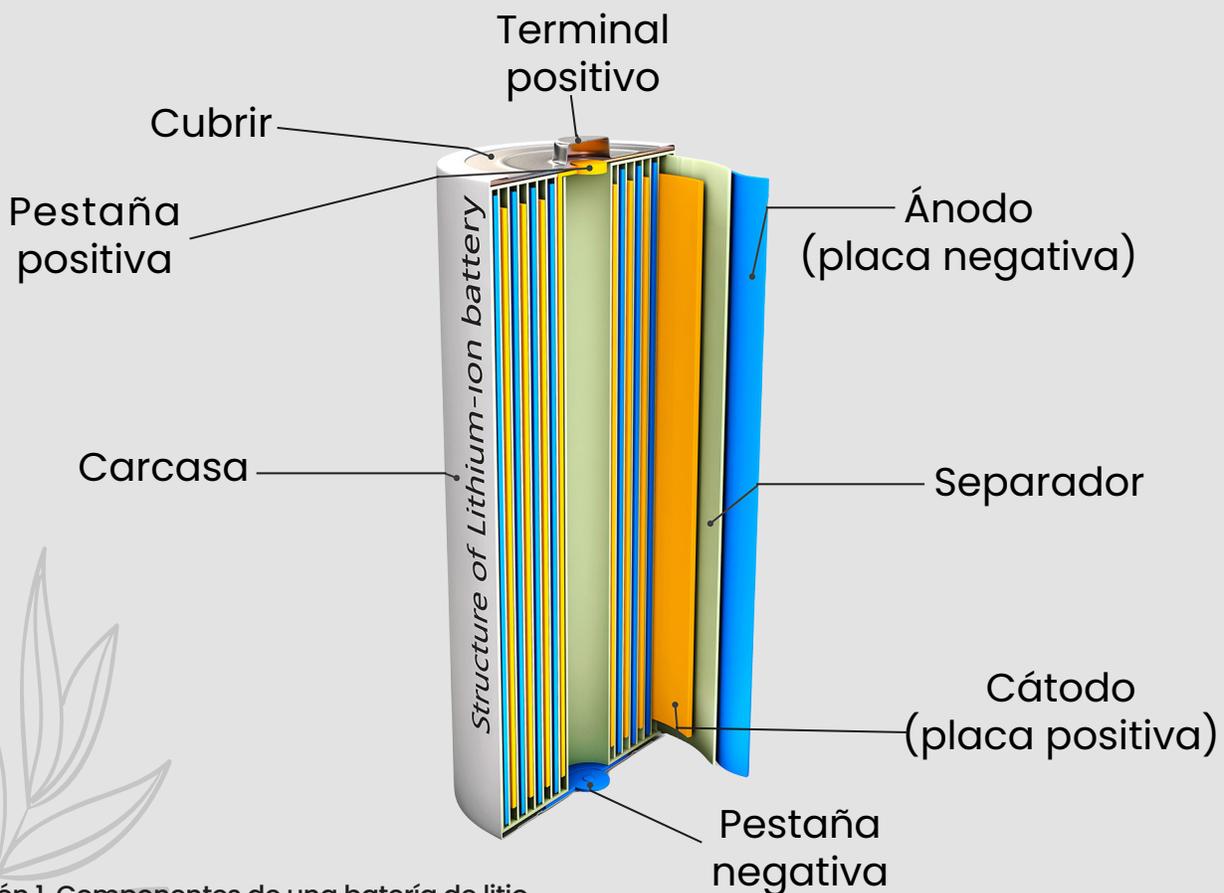


Ilustración 1. Componentes de una batería de litio.
Fuente: Chargedevs.com



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE
AMBIENTE





Cátodo:

es el electrodo positivo de la batería y está hecho de un material que contiene iones de litio como el óxido de cobalto, óxido de níquel, cobalto y manganeso (NCM) o fosfato de hierro y litio (LFP). El cátodo es el lugar donde ocurre la reacción de oxidación durante la descarga de la batería.



Ánodo:

es el electrodo negativo de la batería y está hecho de grafito o un compuesto de carbono. El ánodo es el lugar donde ocurre la reacción de reducción durante la descarga de la batería.

Electrolito:



es el medio conductor de iones que permite que los iones de litio se muevan entre el cátodo y el ánodo. Los electrolitos pueden ser líquidos o sólidos, y los más comunes en las baterías de litio son soluciones de sales de litio en solventes orgánicos o polímeros.

Separador:



es una membrana porosa que se encuentra entre el cátodo y el ánodo, y evita que los dos electrodos entren en contacto directo. El separador permite el flujo de iones de litio a través de él, pero evita el cortocircuito entre los dos electrodos.

Conectores:



son los elementos que permiten la conexión eléctrica entre el cátodo y el ánodo de la batería. Los conectores son típicamente hechos de cobre o aluminio.

Carcasa:



es el contenedor exterior que protege los componentes internos de la batería y los mantiene en su lugar. Las carcasas de las baterías de litio pueden estar hechas de metal o plástico.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE
AMBIENTE



Tabla 1

Carcasa y otros materiales:

Componente	Posibles materiales
Cátodo	Litio + cobalto
	Litio + manganeso
	Litio + hierro
	Litio + níquel + cobalto + aluminio
	Litio + níquel + manganeso + cobalto
Ánodo	Estaño grafito
	Litio + titanio
Electrolito	Diversas sales de litio disueltas
Separador	Diversos polímeros porosos

Fuente: (López, 2019).

Empaquetamiento

La geometría de cada celda es un factor determinante en la construcción de los módulos de batería, existen tres tipos de embalaje: cilíndricos, prismáticos y tipo bolsa. Cada una de estas geometrías influye en varios aspectos críticos del funcionamiento de las baterías de iones de litio.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE
AMBIENTE



En primer lugar, la geometría impacta en la disipación térmica, un factor crucial para las baterías de iones de litio. Cuando estas baterías alcanzan temperaturas superiores a 60 °C, sufren degradaciones que generan gases inflamables, y si se acumulan en grandes cantidades, pueden provocar incendios en el conjunto. Por tanto, la forma y diseño de las celdas afecta directamente la capacidad de disipar el calor de manera segura.

Empaquetamiento



Ilustración 2. Empaquetamiento de geometría prismática.
Fuente: Recobatt S. A. S.

Además, la geometría influye en la densidad de empaquetado, es decir, la cantidad de energía que puede almacenarse en cada celda. La capacidad de **almacenamiento energético varía según la forma de las celdas**, lo que a su vez afecta la autonomía y eficiencia del sistema de batería en su conjunto.



Otro factor relevante es la rigidez de la estructura de la batería

La forma de las celdas puede afectar **la resistencia y estabilidad del conjunto**, lo que tiene implicaciones en términos de seguridad y durabilidad.



Igualmente, el costo de fabricación de las baterías está influenciado **por la geometría de las celdas**; cada tipo de embalaje tiene diferentes requisitos de fabricación, lo que puede afectar el costo final del sistema de batería.



Ilustración 3. Empaquetamiento de geometría tipo bolsa.
Fuente: Recobatt S. A. S.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE
AMBIENTE



La elección de la geometría y tipo de celdas también tiene un impacto directo en otros criterios de diseño, por ejemplo, afecta el diseño de los sistemas de refrigeración, que deben ser adaptados según las características térmicas de las celdas utilizadas. También, influye en el peso y tamaño final del sistema de batería, esto puede tener implicaciones en el rendimiento y diseño general del vehículo eléctrico.



Cada fabricante de vehículos elige diferentes geometrías o embalajes para sus baterías, buscando optimizar el rendimiento, seguridad y eficiencia de sus vehículos eléctricos. En la siguiente figura se presentan tres ejemplos de paquetes de baterías y módulos utilizados actualmente en la industria de vehículos eléctricos. Cada uno de ellos presenta características particulares que responden a las necesidades específicas de cada modelo y aplicación.

Ilustración 4. Empaquetamiento de geometría cilíndrica.
Fuente: Recobatt S. A. S.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE
AMBIENTE

BOGOTÁ

Tabla 2

Características de diferentes tipos de geometrías de baterías:

Geometría	Cilíndrica	Prismática	Tipo bolsa
Disipación térmica	Poca área exterior, disipación pobre comparada con otras geometrías	Área externa mayor, disipación mayor a la presentada en celdas cilíndricas	
Densidad de empaquetado	Pobre	Alta	Alta
Rigidez de la estructura	Robusta	Robusta	Vulnerable
Costo	Costo bajo en tamaños estándar	Costo alto, comparado con otras geometrías estándar	Costo bajo

La configuración cilíndrica

Se refiere a la forma de la celda, la cual se asemeja a un cilindro.

Se utilizaban anteriormente en dispositivos electrónicos como teléfonos móviles, ordenadores portátiles y linternas.



La estructura cilíndrica de la celda se compone de tres partes principales:

El cátodo (polo positivo)

El ánodo (polo negativo)

El electrolito

El **cátodo** y el **ánodo** están dispuestos en capas cilíndricas concéntricas y están separados por un espacio que está **lleno de electrolito**. El conjunto se encuentra dentro de un contenedor cilíndrico de metal.

La ventaja de la geometría cilíndrica es que **permite una mayor capacidad de la batería**, ya que puede contener más material activo (cátodo y ánodo) en un volumen dado. También, **es resistente y puede soportar una alta presión interna sin deformarse**, lo que lo hace adecuado para su uso en **aplicaciones de alta energía y densidad de potencia**.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE
AMBIENTE

BOGOTÁ

La Configuración prismática

Se refiere a la forma rectangular o cuadrada de la celda.

Este tipo de geometría se utiliza comúnmente en las baterías de iones de litio, especialmente en aquellas que tienen un alto nivel de densidad de energía.

La estructura prismática de la celda consta de un **cátodo y un ánodo dispuestos en forma de láminas que se apilan en capas alternas y se separan por un separador**. El conjunto se coloca dentro de una carcasa rectangular o cuadrada.

La **ventaja de la geometría prismática** es que proporciona una alta densidad de energía, ya que puede contener más material activo en un espacio dado, esto permite que **la batería tenga una mayor capacidad en un volumen más pequeño en comparación con la geometría cilíndrica**. Además, es más fácil de fabricar y se puede apilar en diferentes formas y tamaños para adaptarse a diferentes aplicaciones.

Sin embargo, la geometría prismática también tiene algunas desventajas como tener una **mayor susceptibilidad a la deformación y una menor resistencia a la presión interna**. Al mismo tiempo, es más propenso a la generación de calor y puede requerir una mayor cantidad de enfriamiento en aplicaciones de alta potencia.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE
AMBIENTE



La

novación

tipo bolsa

La geometría tipo bolsa en una celda de batería de litio es un diseño en el que los **componentes activos de la celda (el cátodo, el ánodo y el electrolito) se colocan dentro de una bolsa flexible y sellada**. Este tipo de celda se conoce comúnmente como celda de batería de litio de tipo bolsa o celda de batería de litio de bolsa suave.

La bolsa se fabrica con materiales poliméricos altamente resistentes al calor y al fuego que **pueden resistir altas temperaturas y presiones sin deformarse ni romperse**. La estructura de la bolsa es plana y rectangular, aquello permite una alta densidad de energía y una mayor capacidad en un espacio reducido.

La geometría **tipo bolsa es utilizada en baterías de iones de litio de alta capacidad para aplicaciones como vehículos eléctricos, almacenamiento de energía en red y sistemas de energía portátiles**. Sus ventajas incluyen una mayor densidad de energía, mayor flexibilidad de diseño y menor costo de producción en comparación con otras geometrías de celdas. Sin embargo, pueden ser más vulnerables a daños físicos y a la penetración de líquidos si se rompe la bolsa.





Tipos de baterías de litio de acuerdo con su química

Existen varios tipos de baterías de litio con características y aplicaciones específicas. Los principales tipos de baterías de litio son los siguientes:

Batería LFP

Es una batería de litio-ferrofosfato, es decir, una batería de ion-litio con un cátodo de fosfato de hierro-litio (LiFePO_4) de tipo recargable. Este tipo de baterías **tienen una densidad energética ligeramente inferior a las baterías de LiCoO –óxido de litio cobalto–**, que son algo más comunes y se utilizan para multitud de dispositivos electrónicos. Pero la batería LFP presenta una durabilidad hasta 10 veces mayor, ofrecen más potencia y, además, son más seguras. Por estas características de la batería de litio-ferrofosfato, conocida también como batería LFP, se está extendiendo su uso en los autos eléctricos.

Baterías LCO

Es la batería de litio y ácido cobalto y tiene una **plataforma de alta descarga, alta capacidad específica, rendimiento estable del producto y buen rendimiento del ciclo, pero su rendimiento de seguridad es deficiente**. El costo es muy alto, se usa principalmente para baterías de tipo mediano y pequeño; y en gran medida, en teléfonos móviles, computadoras portátiles, cámaras, autos eléctricos, almacenamiento de energía solar, suministro de energía UPS, equipos médicos, espacio y otros campos.



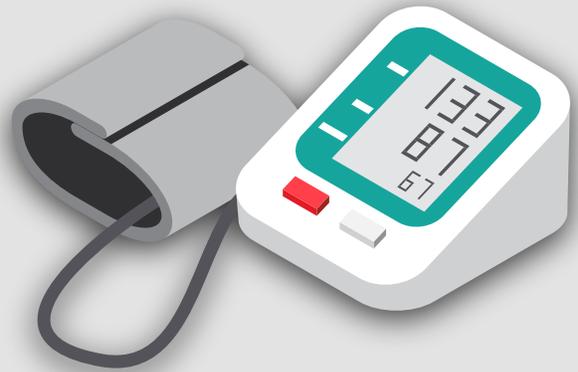
ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE
AMBIENTE



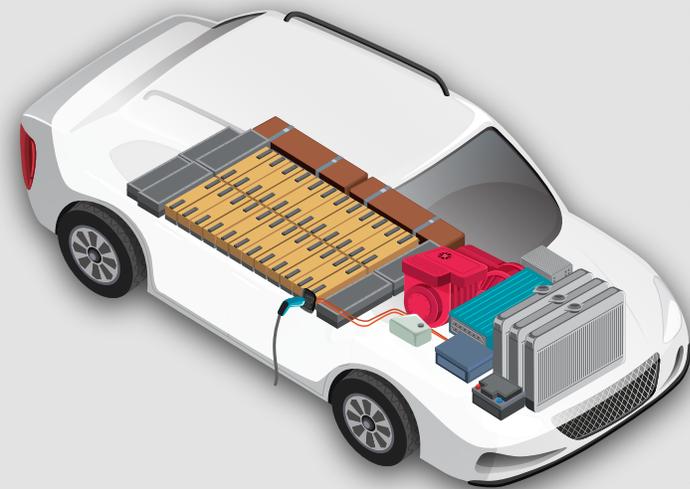
Baterías LMO

Es una batería de óxido de litio y manganeso – LMO que tiene una alta potencia específica y un ciclo de vida más largo (1000 a 1500 ciclos). El problema es su baja densidad de energía (100 – 140 Wh/kg). El manganeso es más abundante, barato, seguro y más benigno para el medioambiente. Su uso principal se da en bicicletas eléctricas, herramientas eléctricas, dispositivos médicos y algunos vehículos comerciales como los híbridos.



Baterías NCM

Son las baterías de litio, níquel, óxido de cobalto y manganeso (NCM) que se pueden considerar hoy en día, casi como **un estándar en la industria del automóvil**. Con diferentes porcentajes de cada uno de sus componentes su uso está muy generalizado, aunque están llegando al límite de su rendimiento. Ofrecen una alta energía específica y, al mismo tiempo, son muy estables. **Estas características además de hacerlas adecuadas para herramientas eléctricas, las hacen ideales para sistemas de propulsión en prácticamente todos los tipos de vehículos eléctricos, desde bicicletas, pasado por scooters hasta los autos de todos los tamaños.** Entre las familias de NMC existen diferentes proporciones entre los tres materiales.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE
AMBIENTE



Baterías NCA

Son las baterías de níquel, cobalto, óxido de aluminio y litio (NCA) que **ofrecen la energía específica más alta, acompañada por una potencia específica suficiente y un ciclo de vida prolongado.** Esta es la razón por la que son adecuadas para el mercado de vehículos eléctricos, a pesar de que necesitan controles de seguridad muy altos debido a su naturaleza más inestable.

Baterías LTO

Son las baterías de titanato de litio (LTO) que usan este material en lugar de grafito para el ánodo, mientras que el cátodo está compuesto de químicas LMO o NMC. Esto da como resultado **una batería extremadamente segura con una larga vida útil y que se carga más rápido que cualquier otro tipo de batería.** Aunque todo esto suena ideal, su mayor inconveniente es una menor densidad de energía y un coste elevado de producción. **Estas suelen utilizarse en equipos militares y aeroespaciales, además, para el almacenamiento de energía eólica y solar, así como en estaciones de carga y algunos vehículos eléctricos.**



Si bien las baterías LCO son hoy en día las más utilizadas para la mayoría de los teléfonos y dispositivos portátiles; **para los vehículos eléctricos las más empleadas son las NCM y las NCA, mientras que las LFP están creciendo en popularidad y usos.**



Manejo de fin de vida baterías de litio



Las pilas y acumuladores (baterías) son aparatos eléctricos de acuerdo con la Ley 1672 de 2013 y deben tener una **gestión final de vida como RAEE en el marco de la responsabilidad extendida del productor**, siguiendo los lineamientos y requisitos de los sistemas de recolección y gestión de RAEE establecidos por la Resolución 851 de 2022 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible o la que la modifique o sustituya.

De esta forma, los importadores o fabricantes nacionales de acumuladores o baterías importadas o fabricadas de ion-litio (subpartida 8507.60.0.000) que sean utilizadas en vehículos eléctricos estarán **obligados a implementar un sistema de recolección y gestión de los residuos de las baterías que ponen en el mercado y cumplir con unas metas mínimas de recolección y gestión** establecidos en el Anexo 2 de la Resolución 851 de 2022



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE
AMBIENTE

BOGOTÁ



Las baterías de iones de litio al final de su vida no figuran de manera explícita

en los Anexos I o VIII del Convenio de Basilea; asimismo, no están clasificadas como residuos peligrosos en la normativa nacional de residuos peligrosos (Título 6 de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto 1076 de 2015 - Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente). Sin embargo, es probable que la mayoría de las baterías de iones de litio contengan uno o más componentes listados en el Anexo I del Convenio de Basilea (por ejemplo, el electrolito consiste en hexafluorofosfato Y32: compuestos inorgánicos de flúor excluido el fluoruro de calcio, o Y15: desechos de carácter explosivo no sujeto a otras legislaciones). Por lo anterior, dependiendo del tipo de batería y de los resultados de pruebas de caracterización de peligrosidad, algunos residuos de baterías de iones de litio pueden calificar como residuos peligrosos según la Convención de Basilea o la normativa nacional.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE
AMBIENTE



En términos generales, estos residuos se dividen en

2 Categorías

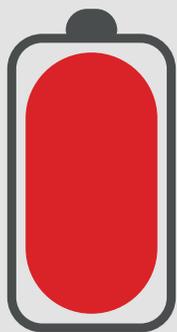
ambas clasificadas como residuos peligrosos:

1 Residuos de baterías usadas de litio:

Se refiere a las baterías que han alcanzado el final de su vida útil y ya no pueden ser utilizadas en las aplicaciones a las que fueron destinados.

2 Residuos de baterías de litio no agotadas:

Se refiere a las baterías de litio que no han sido utilizadas, pero que han sido retiradas del mercado debido a cuestiones de seguridad, calidad, conflictos legales o por haber vencido su tiempo de uso.



Las baterías de litio pueden presentar el grado de riesgo dependiendo de su **composición química, configuración, carga y tamaño**. Claramente las baterías de gran tamaño deben tener mayor consideración en su manejo.

Por tanto, es esencial **gestionar todas las baterías de litio con precaución y responsabilidad** en todo momento, con el fin de prevenir posibles daños al medio ambiente y salvaguardar la salud humana.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE
AMBIENTE

BOGOTÁ

Identificación de **riesgo** de los residuos & las **baterías de litio** usadas



El manejo de baterías de iones de litio usadas y su gestión al final de su vida útil conllevan importantes riesgos de incendio y explosión, derivados básicamente de **su contenido de sustancias reactivas al contacto con el agua o la humedad**, o que producen gases inflamables al contacto con el agua, así como de la posible carga residual.

El sobrecalentamiento y los conatos de incendio se deben principalmente a la **sobrecarga, la descarga profunda, las altas temperaturas o el estrés físico de las baterías.**

Los incendios en baterías de iones de litio pueden propagarse de una celda a las celdas y a módulos adyacentes, y por tanto conllevan el riesgo de que se produzcan incendios de mayor envergadura .



Incendio:



las baterías de litio pueden presentar un riesgo de incendio debido a las reacciones químicas internas que ocurren en su interior. Además, si las baterías sufren perforaciones o se exponen a altas temperaturas pueden liberar gases inflamables y provocar un incendio.

Explosión:



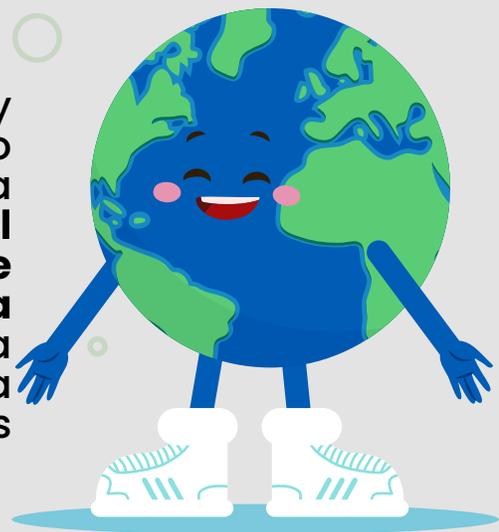
existe el peligro de que las baterías de litio exploten si se someten a una sobrecarga o a una descarga excesiva, también, si sufren daños o perforaciones.

Liberación de sustancias tóxicas:



las baterías de litio contienen sustancias tóxicas, especialmente en el electrolito, que pueden ser liberadas al medioambiente si las baterías no son gestionadas adecuadamente.

Es esencial tomar conciencia de estos riesgos y adoptar medidas apropiadas para el manejo seguro de los residuos de baterías de litio. Una gestión adecuada no solo **protegerá el ambiente, sino también a las personas que trabajan con estos residuos y a la comunidad en general.** La prevención y la adopción de prácticas seguras son cruciales para evitar accidentes y minimizar los impactos negativos de estos residuos peligrosos.



Los riesgos anteriormente mencionados dependen en gran medida del estado físico o químico de las baterías, y se debe tener en cuenta las siguientes señales de alerta:

-  Hinchazón o deformación de la batería.
-  Fugas de líquido o gases.
-  Sobrecalentamiento de la batería.
-  Cambios en el color o la textura de la batería.

Si se observa alguna de estas señales, se debe manipular la batería con precaución y buscar asesoría de un experto en la gestión de residuos peligrosos para su manejo y disposición adecuada.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE
AMBIENTE

BOGOTÁ

Almacenamiento interno de

residuos de baterías de litio

Es esencial manejar de manera adecuada los residuos de baterías de litio en el entorno laboral como talleres, centros de diagnóstico y centros de servicio, para prevenir riesgos para la salud y el medioambiente.

A continuación, se darán una serie de pasos que puede seguir para realizar el acopio temporal de estos residuos de manera segura:

Identificar las baterías de litio:

1

es importante reconocer y distinguir las baterías de litio para evitar confusiones con otros residuos. Estas baterías suelen llevar etiquetas o marcas que indican su tipo y capacidad.

2

Separar las baterías de litio de otros residuos:

la separación adecuada de las baterías de litio de otros residuos es crucial para prevenir la liberación de sustancias tóxicas. Es relevante utilizar contenedores específicos para almacenar los residuos de baterías de litio y otros residuos de forma separada.

Utilizar contenedores apropiados:

3

los contenedores destinados a los residuos de baterías de litio deben ser resistentes y estar claramente etiquetados como "residuos peligrosos". Además, deben contar con una tapa para evitar fugas y derrames.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE
AMBIENTE



4

Manipular las baterías de litio con precaución:

es importante evitar dañar las baterías de litio, ya que el aplastamiento o la perforación pueden aumentar el riesgo de incendio o explosión. Por tal razón, se deben manejar las baterías con cuidado, evitando golpes o caídas.

Almacenar los residuos en un lugar seguro:

5

lejos del calor y las llamas, y proteger sus terminales para evitar cortocircuitos y posibles incendios. Además, debe asegurarse de que el área de almacenamiento interno esté bien ventilada para evitar la acumulación de gases.

6

Mantener los residuos en un entorno seco:

almacenar los residuos de baterías de litio en espacios secos, para evitar el contacto con la humedad.

Evitar la mezcla de diferentes tipos de baterías de litio:

es fundamental no mezclar diferentes tipos de baterías de litio, ya que pueden presentar distintos riesgos asociados. Por ejemplo, las baterías de litio de polímero pueden tener un mayor riesgo de incendio que las baterías de iones de litio.

8

Desocupar el punto de almacenamiento interno de forma periódica:

para prevenir la acumulación excesiva de residuos y reducir el riesgo de fugas o derrames es importante desocupar el punto de almacenamiento interno de los residuos de baterías de litio con frecuencia, entregándolos a los gestores autorizados.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE
AMBIENTE



Siguiendo los pasos anteriores

se podrá realizar el almacenamiento interno temporal de residuos de baterías de litio de manera segura en su entorno laboral.

Es importante resaltar que la construcción y operación de instalaciones cuyo objeto sea el almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento (recuperación/reciclado) y disposición final de RAEE requieren de licencia ambiental otorgada por la autoridad ambiental competente de la jurisdicción donde se encuentre la instalación, que para el caso de Bogotá es la Secretaría Distrital de Ambiente.

Ilustración 5. Ejemplo de almacenamiento de pilas y baterías de litio de menor tamaño.
Fuente: Innovación Ambiental S. A. S.



Cabe aclarar que este licenciamiento ambiental aplica a las empresas gestoras de RAEE y en particular a las de residuos de pilas y acumuladores cuyo objeto social incluya algunas de las actividades sujetas a tal licencia. Por lo tanto, se excluyen las empresas o usuarios que almacenen internamente las baterías desgastadas en sus instalaciones previo a su manejo final adecuado a través de un sistema de recolección de baterías de iones de litio o de un gestor licenciado para este tipo de residuos.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE
AMBIENTE



Em pa laje

de residuos de **baterías** de **litio**

La función principal de embalaje de residuos de baterías de litio es protegerlos del agua / humedad, contacto entre sí e impacto físico:



Ilustración 6. Ejemplo de aislamiento de los bornes para evitar el cortocircuito.
Fuente: Recobatt S. A. S.

Se deben proteger todos los terminales para evitar cortocircuitos que puedan provocar un incendio. Es importante envolver los terminales con un material aislante no conductor (por ejemplo, utilizando cinta aislante, metiendo cada batería por separado en una bolsa de plástico, empleando los capuchones de goma o tapas dieléctricas para aislar los electrodos), o ubicar cada batería en un embalaje interior completamente cerrado para garantizar la protección de los terminales.

Se deben embalar las baterías para **evitar que se rompan o dañen**, y para que no se muevan durante su transporte y/o manipulación.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE
AMBIENTE



Em pa ja je

de residuos de baterías de litio



Se deben usar embalajes de un material no conductor con resistencia física y mecánica acorde con el peso de los residuos (embalajes de tipo plástico, cartón o madera). **No usar embalajes metálicos, y en general, mantener siempre alejados los objetos metálicos u otros materiales que puedan provocar cortocircuitos con los terminales de las baterías.** Para evitar incendios durante el transporte no debe encenderse ningún dispositivo con baterías integradas.



Ilustración 7. Ejemplo de embalaje de baterías para el transporte.

Fuente: Recobatt S. A. S.



No se deben empacar los residuos acompañados de otros residuos incompatibles en el mismo empaque.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE
AMBIENTE



Transporte de residuos de baterías de litio



Es fundamental resaltar que las baterías de litio se consideran mercancías peligrosas clasificadas en la Clase 9: Sustancias y objetos peligrosos varios, incluidas las sustancias peligrosas para el medio ambiente

de acuerdo con las "Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas de la Organización de las Naciones Unidas" (conocido como el Libro Naranja de la ONU).

Por consiguiente, tanto los residuos de baterías de litio como las baterías de litio usadas o desgastadas se clasifican como mercancías peligrosas y deben cumplir con las regulaciones correspondientes durante su transporte.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE
AMBIENTE



En este sentido, para el caso del transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera de estos residuos, se debe cumplir con las obligaciones, condiciones y requisitos técnicos establecidos en la Sección 8 del Capítulo 7, Parte 2, Libro 2 del Decreto 1079 de 2015, Único del sector transporte, que adopta las directrices de las Normas Técnicas Colombianas NTC 1692:2013 (clasificación, marcado, etiquetado y rotulado de las mercancías peligrosas y de los vehículos), NTC 4435:2010 (hojas de datos de seguridad), NTC 4532:2010 (tarjetas de emergencia para transporte) y la NTC 3972:1996 (requisitos para el transporte de mercancías peligrosas. Clase 9).

Además de los requisitos para el transporte de residuos peligrosos, se sugiere las siguientes medidas de precaución:

1

Recubrir el suelo y paredes del vehículo con una superficie de material dieléctrico (es decir, no conductor) que puede ser una lámina plástica.

Apilar los embalajes con residuos de baterías de litio en estibas ignífugas para facilitar el cargue – descargue del vehículo y prevenir la generación de llama en caso de accidentes que afecten la integridad física de la batería.

2



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE
AMBIENTE



La clasificación de las pilas y baterías, las pilas y baterías instaladas en equipos, o las pilas y baterías embaladas o envasadas con equipos que contengan litio en cualquiera de sus formas, los números ONU, los pictogramas para la rotulación de los vehículos según el Libro Naranja de la ONU, y los peligros potenciales según la Guía de respuesta en caso de emergencia se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 3

Rotulación del vehículo, tipo de riesgo y los procedimientos de emergencia para el transporte de baterías de litio:

Tipo de mercancía	Descripción de la mercancía	Número ONU	Pictograma	N. de guía para emergencia	Peligros potenciales
BATERÍAS DE METAL LITIO (incluidas las baterías de aleación de litio)	Baterías de litio, embaladas con un aparato; baterías de litio instaladas en un aparato; baterías de metal litio embaladas con un equipo (incluidas las baterías de aleación de litio); baterías de metal litio instaladas en un equipo (incluidas las baterías de aleación de litio).	3090		138	<p>INCENDIO O EXPLOSIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se producen gases inflamables al contacto con el agua. • Puede encender al contacto con el agua o la humedad. • Algunos reaccionan vigorosamente o explosivamente al contacto con el agua. • Puede incendiarse por calor, chispas o llamas. • Puede volver a encenderse después de que el incendio se ha extinguido. • Algunos son transportados en líquidos altamente inflamables. • La fuga resultante del control puede crear incendio o peligro de explosión.
BATERÍAS DE METAL LITIO INSTALADAS O EMBALADAS EN UN EQUIPO (incluidas las baterías de aleación de litio)	Baterías de litio	3091		138	<p>A LA SALUD</p> <ul style="list-style-type: none"> • La inhalación o el contacto con los vapores o la sustancia puede causar daño severo o la muerte. • Puede producir soluciones corrosivas al contacto con el agua. • El fuego producirá gases irritantes, corrosivos y/o tóxicos. • Las fugas resultantes del control del incendio o de la dilución con agua, pueden causar contaminación ambiental.
BATERÍA DE IÓN LITIO (incluidas las baterías poliméricas de ion litio)	Baterías de ion-litio	3480		147	<p>INCENDIO O EXPLOSIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las baterías de Ion-Litio contienen un electrolito líquido inflamable que puede ventearse, encenderse y producir chispas cuando se expone a altas temperaturas (> 150°C (302°F)), cuando se daña o abusa (ej. daño mecánico o sobrecarga eléctrica). • Puede arder rápidamente con el efecto de una bengala encendida. • Puede encender otras baterías cercanas.
BATERÍAS DE IÓN LITIO INSTALADAS O EMBALADAS EN UN EQUIPO (incluidas las baterías poliméricas de ion litio)	Baterías de ion-litio	3481		147	<p>A LA SALUD</p> <ul style="list-style-type: none"> • El contacto con el electrolito de la batería puede ser irritante a la piel, ojos y membranas mucosas. • El fuego producirá gases irritantes, corrosivos y/o tóxicos. • Las baterías incendiadas pueden producir gas tóxico de Fluoruro de Hidrógeno (vea GUÍA 125). • Los humos pueden causar vértigo o asfixia.



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE AMBIENTE



¿Cómo gestionar las baterías de litio de menor capacidad?

Las baterías de litio de aparatos como teléfonos inalámbricos y móviles, celulares, computadores portátiles, cámaras fotográficas, entre otros, requieren una gestión ambientalmente adecuada.



Esto puede lograrse a través de los sistemas de recolección y gestión de residuos de pilas y acumuladores implementados por los productores de estos aparatos o, en su defecto, por medio de gestores licenciados para este tipo de RAEE.

Estos sistemas implementan diversos mecanismos de recolección para descartar las pilas y acumuladores que generamos en nuestros hogares, entre los cuales están los contenedores para el depósito de estos residuos que se encuentran en centros comerciales, grandes superficies, almacenes, entidades públicas y otros sitios de la ciudad de Bogotá.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE
AMBIENTE



A continuación



Se presentan algunas recomendaciones sobre cómo gestionar los residuos de baterías de litio de menor capacidad:



Identificar y separar las baterías de litio:

esto puede hacerse colocando un contenedor separado para las baterías de litio en el lugar de trabajo o en la casa.



Almacena miento seguro:

almacenar las baterías de litio en un lugar seco y fresco, lejos de fuentes de calor y llamas. Evitar dejar las baterías de litio sueltas, sin protección o en contacto con otros materiales que puedan provocar un cortocircuito.



Embalaje adecuado:

para el acopio, transporte y/o almacenamiento de baterías de litio, utilizar envases seguros y adecuados para prevenir cortocircuitos o roturas que puedan provocar fugas o incendios. Los envases deben ser etiquetados adecuadamente y cumplir con los requisitos locales y nacionales para el transporte de residuos peligrosos.



Devolución para gestión final

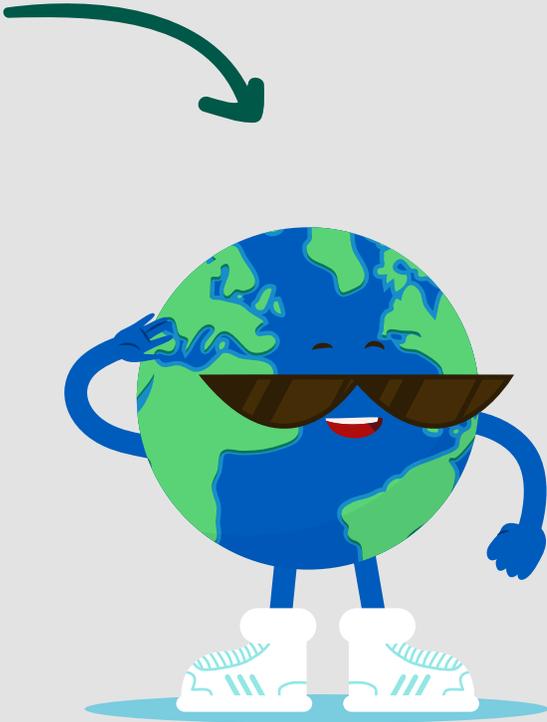
Para una adecuada gestión final de las baterías de litio usadas, los usuarios deben devolverlas a los sistemas de recolección y gestión de pilas y acumuladores autorizados.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE
AMBIENTE

BOGOTÁ



Las baterías de litio no deben ser gestionadas como un residuo sólido y no deben ir a los rellenos sanitarios. Tampoco deben ser entregadas a actores informales como recolectores callejeros de chatarra, comercializadores de excedentes industriales o chatarrerías, u otras personas no autorizadas por algún sistema de recolección y gestión de este tipo de residuos.

La Secretaría Distrital de Ambiente tiene a disposición de la ciudadanía en general el Visor Geográfico Ambiental que le permitirá verificar la ubicación del punto de recepción de baterías más cercano a su vivienda, trabajo o posición actual.

Si está interesado en consultar esta información, puede acceder al sitio web www.ambientebogota.gov.co y seleccionar la opción del Visor Geográfico Ambiental.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

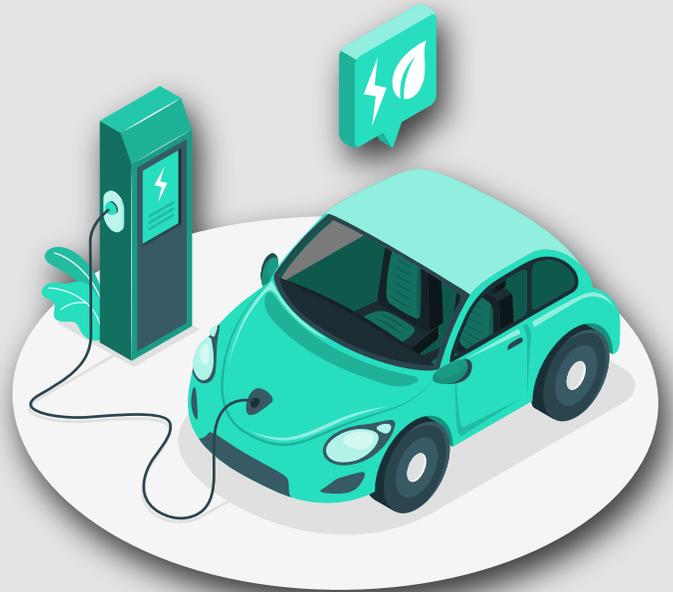
SECRETARÍA DE
AMBIENTE



¿Cómo gestionar las **baterías de litio** de mayor capacidad?

Los residuos de baterías de litio de mayor capacidad, como las baterías usadas en movilidad eléctrica, en sistemas de generación de energía fotovoltaica o de almacenamiento de energía eléctrica con baterías, entre otras aplicaciones, deben ser gestionados de forma ambientalmente adecuada por los productores a través de los sistemas de recolección y gestión de residuos de las baterías de ion-litio que ellos mismos implementen o por medio de gestores licenciados para la gestión de este tipo de residuos.

Adicionalmente, deberán cumplir con las metas de recolección y gestión de las baterías usadas establecidas por la Resolución 851 de 2022, reglamentaria del Decreto 284 de 2018.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE
AMBIENTE



A continuación

Se presentan algunas recomendaciones sobre cómo gestionar los residuos de baterías de litio de mayor capacidad:

Identificar y separar las baterías de litio de acuerdo con su contenido químico:



es importante identificar la composición de cada batería de litio para clasificar el riesgo (mayor o menor estabilidad química), y separarlas de otros residuos.

Realizar el embalaje y la rotulación adecuada del residuo:



utilizar un embalaje seguro de acuerdo con las especificaciones de la presente guía. Cada embalaje debe ser etiquetado adecuadamente, indicando tipo de residuo, clase de peligrosidad, la fecha de embalaje y nombre del generador.

Almacenamiento interno :



acopia los residuos de baterías de litio en un lugar aislado debidamente identificado (almacenamiento interno de residuos peligrosos); cubierto y protegido; lejos de fuentes de calor y llamas. Establecer la capacidad del área asignada para el acopio y la periodicidad del retiro de residuos. Instaurar procedimientos de buenas prácticas de manejo.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE
AMBIENTE



Devolución a un sistema de recolección y gestión de residuos de pilas o acumuladores:



Consulte con el productor (importador o fabricante nacional) de las baterías de litio que desea descartar para conocer el mecanismo de recolección o devolución implementado y autorizado por la ANLA. En caso de que el productor no esté identificado o no tenga un sistema implementado o con cobertura en su ubicación, deberá entregar las baterías a un gestor de RAEE debidamente autorizado por licencia ambiental para el manejo de este tipo de residuos.

Obtenga el certificado de gestión:



solicite al sistema de recolección y gestión de residuos de pilas o acumuladores, o al gestor de RAEE al cual entregó las baterías de litio, un certificado de gestión expedido por el gestor licenciado una vez esté disponible. Esta certificación debe cumplir con los requisitos y condiciones establecidas por el Artículo 22 de la Resolución 851 de 2022.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE
AMBIENTE

BOGOTÁ

Bibliografía

1. Dileo, R. (2012). The Development of Nanomaterials for High Performance Lithium-Ion Battery Anodes [Rochester Institute of Technology].
<https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=de82d45956ed89ba70d106acc0cb6d17b482f985>
2. Hoskinson, C. (2023, mayo 24). Lithium Battery Recycling Regulatory Status and Frequently Asked Questions. Memorandum. <https://rcrapublic.epa.gov/files/14957.pdf>
3. Iberdrola. (2022). Las Baterías de Ion de Litio, Fundamentales para el Almacenamiento de Energía. Iberdrola. <https://www.iberdrola.com/innovacion/baterias-ion-litio>
4. Icontec. (1996). NTC 3972. Icontec.
<https://web.mintransporte.gov.co/consultas/mercapeli/Reglamento/Anexos/NTC3972.pdf>
5. López, D. (2019). Tecnologías de Baterías [Universidad de Valladolid].
<https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/37778/TFG-I-1267.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
6. Ministerio de Ambiente, V. y D. T. (2011). Resolución 0361. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
<https://quimicos.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/9B.-Resolucion-361-de-2011-Planes-de-Gestion-de-Devolucion-de-Baterias-Usadas-Plomo-Acido.pdf>
7. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). Decreto 1076. Función Pública.
https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=78153
8. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). Resolución 2246. Función Pública.
<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/resolucion-2246-de-2017.pdf>
9. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2022). Resolución 0851. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/08/Resolucion-0851-de-2022.pdf>
10. Ministerio de Transporte. (2015). Decreto 1079. Función Pública.
https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=77889
11. Quintero, V., Che, O., Ching, E., Auciello, O., & de Obaldía, E. (2021). Baterías de Ion Litio: características y aplicaciones. I+D Tecnológico, 17.
<http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/339/3392002003/index.html>
12. Fuente: Reciclaje y reúso de baterías de litio en América Latina y el Caribe: revisión analítica de prácticas globales y regionales / Viviana López Hernández y otros. p. cm. — (Nota técnica del BID ; 2893)

Fuentes adicionales de consulta

1. Guía UPS: “Cómo empaquetar y transportar baterías de forma segura”,
https://www.ups.com/assets/resources/webcontent/es_ES/pack_ship_batteries.pdf
2. Nefab: “Embalaje para baterías de ion litio”,
<https://www.nefab.com/es/home/blog/que-embalaje-debo-usar-para-enviar-baterias-de-ion-es-de-litio/>
3. Ministerio de Transporte, cartilla: Transporte de mercancías peligrosas en vehículos automotores de carga, Clase 9 sustancias y objetos peligrosos varios
https://web.mintransporte.gov.co/consultas/mercapeli/Cartillas%20Conductores/clase_9.pdf
4. Ministerio de Ambiente, Guías ambientales de almacenamiento y transporte por carretera de sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos.
https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/guias_ambientales_almacena_m_transp_x_carretera_sust_quimicas_res_pelig.pdf
5. Lithium Battery Recycling Regulatory Status and Frequently Asked Questions
<https://www.google.com/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=0CDgQw7AJahcKEwioz5fsioCBAXUAAAAAHQAAAAAQAw&url=https%3A%2F%2Fcrapublic.epa.gov%2Ffiles%2F14957.pdf&psig=AOvVaw2vwpp8jwDCQ5LVXhtRLXLM&ust=1693337221658084&opi=89978449>
6. (Dileo, 2012) <https://www.cei.washington.edu/research/energy-storage/lithium-ion-battery/>
7. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/37778/TFG-I-1267.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
8. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/resolucion-2246-de-2017.pdf>
(Resolución 2246, 2017).
9. Reciclaje y reuso de baterías de litio en América Latina y el Caribe: revisión analítica de prácticas globales y regionales / Viviana López Hernández y otros. p. cm. – (Nota técnica del BID ; 2893)