

## Baterías: Estado del Arte y Vigilancia Tecnológica 2013

*Fernando A. PADRÓN-JABIB*

*Universidad Pontificia Bolivariana. Cq 1# 70-01, Medellín, Colombia.*

*padron.fernando18@gmail.com*

**Resumen:** En el presente trabajo se hace un recorrido por medio del cual se recoge información actualizada en relación con la evolución tecnológica de los acumuladores de carga y las baterías. Se trata de un ejercicio sujeto a las limitaciones propias del secreto industrial con que es manejada esta información, dado el volumen de dinero comprometido en su investigación, desarrollo, producción y comercialización. También se analiza el impacto ambiental de las baterías y acumuladores, la normatividad aplicable a su reciclaje y los riesgos profesionales asociados a su manipulación. *Copyright © UPB 2013*

**Abstract:** In this paper a route by which date regarding the technological evolution of batteries and battery charging information is collected. This is an exercise subject to the limitations of trade secret that this information is handled, given the amount of money committed to research, development, production and marketing. It also analyzes the environmental impact of batteries and accumulators, the regulations applicable to recycling and occupational hazards associated with handling.

**Key words:** accumulators, batteries, state of the art, technological monitoring.

## 1. INTRODUCCIÓN

La era de la tecnología se ha caracterizado por una variada oferta de productos electrónicos y eléctricos que suplen diferentes necesidades, incluyendo teléfonos celulares con múltiples aplicaciones, televisores inteligentes (Smart tv) capaces de conectarse a Internet, vehículos con sistemas de geoposicionamiento satelital GPS, computadores cada vez más livianos, más rápidos y con mayor capacidad de almacenamiento, entre otros. Todos estos desarrollos tienen una característica en común y es la necesidad de contar con una fuente de energía que en la mayoría de los casos debe ser portátil y liviana.

Las baterías y las pilas son hasta ahora la fuente de energía que mejor se adapta a las necesidades de la era de la tecnología; sin embargo cada tipo de dispositivo electrónico requiere de un tipo de pila o batería que se adapte a sus necesidades de suministro y tamaño. Cada uno de los diferentes tipos de baterías tiene componentes y desempeños característicos; así mismo se requieren cuidados especiales en su selección, manejo y disposición final, dado que emplean con frecuencia materiales poco biodegradables y en algunos casos altamente tóxicos.

El aspecto ambiental también ha tenido una gran importancia e impacto en el desarrollo de nuevos sistemas acumuladores de carga; el creciente interés por la creación de fuentes de energía que mitiguen la dependencia de los combustibles fósiles abre un

campo de aplicación cada vez más amplio para los acumuladores. Adicionalmente cada vez son menos aceptadas los materiales empleados en la fabricación de baterías que pudieran contaminar el medio ambiente, especialmente por la generación de desechos tóxicos.

Así mismo la necesidad de producir cada vez mayor cantidad de acumuladores capaces de abastecer la energía que requiere el creciente número de dispositivos móviles de todo tipo ha sido otro de los determinantes de la tendencia en el desarrollo de acumuladores que permitan cada vez acumular mayor energía con un peso menor y en diferentes formas de acuerdo con las necesidades de cada equipo. Una de las tendencias que también ha empezado a tener incidencia en esta industria es la computación en la nube (*cloud computing*), que está demandando menor capacidad de almacenamiento en los computadores portátiles, junto con la mayor dependencia del acceso a Internet así como la eliminación de los CD- ROM en estos equipos.

## 2. CONCEPTUALIZACIÓN DE LAS BATERÍAS

### 2.1. Generalidades

A lo largo de su evolución, el hombre ha inventado diferentes herramientas y máquinas que le permiten hacer procesos que no puede hacer con sus propias manos; esos aparatos y máquinas inventados por el hombre requieren de una fuente de energía que

genere movimiento, calefacción refrigeración, comunicación, transporte y en fin diferentes funciones que han hecho más fácil y cómoda la vida del ser humano. La electricidad es la forma de energía más usada debido a su facilidad de transformación en otras formas de energía, lo que facilita su utilización (EPEC); las baterías pueden encontrarse en muchas de las cosas que rodean al hombre en la actualidad como linternas, vehículos, computadores portátiles y teléfonos celulares por mencionar algunos elementos.

La batería es un arreglo de celdas electroquímicas capaz de almacenar energía eléctrica mediante una reacción química que, durante la descarga se revierte espontáneamente en los electrodos cuando ellos están conectados a través de un circuito externo produciendo así una corriente eléctrica (EPEC). En la Figura 1, se muestra una pila voltaica básica como la que fue creada por Alessandro Volta en 1800, en la que se intercalaban placas de cobre y cinc, separadas por papel humedecido con agua y sal de cocina (NaCl).

El origen del fenómeno de la corriente electro-química se dio cuando Luigi Galvani (médico y físico italiano) logró generar contracciones de los músculos de ancas de rana fijando un extremo del anca un hilo de hierro, y el otro extremo a un hilo de plata (EPEC). De este experimento, surgió la idea de que la corriente eléctrica era electricidad metálica, cuya fuente eran las sondas de diferentes metales insertadas en las piernas de la rana usada por Volta, inventor de la batería.



Figura 1. Pila voltaica. Fuente: Tomado de (Hernández L. , 2007)

La Batería eléctrica inventada el 20 de marzo de 1800 por el físico italiano Alessandro Giuseppe Volta (1745-1827) es un dispositivo que almacena energía eléctrica por procedimientos

electroquímicos y que la devuelve posteriormente casi en su totalidad. Volta descubrió que se generaba energía eléctrica poniendo en contacto dos metales, cobre y cinc o cobre y estaño, sumergidos en una solución salina. Dos meses después del descubrimiento de Volta, el químico inglés William Nicholson logró establecer una corriente eléctrica a través de agua ligeramente acidulada, produciendo burbujas de Hidrógeno y de Oxígeno, fenómeno que se conoció como *electrólisis*. Por su parte, el primer acumulador de eléctrico fue construido por el físico alemán Johann Wilhelm Ritter en 1803, mediante un modelo experimental llamado la “pila Ritter”. Más adelante, en 1836 el físico y químico inglés Daniell Frederic da un paso importante en la evolución de las baterías, al reemplazar la reacción de desprendimiento de hidrogeno por el depósito de cobre, usando una solución saturada de sulfato de cobre como electrolito, un electrodo de cobre y otro de ácido sulfúrico en reemplazo del zinc.

En 1860 Gaston Planté creó el primer acumulador de plomo-ácido, el cual podía ser usado y recargable y aunque no tuvo éxito inicialmente, en 1879 se empezó a fabricar y a usar en forma cotidiana. (Ver Figura 2 )

En 1900 Thomas Alva Edison inventó otro tipo de acumulador, usando Hierro (Fe) y Níquel (Ni) en los electrodos y la potasa caustica (KOH) como electrolito, modelo que se usa aún en el presente. En el mismo año Junger y Berg crearon un acumulador similar al de Edison, pero con electrodos de Níquel y Cadmio,

que fue patentada por Junger. George Leclanché, en 1866 inventa la “pila seca” compuesta por Zinc, Cloruro de Amonio y Dióxido de Magnesio.

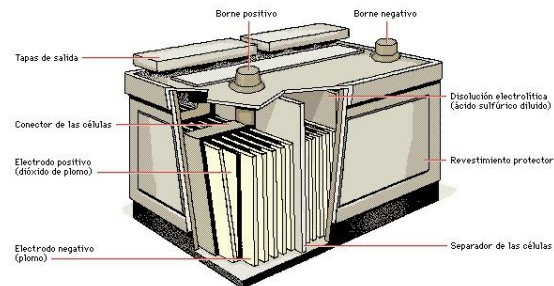


Figura 2. Acumulador de plomo ácido

Otro de los avances importantes en materia de baterías es la creación de la “construcción hermética” de baterías de níquel-cadmio, lo que permitió el uso de aparatos portátiles. En los años 70 del siglo XX se desarrolló la batería Níquel-Hidrógeno, que cada vez se usan más en los satélites.

Por su parte la *Pila* es un generador de energía no recargable. Este término; así como *batería*, se usan en el castellano, debido a los orígenes del dispositivo en los que se juntaban varios elementos o celdas, uno encima de otro, apilados, y en el

segundo adosados lateralmente, en batería como se sigue haciendo actualmente.

El funcionamiento se basa en un proceso reversible, por lo que la *electrólisis* es el proceso utilizado por los acumuladores de energía eléctrica. En esta interacción los componentes no resultan consumidos ni se pierden, sino que meramente se transforman en otros, que a su vez puedan retornar al estado primero en las circunstancias adecuadas.

La celda es considerada la unidad básica de las baterías o acumuladores. Y la unión de dos o más celdas en serie o paralelo, conforman una batería. Dos electrodos, el electrolito y los separadores, son los elementos que constituyen las celdas. Los electrodos pueden ser del mismo o de distinto material y están sumergidos en el electrolito. Los separadores aíslan las placas de diferente polaridad, evitando un corto circuito en el interior de la celda. Entre las propiedades de los separadores es importante resaltar la buena resistencia mecánica, alta resistencia a la oxidación, un elevado poder aislante, una buena porosidad y permeabilidad y alto nivel de pureza, entre otras.

La función del electrolito es servir de conductor eléctrico entre el electrodo positivo (ánodo) y el electrodo negativo (cátodo). El electrolito es, normalmente, una solución acuosa, que permite la transferencia de electrones; existen varias características importantes al momento de escoger la solución, entre las cuales se encuentran: la estabilidad térmica, alta conductividad iónica, bajo efecto corrosivo en los electrodos y alta pureza.

Los electrodos pueden estar constituidos por cualquier variedad de metal; sin embargo cada metal, permite acumular mayor o menor cantidad de energía, por lo que se busca el de mayor capacidad, que permita hacer del proceso rentable industrialmente; el electrodo negativo, o cátodo, es el que se oxida durante la descarga. Además existen pilas recargables, que normalmente suministran energía a artefactos pequeños como radios, cámaras y otros dispositivos que consumen bajos niveles de energía (Ver Figura 3).



Figura 3. Pílas recargables. Fuente: Tomado de (Lebrija & Güemes, 2010)

Existen baterías y pilas para múltiples aplicaciones y pueden ir desde las planas muy pequeñas que emplean usualmente los relojes de pulso, para teléfonos celulares, baterías para

computadores portátiles, hasta grandes arreglos de baterías para suministro de energía en centros de cómputo, conocidas como UPS (unit of power supply)

Como puede verse en este capítulo, existen diferentes evoluciones y usos del principio que dio origen a la invención de las baterías, a comienzos del siglo XIX.

## 2.2. Pilas Recargables

Actualmente se ofrecen en el mercado las “pilas recargables”, que aparentemente generan un menor impacto ambiental, pero existe poca literatura respecto a su funcionamiento y la mayoría esta generada por los fabricantes (Hanse, Glattke, & Stewart, 2008). Dentro de las pilas más comunes se encuentran las pilas AA, de las cuales también se encuentra la versión recargable; estas pilas se componen de Níquel-Hidruro metálico (Ni-MH) Ion Litio o Níquel Cadmio (Ni-Cd) (Laboratorio Profeco, 2011)

Las de pilas recargables de “NiCd, en tamaño AA y AAA , ya están casi en desuso; tienen la gran desventaja de que, si son recargadas sin respetar el tiempo necesario para cargarlas totalmente o cuando aún tienen carga, con el tiempo exhiben un efecto llamado de “memoria”, el cual les impide paulatinamente cargarse por completo y en pocos meses ofrecen menos energía que cuando nuevas. Las de Ni-MH presentan el mismo efecto memoria que las anteriores, pero no es tan marcado; además, ofrecen una mayor capacidad de almacenamiento de energía (de dos a tres veces mayor que las de NiCd). Las de Li-ion, por su

parte, almacenan más energía en menos espacio y se usan principalmente en equipos como teléfonos celulares y computadoras portátiles. No presentan el efecto memoria” (Laboratorio Profeco, 2011, pág. 70).

Otra variable que es importante determinar de las baterías recargables es que su capacidad de carga no varíe mucho a lo largo de la vida útil de la batería. Pues los cambios pueden llevar a un pobre desempeño de la misma (Laboratorio Profeco, 2011).

## 2.3. Para Vehículos Eléctricos

Los vehículos eléctricos han surgido como respuesta a la necesidad de disminuir el consumo de petróleo así como los efectos que el consumo de combustibles fósiles genera en el medio ambiente (Energy Management Agency, 2011). Según Guillén en la Guía del Vehículo Eléctrico (2011, pág. 39) “la historia del vehículo eléctrico se remonta a principios del siglo XIX intentándose de nuevo su lanzamiento a mediados de los años 90, el Vehículo Eléctrico (VE) retorna en la primera década del siglo XXI”.

Actualmente, ante el aumento del precio del petróleo y las iniciativas de regulación que fomenta la mejora de eficiencia de los vehículos (menos emisiones de CO<sub>2</sub> por cantidad de combustible), es un reto para los fabricantes de coches, ya que difícilmente van a poder cumplir con los vehículos de combustión interna. Se propone como alternativa los vehículos

híbridos y eléctricos (Energy Management Agency, 2011, pág. 39). Ver Figura 4.

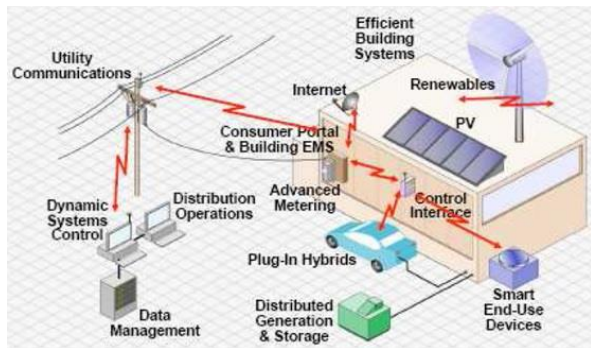


Figura 4. Modelo de implantación de los vehículos eléctricos. Fuente: Energy Management Agency. (2011, pág. 109)

Con respecto a la dependencia energética, en los últimos años los precios del petróleo han presentado una tendencia a la alza con una fluctuación muy volátil registrada en 2008. Para abordar los retos anteriormente citados, los gobiernos están tomando

medidas para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> (Energy Management Agency, 2011, pág. 40)

Para permitir la implementación masiva de los vehículos eléctricos es necesario superar los siguientes retos:

- La mejora de la tecnología de las baterías para asegurar mayor densidad energética, durabilidad, seguridad y menor coste-disminución de riesgo tecnológico
- El desarrollo de la infraestructura
- La disminución del diferencial coste del Vehículo eléctrico con respecto al vehículo convencional
- Desarrollo de gama de vehículos. (Energy Management Agency, 2011, pág. 45)

Las baterías requeridas para los vehículos eléctricos deben proveer suficiente energía (determina la autonomía o distancia recorrida), ser de peso y tamaño reducido, tener ciclo de vida prolongado y ciclo de carga profundo (admite muchas recargas profundas con poco deterioro), así como ser segura y de bajo coste” (Energy Management Agency, 2011, pág. 46).

Otro de los retos es el tiempo de carga, pues las personas que usan vehículos, están acostumbradas a tenerlos disponibles todo el tiempo; así como en algunos casos la disponibilidad permanente del vehículos es indispensable (Energy Management Agency, 2011). El tiempo de recarga “oscila entre aproximadamente 2 y 8 horas, dependiendo del tipo de voltaje empleado” (Energy Management Agency, 2011, pág. 46).

Actualmente existe la tecnología PBP, que permite hacer recargas en cuestión de minutos (Energy Management Agency, 2011).

Actualmente los vehículos híbridos (que combinan motos de combustión interna con motor eléctrico) usan generalmente baterías de Níquel-Hidruro Metálico; entre las ventajas de estas baterías se encuentran: una mayor duración, respecto a las Baterías Plomo-ácido y más energía (Energy Management Agency, 2011). Dentro de las ventajas que existen de los vehículos eléctricos se encuentra la no emisión de gases (con efecto invernadero) durante el funcionamiento, así como la amplia gama de vehículos disponibles (incluyendo las bicicletas) para diferentes usos (Energy Management Agency, 2011).

La necesidad de usar movilidad eléctrica está influenciada por distintos tipos de factores como son: medioambientales, económicos y estratégicos. Según Guillén (2011) dentro de los factores medioambientales se encuentran el efecto invernadero que se presenta, debido a las emisiones de CO<sub>2</sub>, en que el 35% de las emisiones es aportado por el parque automotor. Lo que ha generado un marcado interés a nivel global, evidente en las distintas políticas nacionales e internacionales que tiene como objetivo restringir la contaminación atmosférica (Energy Management Agency, 2011). Es relevante mencionar que un futuro muy interesante para los vehículos eléctricos, es que pueden llegar a tomar la carga eléctrica de las redes de energía que a su vez se pueden abastecer de fuentes de energía

renovable como la energía fotovoltaica y la energía eólica. La energía eólica puede abastecer 700 vehículos por año, una estadística presentada por la Fundación de energía de la Comunidad de Madrid y la Energy Management Agency (2011).

La independencia en cuanto a fuentes energéticas es otro de los factores (económicos) que impulsa el desarrollo e implementación de la movilidad eléctrica. Pues “la inestabilidad de los diversos aspectos geopolíticos” (Energy Management Agency, 2011, pág. 100) y el precio de los combustibles fósiles, aumenta el costo de los productos además de generar nocivos efectos medioambientales.

La energía para recargar la batería del vehículo proviene de fuentes de energía renovable como son energía eólica y fotovoltaica. La propuesta fue planteada para España (Energy Management Agency, 2011). A nivel internacional se encuentran regulados los sistemas de carga lenta, semi-rápida y rápida; los modos de carga así como los conectores; de los distintos vehículos eléctricos (Álvarez, 2012).

En Colombia existen normas que regulan el uso de vehículos eléctricos. Dentro de las leyes se encuentran normas “referentes a los equipos para sistemas de carga externos a los vehículos eléctricos, ubicación de los cargadores para las baterías y disposición de los conectores” (Álvarez, 2012, pág. 2). Está regulado el lugar donde deben estar ubicados los cargadores, así como todo el equipo complementario. Es importante tener en cuenta que el gobierno está fomentado el uso de vehículos



eléctricos, a través de políticas de beneficios tributarios para las empresas que usen este tipo de vehículos (Álvarez, 2012).

#### *2.4. Para Bicicletas Eléctricas*

Las bicicletas eléctricas forman parte de los vehículos eléctricos. En el mercado se encuentran una gran variedad de bicicletas eléctricas que pueden ser cargadas usando un sistema que se conecta a la red de electricidad, o mediante el pedaleo del conductor (MATRA Manufacturing & Services, 2004). El uso de estos vehículos se está popularizando, por lo que actualmente existen leyes que regulan el uso de la bicicletas eléctricas (MATRA Manufacturing & Services, 2004). Se han planteado propuestas para implantar un sistema público de bicicletas eléctricas (Nuñez, 2012). Como conclusiones del estudio de viabilidad del proyecto, se plantea la necesidad de evaluar el precio que se ofrecería a los consumidores, para permitir la rentabilidad del sistema. También se hace evidente la necesidad de educar a la población con el fin de maximizar el uso de transporte público y del impacto que genera actualmente el consumo de combustibles fósiles en los vehículos convencionales (Nuñez, 2012).

En Colombia se está fomentando el uso de vehículos eléctricos tanto para transporte privado como para transporte público, con el fin de disminuir las emisiones de gases con efecto invernadero y de la misma forma el consumo de combustibles

fósiles (Velandia, 2010), por parte de empresas como Codensa y Endesa (Endesa, 2011).

Parte del fomento de uso de vehículos eléctricos, se evidencia en el proyecto emprendido por Codensa y Emgesa, fomentando el uso de bicicletas eléctricas por parte de sus empleados (Codensa; Emgesa, 2010). El proyecto fue propuesto con planteamientos como: Facilidad y rapidez de desplazamiento; Ahorro de tiempo; Ahorro de dinero, Posibilidad de hacer ejercicio y mantenerse saludable; Disminución de la contaminación auditiva en las calles y Disminución de la contaminación y por lo tanto cuidado del medio ambiente (Codensa; Emgesa, 2010, pág. 2).

#### *2.5. Acumuladores y Energías Alternativas*

Alrededor del mundo la forma de generar energía eléctrica está cambiando las fuentes energías renovables están aumento de forma exponencial. Dentro de las energías renovables se encuentran la geotérmica, la mareomotriz, la hídrica, la eólica, la energía solar, energía de la biomasa y los biocarburantes. El cambio se está dando, debido a que están aumentando de manera importante las inversiones que se hacen en el sector, de la mano están aumentando las políticas que apoyan los proyectos de energías renovables (André & Cerdá, 2012, pág. 2). El uso de baterías en conjunto con las fuentes de energía renovable permiten mejorar el flujo de energía eléctrica en los lugares apartados de las redes eléctricas (Patterson, y otros, 2006).

Uno de los retos importantes de las energías renovables, es el desarrollo de baterías que permitan mantener el flujo de energía, pues este tipo de energía no se produce constantemente. Ejemplo de ello es la energía fotovoltaica que no se produce durante la noche y las instalaciones de energía eólica aisladas de las redes de electricidad (Moragues & Rapallini, 2003).

Las baterías deben cumplir unas funciones importantes: energía siempre disponible, ajustes de potencia y estabilidad en la red

Las instalaciones eólicas tiene las capacidad de ser de “corriente continua (dínamos) o de corriente alterna, existiendo en este último caso dos tipos: generadores sincrónicos o alternadores y generadores asincrónicos o de inducción. Las dínamos tienen el inconveniente de utilizar escobillas, que exigen mantenimiento periódico, y son más pesadas y caras que los generadores de corriente alterna (C.A.) de igual potencia; aunque tienen la ventaja de no necesitar de sistemas especiales para cargar baterías, su uso se ha ido abandonando reemplazándolos por los generadores de C.A., con la excepción de algunos equipos para proveer muy bajas potencias, de construcción artesanal” (Moragues & Rapallini, 2003, pág. 17).

Según Moragues y Rapallini (2003, pág. 17) debido a que el flujo de viento no es constante es necesario “acumular energía en baterías y desde ellas alimentar la demanda. En estos casos la frecuencia no tiene ninguna importancia pues habrá rectificadores que transformaran la C.A. en corriente continua (C.C.). Es obvio entonces que la utilización de alternadores

responde en estos casos a la búsqueda de menores costos y mejores rendimientos y no a una característica del servicio”.

Como se mencionó anteriormente, la batería permite ajustar la potencia de la energía producida. Esto permite el flujo de electricidad mientras no se está produciendo energía así como el almacenamiento de energía cuando se produce una cantidad mayor a la que es consumida. (Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid; Energy Management Agency, 2011).

### 3. FABRICACIÓN Y MANTENIMIENTO

#### 3.1. *Materiales Empleados*

Dependiendo del tipo de batería que se desea producir, cambian los materiales que se usan. En la Tabla 1 se presentan los distintos tipos de baterías y sus principales componentes.

Para el futuro se están desarrollando baterías compuestas en un 90% por celulosa y el 10% restante está conformado por nano-tubos de carbono, lo que las hará biodegradables (ENERXIA, 2007).

#### 3.2. *Proceso de Fabricación*

La mayoría de las materias primas empleadas en la fabricación de acumuladores o baterías “suelen ser transformadas por terceros antes de su utilización en el montaje” (Smith, 1998, pág. 2).

Según Smith (1998, pág. 5) “existen claras diferencias en la fabricación de los diferentes tipos de baterías, tienen en común los procesos de pesaje, trituración, mezcla, compresión y secado de los ingredientes. En las modernas fábricas de baterías, muchas de estas operaciones se hacen en recintos aislados (con equipos herméticos) y están muy automatizadas. Por consiguiente, puede producirse exposición de los trabajadores a los diversos ingredientes durante su pesaje y carga y durante la limpieza de los equipos”.

Aunque Smith también menciona que “en las fábricas más antiguas, muchas de las operaciones de trituración, mezcla y otras, o bien el paso de los ingredientes de una etapa a otra del proceso, se realizan manualmente” (Smith, 1998, pág. 5). Para clasificar las instalaciones se deben tener en cuenta algunos criterios:

- La configuración, definida por sus componentes y la conexión entre los mismos
- La aplicación a que vaya a ser destinada
- El carácter público, doméstico, industrial o recreativo de la utilización de la instalación
- Tensión de trabajo de la instalación (Medina, 2010, pág. 2).

Para el futuro se están desarrollando baterías “compuestas en un 90% por celulosa y el 10% restante está conformado por nanotubos de carbono”. Lo que las hará biodegradables (ENERXIA, 2007).

Tabla 1. Materiales para la fabricación de los distintos tipos de batería

Tipo	Materiales
Plomo-ácido	Electrodos de plomo, Matriz de plomo metálico, Disolución de Ácido Sulfúrico, Caja de polipropileno
Níquel-Hierro (Ni-Fe)	Cátodos de Níquel; Ánodos Cajas delgadas perforadas de acero niquelado que contienen polvo de óxido ferroso, y óxido de bario; Potasa Cáustica diluida en agua destilada
Pila Alcalina	Cloruro de Sodio y Dióxido de Manganeso
Alcalinas de Manganeso (Mn)	Mercurio; Recipiente de Acero
Níquel-Cadmio (Ni-Cd)	Hidróxido de Potasio
Níquel-Hidruro metálico (Ni-MH)	Cátodo de hidróxido de Níquel, ánodo de Cadmio y electrolito es hidróxido de Potasio
Iones de Litio (Li-ion)	Ánodo de hidróxido de Níquel
Polímero de Litio	Cátodo de Aleación de hidruro Metálico
Pilas de Combustible	Ánodo de grafito; Cátodo de óxido de cobalto trifilina (LiFePO4) u óxido de Manganeso
Pila Oxido de Mercurio	Similares a las de Li-ion
Pila de Óxido de Plata	No es un acumulador, pero convierte energía química en eléctrica y se puede recargar.
Pila Zinc-Aire	Cátodo es una mezcla de óxido de Mercurio y grafito; Envase de Acero; El electrolito es una solución de Hidróxido de potasio y óxido de Zinc
	Pila Botón; Cátodo óxido de Plata
	Ánodo es polvo de Zinc
	Cátodo O <sub>2</sub> del aire

Fuentes: Leonelli (2011) Castro, Melo, Martínez, Beltrán, & Bonilla (2012)

### 3.3. Proceso de Fabricación

La mayoría de las materias primas empleadas en la fabricación de acumuladores o baterías “suelen ser transformadas por terceros antes de su utilización en el montaje” (Smith, 1998, pág. 2). El proceso se muestra en la Figura 5.

Según Smith (1998, pág. 5) “existen claras diferencias en la fabricación de los diferentes tipos de baterías, tienen en común los procesos de pesaje, trituración, mezcla, compresión y secado de los ingredientes. En las modernas fábricas de baterías, muchas de estas operaciones se hacen en recintos aislados (con equipos herméticos) y están muy automatizadas. Por consiguiente, puede producirse exposición de los trabajadores a los diversos ingredientes durante su pesaje y carga y durante la limpieza de los equipos”.

Aunque Smith también menciona que “en las fábricas más antiguas, muchas de las operaciones de trituración, mezcla y otras, o bien el paso de los ingredientes de una etapa a otra del proceso, se realizan manualmente” (Smith, 1998, pág. 5).

Para clasificar las instalaciones se deben tener en cuenta algunos criterios:

- La configuración, definida por sus componentes y la conexión entre los mismos
- La aplicación a que vaya a ser destinada

- El carácter público, doméstico, industrial o recreativo de la utilización de la instalación
- Tensión de trabajo de la instalación (Medina, 2010, pág. 2).

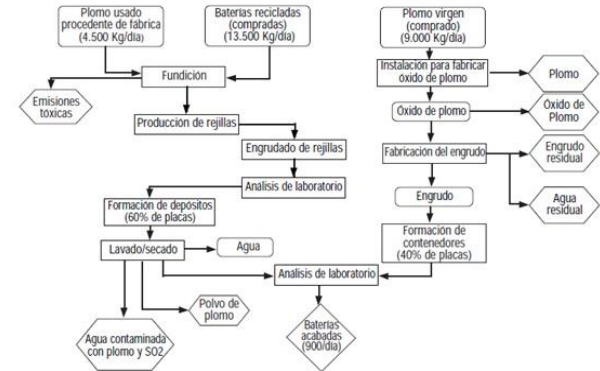


Figura 5. Proceso de fabricación de baterías tipo plomo-ácido Fuente: (Ministerio de Medio Ambiente España (2012, pág. 1)

Aunque Smith también menciona que “en las fábricas más antiguas, muchas de las operaciones de trituración, mezcla y otras, o bien el paso de los ingredientes de una etapa a otra del proceso, se realizan manualmente” (Smith, 1998, pág. 5).

Para clasificar las instalaciones se deben tener en cuenta algunos criterios:

- La configuración, definida por sus componentes y la conexión entre los mismos
- La aplicación a que vaya a ser destinada
- El carácter público, doméstico, industrial o recreativo de la utilización de la instalación
- Tensión de trabajo de la instalación (Medina, 2010, pág. 2).

#### 3.4. *Mantenimiento (del acumulador y del sistema de carga)*

Las baterías presentan deterioro por varias razones, dentro de las que se encuentran el tiempo de uso y el pobre mantenimiento.

El deterioro generado por el tiempo de uso se debe a que “la repetición del ciclo de carga y descarga desgasta lentamente el material activo de las placas, hasta que se llega al punto en que la superficie de la placa disponible para que se lleve a cabo la reacción con el electrolito no es suficiente para restaurar al acumulador su capacidad total”. (Gonher Autopartes, 2010, pág. 14).

Por otro lado, es importante tener en cuenta algunas recomendaciones que son útiles para prevenir el deterioro de las baterías

- Mantener el lugar donde se coloquen las baterías entre 15 y 25 grados. El frío ralentiza las operaciones tanto de carga como de descarga. El calor por su parte, aumenta la evaporación del agua del electrolito, y promueve la oxidación de las placas positivas.
- Siempre que sea posible, fijar bien las baterías, evitando su movimiento.
- Mantener los terminales de conexión, limpios, apretados (no en exceso) y seca la carcasa de la batería.
- Mantener el nivel del electrolito adecuado, añadiendo agua destilada en caso de necesidad, evitando tanto dejar las placas al aire como el llenado excesivo que provoque el desbordamiento del electrolito.
- Evitar la descarga completa de las baterías.
- Calcular adecuadamente las baterías que se necesitan en la instalación, para evitar darles un uso excesivo que límite su vida útil.
- Comprobar el funcionamiento del Cargador de la Batería; las cargas excesivas o insuficientes pueden disminuir su vida útil.
- Evitar siempre que se pueda las cargas rápidas de las baterías, las hacen sufrir mucho.
- Comprobar que no hay diferencias de carga entre las distintas celdas de la batería, y si fuera así, efectúe una carga de nivelación (Aviram, 2007, págs. 40-41).

El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2009) propone un esquema que permite realizar un mantenimiento preventivo de los equipos con el fin de minimizar los costos y los riesgos; que se presenta en la Tabla 2.

Adicionalmente la mayoría de los fabricantes de baterías, tienen *Guías de Usuario* que normalmente incluyen guías de instalación, mantenimiento preventivo, almacenamiento, reciclaje y en algunos casos “Problemas y soluciones” específicos de los equipos que comercializan (Trojan Battery Company, 2008) y (Guía para Prueba de Baterías, 2004).

El diagnóstico del funcionamiento de las baterías se recomienda:

- Comprobación visual exterior de las conexiones, cargador, etc.
- Comprobación de fugas al exterior del electrolito
- Comprobación del nivel del electrolito. (No dejar al aire parte de las placas)
- Comprobación de la densidad del electrolito. Debe comprobarse tanto el valor de cada celda, como que los valores entre celdas no sean dispares.
- Comprobación de partículas de suciedad u otras en el electrolito.
- Efectuar una pequeña prueba de descarga y voltaje (Aviram, 2007, pág. 44)

Es importante tener en cuenta que existen variaciones del procedimiento, dependiendo el tipo específico de batería que se va a evaluar. En cuanto a los usos de las baterías, de acuerdo con los materiales con los cuales están fabricadas se pueden clasificar como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 2. Pasos preventivos para el mantenimiento preventivo de los equipos

Pasos	Procedimiento
1	Asignación de responsable Designe una persona responsable del mantenimiento de todos los equipos y maquinaria de la empresa, que será el encargado de velar por el cumplimiento de los estándares de mantenimiento.
2	Inventario Realice un inventario de máquinas y equipos y asignar un código de identificación con el fin de reconocerla y unificar nombres en los registros de mantenimiento.
3	Revisión de fichas técnicas o catálogo Consulte la ficha técnica o catálogo de cada equipo para conocer sus necesidades y periodicidad de mantenimiento.
4	Hoja de vida Realice una hoja de vida de cada equipo
5	Programa y cronograma Diseñe un programa y un cronograma para el mantenimiento de cada equipo

Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2009, pág. 41)

Tabla 3. Usos de las baterías según el material de fabricación

Materiales	Usos
Plomo-ácido	Automoción (batería de arranque), tracción, industriales (energía fotovoltaica)
Níquel-Hierro	Juguetes, equipos estéreos, cámaras fotográficas
Pila Alcalina	Equipos electrónicos
Alcalinas de Manganeseo (Mn)	Grabadoras portátiles, juguetes con motor, flashes electrónicos
Níquel-Cadmio	Computadores celulares
Níquel-Hidruro metálico (Ni-MH)	Vehículos de propulsión totalmente eléctrica, vehículos híbridos
Iones de Litio (Li-ion)	Teléfonos móviles, agendas electrónicas, ordenadores portátiles y lectores de música
Polímero de Litio (LiPo)	Productos de la marca Apple®
Pila Oxido de Mercurio y de óxido de plata	Prótesis de oído

Fuente: Universidad Técnica Federico Santa María. (2010)

Tabla 4. Ventajas del reciclaje de baterías usadas y desechos de plomo

Ventaja	Descripción
Protección de recursos naturales	Al fabricar productos con materiales reciclados, se puede conservar la tierra y disminuir las explotaciones mineras
Economía de energía	La fabricación de una batería reciclada exige menos energía.
Conservación de agua y aire limpios	En la mayoría de los casos, la fabricación con materiales reciclados produce menos contaminación de aire y agua
Conservación de la capacidad de vertederos sanitarios	Se conserva la capacidad de vertederos sanitarios, ya que estos no son eliminados en vertederos o incineradores
Ahorro de dinero y creación de trabajos	La industria de reciclaje y los procesos afines crean muchas más oportunidades laborales. Además el reciclaje suele ser la opción de manejo de residuos menos costosa.

Fuente: Hernández (Manejo Ambientalmente Adecuado de Baterías Ácido-plomo Usadas en Centroamérica y el Caribe Diagnóstico de El Salvador, 2002, pág. 10)

### 3.5. Acumuladores de Energía Solar

El uso de la energía solar ha surgido como una de las respuestas a las necesidades de la humanidad de disminuir las emisiones de gases (de efecto invernadero) y a llevar energía a eléctrica (principalmente) a los lugares que no tienen conexión a las redes de electricidad (Llopis & Rodrigo, 2008, pág. 33).

Los sistemas de energía fotovoltaica, comúnmente se encuentran en lugares aislados que no tiene conexión a las redes de electricidad, lo que determina una de las formas de instalación. Pero actualmente existe la posibilidad de suministrar la energía producida por los paneles solares a las redes de electricidad (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio; IDAE; GREENPEACE, 2010, pág. 6).

Es necesario poder acumular parte de la energía solar producida durante las horas de insolación, pues el consumo de energía varía a través de las horas del día. Los acumuladores de energía solar, permiten suministrar energía en baja insolación (periodos de lluvia o nubosidad) o nula insolación (noche) (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio; IDAE; GREENPEACE, 2010).

### 3.6. Impacto Ambiental

Como se observa en la Tabla 6, es ventajoso y productivo el reciclaje de baterías, ya que éstas están “compuestas por sustancias altamente contaminantes y tóxicas como son los metales pesados: Zinc, Cadmio, Mercurio, Plomo, Níquel, etc. Los metales pesados son sustancias muy persistentes en el medio ambiente al no ser degradables ni química ni biológicamente, por lo que permanecen en el medio, incorporándose a las cadenas tróficas y acumulándose en los tejidos de los seres vivos hasta alcanzar niveles tóxicos. Los residuos de las pilas y acumuladores se clasifican, por tanto, como residuos peligrosos para la salud y el medio ambiente” (Castro, Melo, Martínez, Beltrán, & Bonilla, 2012, pág. 187).

El problema de contaminación se inicia cuando las baterías son descartadas de forma inadecuada, enterradas, en predios baldíos, en los ríos, etc. (Rey, 2004). Esto se debe al desconocimiento por parte de las personas acerca de los riesgos que esto implica. Estas razones hacen importante los programa de recolección de baterías en desuso y de ser posible reciclarlas (Rey, 2004).

Según Castro, Melo, Martínez, Beltrán, & Bonilla (2012, pág. 187) el proceso de reciclaje de pilas y baterías consiste en trituración de las baterías (excepto las pilas de botón). De la trituración se obtienen: “escoria férrica y no férrica, papel, plástico y polvo de pila”. El material triturado “se introduce en un destilador que se calienta hasta la temperatura adecuada para su posterior condensación, permitiendo la obtención del



mercurio con un elevado grado de pureza (96%)” (Castro, Melo, Martínez, Beltrán, & Bonilla, 2012, pág. 187).

El polvo de pila, sigue un proceso que permite recuperar los metales que contiene. Mientras las pilas de botón, también sufre un proceso de destilación para obtener el mercurio. Los otros componentes de las pilas pueden ser aprovechados por la industria metalúrgica; pero las pilas que van a tener este destino deben contener menos de 5ppm de mercurio (Castro, Melo, Martínez, Beltrán, & Bonilla, 2012).

### 3.7. Riesgos Profesionales

Es importante tener en cuenta que no solo disponer de forma inadecuada de las baterías genera inconvenientes. También el proceso de fabricación de las baterías puede generar problemas. En la fabricación los problemas más importantes son para las personas que manipulan los distintos materiales de fabricación de las baterías (Smith, 1998).

Según Smith (1998, pág. 5) que “En las fábricas más antiguas, muchas de las operaciones de trituración, mezcla y otras, o bien el paso de los ingredientes de una etapa a otra del proceso, se realizan manualmente. En estos casos, el riesgo de inhalación de polvo o de contacto cutáneo con sustancias corrosivas es alto. Entre las precauciones que deben tomarse en las operaciones que producen polvo cabe citar el aislamiento total y la mecanización de la manipulación y el pesaje de los distintos tipos de polvo, el empleo de ventilación aspirante local, la

limpieza diaria (fregar y/o aspirar) de los suelos y la utilización de mascarillas respiratorias y otros equipos de protección individual durante las operaciones de mantenimiento”.

El ruido es otro de los riesgos a los que están expuestas las personas que trabajan en el proceso de fabricación de baterías, “ya que las máquinas de compresión y empaquetado lo producen. Es esencial que existan métodos de control del ruido y programas de conservación de la capacidad auditiva” (Smith, 1998, pág. 5).

Como en la mayoría de los procesos industriales el aislamiento y los distintos dispositivos de protección cutánea y ocular son muy importantes. Pues “Los electrolitos que se utilizan en muchas baterías contienen hidróxido de potasio, que es un material corrosivo (...) También puede haber exposición a las partículas de metales tóxicos, como el óxido de cadmio, el mercurio, el óxido de mercurio, el níquel y sus compuestos y el litio y sus compuestos, que se utilizan como ánodos o cátodos en determinados tipos de baterías” (Smith, 1998, pág. 5).

Smith (1998, pág. 5) también menciona que “El litio es un metal muy reactivo, por lo que el montaje de pilas de litio ha de realizarse en un ambiente seco a fin de evitar que el litio reaccione con el vapor de agua. El dióxido de azufre y el cloruro de tionilo, utilizados en algunas pilas de litio, comportan riesgos respiratorios. El hidrógeno, gas utilizado en las pilas de níquel-hidrógeno, comporta riesgos de incendio y explosión. Estos

materiales, así como los que se utilicen en las pilas de nuevo diseño, requerirán precauciones especiales“.

### 3.8. Uninterrupted Power Source (UPS)

Las UPS consisten en una batería y un circuito, que cuando se va la corriente, mantiene prendidos durante un tiempo los equipos que están conectados a ella (Ferro & Pinares, 2004). Dependiendo del tamaño de la batería que usa la UPS, varía el tiempo que pueden mantener prendidos los equipos. Existen UPS que pueden durar 20 minutos y otras que pueden durar días (Ferro & Pinares, 2004).

En el mercado existen distintos tipos de UPS con distintas ventajas. Dentro de los tipos de UPS más comunes están: (Rasmussen, 2004)

- Standby
- Línea interactiva
- Standby-Ferro
- On line de doble conversión
- On line de conversión delta

Debido a que existen en el mercado varias opciones de UPS, es importante determinar cuál sistema tiene las mejores características dependiendo de los requerimientos.

El efecto memoria es “un efecto en el que cada recarga se limita el voltaje o la capacidad (a causa de un tiempo largo, una alta

temperatura, o una corriente elevada), recudiendo la capacidad de almacenar energía, al crearse cristales en el interior de la batería”. (Leonelli, 2011, pág. 10)

## BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, C. (31 de Octubre de 2012). *Normatividad sobre Vehículos Eléctricos*. Recuperado el 21 de Mayo de 2013, de <http://www.cidet.org.co/>: [http://www.cidet.org.co/sites/default/files/documentos/uiet/normatividad\\_sobre\\_vehiculos\\_electricos.pdf](http://www.cidet.org.co/sites/default/files/documentos/uiet/normatividad_sobre_vehiculos_electricos.pdf)
- André, F. C., & Cerdá, E. (2012). *Las energías renovables en el ámbito internacional*. Recuperado el 8 de Mayo de 2013, de [www.revistasice.com](http://www.revistasice.com/): [http://www.revistasice.com/CachePDF/CICE\\_83\\_\\_\\_810091ECBB9FCF682FD9E12C77FAB6D.pdf](http://www.revistasice.com/CachePDF/CICE_83___810091ECBB9FCF682FD9E12C77FAB6D.pdf)
- Aviram, S. (Diciembre de 2007). *USO DE BATERÍAS EN COSTA RICA*. Recuperado el 21 de Mayo de 2013, de <http://eie.ucr.ac.cr/>: [http://eie.ucr.ac.cr/uploads/file/proybach/pb07\\_IL/pb0706t.pdf](http://eie.ucr.ac.cr/uploads/file/proybach/pb07_IL/pb0706t.pdf)
- Castro, E., Melo, H., Martínez, L., Beltrán, N., & Bonilla, F. (2012). *Seminario de investigación en Eenergía, Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Recuperado el 21 de Mayo de 2013, de [www.uis.edu.co](http://www.uis.edu.co/): [https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CDsQFjAA&url=http%3A%2F%2F repositorio.uis.edu.co%2Fjspui%2Fbitstream%2F123456789%2F6072%2F2%2F143284.pdf&ei=D1yeUYWqMJLm9gS\\_kICgDQ&usq=AFQjCNF6KjYrAHXhL46S8W1NVgetEjMHsg&sig2=NM3pgRAR](https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CDsQFjAA&url=http%3A%2F%2F repositorio.uis.edu.co%2Fjspui%2Fbitstream%2F123456789%2F6072%2F2%2F143284.pdf&ei=D1yeUYWqMJLm9gS_kICgDQ&usq=AFQjCNF6KjYrAHXhL46S8W1NVgetEjMHsg&sig2=NM3pgRAR)
- Codensa; Emgesa. (12 de Agosto de 2010). *CODENSA Y EMGESA: EMPRESAS PIONERAS EN EL USO DE BICICLETAS ELÉCTRICAS EN COLOMBIA*. Recuperado el 21 de Mayo de 2013,

- de [www.andesco.org.co: http://www.andesco.org.co/site/assets/media/Boletin\\_Codensa\\_001.pdf](http://www.andesco.org.co/site/assets/media/Boletin_Codensa_001.pdf)
- Endesa. (2 de Noviembre de 2011). *Movilidad Eléctrica. Una Apuesta de futuro para el país*. Recuperado el 21 de Mayo de 2013, de [www.energiamayorista.com.co: http://www.energiamayorista.com.co/memorias2011/miercoles/Movilidad\\_Electrica\\_Endesa.pdf](http://www.energiamayorista.com.co/memorias2011/miercoles/Movilidad_Electrica_Endesa.pdf)
- Energy Management Agency. (2011). *Guía del Vehículo Eléctrico*. Recuperado el 21 de Mayo de 2013, de [www.cleanvehicle.eu: http://www.cleanvehicle.eu/fileadmin/downloads/Spain/Guida%20de%20vehiculo%20Electrico.pdf](http://www.cleanvehicle.eu/fileadmin/downloads/Spain/Guida%20de%20vehiculo%20Electrico.pdf)
- EPEC. (s.f.). *La historia de la electricidad. Alejandro Volta, inventor de la pila*. Buenos Aires: EPEC.
- Ferro, R., & Pinares, O. (Agosto de 2004). *La UPS*. Recuperado el 21 de Mayo de 2013, de [www.vitral.org: http://www.vitral.org/vitral/pdfs/info/info76.pdf](http://www.vitral.org/vitral/pdfs/info/info76.pdf)
- Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid; Energy Management Agency. (2011). *Guía del Vehículo Eléctrico*. Recuperado el 21 de Mayo de 2013, de [www.cleanvehicle.eu: http://www.cleanvehicle.eu/fileadmin/downloads/Spain/Guida%20de%20vehiculo%20Electrico.pdf](http://www.cleanvehicle.eu/fileadmin/downloads/Spain/Guida%20de%20vehiculo%20Electrico.pdf)
- Gonher Autopartes. (2010). *Manual técnico de Acumuladores*. Recuperado el 21 de Mayo de 2013, de [www.pro-one.com.mx: http://images/descargables/tips/bat\\_causas.pdf](http://images/descargables/tips/bat_causas.pdf)
- Sin Autor. Guía para Prueba de Baterías*. (2004). Recuperado el 21 de Mayo de 2013, de [www.megger.com: http://www.unitronics-electric.com/pdf/articulos/Battery\\_AG\\_es\\_V01.pdf](http://www.megger.com/pdf/articulos/Battery_AG_es_V01.pdf)
- Hanse, E., Glattke, T., & Stewart, M. (2008). *La eficiencia de la energía solar Baterías recargables para audífonos*. Recuperado el 21 de Mayo de 2013, de [http://www.solarear.com.br: http://www.solarear.com.br/solar/downloads/resumenespanhol.pdf](http://www.solarear.com.br/http://www.solarear.com.br/solar/downloads/resumenespanhol.pdf)
- Hernández, L. (26 de Julio de 2007). *Física (III): s.XIX, tecnología industrial*. Recuperado el 13 de Julio de 2012, de Ciencia on line: <http://www.cienciaonline.com/2007/07/26/siglo-xix-fisica-y-tecnologia-industrial/>
- Hernández, R. (Abril de 2002). *Manejo Ambientalmente Adecuado de Baterías Ácido-plomo Usadas en Centroamérica y el Caribe Diagnóstico de El Salvador*. Recuperado el 21 de Mayo de 2013, de [www.ilmc.org: http://www.ilmc.org/Basel%20Project/El%20Salvador/Project%20Reports/Spanish/m15\\_PROYECTO%20BATER%20CDAS%20ACIDO%20PLOMO\\_esa2.pdf](http://www.ilmc.org/Basel%20Project/El%20Salvador/Project%20Reports/Spanish/m15_PROYECTO%20BATER%20CDAS%20ACIDO%20PLOMO_esa2.pdf)
- Laboratorio Profeco. (2011). *¿Cuánto dura tu pila?* Recuperado el 21 de Mayo de 2013, de [http://revistadelconsumidor.gob.mx/: http://revistadelconsumidor.gob.mx/wp-content/uploads/2011/11/pilas.pdf](http://revistadelconsumidor.gob.mx/content/uploads/2011/11/pilas.pdf)
- Lebrija, J., & Güemes, D. (2010). *Reactivador de pilas*. México: Universidad de México.
- Leonelli, A. (2011). *Baterías y Pilas*. Recuperado el 21 de Mayo de 2013, de [www.tvgroup.com.ar: http://www.tvgroup.com.ar/pdf/10.pdf](http://www.tvgroup.com.ar/pdf/10.pdf)
- Llopis, G., & Rodrigo, V. (2008). *Guía de la Energía Geotérmica*. Recuperado el 8 de Mayo de 2013, de [www.uclm.es: http://www.uclm.es/cr/EUP-ALMADEN/aaaeupa/boletin\\_informativo/pdf/boletines/17/9.pdf](http://www.uclm.es/http://www.uclm.es/cr/EUP-ALMADEN/aaaeupa/boletin_informativo/pdf/boletines/17/9.pdf)
- MATRA Manufacturing & Services. (2004). *PREGUNTAS Y RESPUESTAS MÁS FRECUENTES BICICLETAS ELÉCTRICAS: MATRA*. Recuperado el 21 de Mayo de 2013, de [www.iberdrola.es: https://www.iberdrola.es/webibd/gc/prod/es/doc/preguntas\\_bicicleta.pdf](https://www.iberdrola.es/webibd/gc/prod/es/doc/preguntas_bicicleta.pdf)
- Medina, J. (2010). *Capítulo 4 Cálculo de Instalaciones Fotovoltaicas*. Recuperado el 22 de Mayo de 2013, de [www.fpbollullos.es: http://www.fpbollullos.es/](http://www.fpbollullos.es/)

- [http://www.fpbollulos.es/jmgelectronika/TEMARIO/Instalaciones\\_Solares\\_Fotovoltaicas\\_cap4.pdf](http://www.fpbollulos.es/jmgelectronika/TEMARIO/Instalaciones_Solares_Fotovoltaicas_cap4.pdf)
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial . (2009). *PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA Y BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES -Fabricación y reciclaje de baterías*. Recuperado el 21 de Mayo de 2013, de <http://www.aredigital.gov.co/>: [http://www.aredigital.gov.co/ProduccionLimpia/Documents/C1%20%20Bater%20Transporte/Manual\\_PL\\_Fabricacion\\_Reciclaje\\_Baterias.pdf](http://www.aredigital.gov.co/ProduccionLimpia/Documents/C1%20%20Bater%20Transporte/Manual_PL_Fabricacion_Reciclaje_Baterias.pdf)
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio; IDAE; GREENPEACE. (2010). *Solarízate Profesor. Energíasolar para nuestra vida cotidiana*. Recuperado el 21 de Mayo de 2013, de [www.solarizate.org](http://www.solarizate.org/): <http://www.solarizate.org/pdf/castellano/profesor/PROFESOR.pdf>
- Ministerio de Medio Ambiente España. (2012). *Diagnóstico de prevención de la contaminación en un fabricante de baterías para coches*. Recuperado el 21 de Mayo de 2013, de <http://www.istas.net/>: [http://www.istas.net/risctox/gestion/estructuras/\\_3497.pdf](http://www.istas.net/risctox/gestion/estructuras/_3497.pdf)
- Moragues, J., & Rapallini, A. (2003). *Energía Eólica*. Recuperado el 21 de Mayo de 2013, de <http://www.iae.org.ar/>: [http://www.iae.org.ar/renovables/ren\\_eolica.pdf](http://www.iae.org.ar/renovables/ren_eolica.pdf)
- Núñez, I. (Mayo de 2012). *Implantación de un Sistema Público de Bicicletas Eléctricas en la Ciudad de Madrid*. Recuperado el 21 de Mayo de 2013, de [www.iit.upcomillas.es](http://www.iit.upcomillas.es/): <http://www.iit.upcomillas.es/pfc/resumenes/4fcbd821d1ca8.pdf>
- Patterson, P., Tomita, T., Lovins, A., Scheer, H., Poppe, M., Macedo, I., . . . E. (2006). *Nuestro Planeta (La revista del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Tomo 16 No 4)*. Recuperado el 8 de Mayo de 2013, de [www.unep.org](http://www.unep.org/): [http://www.unep.org/PDF/OurPlanet/op\\_spanish\\_16v4.pdf](http://www.unep.org/PDF/OurPlanet/op_spanish_16v4.pdf)
- Rasmussen, N. (2004). *Diferentes tipos e sistemas UPS*. Recuperado el 21 de Mayo de 2013, de <http://www.fasor.com.sv/>: [http://www.fasor.com.sv/whitepapers/whitepapers/Whitepapers%20de%202010/Diferentes\\_tipos\\_de\\_sistemas\\_de\\_UPS.pdf](http://www.fasor.com.sv/whitepapers/whitepapers/Whitepapers%20de%202010/Diferentes_tipos_de_sistemas_de_UPS.pdf)
- Rey, J. (2004). *Diagnostico Ambiental de las Baterías usadas em Vehículos terrestres en el municipio de Bucaramanga. Tesis para obter al título de Especialista en Ingeniería Ambiental*. Bucaramanga, Santander, Colombia: Universidad Industrial de Santander. Recuperado el 2013
- Smith, N. (1998). *Aparatos y Equipos Electronicos*. Recuperado el 21 de Mayo de 2013, de <http://www.insht.es/>: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo3/81.pdf>
- Trojan Battery Company. (2008). *GUÍA PARA EL USUARIO DE BATERÍAS TROJAN*. Recuperado el 21 de Mayo de 2013, de [www.trojanbattery.com](http://www.trojanbattery.com/): [http://www.trojanbattery.com/tech-support/documents/usersguide\\_spanish\\_0708.pdf](http://www.trojanbattery.com/tech-support/documents/usersguide_spanish_0708.pdf)
- Universidad Técnica Federico Santa María. (2010). *Tecnología de las Baterías*. Recuperado el 21 de Mayo de 2013, de [www2.elo.utfsm.cl](http://www2.elo.utfsm.cl/): <http://www2.elo.utfsm.cl/~elo383/apuntes/PresentacionBaterias.pdf>
- Velandia, E. (Marzo de 2010). *Energía Eléctrica. Alternativa energética para un trasporte urbanos sustentable en Colombia*. Recuperado el 21 de Mayo de 2013, de <http://www.andesco.org.co/>: [http://www.andesco.org.co/site/assets/media/camara/energia/Documentos/CODENSA\\_Traccion\\_Electrica\\_ANDESCO.pdf](http://www.andesco.org.co/site/assets/media/camara/energia/Documentos/CODENSA_Traccion_Electrica_ANDESCO.pdf)

## AUTOR



Fernando Antonio *PADRÓN JABIB*, nacido en Montería, Colombia; egresado próximo a graduarse del programa Ingeniería Electrónica; diplomatura en Gestión y evaluación de proyectos en la Universidad Pontificia Bolivariana (2008); cursos para certificación en redes CCNA en la Universidad Nacional de

Colombia (Medellín, 2009); asistente en la administración de redes de datos en la EIA (2010); administrador de mesa de ayuda y soporte técnico en la EIA (2012); auditor de PDV Claro en Logytech Mobile S.A.S (2013).