

**ruta**<sup>n</sup>

**MEDELLÍN**

CENTRO DE INNOVACIÓN Y NEGOCIOS

EL LUGAR  
DONDE SE  
**POTENCIA  
LA INNOVACIÓN**



[WWW.RUTANMEDELLIN.ORG](http://WWW.RUTANMEDELLIN.ORG)

une epm®

Medellín  
todos por la vida

**ruta**<sup>n</sup>

MEDELLÍN  
CENTRO DE INNOVACIÓN Y NEGOCIOS

EL LUGAR  
DONDE SE  
**POTENCIA  
LA INNOVACIÓN**



WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

# OBSERVATORIO CT+i



une epm<sup>®</sup>

  
Medellín  
todos por la vida

# LICENCIA



Informe: Mercado de Energía, Área de oportunidad Almacenamiento de energía eléctrica por [Corporación Ruta N](#) se distribuye bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](#)

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Sugerimos se referencie el documento de la siguiente forma:

Corporación Ruta N (2015). *Observatorio CT+i: Informe No. 1 Área de oportunidad en Almacenamiento de energía eléctrica*. Recuperado desde [www.brainbookn.com](http://www.brainbookn.com)

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



EJECUTA

tecnnova

conectamos universidad • empresa • estado



TECNOVA,  
LÍDER DE LA  
RED DE  
INTELIGENCIA  
COMPETITIVA

APOYA

RED DE  
INTELIGENCIA  
COMPETITIVA



UNIVERSIDAD  
DE ANTOQUIA  
1803



*Ser. Saber y Servir*



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE COLOMBIA

UNIVERSIDAD  
**EAFIT**<sup>®</sup>



Institución Universitaria



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN



Universidad  
Pontificia  
Bolivariana

# OBSERVATORIO CT+i



INFORME N° 1

FECHA: Febrero 2015

**AVANCE**  
MERCADO DE:

**ENERGÍA**

**ÁREA**  
DE OPORTUNIDAD

Almacenamiento de  
energía eléctrica



**ruta**  
MEDELLÍN  
CENTRO DE INNOVACIÓN Y NEGOCIOS

EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN.....  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

**DESARROLLA  
EL ESTUDIO**



**Universidad  
Pontificia  
Bolivariana**

**ASESORA**



**UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE COLOMBIA**  
SEDE MEDELLÍN

Lidera



EL LUGAR  
DONDE SE  
**POTENCIA  
LA INNOVACIÓN**  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta



Apoya: Red de Inteligencia Competitiva



# PARTICIPANTES

El estudio de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva del área de oportunidad de Almacenamiento de Energía fue desarrollado por la **Universidad Pontificia Bolivariana** en el cual los participantes asumieron los siguientes roles:

**Metodólogo:** Asesora con la metodología de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva diseñada para el proyecto Observatorio CT+i y definida por la Red de Vigilancia Tecnológica de la ciudad. Adicionalmente coordina dentro de cada institución los ejercicios realizados.

**Vigía:** Encargado de recopilar de fuentes primarias y secundarias los datos e información relacionada con el área de oportunidad estudiada. Adicionalmente, realiza con expertos temáticos y asesores el análisis de la información recopilada y la consolidación de los informes del estudio de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva.

**Experto Temático:** Participa en las etapas de análisis y validación de la información recopilada por el vigía. Adicionalmente, orienta y da lineamientos del estudio de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva realizado.

El estudio contó con la participación de la **Universidad Nacional Sede Medellín**, desempeñando el papel de institución asesora con las siguientes actividades:

**Asesor:** Participa en el estudio de vigilancia tecnológica con asesorías puntuales, propone conclusiones de los hallazgos, recomendaciones y modificaciones.

# PARTICIPANTES



EL LUGAR  
DONDE SE  
**POTENCIA  
LA INNOVACIÓN**  
.....  
///////  
[WWW.RUTANMEDELLIN.ORG](http://WWW.RUTANMEDELLIN.ORG)



**Director del proyecto:**

Elkin Echeverri

**Coordinadores del proyecto:**

Samuel Urquijo

Jorge Suárez

**Expertos en Energía:**

Beatriz Castaño

Andrea Mancera

**Directores del proyecto:**

Andrés Felipe López

Oscar Eduardo Quintero

**Coordinadora del proyecto:**

Ana Catalina Duque

# PARTICIPANTES



**Universidad  
Pontificia  
Bolivariana**



**UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE COLOMBIA**  
SEDE MEDELLÍN

## Expertos temáticos:

Zulamita Zapata Benabithé  
Andrés Emiro Diez Restrepo

## Programa Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva:

Sandra María Bedoya Correa - Metodóloga  
Ana María Velásquez - Metodóloga  
Andrés Felipe Ávalos - Metodólogo  
Camilo Andrés Villarreal Rueda - Vigía  
Anderson Quintero Valencia - Vigía  
Leydi Johanna Rendón Castrillón - Vigía

## Asesor:

Rafael Esteban Ribadeneira

# ALCANCE DEL ÁREA DE OPORTUNIDAD

A continuación se presenta el alcance y foco del análisis. Este diagrama representa los temas priorizados en donde se hizo énfasis en el estudio de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva del área de oportunidad definida por expertos y asesores.

## Almacenamiento de energía eléctrica



### GENERALIDADES

- Tecnología de almacenamiento de energía y sistemas de baterías
- Mapa comparativo entre los sistemas de almacenamiento
- Línea de tiempo sintetizada con precedentes históricos y futuros avances tecnológicos en este campo

### MERCADO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS

En esta sección se presentan los aspectos más relevantes del mercado global de baterías, los principales jugadores y tendencias en el mercado global. Además de esto se presentan:

- Tendencias y nichos del mercado.
- Información de la demanda de baterías.
- Casos reales de implementación, nacionales e internacionales

- Principales tendencias en investigación y desarrollo tecnológico
- Crecimiento en el número de publicaciones/patentes
- Nivel de madurez de los sistemas de almacenamiento de energía a partir de la producción científica (artículos) y de patentes

- Oportunidades para Medellín y la región, enfocadas a los sistemas de almacenamiento de energía basados en baterías.
- Descripción del enfoque dado a cada oportunidad.
- Capacidades requeridas y barreras potenciales de estas oportunidades

### MERCADO DE TECNOLOGÍA

### OPORTUNIDADES Y RETOS

Lidera:



EL LUGAR DONDE SE POTENCIA LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



# TABLA DE CONTENIDOS

Nº de diapositiva

Generalidades del área de oportunidad.....	13
<i>Visión general</i> .....	14
<i>Baterías</i> .....	15
<i>Diagrama de Ragone</i> .....	16
<i>Línea de tiempo</i> .....	17
Mercado de productos y servicios.....	18
<i>Aspectos clave/Crecimiento del mercado</i> .....	19
<i>Principales mercados</i> .....	21
<i>Análisis de productos, servicios y tecnologías</i> .....	22
<i>Tendencias de mercado</i> .....	23
<i>Tendencias de productos y servicios</i> .....	24
<i>Principales jugadores del mercado</i> .....	25
<i>Otros jugadores</i> .....	30
<i>Casos reales</i> .....	31
Conclusiones.....	36
Referencias.....	37
Mercado de Tecnología.....	41
<i>Tendencias tecnológicas emergentes</i> .....	42
<i>Nivel de madurez</i> .....	44
<i>Tendencias en investigación</i> .....	46
<i>Tendencias en desarrollo tecnológico</i> .....	47

Lidera:



Ejecuta:



# TABLA DE CONTENIDOS

N° de diapositiva

Líderes de desarrollo tecnológico.....	48
<i>Líderes en publicaciones científicas.....</i>	53
Conclusiones.....	57
Referencias.....	58
Referencias imágenes.....	60
Anexos artículos.....	62
Anexos patentes.....	63
Oportunidades y retos generales para el área de oportunidad.....	64
<i>Fabricación de baterías.....</i>	66
<i>Logística - industria liviana.....</i>	68
<i>Gestión de segunda vida útil de la batería.....</i>	70
<i>Almacenamiento de energías alternativas.....</i>	72
<i>Sistemas de baterías para transporte público y privado.....</i>	74
<i>Reciclaje de baterías.....</i>	76
<i>Banco de baterías como apoyo al sistema interconectado nacional.....</i>	78
Matriz de oportunidad.....	80
Recomendaciones.....	81
Validadores temáticos.....	83
Referencias .....	84

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



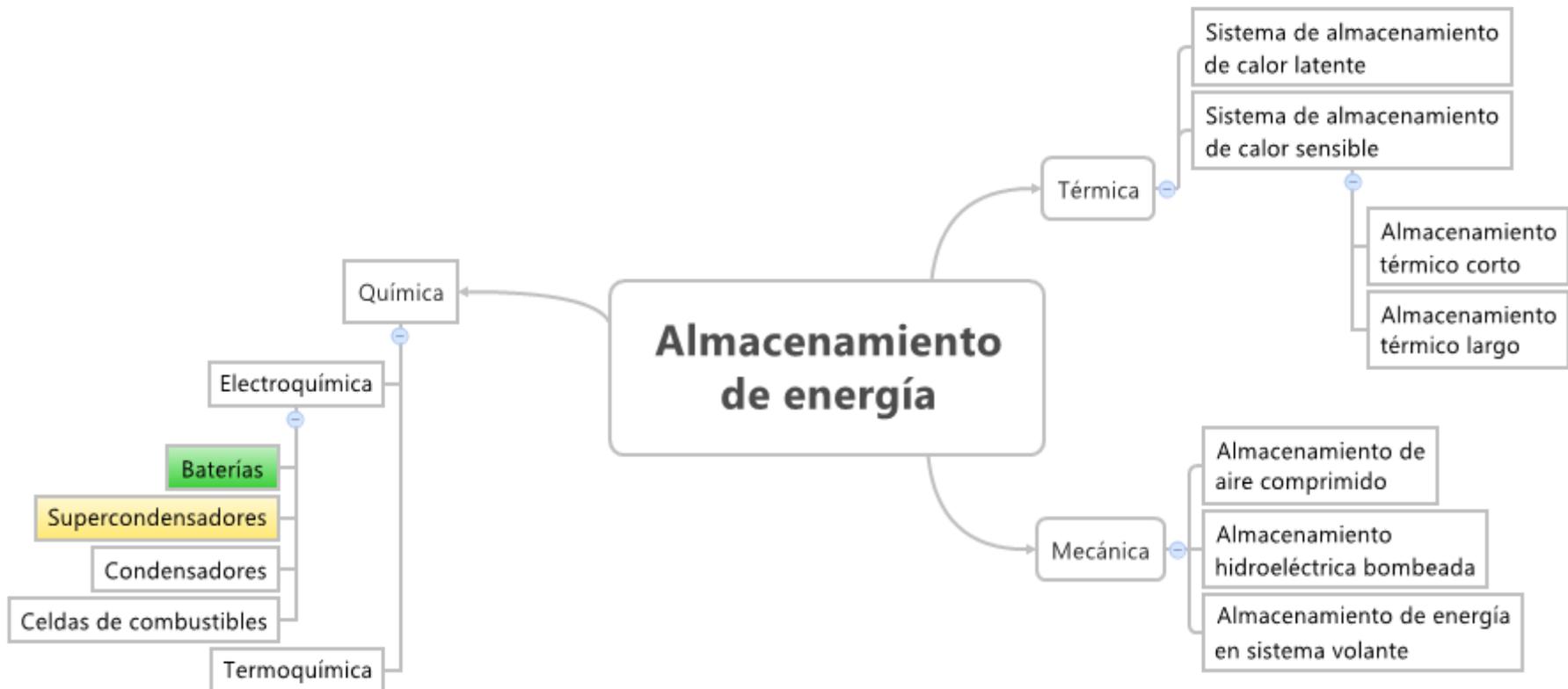
ENERGÍA

# 1. GENERALIDADES DEL ÁREA DE OPORTUNIDAD

A continuación se presenta una descripción del área de oportunidad con los aspectos más importantes de la temática y su evolución, especialmente en los últimos diez años y los puntos clave que vendrán a futuro, evidenciando los momentos o hitos más relevantes.



# VISIÓN GENERAL DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA, TIPOS DE ALMACENAMIENTO



Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

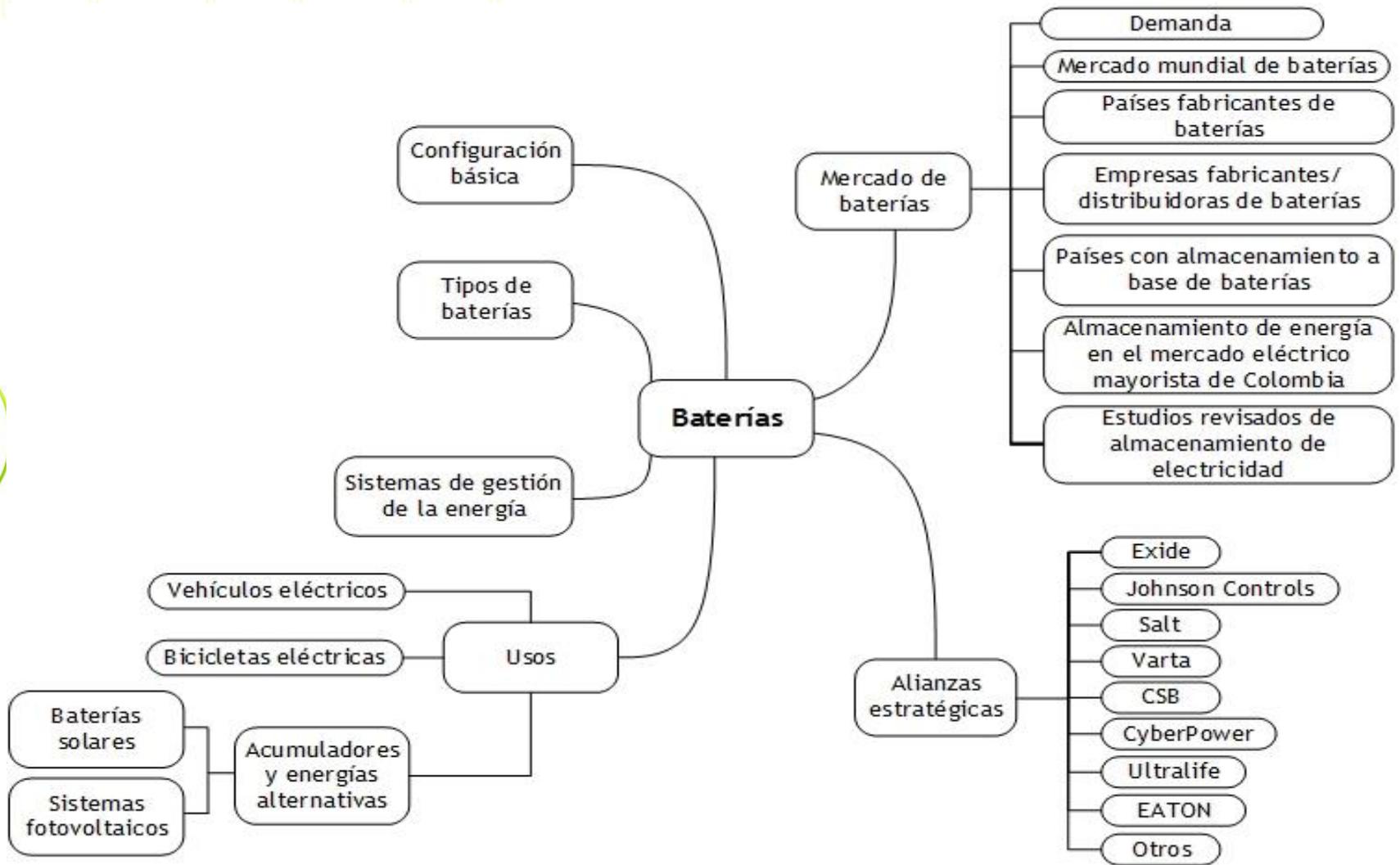
Ejecuta:



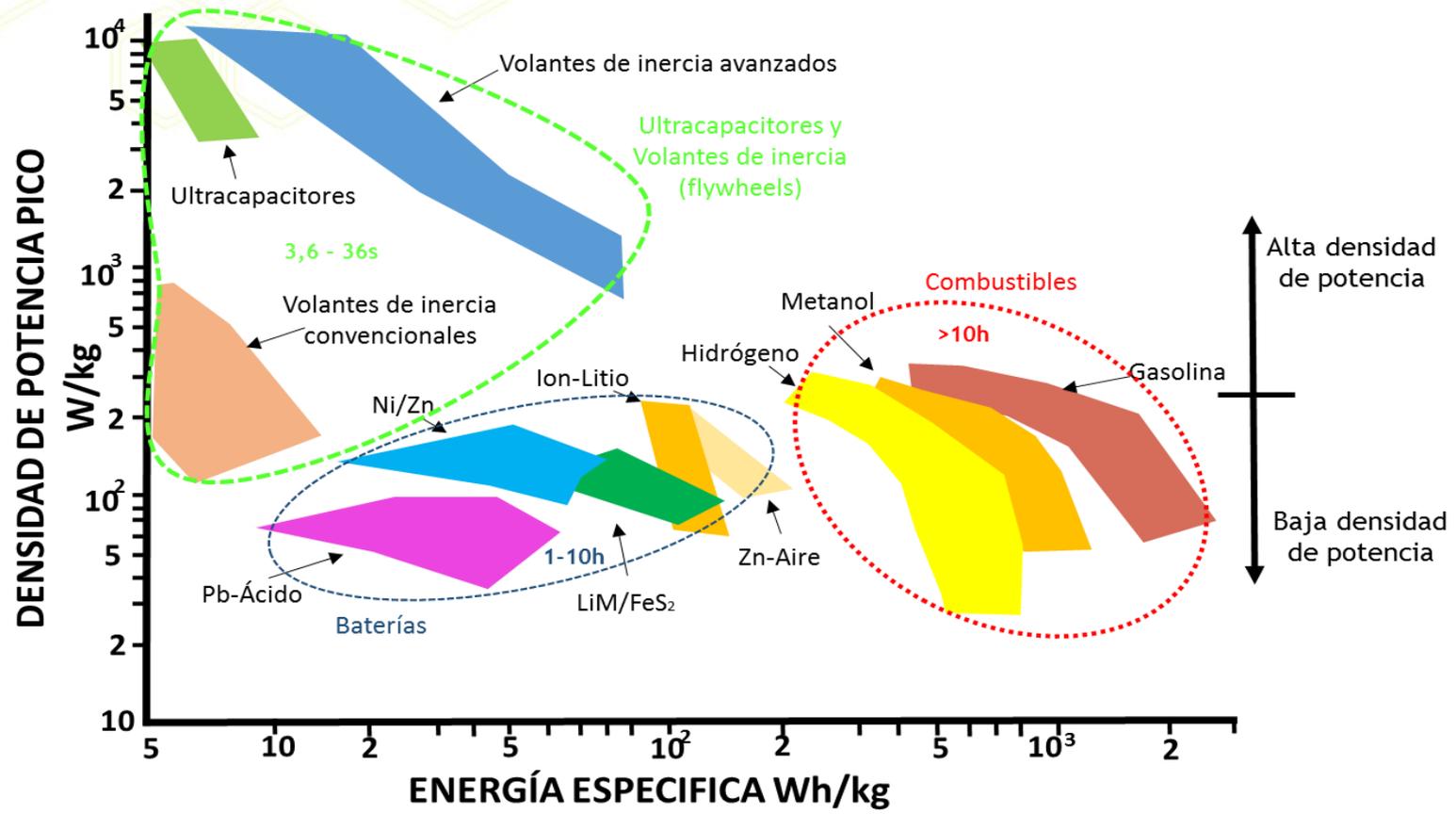
GENERALIDADES DEL ÁREA DE OPORTUNIDAD



# BATERÍAS (COMO SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA)



# DIAGRAMA DE RAGONE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA



El diagrama de Ragone ubica cada tecnología de acuerdo a su densidad gravimétrica de potencia (ordenadas) y densidad gravimétrica de energía (abscisa). El lugar ideal del diagrama de Ragone se encuentra en el lado superior derecho, donde se obtendría una gran cantidad de energía almacenada disponible a alta velocidad de carga / descarga, implicando una alta potencia. Los tiempos asignados corresponden al tiempo de entrega de la energía almacenada.

# LÍNEA DE TIEMPO

- Yet-Ming Chiang y tres socios fundaron la primera empresa de fabricación de baterías de iones de litio de manera masiva (A123).
- Baterías de polímero de litio se comenzaron a desarrollar.

2000

- Vehículos totalmente eléctricos logran regresar al mercado automotor con tendencia creciente en ventas.
- Apoyos financieros importantes por parte de los gobiernos de países industrializados en la tecnología de las baterías.
- Combinación de zinc-plata amplía los límites de almacenamiento de las baterías de litio.

2005

- Subvenciones e incentivos económicos para la producción de vehículos eléctricos, por parte de países industrializados.
- Apoyo gubernamental construyendo infraestructura de recargas públicas.
- Producción de baterías de automóviles eléctricos y tecnologías relacionadas.

2010

- El Premio Draper Prize por el desarrollo de la pila de litio.
- Integración masiva de energías renovables a la red eléctrica bajo sistemas de batería.
- Inicio en el diseño para la construcción de la mayor fábrica de baterías de ión litio en el mundo (Tesla).
- Baterías de ión litio de cargado rápido y vida útil de veinte años.
- Desarrollo de baterías solares y baterías de grafeno.
- Entrada al mercado colombiano de vehículos eléctricos (Mitsubishi y Renault).

2014

- Desarrollo de baterías de papel compuestas de celulosa (90%) y nanotubos de carbono (10%).
- 98% de Estados Unidos con cobertura de supercargadores.
- Smartphone con cuatro días de batería.
- Cargas de dispositivos móviles en menos de treinta segundos.

Futuro

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



GENERALIDADES DEL ÁREA DE OPORTUNIDAD



ENERGÍA

## 2. MERCADO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS

En este capítulo se evidencian aspectos claves del mercado global y nacional, haciendo énfasis en el comportamiento comercial a nivel de productos, servicios y tecnologías disponibles en el mercado y las tendencias de los mismos a nivel de oferta y demanda. Adicionalmente, los principales jugadores del mercado mundial, evidenciando sus productos, aplicaciones y casos reales que comprueban los resultados de este tipo de desarrollos.



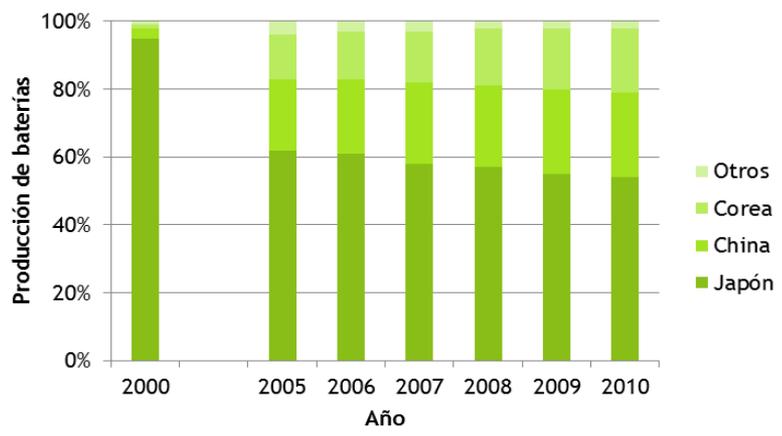
# ASPECTOS CLAVE

- La batería de ión litio es claramente la solución para muchas aplicaciones.
- Estados Unidos entra de lleno en el proyecto de carros eléctricos con la inauguración de una nueva planta para la fabricación de baterías de litio.

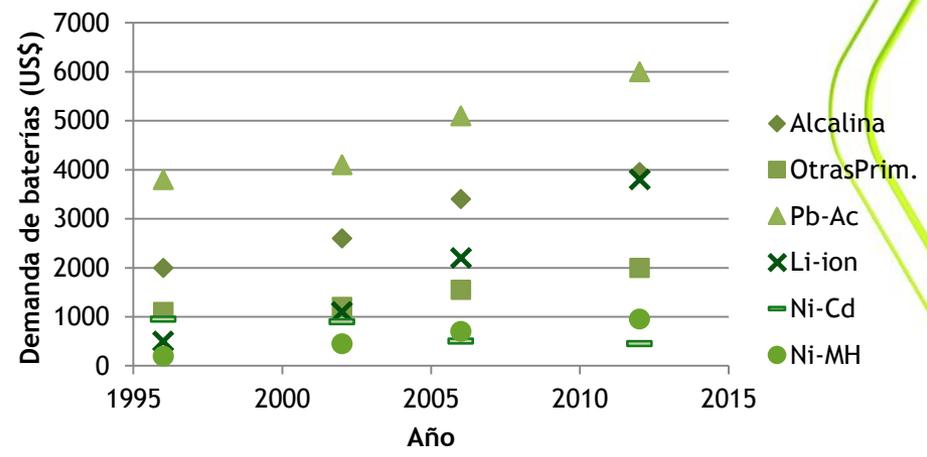
- Dispositivos móviles y portátiles como principales equipos de uso de baterías.
- Proyección del uso de baterías para tracción en automóviles.
- El crecimiento de las fuentes de generación renovable impulsa la demanda de baterías.

# CRECIMIENTO DEL MERCADO

## GLOBAL



**Conclusión:** La industria de las baterías está cada vez más consolidada. En la figura se observa que Japón lidera el mercado en la producción de baterías, mientras que el mercado chino se encuentra en crecimiento.



**Conclusión:** Las baterías plomo ácido poseen la mayor demanda a nivel mundial; sin embargo, las baterías de ión litio poseen una pendiente de crecimiento mayor. Las baterías de níquel hidruro se encuentran en una etapa de decaimiento, probablemente debido a los problemas ambientales y de autodescarga.

## ASPECTOS CLAVE

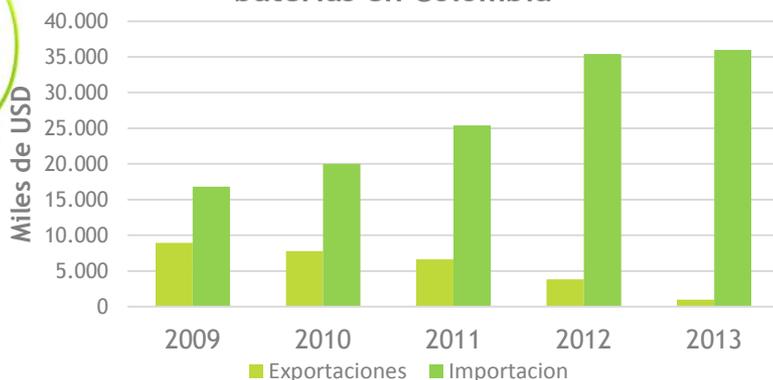
- El uso de baterías en zonas no interconectadas en Colombia es una opción para el mejoramiento de la prestación del servicio.
- Grupo Mac y Willard como marcas consolidadas en el mercado colombiano de baterías.
- En Colombia se producen y reciclan baterías de plomo ácido para vehículos, con la marca MAC-Johnson Controls.

- El Grupo MAC hace presencia en Colombia para la producción y tratamiento de baterías de plomo ácido.
- Tronex es otra marca colombiana que cuenta con una planta de producción de pilas primarias (no recargables).
- En Colombia no se han identificado yacimientos de litio como los encontrados en Argentina, Bolivia y Chile.
- En el 2000 el país consumió más de un millón de baterías producidas e importadas por más de 35 marcas.

## CRECIMIENTO DEL MERCADO

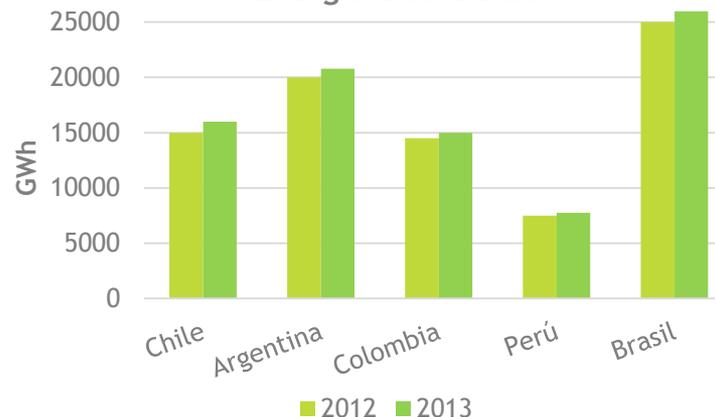
### LOCAL

Importación/Exportación de pilas y baterías en Colombia



**Conclusión:** la mayoría de países de la región no producen baterías sino que las importan. El mercado colombiano de baterías es dinámico y sus exportaciones de baterías pueden basarse en acuerdos políticos. Las importaciones de pilas y baterías en Colombia en el 2013 alcanzaron los 35 Millones de dólares.

Energía distribuida



**Conclusión:** la energía distribuida en 2013 por las empresas distribuidoras latinoamericanas participadas por Endesa ascendió a 84.823 GWh, con un aumento del 3,7% respecto al 2012. La energía distribuida es un indicio de la necesidad de implementación de baterías.

Lidera:

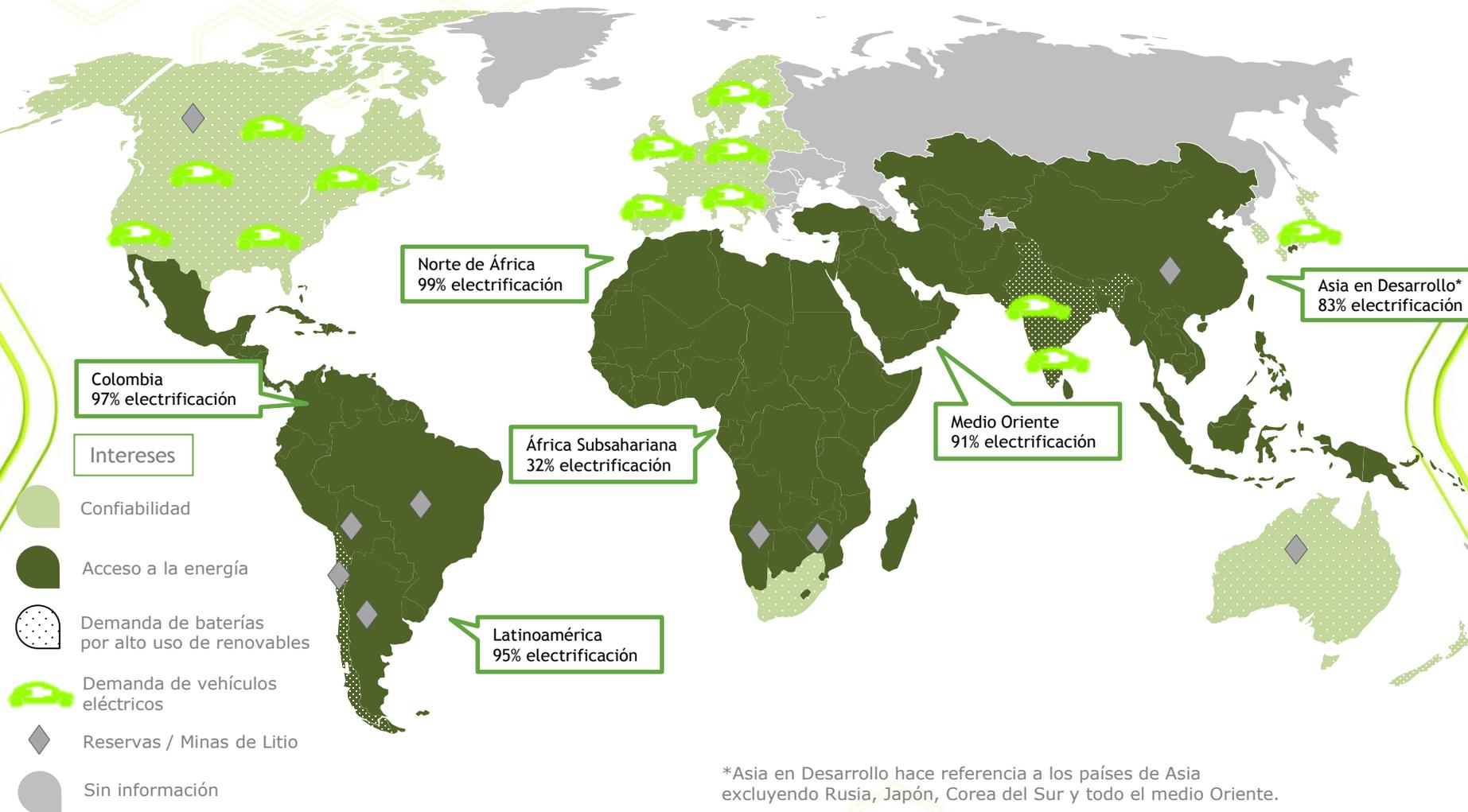


EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



# PRINCIPALES MERCADOS (motivantes de demanda de baterías)



\*Asia en Desarrollo hace referencia a los países de Asia excluyendo Rusia, Japón, Corea del Sur y todo el medio Oriente.

# ANÁLISIS DE PRODUCTOS, SERVICIOS Y TECNOLOGÍAS

## TIPOLOGÍA//

## DESCRIPCIÓN//

## APLICACIÓN//

### Ion litio (Li-ion)

Es una tecnología desarrollada vertiginosamente que ofrece una densidad de energía de tres veces la de una batería plomo ácido. Esta gran mejora viene dada por su bajo peso atómico 6,9 versus 209 para la de plomo. Su mayor barrera se basa en la química de intercalación de materiales.

- Teléfonos móviles.
- Agendas electrónicas.
- Ordenadores portátiles.
- Lectores de música.
- Automóviles eléctricos.
- Tracción eléctrica.



### Níquel-hidruro metálico (NiMH)

Es una extensión de la tecnología de NiCd, ofrece una mayor densidad de energía y el ánodo es hecho de metal hidruro evitando los problemas ambientales de la NiCd conservando muchas de sus limitaciones. Su mayor limitante se basa en los altos niveles de autodescarga.

- Tracción eléctrica.
- Primeros modelos de vehículos híbridos como Toyota Prius, Honda Insight.
- Transporte público en la ciudad de Niza (Francia).



### Baterías de plomo ácido

Imprescindible e insustituible, especialmente en automoción, pero también en muchas otras aplicaciones que exigen continuidad en el suministro de energía eléctrica. Aún presenta desarrollos considerables como las llamadas baterías avanzadas de plomo ácido.

- Automoción.
- Tracción.
- Industriales (energía fotovoltaica).
- Baterías para vehículos de combustión interna.



Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

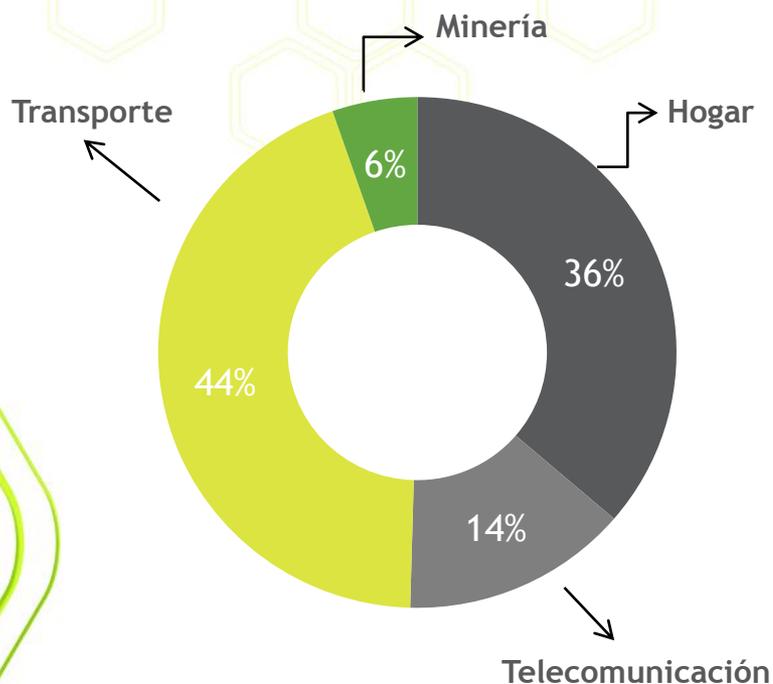
Ejecuta:



MERCADO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS



# TENDENCIAS DE MERCADO



1.

## Tiempo convencional de recarga

Adopción generalizada de un menor tiempo de recarga en cualquiera de los sistemas o nichos.

2.

## Disminución de precio y búsqueda de mayor densidad energética

Se espera que el precio disminuya por efecto de masificación e incremento de producción. Las baterías para vehículos eléctricos y en la mayoría de híbridos se caracterizan por la alta densidad energética y potencia en relación a su peso.

3.

## Disposición final: tratamiento y reciclaje

Compromiso requerido entre involucrados en la cadena logística (Estado, productores y consumidores).

4.

## Segunda vida útil

Las baterías usadas en los vehículos de tracción pueden ser reutilizadas en aplicaciones de energías renovables, donde el peso de las baterías no es un problema.

### Hogar

Sistema de almacenamiento de energía provenientes de paneles fotovoltaicos o micro-turbinas eólicas.

### Transporte

Vehículo eléctrico puro limitado a operación urbana. Tranvías y trolebuses con operación en tramos sin conexión a la red. Uso de vehículos eléctricos de rango extendido con motor de combustión.

### Minería

Baterías de alta capacidad y cargadores para la minería, junto con los controles de los pozos activos de extracción e iluminación de cavernas.

### Telecomunicación

La marca de computadores portátiles Apple usa actualmente la tecnología de las baterías de polímero litio en iPod o iPhone. También se encuentra en dispositivos como teléfonos móviles y PDAs.

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



MERCADO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS



# TENDENCIAS DE PRODUCTOS Y SERVICIOS

## TENDENCIA //

Ion litio para equipos electrónicos y vehículos eléctricos

Níquel-hidruro metálico perdiendo campo

Baterías de plomo ácido para vehículos de combustión y aplicaciones estacionarias

## PRODUCTO| SERVICIO //

Dispositivos móviles, computadoras y automóviles eléctricos de última generación. En el mercado existen dos tipos de baterías/pilas de litio: las primarias y las secundarias. Las primarias pueden llegar a ser peligrosas si al terminar su vida útil no se almacenan correctamente, provocando reacciones que la harían explotar.

Existen en el mercado gran cantidad de marcas como Energizer, Panasonic, Sanyo, Varta que venden estos productos. Los vehículos de propulsión totalmente eléctrica e híbridos se trasladan a baterías de ión litio.

Automoción (batería de arranque) y tracción. Aplicaciones estacionarias donde no es importante el peso de la batería, por ejemplo para aplicaciones de energías renovables.

## ATRIBUTOS //

- Poco efecto memoria. Se pueden cargar sin estar totalmente descargadas.
- Densidad de energía del orden de 110 a 160 Wh/kg.

- Poco efecto memoria. Se pueden cargar sin estar totalmente descargadas.
- Densidad de energía 80 Wh/kg.

- Proveen un buen nivel de corriente.
- Fácil fabricación.
- Son las más baratas del mercado.

## BENEFICIOS //

- Soportan hasta 5.000 ciclos de carga y descarga con capacidad residual de hasta el 80%.
- Potencia y durabilidad con aplicación en vehículos de propulsión.
- Posee menor impacto ambiental.

- Batería recargable.
- Los ciclos de carga varían desde los 500 hasta los 2.000.
- Permite reemplazar las baterías de cadmio, que son muy caras y que además representan un peligro para el medio ambiente.

- Disminución de costos.
- Baterías de ciclo profundo o de tracción (de uso diario con bajos esfuerzos).
- Estacionarias: generalmente se utilizan para suministrar energía en operaciones de control.

Lidera:



EL LUGAR DONDE SE POTENCIA LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTAMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



# PRINCIPALES JUGADORES DEL MERCADO

## EnerSys

Compañía japonesa líder global en soluciones de energía almacenada para aplicaciones industriales.

Complementa su línea de producción con baterías de tracción, baterías estacionarias y productos especializados con una gama completa de servicios integrados y sistemas.

Fabrica y distribuye baterías de reserva, de fuerza motriz y de defensa (*EnerSys*, 2014).



## PRODUCTOS Y SERVICIOS // PROGRAMAS E INVESTIGADORES



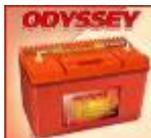
**Genesis**  
Batería para diferentes usos UPS, alarmas, carritos eléctricos, sillas eléctricas y lámparas.



**PowerSafe**  
UPS, seguridad y alarmas, iluminación de emergencia y golf.



**Cyclon**  
Larga vida útil, construcciones resistentes y recarga rápida.



**Odyssey**  
Proporcionan el doble de potencia total y tres veces la vida de las baterías.



**Data Safe**  
UPS, seguridad y alarmas, iluminación de emergencia y golf.

## CLIENTES // ALIADOS



# PRINCIPALES JUGADORES DEL MERCADO



## BYD

Compañía china especializada en tecnologías de investigación, automóviles y nuevas energías. BYD es el más grande proveedor de baterías recargables en el mundo y cuenta con el mayor mercado en baterías de níquel-cadmio y baterías de teléfonos móviles en ión litio. BYD posee una marca de automóviles y vehículos eléctricos, además del desarrollo de parques solares, baterías de estación de almacenamiento y tecnología LED (BYD, 2014).



## PRODUCTOS Y SERVICIOS // PROGRAMAS E INVESTIGADORES



**Energía solar**  
BYD ofrece un módulo solar con batería, inversor, panel e iluminación LED.



**Baterías de níquel**  
Clasificadas como baterías secundarias, usadas en equipos de comunicación, en herramientas y juguetes.



**Baterías de ión litio**  
Empleadas en telefonía móvil e inalámbrica, portátil, UPS, herramientas y productos digitales.



**Micro / Opto electrónica**  
Se presenta en tecnología LED y dispositivos semiconductores.



**Cargadores**  
Presenta cargadores de portátiles, dispositivos móviles y cargadores de vehículos eléctricos.



**UPS**  
Avanzada electrónica de potencia que permite una alta fiabilidad, flexibilidad y seguridad.

## CLIENTES // ALIADOS



Lidera:



EL LUGAR DONDE SE POTENCIA LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



conectamos universidad • empresa • estado

# PRINCIPALES JUGADORES DEL MERCADO



## Johnson Controls

Compañía global y diversificada en los sectores de la construcción y de la automoción. Las mayores industrias a las que sirve son: farmacéutica, biotecnología y la industria de dispositivos médicos. Casa matriz de MAC, con alianzas en México y Estados Unidos siendo líderes en la cadena de vida de la batería, desde la producción hasta el reciclaje (*Johnsons Controls, 2014*).



## PRODUCTOS Y SERVICIOS // PROGRAMAS E INVESTIGADORES

### Celdas

La tipología de celdas se divide en: cilíndricas y en prisma; ambas son reducidas en Estados Unidos. Poseen piezas y montajes estándar y gran superficie de transferencia.



### Módulos

Los módulos son un conjunto de celdas (prisma o cilíndricas) totalmente integrados, con refrigeración y soporte para múltiples conexiones.



### Baterías convencionales

Las baterías de plomo ácido hacen parte del gran mercado de baterías de Johnson Controls produciendo más de 135 millones de ellas anualmente. Sus principales usos son: vehículos de pasajeros, industriales, todoterreno y agrícolas, carros de golf, maquinaria de jardinería, motocicletas y barcos.



## ALIADOS

Lidera:

EL LUGAR DONDE SE POTENCIA LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:

conectamos universidad • empresa • estado

# PRINCIPALES JUGADORES DEL MERCADO



## EXIDE

Cuenta con operación en más de ochenta países, prestando los productos y servicios en el mundo de las energías almacenables referentes al transporte y el mercado industrial. Posee tres principales productos o servicios llamados: soluciones de transporte, GNB baterías de tracción y GNB estacionarias, con las cuales se logra abarcar en gran medida el mercado del sector energético, desde su producción, implementación y reciclaje. Exide cuenta con una sede principal en Estados Unidos (Exide, 2014).



## PRODUCTOS Y SERVICIOS // PROGRAMAS E INVESTIGADORES



**Transportation Solutions**  
Consta de servicios al cliente en la compra, implementación y reciclaje de los diferentes elementos que proporciona GNB.

**Baterías de tracción**  
Baterías industriales para vehículos eléctricos de carga, además de los materiales necesarios para realizar un correcto mantenimiento de baterías.



**Baterías para redes de potencia**  
Solución para sistemas de seguridad, aplicaciones médicas, pasos de niveles en otros. Equipos de carga de alta frecuencia y equipos que permiten la carga de baterías de forma inteligente aumentando su vida útil.



## CLIENTES // ALIADOS



Lidera:  
**ruta<sup>n</sup>**  
MEDELLÍN  
CENTRO DE INNOVACIÓN Y NEGOCIOS  
EL LUGAR DONDE SE POTENCIA LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:  
**tecnova**  
conectamos universidad • empresa • estado

# PRINCIPALES JUGADORES DEL MERCADO



## A123 Systems

A123 Systems es una compañía estadounidense de origen chino que desarrolla y fabrica baterías y sistemas de almacenamiento de energía en litio, con el objetivo de ofrecer un alto poder, mayor vida útil y un aprovechamiento mayor de toda la energía utilizable. Posee una tecnología patentada llamada Nanophosphate desarrollada en el MIT, con la cual desarrollan celdas y sistemas de baterías avanzadas (A123, 2014).



## PRODUCTOS Y SERVICIOS // PROGRAMAS E INVESTIGADORES

### Celdas

Celdas prismáticas con grandes cantidades de energías combinadas con una alta densidad de potencia. Con desempeños óptimos ante grandes esfuerzos industriales sin que su vida útil se vea afectada.



### Módulos

Diseñados para aplicaciones plug-in de vehículos híbridos y eléctricos. Cada módulo cuenta con un sistema electrónico para el equilibrio celular, voltaje y regulación de la temperatura.



### Sistemas

Son sistemas de baterías de litio empaquetadas para vehículos eléctricos e híbridos. Usadas para el despliegue rápido en trenes de potencia para fines de prueba y desarrollo.



## CLIENTES



ALIADOS



Lidera:



EL LUGAR DONDE SE POTENCIA LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



# OTROS JUGADORES



## CSB

Fabricante mundial líder de baterías de Plomo Ácido con Válvula Regulada (VRLA). Los productos de CSB se utilizan en más de cien países para telecomunicaciones, UPS, iluminación de emergencia, seguridad y otros (CSB, 2014).



## MAC-JOHNSON CONTROLS

Empresa de baterías colombiana, fabricante de baterías y proveedor de equipos para ensambles de vehículos. Ofrece baterías de plomo-ácido para vehículos (MAC, 2014).



## Renobat

Conoce extensivamente el campo de las baterías y su recuperación. Es uno de los líderes en el mercado español en la venta al por mayor de baterías (Renobat, 2014).



## Varta

Es una empresa especializada en baterías de vehículos de polímero-litio, acumuladores prismáticos y ovalados de NiCd y NiMh, pilas botón de litio, entre otros (Varta, s.f.).



## Ultralife

Empresa especializada en el desarrollo y la fabricación de pilas y baterías de litio de alta energía, recargables y no recargables (Ultralife, 2014).



## Tronex

Compañía de fabricación y distribución de soluciones energéticas. Cuenta con una planta de producción de pilas primarias y programas ambientales para la recolección de pilas y baterías (Tronex, s.f.).

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



conectamos universidad • empresa • estado

# CASOS REALES



## Codensa y Emgesa

Ha fomentado 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 (endesa, 2014).



## PROCESO //

1. Este proyecto pertenece al Programa de Movilidad Cero con el cual se ha logrado reducir más de 32 toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).
2. Codensa y Emgesa posee una flota de cuarenta y ocho bicicletas eléctricas, siendo la más grande del país.
3. Hasta el momento la inversión de las dos compañías ha sido de 1.800 millones de dólares en la implementación de este programa.
4. Las bicicletas eléctricas son de tecnología IZIP, con baterías de ión litio que aseguran alta eficiencia y rendimiento en el sistema.

## RESULTADOS //

- Ahorro de tiempo.
- Facilidad y rapidez de desplazamiento.
- 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.

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



MERCADO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS



# CASOS REALES

**CODENSA**



ALCALDÍA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.



## Movilidad en Bogotá

Como parte de las estrategias de cuidado con el medio ambiente, plasmadas en el Plan de Desarrollo de la Administración de la Bogotá Humana y en consorcio con las empresas BYD, Consorcio Express y Coobus, se presentaron a la ciudad de Bogotá cincuenta taxis eléctricos y una flota de buses de tipología eléctrica e híbrida. Apoyados por universidades como la Universidad de la Salle y la Universidad Pontificia Bolivariana financiadas por Colciencias (*Bogotá humana*, 2014).



## PROCESO //

1. Mediante el Decreto 677 de 2011 la Administración Distrital expresó la necesidad de desarrollar políticas de movilidad eléctrica.
2. Bogotá es la primera ciudad del país en implementar y experimentar este tipo de vehículos para transporte público.
3. Los vehículos pertenecen a una marca China, Geely, y tienen un rendimiento de 100 a 150 kilómetros en Bogotá.
4. La recarga de energía se pagaría a 40.000 pesos al mes.
5. Los entes participantes son: CODENSA, Fundación Clinton, Organización C40, IDRD, Praco Didacol, BYD y las empresas de taxis.
6. La vida útil de los vehículos tipo híbrido está en quince años, mientras que para los buses eléctricos es de veinte años.

## RESULTADOS //

- Implementación del parque automotor eléctrico.
- Ahorro de dinero para las empresas transportadores debido al menor costo de la energía con respecto a la gasolina.
- Disminución de la contaminación auditiva en las calles y disminución de la contaminación y, por lo tanto, cuidado del medio ambiente.

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
**POTENCIA  
LA INNOVACIÓN**  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



# CASOS REALES



## Tesla

Empresa estadounidense fundada en el 2003 por un grupo de ingenieros en Silicon Valley. Actualmente ensambla las baterías más potentes del mercado en sus modelos Model S y el próximo Model X, ofreciendo packs de 60 y 85 KWh (lo que se traduce en algo más de 350 km de autonomía) (Tesla, 2014).



## PROCESO //

1. El núcleo de la compañía está en la ingeniería del sistema de propulsión del vehículo eléctrico.
2. Tesla posee hasta el momento cinco modelos de automóvil: Roadster, Roadster Sport, Model S, Model X y Model III, los precios parten desde los setenta mil dólares.
3. El sistema es muy compacto y contiene menos piezas móviles que un motor térmico.
4. En Estados Unidos Tesla posee estaciones con supercargadores gratis, principalmente en la costa este y California, permitiendo la carga de baterías en menos de cuatro horas.
5. Para el 2015 Tesla tiene presupuestado cubrir el 98% de la población de Estados Unidos y Canadá con supercargadores, lo que podría suponer hasta 235 estaciones.

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



## RESULTADOS //

- Batería incorporada en el chasis.
- Incluye paquetes de baterías de iones de litio.
- Modelo S se puede configurar con una de las dos baterías: 85 kWh o 60 kWh.
- El primer coche de la compañía fue el Tesla Roadster, es el primer automóvil de serie que, usando baterías de iones de litio, obtiene una autonomía de más de 200 millas (322 km) por carga.

# CASOS REALES



*estamos ahí.*

## Kit solares, en el departamento de Antioquia

Los kit solares, con una capacidad instalada de 525W cada uno, operan a partir de energía fotovoltaica o paneles solares y un sistema de almacenamiento de corriente directa; incluyen electrodomésticos como televisor, nevera, radio, filtro de agua, cuatro bombillas led y conexión para la carga de celulares (epm, 2014).



## PROCESO //

1. Los paneles solares convierten la energía del sol en energía eléctrica.
2. El kit no necesita ser manipulado por los usuarios y opera de día y de noche, garantizando el suministro energético requerido en el hogar y las escuelas a cualquier hora.
3. Cada kit solar posee una capacidad instalada de 525 W acompañado de un sistema de almacenamiento en corriente directa.
4. El tipo de baterías usadas son de plomo ácido que se integran a la generación renovable.
5. Una batería del Model S de Tesla posee 85 kWh, lo que proporcionaría suficiente energía para más de una semana en total oscuridad.

## RESULTADOS //

- Veintisiete familias habitantes de las veredas de Cáceres y Caucasia, municipios del Bajo Cauca del departamento de Antioquia con suministro de energía solar.
- Montaje costoso (EPM invirtió en el proyecto cerca de \$550 millones).
- El piloto de kit solar permaneció con las familias participantes hasta la llegada del programa electrificación rural, el cual demoró cerca de un año.

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



MERCADO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS



# CASOS REALES



## SolarCity

SolarCity es una empresa estadounidense de servicios de energía, también está probando sistemas de baterías con clientes residenciales.

La empresa diseña, financia e instala sistemas de energía solar. El principal atractivo para las viviendas será la capacidad de las baterías para proporcionar energía de reserva si la red falla (SolarCity, 2014).



## PROCESO //

1. La empresa diseña, financia e instala sistemas de energía solar (incluyendo el alquiler de placas solares), acompañadas de baterías de última generación para una mejor prestación del servicio.
2. Realiza auditorías de eficiencia energética, modernización y construcción de estaciones de carga para vehículos eléctricos, a partir de generación renovable con energía solar.
3. SolarCity usará baterías de Tesla Motors para almacenar la energía renovable.

## RESULTADOS //

- Las baterías de SolarCity podrían servir a los usuarios a reducir sus facturas de electricidad mediante la reducción de la cantidad de energía que obtienen de la red.
- También podrían ayudar con la intermitencia de la energía en las zonas no interconectadas, permitiendo obtener una mayor continuidad en el servicio.

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



conectamos universidad • empresa • estado

MERCADO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS



Alcaldía de Medellín

# CONCLUSIONES

Uno de los mayores limitantes de la producción de energía eléctrica ha sido su almacenamiento. Sin embargo, gracias a las nuevas tecnologías y en especial al uso de baterías más eficientes, el limitante del almacenamiento de energía eléctrica se ha venido subsanando. Son mayormente las baterías quienes han permitido preservar esta energía en el tiempo, abriendo las puertas al uso de tecnologías renovables y al crecimiento paulatino de la tecnología móvil.

- **Desarrollo de las baterías:** los estudios de desarrollo de las baterías se centran en alcanzar una mayor capacidad, reduciendo su peso, tamaño, tiempos de carga, mayor autonomía y seguridad.
- **Objetivo ideal:** lo ideal sería una batería que contenga la energía equivalente de un depósito de combustible, que se pudiera recargar en el mismo tiempo que se tarda en llenar el depósito y que su peso y dimensión fueran los más bajos posibles.
- **Sectores impactados:** los sectores mayor impactados con el almacenamiento de energía son: el transporte, el hogar, la telecomunicación y la minería; sin embargo, sectores como la industria militar y médica cada vez dependen más de dispositivos portátiles y móviles, siendo parte vital para llegar a sectores alejados. La industria automotriz y de movilidad ha tenido una mayor acogida, presentando un mayor desarrollo en baterías de fácil desplazamiento.
- **Almacenamiento futuro en Colombia:** el almacenamiento de energía en bancos de baterías de plomo-ácido, junto con la aplicación de energías renovables, es viable en un futuro en la red eléctrica del país y en la subsanación de la prestación del servicio eléctrico en las zonas no interconectadas.
- **Segunda vida útil y reciclaje:** las baterías de automóviles, que por su desgaste no posean la potencia requerida para trabajos de alta intensidad, pueden ser reutilizadas en sistemas de energía renovables. De igual forma las baterías de litio pueden ser recicladas y reutilizadas aunque este proceso requiere una alta cantidad de energía.

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTAMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



MERCADO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS



# REFERENCIAS

- A123 (2014). Disponible en: [www.a123systems.com](http://www.a123systems.com).
- *Bogotá humana* (2014). Disponible en: [ambientebogota.gov.co](http://ambientebogota.gov.co).
- BYD (2014). Disponible en: [www.byd.com](http://www.byd.com).
- CSB (2005). Disponible en: [www.csb-battery.com](http://www.csb-battery.com).
- «China grid-scale energy storage: Outlook in 2012-2016» (2012). Sitio web: *The Green Mechanics*. Disponible en: <http://www.thegreenmechanics.com/2012/10/china-grid-scale-energy-storage-outlook.html>.
- «Diez tecnologías para una batería ligera, barata y durable» (2011). Sitio web: *Fair companies*. Disponible en: <http://faircompanies.com/news/view/10-tecnologias-para-una-bateria-ligera-barata-y-durable>
- *endesa* (2014). Disponible en: [www.endesa.com](http://www.endesa.com).
- *EnerSys* (2014). Disponible en: [www.enersys.com](http://www.enersys.com).
- *epm* (2014). Disponible en: [www.epm.com.co/site/Home](http://www.epm.com.co/site/Home).
- *Exide* (2014). Disponible en: [www.exide.com](http://www.exide.com).
- *MAC* (2014). Disponible en: [www.mac.com.co/](http://www.mac.com.co/).
- *Renobat* (2014). Disponible en: [www.renobat.eu](http://www.renobat.eu)
- *SolarCity* (2014). Disponible en: [www.solarcity.com](http://www.solarcity.com).
- *Tronex* (s.f.). Disponible en: [www.tronex.com/](http://www.tronex.com/).

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



MERCADO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS



# REFERENCIAS

- López, J., & Franco, C. (2012). Análisis del caso ideal para el almacenamiento de electricidad en bancos de baterías en el mercado eléctrico mayorista de Colombia usando dinámica de sistemas. X Congreso Latinoamericano de Dinámica de Sistemas, 1 - 10.
- *Tesla* (2014). Disponible en: [www.teslamotors.com](http://www.teslamotors.com).
- *Johnsons Controls* (2014). Disponible en: [www.johnsoncontrols.com](http://www.johnsoncontrols.com).
- Christophe PILLOT. (2012). The worldwide battery market 2011-2025. En: [www. Avicenne.com](http://www.Avicenne.com).
- Álvarez, C. A., García, E. J. Tendencia mundiales y aplicaciones del almacenamiento de energía. ACAC, 1-10.
- Investigación y Ciencia. Atrapar el viento. Temas. No. 75 (Ene.-Mar. 2014)- Barcelona: Prensa Científica, 2006. ISBN 11355668
- REPAMAR: Revisión y análisis de las experiencias de Argentina, Brasil, Colombia, Ecuador y México respecto de los cinco elementos claves para el manejo ambiental de PILAS Y BATERÍAS. (2011), México. <http://www.bvsde.paho.org/bvsars/e/fulltext/pilas/pilas.pdf>
- Nanyang Technological University (Octubre, 2014), Batería recargable en 2 minutos y vida útil de 20 años. <http://media.ntu.edu.sg/NewsReleases/Pages/newsdetail.aspx?news=809fbb2f-95f0-4995-b5c0-10ae4c50c934>
- EASE storage (Octubre, 2014), Clases de almacenamiento de energía. <http://www.ease-storage.eu/technologies.html>
- Ultralife (2014). Disponible en: [ultralifecorporation.com](http://ultralifecorporation.com).
- Varta (s.f.). Disponible en: [www.varta.com](http://www.varta.com).
- Wikinvest (2012). Disponible en:
- [http://www.wikinvest.com/stock/ENERSYS\\_\(ENS\)/Data/Revenue\\_Growth.h](http://www.wikinvest.com/stock/ENERSYS_(ENS)/Data/Revenue_Growth.h).

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



MERCADO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS



# REFERENCIAS DE IMÁGENES

- Imagen Eco green car icon. Atribución: dominiquechappard. Disponible en: [openclipart.org](http://openclipart.org).
- Imagen EnerSys. Atribución: EnerSys. Disponible en: [www.enersys.com](http://www.enersys.com).
- Imagen BYD. Atribución: BYD. Disponible en: [www.byd.com](http://www.byd.com).
- Imagen Johnson Controls. Atribución: Johnson Controls. Disponible en: [www.johnsoncontrols.com](http://www.johnsoncontrols.com).
- Imagen Exide Technologies. Atribución: Exide. Disponible en: [www.exide.com](http://www.exide.com).
- Imagen A123 Systems. Atribución: A123 Systems. Disponible en: [www.a123systems.com](http://www.a123systems.com).
- Imagen CSB battery. Atribución: CSB. Disponible en: [www.csb-battery.com](http://www.csb-battery.com).
- Imagen Renobat. Atribución: Renobat. Disponible en: [www.renobat.eu](http://www.renobat.eu).
- Imagen Ultralife Co. Atribución: Ultralife. Disponible en: [ultralifecorporation.com](http://ultralifecorporation.com).
- Imagen MAC. Atribución: MAC. Disponible en: [www.mac.com.co](http://www.mac.com.co).
- Imagen Varta. Atribución: Varta. Disponible en: [www.varta.com](http://www.varta.com).
- Imagen Tronex. Atribución: Tronex. Disponible en: [www.tronex.com](http://www.tronex.com).

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



MERCADO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS



# REFERENCIAS DE IMÁGENES

- Imagen Codensa. Atribución: Codensa. Disponible en: [corporativo.codensa.com.co](http://corporativo.codensa.com.co).
- Imagen Emgesa. Atribución: Emgesa. Disponible en: [www.endesa.com](http://www.endesa.com).
- Imagen Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. Atribución: Secretaria distrital de ambiente. Disponible en: [ambientebogota.gov.co](http://ambientebogota.gov.co).
- Imagen Tesla. Atribución: Tesla motors. Disponible en: [www.teslamotors.com](http://www.teslamotors.com).
- Imagen EPM. Atribución: EPM. Disponible en: [www.epm.com.co/site/Home](http://www.epm.com.co/site/Home).
- Imagens SolarCity. Atribución: Solar City. Disponible en: [www.solarcity.com](http://www.solarcity.com).
- Lithium ión battery by VARTA. Atribución: Claus Ableiter. Disponible en: [commons.wikimedia.org](http://commons.wikimedia.org).
- Li ión battery from a laptop computer. Atribución: Kristoferb. Disponible en: [commons.wikimedia.org](http://commons.wikimedia.org).
- High power Ni-MH Battery of Toyota NHW20 Prius. Atribución: Hatsukari715. Disponible en: [commons.wikimedia.org](http://commons.wikimedia.org).
- Toyota. Atribución: Montacargas Aretra. Disponible en: [commons.wikimedia.org](http://commons.wikimedia.org).

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



MERCADO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS



ENERGÍA

# 3. MERCADO DE TECNOLOGÍA

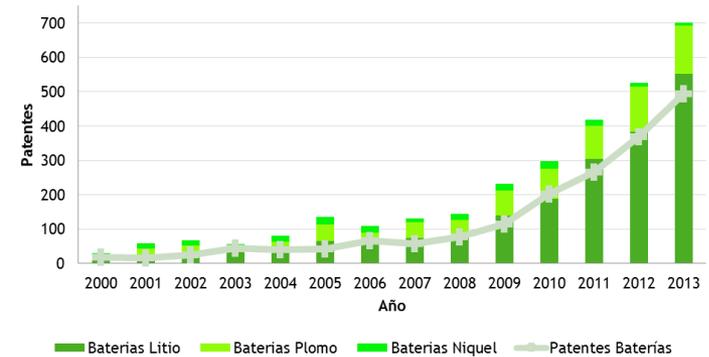
En este capítulo se evidencia el comportamiento científico y tecnológico a nivel mundial, las tendencias tecnológicas emergentes y el nivel de madurez de los hallazgos; además, las principales instituciones líderes que pueden apoyar cada área de oportunidad desde el ámbito científico y tecnológico.



# TENDENCIAS TECNOLÓGICAS EMERGENTES

- **Artículos científicos:** se hallaron 3.862 publicaciones científicas sobre el tema de almacenamiento, enfocadas en baterías de litio, plomo y níquel cadmio. En los últimos años se presenta un fuerte crecimiento de las publicaciones sobre baterías de litio, además de una tendencia de desaparición de las publicaciones de baterías de níquel cadmio.
- **Patentes:** se encontraron 1.842 patentes desde el año 2000. Al igual que en las publicaciones, las patentes han tenido un crecimiento en los últimos cinco años.
- **Comportamiento:** la producción científica, tanto en patentes como en artículos científicos, alcanzó su mayor pico en el año 2013, con un gran crecimiento de artículos y patentes en el tema de baterías de litio, posiblemente debido al auge del uso de baterías en el transporte eléctrico y en el almacenamiento de energía de fuentes renovables.

Patentes y Artículos Científicos en el Tiempo



## PATENTES //

SISTEMAS Y DISPOSITIVOS PARA CARGA Y DESCARGA DE BATERÍAS

Equipos de carga rápida de baterías. Sistemas de carga y descarga inteligente. Mejoramiento de la vida útil de las baterías bajo procesos óptimos de carga y descarga.

ALMACENAJE DE ENERGÍA SOLAR Y EÓLICA

Sistemas portables de almacenamiento solar y eólico. Optimización en el almacenamiento de energías renovables. Combinación de sistemas de almacenamiento solar y eólico.

BATERÍAS DE ION LITIO

Mejoramiento de los sistemas de almacenamiento a base de litio. Dispositivos para el control de carga. Baterías de litio en vehículos eléctricos. Alta capacidad de baterías de litio.

## PUBLICACIONES //

VEHÍCULOS HÍBRIDOS Y ELÉCTRICOS

Optimización de la arquitectura de baterías de los vehículos. Estrategias de carga y descarga. Uso de baterías y ultracapacitores.

ENERGÍAS RENOVABLES

Análisis e integración de baterías en redes de distribución con renovables. Reciclaje y ciclo de vida de las baterías en energías renovables. Efectos de las fluctuaciones de las energías renovables en el almacenamiento.

VIDA ÚTIL Y SEGUNDA VIDA ÚTIL

Segunda vida útil de las baterías como soporte a la red. Optimización de la vida útil de las baterías. Estimación del ciclo de vida. Uso de las baterías de vehículos eléctricos como sistemas de almacenamiento estáticos.

Lidera:

**ruta**<sup>n</sup>  
MEDELLÍN  
CENTRO DE INNOVACIÓN Y NEGOCIOS

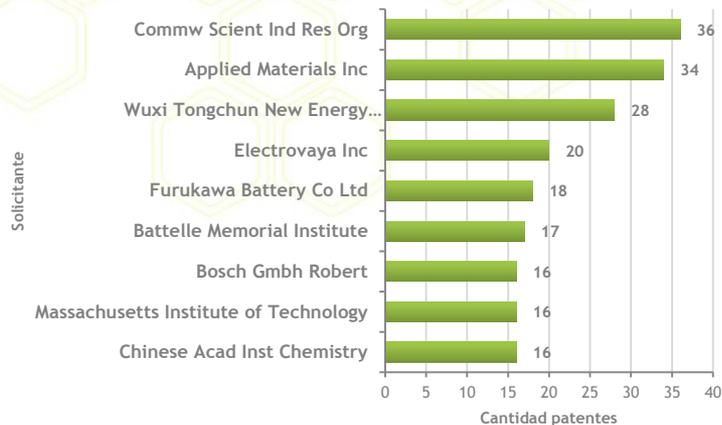
EL LUGAR DONDE SE POTENCIA LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:

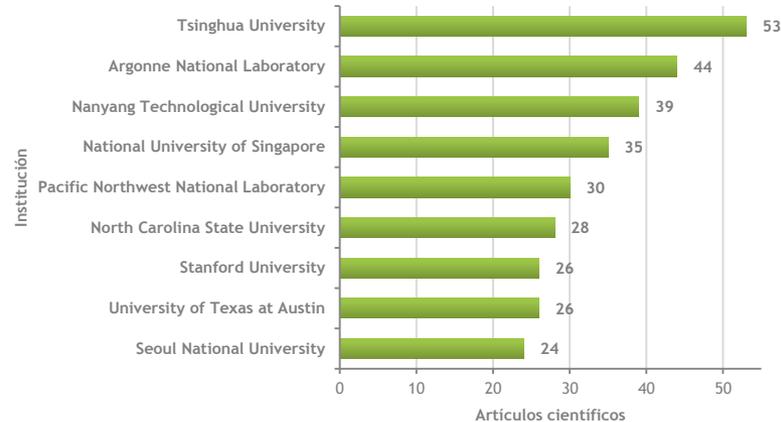
**tecnova**  
conectamos universidad • empresa • estado

MERCADO DE TECNOLOGÍA

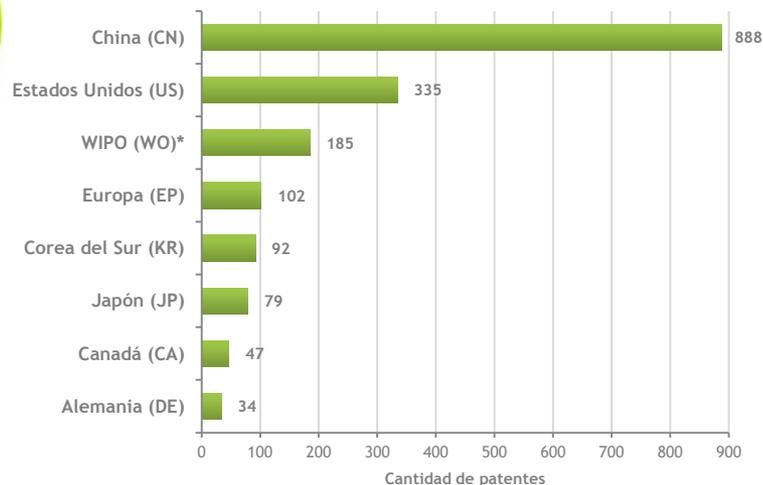
## PATENTES //



## ARTÍCULOS //



## PAÍSES DE PROTECCIÓN //



## AUTORES //

- Simón ,P.
- Bruce, P.G.
- Che, G.
- Kang, B.
- Liu, C.
- Wu, Z.-S.
- Dunn, B.
- Frackowiak, E.
- Sun, Y.
- Wang, Y.
- Vetter, J.
- Yang, Z.
- Fergus, J.W.
- Li, H.
- Ovshinsky, S.R.

## CITACIONES //

- 2.973
- 1.779
- 1.365
- 1.057
- 847
- 705
- 563
- 520
- 485
- 442
- 437
- 424
- 406
- 400
- 384

\*WO: World Intellectual Property Organization.

Lidera:



EL LUGAR DONDE SE POTENCIA LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTAMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



# NIVEL DE MADUREZ



Estado actual:  
Almacenamiento  
de energía

Baterías  
de litio

Almacenamiento  
en vehículos  
eléctricos/híbridos

Baterías de  
níquel cadmio

Baterías de  
plomo ácido

Baterías  
Metal-aire

Ultracapacitores  
de grafeno

Baterías  
avanzadas de  
plomo ácido

Baterías redox  
de vanadio

## EMERGENTE

La tecnología parece prometedora, pero su uso está restringido a centros de investigación o empresas innovadoras que la generan. Dada la novedad de la tecnología, la información se encuentra principalmente en artículos científicos.

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTAMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



## CRECIMIENTO

Inicio del crecimiento de la tecnología, haciéndose progresivamente más útil en entornos cada vez más amplios. Una vez los desarrollos se empiezan a llevar a la escala industrial las fuentes de información se transforman en patentes o alianzas en R&D y Joint ventures

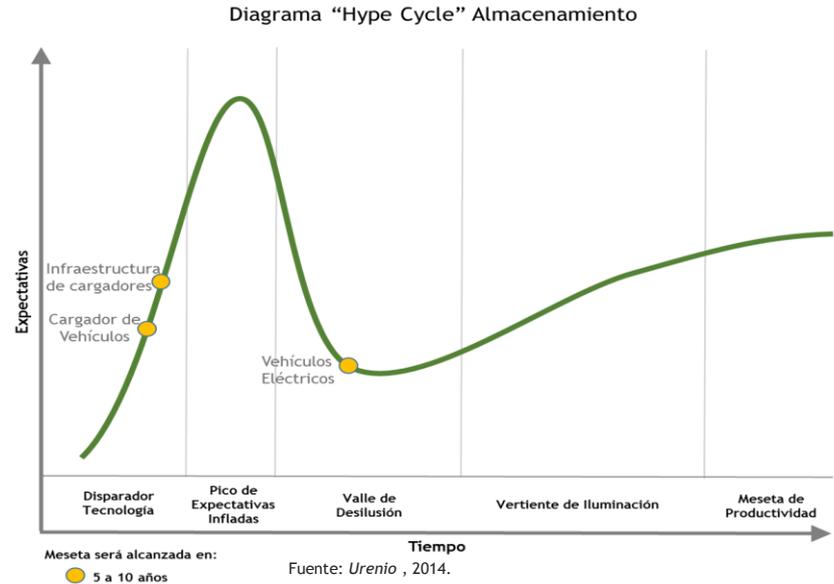
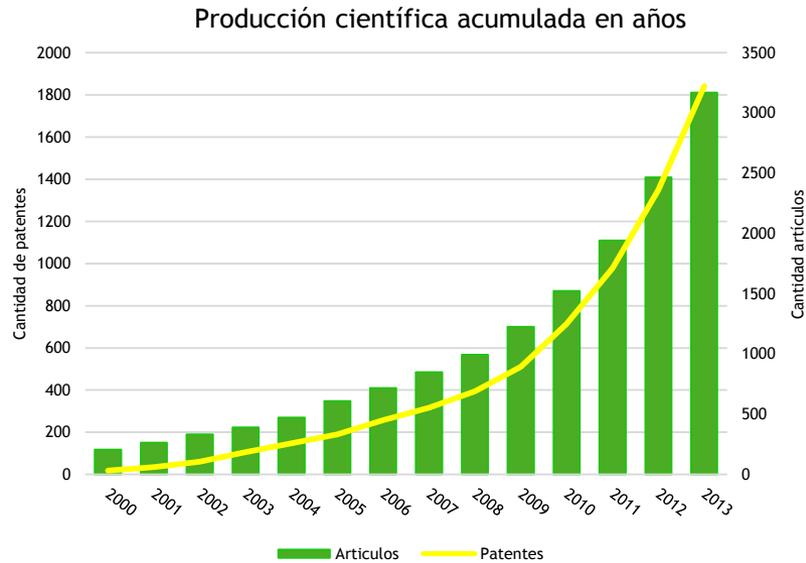
## MADUREZ

La tecnología presenta niveles de rendimiento satisfactorios generalizando su utilización. Expansión de la tecnología con su producción científica y número de patentes.

## SATURACIÓN

La tecnología es conocida y dominada por muchas personas y en muchas partes por un periodo aproximado de diez años. No es posible alcanzar mejoras de rendimiento, por tanto la tecnología entrará en una fase de "letargo" hasta que surja otra tecnología que la desplace.

# APOYO AL NIVEL DE MADUREZ



El acumulado de patentes y artículos científicos sobre el tema de almacenamiento de energía, en especial el relacionado con almacenamiento de baterías de litio, presenta un constante crecimiento desde el año 2000, sin exhibir aún un techo de estabilidad en el tiempo.

El tema de almacenamiento en baterías, se encuentra en una etapa de crecimiento sostenible y, teniendo en cuenta el volumen de publicaciones y la información del «Hype Cycle» almacenamiento, podría esperarse que en el transcurso de una década la tecnología alcance un estado de madurez importante.

Lidera:

**ruta**<sup>n</sup>  
MEDELLÍN  
CENTRO DE INNOVACIÓN Y NEGOCIOS

EL LUGAR  
DONDE SE  
**POTENCIA  
LA INNOVACIÓN**  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:

**tecnova**  
conectamos universidad • empresa • estado

**MERCADO DE TECNOLOGÍA**

une epm

Medellín  
Todos por tu vida  
Alcaldía de Medellín

# TENDENCIAS EN INVESTIGACIÓN (PUBLICACIONES CIENTÍFICAS)

## TENDENCIA //

## DESCRIPCIÓN //

### TRANSPORTE ELÉCTRICO

- Uso de supercargadores para una rápida carga comparable en tiempo con el llenado de un tanque de gasolina en vehículos.
- Carga de baterías de vehículos eléctricos a partir de generación renovable (solar y eólica).
- La tecnología de ultracapacitores implementada en vehículos eléctricos. Análisis de los efectos electromagnéticos.



### MAYOR VIDA ÚTIL Y REUTILIZACIÓN DE LAS BATERÍAS

- Reutilización de las baterías para situaciones estacionarias con baja característica de esfuerzo.
- Uso de mayor cantidad de baterías de litio gracias a su característica de reciclaje (cerca del 80% de sus componentes).



### INTEGRACIÓN DE GENERACIÓN RENOVABLE CON BATERÍAS

- Almacenaje de la energía de fuentes renovables para una mayor eficiencia en el uso de la energía.
- Electrificación de las zonas no interconectadas a partir del banco de baterías.
- Incentivación de uso de renovables gracias a los avances en el almacenamiento de energía a base de litio.



Lidera:



EL LUGAR DONDE SE POTENCIA LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTAMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



MERCADO DE TECNOLOGÍA



# TENDENCIAS EN DESARROLLO TECNOLÓGICO (PATENTES)

## TENDENCIA //

## DESCRIPCIÓN //

### BATERÍAS DE IÓN LITIO

- Optimización de los ciclos de carga y descarga.
- Aumento de vida útil bajo criterios de buen uso.
- Uso de baterías de ión litio en el transporte eléctrico.



### SISTEMAS DE CARGA Y DESCARGA

- Mejoramiento en la vida útil de las baterías bajo procesos eficientes de carga y descarga.
- Implementación y mejoramiento de supercargadores.
- Impacto de cargadores rápidos sobre baterías y disminución de su efecto nocivo.
- Estandarización y normalización de los equipos de carga y descarga.



### ALMACENAMIENTO EN SISTEMAS INTERMITENTES

- Aplicación de diferentes formas de almacenamiento de energía para una continua prestación de servicio en zonas no interconectadas o redes intermitentes.
- Integración de diferentes fuentes de generación renovable.



Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



# LÍDERES DE DESARROLLO TECNOLÓGICO



## Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation - CSIRO

Agencia del Gobierno Federal para la investigación científica en Australia y uno de los organismos de investigación más grandes y diversos del mundo. Fundada en 1926 como Consejo Asesor de Ciencia e Industria de Australia. Sus mayores investigaciones incluyen la creación de la espectroscopia de absorción atómica, el repelente de insectos y la introducción de controles biológicos en Australia. En el área de energía, sus principales investigaciones se centran en: energías a partir del petróleo y gas, sistemas renovables e inteligentes, ahorro y almacenamiento de la energía en el hogar, energía a partir del carbón e investigaciones sobre las huellas de carbón (CSIRO, 2014).

## TECNOLOGÍAS QUE IMPLEMENTA //

1. UltraBattery: dispositivo de almacenamiento de energía híbrido compuesto por un supercondensador integrado con una celda de batería de plomo ácido.
2. Plug-In Hybrid Electric Vehicle: investigación sobre el impacto y los beneficios de los vehículos eléctricos híbridos conectados a la red eléctrica.
3. Baterías y almacenamiento de energía para la reducción del efecto invernadero y el eficiente uso de la energía.
4. Flowsheet para el mejoramiento del reciclaje de batería: un diagrama de flujo desarrollado para la recuperación de las soluciones de cobalto y litio.

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



# LÍDERES DE DESARROLLO TECNOLÓGICO



## Applied Materials, Inc.

Corporación estadounidense de fabricación de equipos innovadores, servicios y software para permitir la fabricación de semiconductores de avanzada, pantalla plana y productos fotovoltaicos solares. La compañía fue fundada en 1967 y tiene su sede en Silicon Valley, California. Entre sus principales áreas de trabajo se encuentran: semiconductores, servicios de aplicación global (venta de dispositivos, consultoría y análisis para un mejor uso de los equipos, enfocadas en el ahorro de energía), displays y servicio de energía y soluciones ambientales (celdas, baterías e investigaciones sobre el cuidado del medio ambiente) (*Applied Materials*, 2014).

## TECNOLOGÍAS QUE IMPLEMENTA //

1. Realiza investigaciones en elementos como: las baterías, pilas de combustible, luces y tecnologías verdes.
2. Celdas de micro energía para soluciones energéticas. THINERGY® Micro-Energy Cell (MEC): son elementos que permiten la recolección de energía del ambiente generando el suministro de energía «perpetua».
3. Sistemas solares «libres de carbón».
4. Baterías de ion litio con aleación de nanocompuestos en su ánodo.
5. Avances en la obtención de baterías a base de flúor, nanociencia de los materiales y los procesos de fabricación.

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



MERCADO DE TECNOLOGÍA



# LÍDERES DE DESARROLLO TECNOLÓGICO



## BOSCH

### Bosch GMBH Robert

Compañía alemana fundada en 1886 con cerca de 264 centros de producción. Su principal industria se centra en aplicaciones para el hogar, la industria automóvil y de seguridad. Posee 4.126 patentes en las diferentes áreas que maneja la compañía y su crecimiento anual es cerca del 8,8% (Bosch GMBH Robert, 2014).

### TECNOLOGÍAS QUE IMPLEMENTA //

1. Conversión y almacenamiento de energía: el objetivo principal del área de investigación y avance en ingeniería es el desarrollo de potentes convertidores de energía eléctrica para los motores eléctricos, la tecnología de almacenamiento y la electrónica de potencia.
2. Sistemas estacionarios de almacenamiento de energía: se emplea en sistemas fluctuantes con fuentes de energía renovable, sistemas residenciales y comunitarios de almacenamiento, en la optimización del consumo de energía en la industria y el comercio en Smart Grids y en aplicaciones de redes no interconectadas.
3. Módulos de almacenamiento de energía a base de ion litio para aplicaciones domésticas.
4. Desarrollo de modelos avanzados y algoritmos de estimación/control en el diseño de baterías de ion litio.

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



conectamos universidad • empresa • estado



# LÍDERES DE DESARROLLO TECNOLÓGICO



## LG Chemical Ltd.

Compañía surcoreana nacida en el año 1947 como Lucky Química Industrial Corporation. Es uno de los treinta principales fabricantes de químicos del mundo, generando productos petroquímicos, de informática y materiales electrónicos, además de soluciones energéticas para el mejoramiento de la calidad de la vida diaria. Trabaja en toda la cadena de valor en la construcción de baterías (LG Chemical Ltd., 2014).

## TECNOLOGÍAS QUE IMPLEMENTA //

1. Baterías móviles: baterías de polímero de alta capacidad. LG Chem posee toda una división para las baterías móviles, la cual investiga y produce baterías de ión litio cilíndricas y prismáticas para aplicaciones portátiles.
2. Baterías de vehículos: baterías de polímero de litio, en celdas, módulos y paquetes (conjunto individual de baterías).
3. BESS: estructurado en celdas, paquetes y sistemas Rack. Implementado en sistemas que requieren regulación de frecuencia, sistemas con integración de renovables, sistemas industriales y residenciales, sistemas UPS y control de picos de tensión.
4. Posee áreas de investigación específicas para los materiales de las baterías (ánodo, cátodo, separador y electrolitos) y para las baterías de ión litio, polímero de litio (LiPB), sistemas de gestión de baterías (BMS) y paquetes de baterías.

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



conectamos universidad • empresa • estado



# LÍDERES DE DESARROLLO TECNOLÓGICO



## Electrovaya Inc.

Corporación canadiense que diseña, desarrolla y fabrica baterías de ión litio, sistemas de baterías y productos relacionados con las baterías para el transporte limpio, redes inteligentes, consumidores y los mercados de la salud en general. Activos en el campo de las energías alternativas y con contrato con Scottish and Southern (distribuidor de energía en Gran Bretaña) para el almacenamiento en las baterías. Electrovaya se convirtió en una compañía pública en el 2000, siendo desde 1996 una compañía co-fundada de investigación y desarrollo (*Electrovaya*, 2014).

## TECNOLOGÍAS QUE IMPLEMENTA //

1. Tecnología de almacenamiento en celdas y módulos de ión litio con capacidades de hasta 100A-h, ideales para aplicaciones de automoción.
2. Paquetes integrados de baterías para aplicaciones exigentes.
3. Sistemas inteligentes de gestión de baterías (iBMS), optimiza y protege la batería a partir del monitoreo, estado de carga y protecciones del sistema en general.
4. Proceso de construcción no tóxico.
5. Investigaciones y patentes sobre la tecnología de baterías de superpolímero (SuperPolymer 2.0 battery technology).
6. Desarrollo de prototipos de baterías para vehículos de baja velocidad.

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTAMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



MERCADO DE TECNOLOGÍA



# LÍDERES EN PUBLICACIONES CIENTÍFICAS



清华大学

Tsinghua University

## Tsinghua University

Tsinghua University es una universidad situada en los suburbios de Beijing, China. Establecida en 1911 como una escuela con el nombre de Tsinghua Xuetang. En 1928 fue nombrada National Tsinghua University. La investigación y los proyectos científicos y tecnológicos de la Universidad de Tsinghua están apoyados principalmente por el programa nacional de ciencia y tecnología. Tsinghua University posee múltiples departamentos y escuelas, entre las cuales se destaca el Institute of Nuclear and New Energy Technology en donde se desarrollan las diferentes investigaciones sobre el almacenamiento de energía (*Tsinghua University*, 2014).

## TECNOLOGÍAS QUE IMPLEMENTA //

1. Baterías de ión litio.
2. Baterías de alta energía litio-azufre.
3. Sistema de gestión de la batería (BMS).
4. Estaciones de almacenamiento de energía (BESS, Battery Energy Storage System) para energías renovables.
5. Celdas de combustible de cinc-aire de alta densidad de potencia (ZAFC).

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



conectamos universidad • empresa • estado



# LÍDERES EN PUBLICACIONES CIENTÍFICAS



## Argonne National Laboratory

Argonne es un centro de investigación multidisciplinario de ciencia e ingeniería estadounidense donde los equipos de investigadores trabajan junto a expertos de la industria, la academia y otros laboratorios del gobierno para hacer frente a los desafíos nacionales vitales en energías limpias, medio ambiente, tecnología y seguridad nacional. Posee quince divisiones de investigación con cerca de 3.400 empleados. Fue fundada en 1942 en la universidad de Chicago y en 1946 fue fundada formalmente como el Laboratorio Nacional de Argonne (*Argonne*, 2014).

## TECNOLOGÍAS QUE IMPLEMENTA //

1. Desarrollo de baterías de ion litio más robustas, seguras y con alta densidad de energía.
2. Desarrollo de materiales de almacenamiento con aumento drástico de su capacidad de almacenamiento y densidad de potencia.
3. Transformación del metano en combustible líquido utilizable para pilas de combustible híbridos.
4. Sistemas de prueba de baterías nuevas y usadas (laboratorio de diagnóstico de baterías).

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

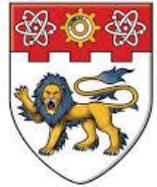
Ejecuta:



MERCADO DE TECNOLOGÍA



# LÍDERES EN PUBLICACIONES CIENTÍFICAS



**NANYANG  
TECHNOLOGICAL  
UNIVERSITY**

## Nanyang Technological University-NTU

Universidad pública de Singapur fundada en 1991 y número 39 en el mundo siendo considerada la universidad con más rápido crecimiento en el top mundial. La universidad cuenta con facultades de ingeniería, negocios, ciencias, humanidades, artes y ciencias sociales. Posee una alta cantidad de científicos de talla mundial dentro de su cuerpo de docentes (*Nanyang Technological University-NTU*, 2014).

## TECNOLOGÍAS QUE IMPLEMENTA //

1. Ampliación de las tecnologías de ión litio y fabricación de prototipos.
2. La tecnología avanzada de baterías para una futura movilidad eléctrica.
3. Prototipos de baterías de litio-ión y tecnologías de baterías de iones de fluoruro.
4. Desarrollo e investigación en baterías de ión sodio.
5. Baterías de ión litio de larga duración y bajo costo para aplicaciones de almacenamiento de energía en configuración celular y combinación de generación de energía y proyectos de almacenamiento (CEGS).
6. Alta capacidad de los nanomateriales para las baterías ión litio.
7. Diseño de electrolitos y polímeros para las baterías de ión litio y supercondensadores.
8. Desarrolladores de una nueva batería de ión litio con dióxido de titanio con la cual se logra una carga del 70% en dos minutos y una vida útil de la batería de veinte años. Su objetivo son dispositivos móviles y vehículos eléctricos.

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



**MERCADO DE TECNOLOGÍA**



# LÍDERES EN PUBLICACIONES CIENTÍFICAS



**Pacific Northwest**  
NATIONAL LABORATORY

## Pacific Northwest National Laboratory-PNNL

Departamento Nacional de Energía de los Estados Unidos establecido en 1965. PNNL fue la única organización Northwest elegida por la NASA para analizar el material lunar recogido de la primera misión Apolo, además inventó la tecnología que llevó al desarrollo de los discos compactos (*Pacific Northwest National Laboratory, 2014*).

## TECNOLOGÍAS QUE IMPLEMENTA //

1. Burbujas de aire como ayuda para el aumento de la energía almacenable en baterías de litio-aire.
2. Desarrollo de materiales para la implementación de baterías de bajo costo y larga duración. Además de paquetes herméticos de baterías para la protección del medio ambiente de una fuente de poder con autocarga y ultra pequeño.
3. Desarrollo de baterías para la disminución del tiempo de recarga para teléfonos celulares.
4. Esponja de silicona para la mejora en el rendimiento de la batería de ión litio.
5. Aumento del rango extendido de los vehículos eléctricos gracias al desarrollo de la batería.
6. Electrodo de metal líquido que reemplazan los electrodos convencionales de sodio en el almacenamiento de energía.

Lidera:

**ruta<sup>n</sup>**  
MEDELLÍN  
CENTRO DE INNOVACIÓN Y NEGOCIOS

EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:

**tecnova**  
conectamos universidad • empresa • estado

**MERCADO DE TECNOLOGÍA**

une epm<sup>®</sup>

Medellín  
Todos por tu vida  
Alcaldía de Medellín

# CONCLUSIONES

A partir del año 2000, la generación de publicaciones científicas y de patentes en el tema de almacenamiento de energía ha venido en aumento, sin observarse aún una meseta de estabilidad. La tecnología que más resalta en esta búsqueda son las baterías de ión litio, quienes han acaparado la atención mundial convirtiéndose en la tecnología más patentada y con mayor publicación en la actualidad.

- **China, líder en investigación y desarrollo tecnológico:** en la última década, y gracias a los incentivos económicos, las instituciones chinas se han convertido en líderes de investigaciones científicas, reflejando el gran crecimiento del país en el tema de energía.
- **Desaparición de las baterías de níquel:** la alta atención generada por las baterías de ión litio en las publicaciones científicas ha generado la desaparición paulatina de las publicaciones de las baterías de níquel y una desaceleración en las investigaciones de las baterías de plomo ácido, siendo las baterías de ión litio el enfoque preferido en las investigaciones y patentes.
- **El crecimiento de las energías renovables y vehículos eléctricos incentiva la investigación en baterías:** la mayoría de investigaciones y publicaciones sobre almacenamiento de energía se centran en los temas de energías renovables y vehículos eléctricos, las cuales buscan optimizar las características de carga y durabilidad en los sistemas de almacenamiento.
- **Baterías de litio, el gigante en el almacenamiento de energía:** las baterías de litio han tenido un alto crecimiento en los últimos años gracias a su capacidad energética y a su bajo peso comparado con las baterías convencionales. Sus características físicas han permitido su implementación en diversas áreas, como el transporte, la generación renovable (Smart Grids), la telecomunicación y los dispositivos móviles.

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



MERCADO DE TECNOLOGÍA



# REFERENCIAS

- Álvarez, C. A.; E. J. García (s.f.). «Tendencia mundial y aplicaciones del almacenamiento de energía». Sin datos.
- *Applied Materials* (2014). Disponible en: [www.appliedmaterials.com](http://www.appliedmaterials.com).
- *Argonne National Laboratory* (2014). Disponible en: [www.anl.gov/](http://www.anl.gov/).
- *Bosch GMBH Robert* (2014). Disponible en: [www.bosch.com](http://www.bosch.com).
- Castelvechi, D. (2012). «Atrapar el viento». *Investigación y ciencia*. Núm. 427.
- *CSIRO* (2014). Disponible en: [www.csiro.au](http://www.csiro.au).
- Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (2014). Disponible en: [www.csiro.au](http://www.csiro.au).
- *Electrovaya* (2014). Disponible en: [www.electrovaya.com/Default.aspx](http://www.electrovaya.com/Default.aspx).
- «El país usa 180 millones de pilas al año» (2010). Sitio web: *Portafolio*. Disponible en: <http://www.portafolio.co/economia/el-pais-usa-180-millones-pilas-al-ano>.
- *LG Chemical ltd.* (2014). Disponible en: [www.lgchem.com/global/main](http://www.lgchem.com/global/main).
- *Nanyang Technological University-NTU* (2014). Disponible en: [www.ntu.edu.sg/Pages/home.aspx](http://www.ntu.edu.sg/Pages/home.aspx).
- *North China Electric Power University* (2014). Disponible en: <http://english.ncepu.edu.cn/>.
- *Pacific Northwest National Laboratory* (2014). Disponible en: [www.pnnl.gov](http://www.pnnl.gov).

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



MERCADO DE TECNOLOGÍA



# REFERENCIAS

- Pilot, Ch. (2012). «The worldwide battery market 2011-2025». Sitio web: *Avicenne*. Disponible en: [www.Avicenne.com](http://www.Avicenne.com).
- SCOPUS (2014). Disponible en: <http://www.scopus.com/home.url>.
- *Tianjin University* (2014). Disponible en: [www.tju.edu.cn/english/](http://www.tju.edu.cn/english/).
- *Tsinghua University* (2014). Disponible en: [www.tsinghua.edu.cn/](http://www.tsinghua.edu.cn/).
- *Urenio* (2014). Disponible en: <http://www.urenio.org/profile/>.

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



MERCADO DE TECNOLOGÍA



# REFERENCIAS IMÁGENES

- Electric Car. Atribución: Jeff Cooper. Disponible en: [commons.wikimedia.org](https://commons.wikimedia.org/).
- Supercharging. Atribución: Jeff Cooper. Disponible en: [commons.wikimedia.org/](https://commons.wikimedia.org/).
- Energía eólica. Atribución: Davide Papalini. Disponible en: [commons.wikimedia.org/](https://commons.wikimedia.org/).
- The Renewable Energy Home. Atribución: Mahtab. Disponible en: [www.flickr.com](http://www.flickr.com).
- Power control board schematic. Atribución: TimeScience. Disponible en: [www.flickr.com](http://www.flickr.com).
- Solar Pergola, Barcelona. Atribución: Max D. Disponible en: [www.flickr.com](http://www.flickr.com).
- Zooming in on battery materials. Atribución: EMSL. Disponible en: [www.flickr.com](http://www.flickr.com).
- Imagen CSIRO. Atribución: CSIRO. Disponible en: [www.csiro.au](http://www.csiro.au).
- Imagen Applied Materials. Atribución: Applied Materials, Inc. Disponible en: [www.appliedmaterials.com](http://www.appliedmaterials.com).
- Imagen Bosch GMBH Robert. Atribución: Bosch GMBH Robert. Disponible en: [www.insertarwebsite.com](http://www.insertarwebsite.com).
- Imagen LG Chemical ltd. Atribución: LG Chemical ltd. Disponible en: [www.lgchem.com/global/main](http://www.lgchem.com/global/main).
- Imagen Electrovaya. Atribución: Electrovaya. Disponible en: [www.electrovaya.com/Default.aspx](http://www.electrovaya.com/Default.aspx).
- Imagen Tsinghua University. Atribución: Tsinghua University. Disponible en: [www.tsinghua.edu.cn/publish/newthu/index.html](http://www.tsinghua.edu.cn/publish/newthu/index.html).

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



MERCADO DE TECNOLOGÍA



# REFERENCIAS IMÁGENES

- Imagen Argonne National Laboratory. Atribución: Argonne National Laboratory. Disponible en: [www.anl.gov/](http://www.anl.gov/).
- Imagen Nanyang Technological University-NTU. Atribución: Nanyang Technological University-NTU. Disponible en: <http://www.ntu.edu.sg/Pages/home.aspx>.
- Imagen Pacific Northwest National Laboratory. Atribución: Pacific Northwest National Laboratory. Disponible en: [www.pnnl.gov](http://www.pnnl.gov).

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



MERCADO DE TECNOLOGÍA



## ANEXOS ARTÍCULOS

TÍTULO	AUTORES	AÑO	AFILIACIÓN	PAÍS	CITACIONES
«Materials for electrochemical capacitors»	Simon, P. Gogotsi, Y.	2008	Université Paul Sabatier Institut Universitaire de France Drexel University	Francia Estados Unidos	2.977
«Nanomaterials for rechargeable lithium batteries»	Bruce, P.G. Scrosati, B. Tarascon, J.-M.	2008	University of St. Andrews Università di Roma Universite de Picardie	Reino Unido Italia Francia	1.784
«Advanced materials for energy storage»	Liu, C. Li, F. Lai-Peng, M. Cheng, H.-M.	2010	Chinese Academy of Sciences	China	850
«Graphene anchored with Co3O4 nanoparticles as anode of lithium ion batteries with enhanced reversible capacity and cyclic performance»	Wu, Z.-S., Ren, W. , Wen, L., Gao, L., Zhao, J., Chen, Z., Zhou, G., Li, F., Cheng, H.-M.	2010	Chinese Academy of Sciences	China	705
«Electrochemical storage of energy in carbon nanotubes and nanostructured carbons»	Frackowiak, E. Béguin, F.	2002	Poznan University of Technology CNRS-Université	Polonia Francia	520
«Graphene based new energy materials»	Sun, Y. Wu, Q. Shi, G.	2011	Imperial College of London	China	485
«Developments in nanostructured cathode materials for high-performance lithium-ion batteries»	Wang, Y. Cao, G.	2008	University of Washington Northwestern University	Estados Unidos	442

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



MERCADO DE TECNOLOGÍA



## ANEXOS PATENTES

NÚMERO DE PUBLICACIÓN	TÍTULO	AÑO DE PUBLICACIÓN	AÑO DE RADICACIÓN	SOLICITANTE
EP1100141 A1	Nickel-metal hydride storage battery	16/05/2001	09/11/2000	MATSUSHITA ELECTRIC IND; TOYOTA MOTOR
EP2713426 A1	Control of small distributed energy resources	27/03/2014	25/09/2013	GS YUASA CORP
US7261970 B2	Nickel metal hydride battery design	28/08/2007	08/07/2004	OVONIC BATTERY CO
US7736805 B2	Lithium hydride negative electrode for rechargeable lithium batteries	15/06/2010	16/05/2007	GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC
WO/2009/070541 A2	NICKEL-METAL HYDRIDE BATTERY USING ALKALI ION CONDUCTING SEPARATOR	04/06/2009	24/11/2008	CERAMATEC INC; FONDA DAVID
US20120251880 A1	LITHIUM ION STORAGE DEVICE	04/10/2012	21/03/2012	FUJI JUKOGYO KK
WO/2012/065355 A1	NICKEL-METAL HYDRIDE BATTERY ENERGY STORAGE MONITORING SYSTEM	24/05/2012	29/09/2011	SHANGHAI MUNICIPAL ELECTRIC POWER CO
US6461767 B1	Nickel-metal hydride secondary battery comprising a compound silicate	08/10/2002	21/06/2000	MATSUSHITA ELECTRIC IND

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
**POTENCIA  
LA INNOVACIÓN**  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



MERCADO DE TECNOLOGÍA



ENERGÍA

# 4. OPORTUNIDADES Y RETOS GENERALES PARA EL ÁREA DE OPORTUNIDAD

En este capítulo se identifican retos y oportunidades para esta área de interés, considerando aspectos como capacidad requerida, tiempo (corto, mediano y largo plazo), mercado potencial, entre otros. Se realiza la identificación de la situación actual de Medellín desde sus empresas y grupos de investigación, con el fin de revisar qué hacer para afrontar estas dinámicas.



# OPORTUNIDADES

1.

Fabricación de baterías

2.

Logística - industria liviana

3.

Gestión de segunda vida útil de la batería

4.

Almacenamiento de energías alternativas

5.

Sistemas de baterías para transporte público y privado

6.

Reciclaje de baterías

7.

Banco de baterías como apoyo al sistema interconectado nacional

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



# 1. FABRICACIÓN DE BATERÍAS A NIVEL LOCAL

Generación de una industria local de fabricación de baterías con la que se logre aprovechar la cercanía con países de gran producción de litio y otro tipo de materiales, permitiendo abastecer la demanda de baterías de la región como de otros mercados de Estados Unidos y Europa.

Pueden ser alicientes para la creación de una empresa de fabricación de este tipo de almacenadores de energía las salidas comerciales por el Atlántico o el Pacífico que posee el país, las fuentes de energía eléctrica renovable (con baja huella de carbono) y la cercanía con países productores de materiales para baterías. Esta oportunidad se pensaría en un mercado mundial donde se posea una mayor demanda de baterías, por lo que se necesitarían aliados mundiales para una mayor penetración al mercado global.

## CAPACIDADES REQUERIDAS

- Conocimiento en manufactura e ingeniería de procesos.
- Infraestructura adecuada y de un análisis financiero (estudio de costos) para la entrada de las baterías.
- Convenios con empresas nacionales y regionales de materias primas minerales para la fabricación de electrodos.
- Convenios con productores de materia prima. Acuerdos y tratados con Argentina, Bolivia y Chile (UNASUR, CAN, acuerdos de complementación económico con Chile y Mercosur).
- Conocimiento sobre la logística de importación y exportación para las baterías finales y el material de producción.
- Industria cercana a puertos.

## TIEMPO AL MERCADO

**Largo plazo:** debido a la necesidad de capacitación y desarrollo de la infraestructura requerida para la fabricación de baterías, además de los acuerdos internacionales necesarios y los permisos ambientales.

## JUGADORES ACTUALES

- Empresas privadas en Colombia: Mac (Johnson Controls), Tronex, Willard, Faico, Sofasa (posible interés en compra de baterías para uso en vehículos eléctricos), Sumicol y empresas en general con potencial de abastecer materias prima como sales minerales y óxidos metálicos (ej. manganeso).
- Empresas extranjeras: LG y Mitsubishi interesadas en construir fábricas de baterías de ion litio en Sudamérica (posibles socios). Los productores más reconocidos en la fabricación de baterías de ion litio son: LG Chem, A123, BYD y Tesla-Panasonic (Panasonic como proveedor de baterías y Tesla con su próxima megafábrica de baterías de ion litio).
- Países con mayor extracción de litio en la región: Argentina y Bolivia (exportadores de litio como mineral). Chile (produce carbonato e hidróxido de litio con la empresa SQM).
- Gobierno colombiano: con el desarrollo de políticas que permitan el ingreso y salida de baterías y su materia prima.

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



# 1. FABRICACIÓN DE BATERÍAS A NIVEL LOCAL

Generación de una industria local de fabricación de baterías con la que se logre aprovechar la cercanía con países de gran producción de litio y otro tipo de materiales, permitiendo abastecer la demanda de baterías de la región como de otros mercados de Estados Unidos y Europa.

Pueden ser alicientes para la creación de una empresa de fabricación de este tipo de almacenadores de energía las salidas comerciales por el Atlántico o el Pacífico que posee el país, las fuentes de energía eléctrica renovable (con baja huella de carbono) y la cercanía con países productores de materiales para baterías. Esta oportunidad se pensaría en un mercado mundial donde se posea una mayor demanda de baterías, por lo que se necesitarían aliados mundiales para una mayor penetración al mercado global.

## ¿CÓMO ESTÁ MEDELLÍN?

- Cuenta con una sede de fabricación de pilas primarias de zinc carbón (Tronex).
- En Medellín existen empresas proveedoras de materiales, insumos y minerales para una posible fabricación de baterías (ej. Sumicol).
- Cuenta con un sistema de transporte masivo con energía eléctrica (tren metropolitano, tranvía).
- Ruta N como generador de sinergias para consolidar las empresas interesadas.
- Posee una sede de Sofasa en la cual se podría realizar el proceso de manufactura de vehículos eléctricos.
- Programa de infraestructura vial de cuarta generación (próxima conexión con autopista 4G), con la cual se lograría acortar los tiempos y los costos de transporte.
- Grupos de investigación universitarios que han desarrollado proyectos referentes al tema de baterías (U de M, EAFIT, U de A, UNAL, UPB).

## BARRERAS POTENCIALES

- Deficiencia en la infraestructura de transporte del país.
- El desarrollo químico de las baterías de alta capacidad es complejo y requieren procesos de gran consumo de energía.
- Lejanía de los puertos (puerto más cercano a 300 km de Medellín).
- Concientización y culturización de las empresas.
- Aumento del mercado chino y existencia de grandes productores de pilas y baterías a nivel mundial, generando una figura de monopolio.
- El alto contrabando en el país, donde cerca del 15% del mercado de pilas en Colombia son de contrabando.
- Posibles altos costos de importación de la materia prima (litio u otros materiales).
- El transporte de baterías es peligroso y requiere permisos ambientales.
- Limitado acceso al conocimiento, ciencia y tecnología necesaria para la fabricación de baterías.

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



## 2. LOGÍSTICA - INDUSTRIA LIVIANA\*

\*Menos intensiva que la industria pesada y generalmente enfocada al usuario final.

Creación a nivel local de compañías con una actividad económica asociada al desarrollo de una cadena de servicios basada en la importación, el transporte y el reciclaje de baterías con las que se logre cerrar toda su cadena de vida (integradores de la tecnología).

A nivel regional existe una empresa que abastece gran parte de esta cadena, pero su funcionamiento está enfocado sólo a baterías de plomo ácido. La creación de esta empresa local podría incluir otros tipos de sistemas de almacenamiento como por ejemplo las baterías de litio, que han tenido un gran aumento de producción en los últimos años.

### CAPACIDADES REQUERIDAS

- Conocimientos logísticos, administrativos y de modelo de negocio.
- Capacidad de negociación con compañías multinacionales.
- Conocimiento de normatividad comercial internacional y de propiedad intelectual.
- Infraestructura para el transporte, almacenamiento, gestión y disposición de materiales químicos.
- Formación en normativas de gestión y de ambiente.

### TIEMPO AL MERCADO

#### Mediano-largo plazo:

El primer paso en esta oportunidad es ser integradores tecnológicos.

Parte de la cadena puede ser alcanzada a mediano plazo (segunda vida útil, importación, exportación y reciclaje).

La etapa de reciclaje puede iniciar rápidamente, aunque la infraestructura para realizar todo el proceso de separación de materiales conlleva más tiempo.

### JUGADORES ACTUALES

- MAC y Tronex como empresas locales. MAC S.A. es la única empresa que cubre los procesos de generación, recolección, acopio y reciclaje de baterías de plomo ácido en Colombia.
- Entes gubernamentales: generación de políticas ambientales y de importación que permitan la apertura de este tipo de empresas.
- Empresas que tienen a nivel nacional la representación de fabricantes de baterías de litio como GP, VARTA, Energizer, etc.

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



## 2. LOGÍSTICA - INDUSTRIA LIVIANA\*

\*Menos intensiva que la industria pesada y generalmente enfocada al usuario final.

Creación a nivel local de compañías con una actividad económica asociada al desarrollo de una cadena de servicios basada en la importación, el transporte y el reciclaje de baterías con las que se logre cerrar toda su cadena de vida (integradores de la tecnología).

A nivel regional existe una empresa que abastece gran parte de esta cadena, pero su funcionamiento está enfocado sólo a baterías de plomo ácido. La creación de esta empresa local podría incluir otros tipos de sistemas de almacenamiento como por ejemplo las baterías de litio, que han tenido un gran aumento de producción en los últimos años.

### ¿CÓMO ESTÁ MEDELLÍN?

- Posee jugadores locales de importación y producción de pilas y baterías (ej. Tronex), así como representantes de compañías fabricantes.
- La Andi posee programas de recolección de pilas usadas. Existen leyes que obligan a los fabricantes e importadores de pilas y baterías a realizar la recolección de las mismas (Ley 1672, del 2013).
- La Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín ha realizado recolección de baterías usadas para un posible reciclaje con fines agroquímicos.
- La Universidad de Medellín desarrolló el proyecto «Ecoetiquetado de Baterías Tipo Plomo Ácido» que consistía en la revisión de los procesos de tratamiento del plomo desde su extracción hasta el uso en baterías.
- La Universidad Pontificia Bolivariana ha desarrollado investigaciones referentes a la fabricación de electrodos (Half Cell) para baterías recargables.
- Empresas que prestan servicios relacionados con gestión liviana (ej. Inmotion Group con su servicio de movilidad sostenible).

### BARRERAS POTENCIALES

- Poca normalización para el manejo y reciclaje de sistemas de almacenamiento, diferentes a las baterías de plomo ácido.
- Baja cantidad de estudios locales.
- Poca normativa para la generación de una industria local de baterías.
- Falta de controles estatales al contrabando.
- Existencia de grandes competidores a nivel mundial y local (como MAC).
- Requerimientos especiales en el acondicionamiento de espacios para el almacenamiento de las baterías.

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



# GESTIÓN DE SEGUNDA VIDA ÚTIL

Generación de servicios aprovechando las baterías usadas para propósitos en los cuales la pérdida marginal de almacenamiento no sea importante. Este tipo de oportunidad se centraría en aplicaciones estacionarias, como por ejemplo en Zonas No Interconectadas (ZNI), en sistemas de energía mineros, combinaciones con fuentes renovables y sistemas de energía auxiliares. Esta oportunidad no está relacionada con el uso de los elementos reciclados de las baterías sino con la posibilidad de un segundo uso bajo características de operación diferentes. Este modelo de empresa o programa se enfocaría en la búsqueda, gestión, diagnóstico, preparación y reubicación de las baterías usadas en el mercado, permitiendo una disminución de costos de inversión en proyectos de energías renovables con la reutilización de las baterías.

## CAPACIDADES REQUERIDAS

- Conocimiento en manejo de batería para la limpieza y adecuación para su segundo uso (cadena logística).
- Existencia de un mercado para la segunda vida útil.
- Infraestructura para el manejo de desechos y repotenciación de baterías.
- Pruebas de verificación de las condiciones de baterías.
- Leyes que permitan la creación de una industria de gestión de segunda vida útil para los sistemas de almacenamiento en general.

## TIEMPO AL MERCADO

**Mediano plazo:** implicaría la generación de una industria más fuerte en baterías de litio y proyectos nacionales.

## JUGADORES ACTUALES

- La empresa MAC S.A. con sus procesos de recolección, acopio y reciclaje de baterías de plomo ácido.
- La UPME como generadora del mercado de baterías usadas, para la planeación en ZNI, empresas mineras y como apoyo al Sistema Interconectado Nacional (SIN), IPSE.
- Empresas propietarias de baterías y que requieran apoyo para el proceso de reutilización de baterías.
- La compañía japonesa Sumitomo Corporation ha empezado a comprar baterías usadas de vehículos eléctricos para sistemas de almacenamiento a gran escala.

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



# GESTIÓN DE SEGUNDA VIDA ÚTIL

Generación de servicios aprovechando las baterías usadas para propósitos en los cuales la pérdida marginal de almacenamiento no sea importante. Este tipo de oportunidad se centraría en aplicaciones estacionarias, como por ejemplo en Zonas No Interconectadas (ZNI), en sistemas de energía mineros, combinaciones con fuentes renovables y sistemas de energía auxiliares. Esta oportunidad no está relacionada con el uso de los elementos reciclados de las baterías sino con la posibilidad de un segundo uso bajo características de operación diferentes. Este modelo de empresa o programa se enfocaría en la búsqueda, gestión, diagnóstico, preparación y reubicación de las baterías usadas en el mercado, permitiendo una disminución de costos de inversión en proyectos de energías renovables con la reutilización de las baterías.

## ¿CÓMO ESTÁ MEDELLÍN?

- Posee múltiples empresas con centros de cómputo, con necesidad de UPS y bancos de baterías como sistemas auxiliares de energía.
- Antioquia posee zonas no interconectadas (cerca de un 10%) y múltiples campamentos alejados. Medellín, como capital del departamento, tiene el potencial para desarrollar estrategias que podrían contribuir a mejorar las condiciones de estas ZNI, que podrían ser alimentadas a partir de energías renovables con apoyo de un sistema de almacenamiento como las baterías.

## BARRERAS POTENCIALES

- Restricciones ambientales y comerciales.
- Aumento de costos y trámites ambientales en el acondicionamiento de lugares y vehículos para el almacenamiento y transporte de las baterías.
- Poco personal técnico capacitado para el manejo y acondicionamiento de las baterías para su segunda vida útil.
- Dificultad en la generación o adaptación de normas (ej. la Resolución 361 del 2011, donde se establecen los elementos que deben contener los planes de gestión de devolución de productos postconsumo de baterías usadas plomo ácido) para las baterías de ion litio, y las baterías en general.

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



## 4. ALMACENAMIENTO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS

Oportunidad de generación de servicios alrededor de actividades asociadas al uso de baterías para la integración y uso de energías renovables y no convencionales en el sistema eléctrico o en Zonas No Interconectadas (ZNI), aprovechando toda la energía generada a partir de estas fuentes. Este tipo de oportunidades permitiría el apalancamiento de la generación distribuida en la región bajo un sistema de apoyo como son las baterías, que permiten almacenar la energía ante una disponibilidad del recurso mayor que la demanda, y su suministro cuando la demanda supera la disponibilidad del recurso.

La clase de batería a emplear se encuentra supeditada a un estudio de costo beneficio integral en donde se considere el transporte, el mantenimiento, la eficiencia y la confiabilidad. Por ejemplo, las baterías de ion litio presentan una mayor eficiencia, durabilidad y un menor coste de mantenimiento, sin embargo, las baterías líderes en este tipo de aplicaciones son las de plomo ácido debido a su bajo costo.

### CAPACIDADES REQUERIDAS

- Recursos necesarios para la producción de energías renovables (eólica, solar y agua).
- Formación en ingeniería eléctrica y control, para la unión del sistema de generación con el sistema de almacenamiento.
- Estudios sobre implementación de sistemas de almacenamiento en conjunto con sistemas de generación renovable.
- Conocimiento técnico de despacho optimizado y gestión de recursos.

### TIEMPO AL MERCADO

**Corto plazo:** de fácil implementación en ZNI con generación renovable. Existen soluciones en el mercado susceptibles de ser aplicadas e integradas en Colombia.

### JUGADORES ACTUALES

- Gobierno nacional: implementación de políticas que faciliten el ingreso de tecnología para la integración de las baterías con los sistemas renovables.
- EPM: facilitador de conocimiento, gracias a la experiencia obtenida en el proyecto «kit solares » en ZNI.
- IPSE: como instituto encargado para la planificación y promoción de soluciones energéticas en ZNI.
- UPME y operadores de red.

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
**POTENCIA  
LA INNOVACIÓN**  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



## 4. ALMACENAMIENTO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS

Oportunidad de generación de servicios alrededor de actividades asociadas al uso de baterías para la integración y uso de energías renovables y no convencionales en el sistema eléctrico o en Zonas No Interconectadas (ZNI), aprovechando toda la energía generada a partir de estas fuentes. Este tipo de oportunidades permitiría el apalancamiento de la generación distribuida en la región bajo un sistema de apoyo como son las baterías, que permiten almacenar la energía ante una disponibilidad del recurso mayor que la demanda, y su suministro cuando la demanda supera la disponibilidad del recurso.

La clase de batería a emplear se encuentra supeditada a un estudio de costo beneficio integral en donde se considere el transporte, el mantenimiento, la eficiencia y la confiabilidad. Por ejemplo, las baterías de ion litio presentan una mayor eficiencia, durabilidad y un menor coste de mantenimiento, sin embargo, las baterías líderes en este tipo de aplicaciones son las de plomo ácido debido a su bajo costo.

### ¿CÓMO ESTÁ MEDELLÍN?

- Energéticamente fuerte (alta producción de energía y capacidad para la producción de fuentes renovables). Colombia: 16 del mundo en sostenibilidad energética (World Energy Council).
- Nuevos proyectos de energías renovables desarrollados por empresas del departamento (Distrito Cti, MicroRed UPB, EPM con el Parque Eólico Jepirachi y sus investigaciones en geotermia en el Nevado del Ruiz).
- Antioquia posee Zonas No Interconectadas y Zonas No Interconectables. Medellín, como capital del departamento, puede generar estrategias para permitir la incursión de energías renovables acompañadas de sistemas de almacenamiento de baterías.

### BARRERAS POTENCIALES

- El público impactado será influenciado por el costo de la tecnología versus su nivel de vida.
- Rechazo social al apropiamiento y adopción de la tecnología, se necesitarían campañas de concientización y sistemas transparentes para el usuario.
- Costos elevados en equipos convertidores de energía y diseños no estandarizados (son a la medida).
- Pocas garantías y bajo soporte tecnológico en el sistema de almacenamiento y conversión.
- Falta de reglamentación de la Ley 1715 del 2014 que facilite la entrada de energías alternativas.
- Diversidad en el costo Wh / kg dependiendo del tipo de baterías (baterías ion litio más costosas que baterías de plomo ácido quienes ya tienen un mercado establecido en el país).

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



## 5. SISTEMAS DE BATERÍAS PARA TRANSPORTE PÚBLICO Y PRIVADO

Oportunidad que impulsaría el uso de vehículos eléctricos a nivel particular o público donde se incluirían servicios como mantenimiento, suministro y reparación de baterías para vehículos. Gracias a que la región posee generación de energía eléctrica limpia, el uso de sistemas de baterías para el transporte eléctrico continuaría con el crecimiento de la cadena del sector. Otro posible enfoque sería el alquiler de la batería posiblemente bajo un contrato leasing, con el fin de disminuir los precios de salida al mercado de los vehículos eléctricos.

### CAPACIDADES REQUERIDAS

- Conocimiento en ingeniería eléctrica, electrónica, química, mecánica y demás carreras relacionadas con conocimientos en baterías.
- Transporte masivo con tracción eléctrica y transporte particular, desde bicicletas hasta vehículos eléctricos.
- Mercado de vehículos para la rentabilidad del sector.
- Capacidad en la definición de políticas adecuadas para el mercado.
- Análisis financiero y factibilidad, para generación de programas de renta de baterías.
- Regulación, normatividad y políticas que generen incentivos para la adopción de los vehículos eléctricos.

### TIEMPO AL MERCADO

**Mediano plazo:** requiere un mayor esfuerzo para el ingreso de vehículos eléctricos e implementación de políticas para un mejor desarrollo del transporte eléctrico masivo.

### JUGADORES ACTUALES

- Operadores de transporte masivo.
- Dueños de estaciones de servicio.
- Metro de Medellín y EPM como actores principales en el sector movilidad y energético de la región.
- Sofasa como mediador para la adopción de mayor número de vehículos eléctricos a nivel local.
- Empresas como BYD, Nissan, Toyota y Tesla como generadores principales del mercado de vehículos eléctricos.
- Codensa como respaldo de la flota de cincuenta taxis eléctricos en Bogotá.

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



## 5. SISTEMAS DE BATERÍAS PARA TRANSPORTE PÚBLICO Y PRIVADO

Oportunidad que impulsaría el uso de vehículos eléctricos a nivel particular o público donde se incluirían servicios como mantenimiento, suministro y reparación de baterías para vehículos. Gracias a que la región posee generación de energía eléctrica limpia, el uso de sistemas de baterías para el transporte eléctrico continuaría con el crecimiento de la cadena del sector. Otro posible enfoque sería el alquiler de la batería posiblemente bajo un contrato leasing, con el fin de disminuir los precios de salida al mercado de los vehículos eléctricos.

### ¿CÓMO ESTÁ MEDELLÍN?

- Avance en el transporte de vehículos, motos y bicicletas eléctricas, con empresas como Energy Motion, Lucky Lion y MEC (Motos Eléctricas de Colombia).
- La empresa Inmotion Group cuenta con una diversidad de vehículos eléctricos como bicicletas, scooters, vehículos de carga y vehículos para deportes extremos, todos ellos centrados en movilidad sostenible.
- La ciudad cuenta con cerca de quinientas motos eléctricas rodando con un rendimiento aceptable.
- Potencial para el desarrollo de transporte masivo con baterías de respaldo (tranvía y trolebuses).
- Servicios auxiliares de almacenamiento para el sistema metro.
- Proyectos universitarios sobre transporte eléctrico: UPB con el bus y vehículos eléctricos, EAFIT con las bicicletas eléctricas. UPB-EAFIT-EPM-Renault Colombia han realizado estudios sobre un posible ensamble de vehículos eléctricos en el país. Vehículo solar EAFIT - EPM.

### BARRERAS POTENCIALES

- Altos costos en el mercado de vehículos eléctricos. Cerca de una tercera parte del valor de un vehículo eléctrico corresponde al del sistema de baterías.
- Falta de políticas regulatorias claras y enfocadas a la introducción de un transporte eléctrico público y privado.
- Restricciones ambientales en el manejo de baterías y poco conocimiento para su mantenimiento y reparación.
- Dificultad para la implementación del transporte masivo eléctrico. Pocos parques automotores eléctricos.
- Topografía altamente variable que dificulta asegurar la adaptabilidad de los vehículos y mantener buenos rendimientos, dadas las características de la región.
- Poco conocimiento del usuario final sobre el uso de los vehículos eléctricos (ej. bicicletas).
- Fuerte competencia de los vehículos de combustión, lo que suscita comparaciones iniciales que dejan en desventaja a los vehículos eléctricos.
- Falta de aliados financieros. Hasta el momento el sector financiero no da incentivos para la compra de vehículos eléctricos.

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



## 6. RECICLAJE

Oportunidad para la prestación del servicio de reciclaje de baterías y posterior administración y comercialización de los materiales tóxicos y no tóxicos de estas.

Cerca del 90% de los materiales dentro de una batería pueden ser reutilizados después de cumplida su vida útil. El bajo costo de los materiales recuperados hace que el reciclaje de estos no sea económicamente atractivo, sin embargo, bajo propicios esfuerzos ambientales y ante una alta demanda de baterías es posible prever una oportunidad de negocio en el reciclaje. Los clientes potenciales serían las empresas locales o extranjeras dedicadas a la fabricación o uso de baterías, o aquellas industrias que requieran materia prima similar a la extraída de la batería.

### CAPACIDADES REQUERIDAS

- Permisos ambientales y de manejo de materiales tóxicos.
- Conocimiento en ingeniería y de procesos de reciclaje.
- Infraestructura para el desarme y separación de materiales.
- Definición de modelos de negocios.
- Procesos energéticamente intensivos.
- Certificación ISO 14001, norma que reconoce que la empresa posee un sistema de gestión ambiental adecuado.
- Debe existir un mercado de baterías reciclables diferentes a las baterías de plomo ácido.

### TIEMPO AL MERCADO

**Mediano - largo plazo:** requiere infraestructura y permisos ambientales. El mercado actual de baterías de ion litio para Colombia es de cerca de cinco millones de dólares anuales, se esperaría un desarrollo mayor de este mercado en el país.

### JUGADORES ACTUALES

- El estado con políticas para el reciclaje de baterías y subsidios que permitan la viabilidad de esta oportunidad.
- Apoyo y seguimiento de entes ambientales.
- MAC como única empresa en el país que realiza el proceso de reciclaje de baterías (baterías de plomo ácido).
- RETRIEV y America's Battery Recyclers, empresas estadounidenses líderes mundiales en el reciclaje y administración de pilas y baterías de ion litio.
- Lito S.A. Sony como empresa recolectora y de gestión integral en Colombia de elementos electrónicos. (ej. baterías Cd-Ni, baterías y pilas alcalinas secas Cd-Ni, Li-ion y tipos AA, AAA).

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



## 6. RECICLAJE

Oportunidad para la prestación del servicio de reciclaje de baterías y posterior administración y comercialización de los materiales tóxicos y no tóxicos de estas.

Cerca del 90% de los materiales dentro de una batería pueden ser reutilizados después de cumplida su vida útil. El bajo costo de los materiales recuperados hace que el reciclaje de estos no sea económicamente atractivo, sin embargo, bajo propicios esfuerzos ambientales y ante una alta demanda de baterías es posible prever una oportunidad de negocio en el reciclaje. Los clientes potenciales serían las empresas locales o extranjeras dedicadas a la fabricación o uso de baterías, o aquellas industrias que requieran materia prima similar a la extraída de la batería.

### ¿CÓMO ESTÁ MEDELLÍN?

- Medellín tiene una empresa fabricante de pilas (Tronex) que posee conocimiento en los materiales y construcción de las mismas.
- La Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín ha realizado recolección de baterías usadas para un posible reciclaje con fines agroquímicos.
- Experiencias adquiridas en proyectos con baterías de plomo ácido, como la obtenida por la Universidad de Medellín con el proyecto de ecoetiquetado.
- Publicaciones realizadas por el grupo CIBIOT de la UPB sobre la «biorrecuperación de metales pesados de baterías usadas» y «biodisolución del níquel de baterías usadas».

### BARRERAS POTENCIALES

- Limitaciones ambientales para el procesamiento de los residuos.
- Falta de divulgación de programas para concientizar al público en general de la importancia del reciclaje de baterías.
- Alto costo del reciclaje comparado con el bajo costo de los materiales constitutivos.
- Ausencia del mercado de reciclaje de baterías de ion litio.
- Limitada infraestructura, conocimiento y experiencia tecnológica para el reciclaje de los materiales.
- Alto requerimiento energético para el proceso de separación de materiales.
- Existen políticas y sanciones que obligan a las empresas a recolectar y reciclar, sin embargo no existen incentivos estatales ni políticas de reciclaje tangibles.

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



7.

# BANCO DE BATERÍAS COMO APOYO AL SISTEMA INTERCONECTADO NACIONAL

Servicio basado en el agrupamiento de gran cantidad de baterías con el fin de obtener una alta capacidad energética que sea de apoyo a la gestión de la demanda y a la optimización de la infraestructura eléctrica. Las baterías serían cargadas en horas de baja demanda y luego descargadas en horas pico, reduciendo de esta forma los esfuerzos de generación y los valles de demanda diarios. Se podrían incursionar las baterías de flujo redox y las baterías de plomo-ácido avanzadas gracias a su alta densidad de potencia propicia para esta oportunidad.

## CAPACIDADES REQUERIDAS

- Alta capacidad financiera para la adquisición de un banco considerable de baterías.
- Conocimiento del comportamiento del SIN y en áreas como ingeniería eléctrica y de control.
- Conocimiento en Ingeniería para desarrollar proyectos de acuerdo a la Ley 1715 del 2014. Artículo 31. Respuesta a la demanda: «Incentivar la respuesta de la demanda con el objeto de desplazar los consumos en periodos punta y procurar el aplanamiento de la curva de demanda».

## TIEMPO AL MERCADO

**Largo plazo:** requiere infraestructura y permisos de operación. Este tipo de oportunidades están siendo contempladas en el mundo, por lo que su seguimiento podría modificar los tiempos de implementación.

## JUGADORES ACTUALES

- XM como operador del SIN y administrador del mercado de energía local.
- Empresas dueñas de las líneas de transmisión y operadores de red.
- Comercializadores y distribuidores de energía eléctrica.

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



7.

# BANCO DE BATERÍAS COMO APOYO AL SISTEMA INTERCONECTADO NACIONAL

Servicio basado en el agrupamiento de gran cantidad de baterías con el fin de obtener una alta capacidad energética que sea de apoyo a la gestión de la demanda y a la optimización de la infraestructura eléctrica. Las baterías serían cargadas en horas de baja demanda y luego descargadas en horas pico, reduciendo de esta forma los esfuerzos de generación y los valles de demanda diarios. Se podrían incursionar las baterías de flujo redox y las baterías de plomo-ácido avanzadas gracias a su alta densidad de potencia propicia para esta oportunidad.

## ¿CÓMO ESTÁ MEDELLÍN?

- Las curvas de demanda en Medellín, debido a la desindustrialización, tienden a agrandar los valles de demanda, permitiendo la entrada al mercado de esta oportunidad.
- El departamento de Antioquia posee grandes fuentes de generación eléctrica, para cargar las baterías con fuentes limpias.
- En un escenario de desabastecimiento de gas natural su sustitución por energía eléctrica podría llevar las redes al límite de capacidad.

## BARRERAS POTENCIALES

- Altos costos de implementación.
- Dificultad para establecer las nuevas políticas regulatorias requeridas para la implementación en la red eléctrica.
- Altos costos y complejidad en el mantenimiento y control debido a la necesidad de un sistema de seguridad enfocado al bienestar de las baterías.
- Dificultad en la creación de un nuevo mercado, especialmente en el esquema de cobro y pago de la energía.
- Altos costos y complejidad de los sistemas de medición y control de los procesos de carga y descarga necesarios en un sistema de baterías.
- Dificultad en la generación de un nuevo esquema de mercado donde el coste de la energía cambie de acuerdo a la hora del día, potencializando esta oportunidad.

Lidera:



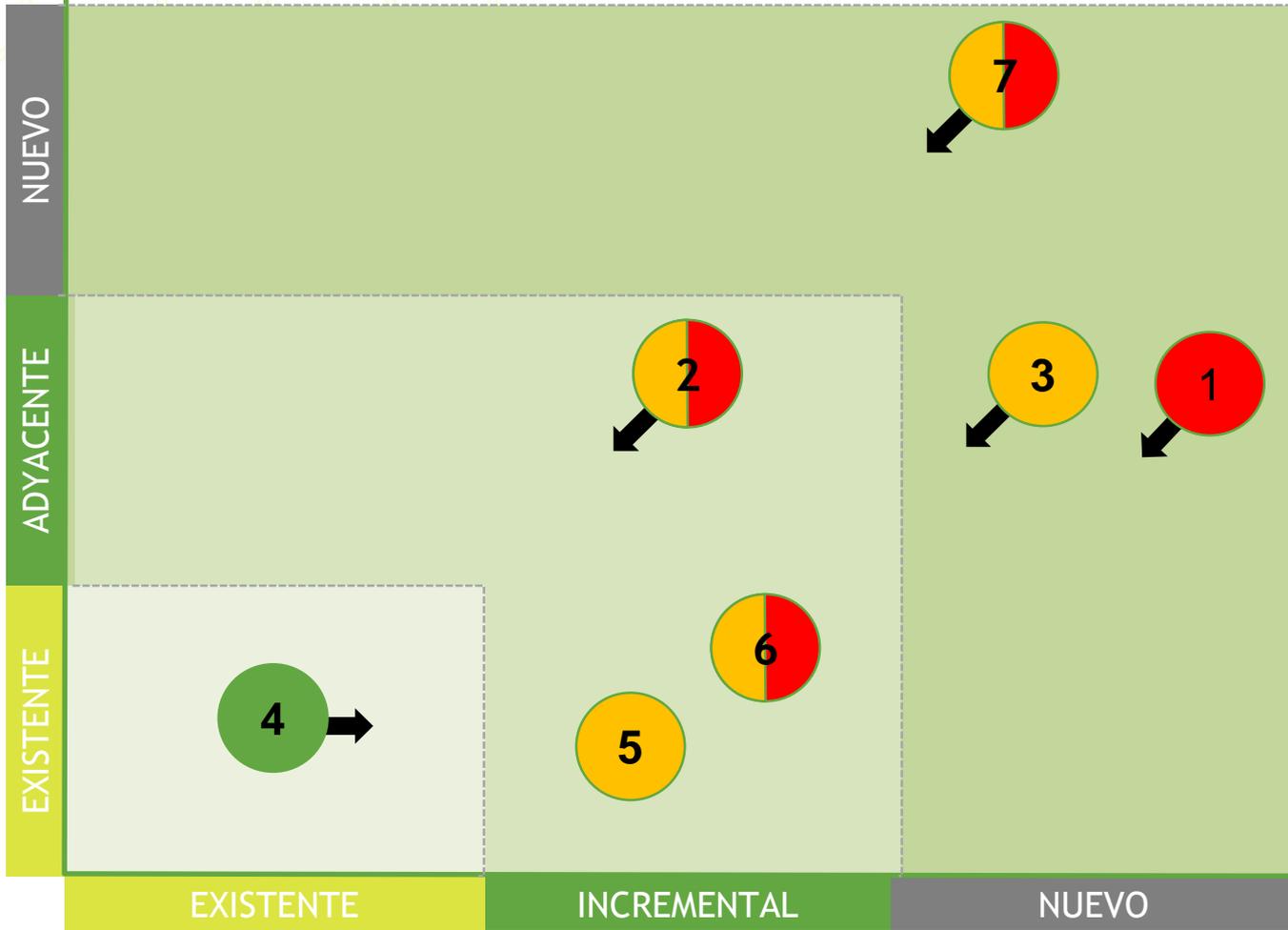
EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



# MATRIZ DE OPORTUNIDAD

¿DÓNDE JUGAR? (mercado)



Tiempo al mercado:

- Corto plazo
- Mediano plazo
- Largo plazo

1. Fabricación de baterías ion-litio
2. Logística - gestión liviana
3. Gestión de segunda vida útil
4. Almacenamiento energías alternativas
5. Sistemas de baterías para transporte público y privado
6. Reciclaje de baterías
7. Banco de baterías

¿CÓMO GANAR? (producto / servicio)

Nagji & Tuff (2012)  
Terwiesch & Ulrich (2008)

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



# RECOMENDACIONES

1. Se deben considerar dos métodos destacados para la separación de materiales en el reciclaje de baterías: pirometalúrgicas o hidrometalúrgicas. Estos requieren una gran infraestructura, mucha energía y representan altos costos, por lo que la cantidad de metal recuperado podría no compensar el gasto en todo el proceso y, en ocasiones, es más económico comprar material nuevo que reciclado. Es necesario tener presente los apoyos y las políticas estatales que permitan dar viabilidad a este tipo de modelo de negocio.
2. Es de aclarar que para todas las oportunidades es necesario realizar estudios de prefactibilidad y generar esquemas de negocios con los que se logre evidenciar la viabilidad de cada una de las oportunidades aquí planteadas. Se deben tener en cuenta además las facilidades generadas por el Estado y las posibles alianzas que se puedan llegar a dar con empresas o socios extranjeros interesados en invertir en el país.
3. A pesar de que en Colombia la industria automotriz eléctrica y el uso de baterías de litio es baja, no se deben descartar las oportunidades de generación de este tipo de empresa, ya que a nivel mundial existen compañías en busca de socios estratégicos en países con políticas flexibles y seguras para la inversión extranjera, y que se encuentren cerca a las fuentes de materias primas. El caso más reciente es el de LG y Mitsubishi quienes están interesadas en construir una fábricas de baterías de ion litio en Sudamérica.
4. Gracias al alto nivel energético con el que cuenta el país, basados en fuentes renovables como es la energía hidroeléctrica, se puede pensar en una sustitución paulatina de los vehículos de combustible por vehículos eléctricos (desde bicicletas hasta buses y tranvías), permitiendo disminuir en gran medida la contaminación por CO<sub>2</sub> a partir de fuentes limpias de generación eléctrica.
5. El Metro de Medellín junto con la Universidad Pontificia Bolivariana han venido desarrollado un proyecto de almacenamiento de energía con ultracapacitores, los cuales son dispositivos que actualmente son un complemento perfecto para las baterías empleadas en vehículos eléctricos. Adicionalmente, en dicha universidad se han realizado investigaciones para el desarrollo de electrodos para ultracapacitores con el fin de promover el uso de estos dispositivos a nivel local.

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



# RECOMENDACIONES

6. En el análisis de mercado se debe considerar que la tecnología de las baterías basadas en ion litio posee una alta competitividad mundial con algunos mercados ya establecidos, sin embargo, y ante los crecientes usos de la tecnología móvil y sistemas desconectables, la demanda de baterías sigue en aumento. Esto permitiría considerar la creación de una industria de litio en el país, que bajo nuevas tecnologías o nuevas estrategias de mercado pueda ser atractiva para la demanda global. En la creación de una industria local de baterías se deben considerar también los demás materiales constitutivos y opciones alternas que permitan explotar la materia prima presente.
7. Existen tecnologías promisorias como baterías de flujo, de plomo-ácido avanzadas, de sulfuro sodio (metal azufre) y de metal-aire que deben ser observadas detenidamente en un futuro, ya que sus avances y masificación permitirían otro tipo de oportunidad, generando a su vez un mercado nuevo con el cual se entraría a competir desde cero en la industria global.
8. Se requiere generar capacidades humanas integrales en el tema de baterías (conocimientos de energética, mecánica, fabricación, manejo, reciclaje y operación) ya que los expertos y programas sobre el tema se encuentran por fuera del país.
9. Se debe tener en cuenta que no existe una construcción y ensamblaje de baterías que permitan una estandarización del producto, lo que genera una diversidad de condiciones en tipología y conexión y aumenta la complejidad en la adquisición del conocimiento.
10. Se requieren políticas y planes para apoyar la creación y el fortalecimiento de capacidades, tanto en infraestructura como en formación de personal para afrontar los retos que demandan el desarrollo local de industrias de baterías ion litio y otro tipo de baterías que están en etapa de experimentación, así como la utilización de este tipo de dispositivos de almacenamiento de energía en las diferentes tecnologías expuesta en este estudio.

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



# VALIDADORES TEMÁTICOS

- **Zulamita Zapata Benabithé**  
Email: zulamita.zapata@upb.edu.co  
**Ocupación:** Docente-Investigador Grupo de Energía y Termodinámica - Instituto de Energía, Materiales y Medio Ambiente en la Universidad Pontificia Bolivariana.
- **Andrés Emiro Díez Restrepo**  
Email: andres.diez@upb.edu.co  
**Ocupación:** Docente-Investigador del Grupo de Investigación en Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica en la Universidad Pontificia Bolivariana.
- **Rafael Esteban Ribadeneira Paz**  
Email: reriabade@unal.edu.co  
**Ocupación:** Docente - Investigador Grupo Kimera, Departamento de Procesos y Energía, Universidad Nacional de Colombia.
- **Jorge Ignacio Vélez Pérez**  
Email: jorge.velez@epm.com.co  
**Ocupación:** Profesional de Gerencia de Innovación y Desarrollo EPM.
- **Jorge Andrés Calderón Gutiérrez**  
Email: jcaldergut@gmail.com  
**Ocupación:** Profesor e Investigador Grupo CIDEMAT, Universidad de Antioquia.
- **Santiago Pérez Cardona**  
Email: sperezca@eafit.edu.co  
**Ocupación:** Cofundador y Director Ejecutivo de Inmotion Group.
- **Esteban García Tamayo**  
Email: e.garciatamayo@gmail.com  
**Ocupación:** PhD en Ingeniería Química, TU Delft, Departamento de Ingeniería Química, Delft, Países Bajos.
- **Andrea Mancera Arias**  
Email: andrea.mancera@rutanmedellin.org  
**Ocupación:** Directora del Área de Energía Plan CT+i, Ruta N.

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



# REFERENCIAS

- «Bosch uses hybrid battery system for energy storage» (2014). Sitio web: *Energy Storage Report*. Disponible en: <http://energystoragereport.info/category/technology/batteries/#sthash.hUatmwic.dpuf/>.
- «Compañía Sumimoto compra baterías de VE para almacenamiento de energía a gran escala» (2014). Sitio web: *Scientific American*. Disponible en: <http://blogs.scientificamerican.com/plugged-in/2014/03/04/big-step-taken-in-second-life-for-ev-batteries/>.
- «Ecoetiquetado de Baterías Tipo Plomo Ácido» (s.f.). Sitio web: *Mineducación*. Disponible en: <http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/w3-article-176653.html>.
- Graham Richard, M. (2009). «Bolivia has Enough Lithium for 4.8 Billion Electric Cars». Sitio web: *Treehugger*. Disponible en: <http://www.treehugger.com/corporate-responsibility/bolivia-has-enough-lithium-for-48-billion-electric-cars.html>.
- «Invierta en Litio, el mineral del futuro» (s.f.). Sitio web: *Revista Dinero*. Disponible en: <http://www.finanzaspersonales.com.co/invierta-a-la-fija/articulo/invierta-en-litio-el-mineral-del-futuro/37748>.
- Nagji, B., Tuff G. (2012). *Managing Your Innovation Portfolio*. Harvard Business Review.
- «Reciclarán pilas para beneficio agroindustrial» Sitio web: *Universidad Nacional de Colombia*. Disponible en: <http://www.agenciadenoticias.unal.edu.co/ndetalle/article/reciclaran-pilas-para-beneficio-agroindustrial.html>.
- Terwiesch, C., Ulrich, K. (2008). *Managing the opportunity portfolio*. R&D/BUSINESS STRATEGY.
- Worstall, T. (2014). «Is There Enough Lithium To Feed Tesla's Gigafactory?». Sitio web: *Forbes*. Disponible en: <http://www.forbes.com/sites/timworstall/2014/08/03/is-there-enough-lithium-to-feed-teslas-gigafactory/>.

Lidera:



EL LUGAR  
DONDE SE  
POTENCIA  
LA INNOVACIÓN  
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG

Ejecuta:



SÍGUENOS EN:



**ruta**<sup>n</sup>

**MEDELLÍN**  
CENTRO DE INNOVACIÓN Y NEGOCIOS

EL LUGAR  
DONDE SE  
**POTENCIA  
LA INNOVACIÓN**

////////////////////  
[WWW.RUTANMEDELLIN.ORG](http://WWW.RUTANMEDELLIN.ORG)

**GRACIAS**

une epm®

  
Medellín  
todos por la vida