



# **EL SURGIMIENTO DE LAS BATERÍAS DE IONES DE LITIO EN LOS CENTROS DE DATOS**

Un informe de aplicación de Vertiv™

## Introducción

Las baterías sirven para almacenar una cantidad específica de energía para luego liberarla en el momento adecuado, ya sea para encender una linterna cuando se cambia un neumático en una calle oscura o cuando se requiere un puente efectivo a una fuente de alimentación auxiliar.

Muchos gerentes de instalaciones críticas se sienten decepcionados de que las baterías tengan un rendimiento inconsistente. Cuando se les pregunta: “¿Existe una mejor solución de almacenamiento de energía para la infraestructura de sus centros de datos?”, los propietarios, los usuarios y los gerentes siempre responden: “Sí”.

Para los profesionales de los centros de datos críticos, las baterías tradicionales de plomo ácido combinadas con sistemas de UPS han sido la primera opción para ofrecer un breve periodo de tiempo de respaldo. La mayoría de estos mismos operadores han sido testigos de los inconvenientes de la solución de plomo ácido en un momento u otro.

Una alternativa es utilizar baterías de iones de litio. Este artículo examina esta opción y comparte una perspectiva de la vida real para ayudar a los diseñadores a decidir si esta tecnología es viable en sus centros de datos.

Desde hace mucho tiempo, Vertiv™ (anteriormente Emerson Network Power) ha sido líder en suministrar energía a los centros de datos con sistemas de UPS, unidades de distribución de energía, conmutadores de transferencia y servicios profesionales. Desde 1981, monitoreamos, gestionamos y ofrecemos mantenimiento a las baterías. Nuestro objetivo con este documento es usar nuestra posición estratégica para compartir nuestro conocimiento sobre soluciones de almacenamiento de energía, como las baterías, y la manera cómo estas se comportan.

## Antecedentes

Tal vez recuerde que, en sus primeras clases de ciencias, el profesor mostraba cómo funcionaban las baterías mediante reacciones químicas simples que involucraban un cátodo, un ánodo y un electrolito.

A lo largo de los años, muchas sustancias químicas han sido investigadas, probadas y usadas para suministrar energía a una infinidad de artículos. Se han realizado avances a lo largo de los años, desde la batería básica de plomo ácido inventada en 1859 (1), hasta la batería de gel de plomo ácido en 1934 (2) y la más reciente batería de plomo ácido con válvula reguladora (sellada) en 1957. Además, podemos agregar la introducción de las nuevas sustancias químicas alcalinas y con base en níquel para observar el impresionante progreso material que los científicos han alcanzado en la innovación y el rendimiento de las baterías.

En la actualidad, el progreso continúa con las baterías de iones de litio (BIL). El elemento Li fue descubierto alrededor de 1818. Sin embargo, para efectos prácticos, las BIL tuvieron sus orígenes a principios de la década de 1970 a partir del trabajo del físico John Goodenough y el químico Stan Whittingham (3). Podemos atribuir el éxito comercial de las BIL a Sony, que en 1991 introdujo una revolucionaria cámara de video portátil que usaba este tipo de batería.

Así empezó el crecimiento exponencial de las baterías de iones de litio. En la actualidad, todo el mundo disfruta los beneficios de estas baterías que permitieron que nuestros equipos electrónicos fueran más pequeños, con un funcionamiento de mayor duración y más potentes. Sin embargo, ha habido algunos casos en que la seguridad ha ocupado el centro de atención.

Aunque tanto los centros de datos como los equipos electrónicos requieren más potencia, un espacio menor para las baterías, mayores tiempos de operación, un funcionamiento seguro y un precio aceptable, es necesario reconocer que las baterías que dan asistencia a los equipos electrónicos destinados los consumidores no deben confundirse con las que usan los centros de datos.

Esto nos lleva a las siguientes preguntas: ¿Están las BIL “listas para la función”? ¿Pueden suministrarle energía a una infraestructura crítica? Investiguemos más a fondo.

## El problema con las baterías tradicionales

Los usuarios experimentados saben que, por lo general, las baterías tradicionales de plomo ácido son consideradas el “eslabón débil” en la cadena de energía de sus centros de datos. Con series y series de baterías necesarias para dar asistencia a una instalación moderna, puede que una posible falla esté al acecho. Estas baterías tienden a incurrir en altos costos de mantenimiento, son pesadas y necesitan reemplazos frecuentes. Las innovaciones en el monitoreo, la gestión y el mantenimiento han ayudado a aliviar algunos de estos dolores, pero con un costo agregado.

### Confiabilidad de las baterías

De acuerdo con el estudio del Ponemon Institute realizado en el 2013 (4) sobre las caídas de los centros de datos, el 55% de las caídas estuvieron relacionadas con las baterías comunes de plomo ácido (Fig. 1). El estudio de 2016 (5) mostró una leve disminución, pero la magnitud sigue siendo alarmante.

Con un servicio adecuado combinado con un monitoreo remoto, Vertiv™ demostró que estas baterías se pueden gestionar de manera efectiva (con inversiones adicionales).

#### Causas principales de las caídas

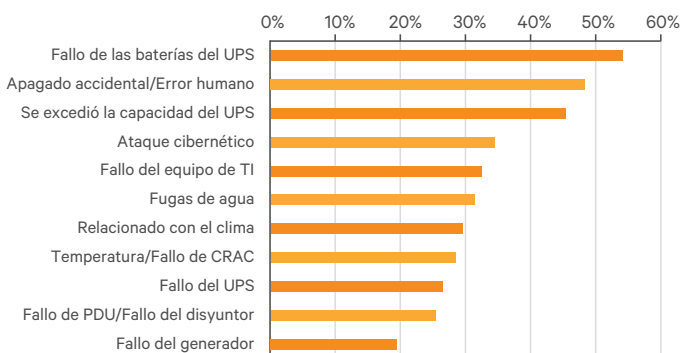


Figura 1: Más del 50% de las caídas de las instalaciones se deben a fallos de las baterías (estudio Ponemon Institute 2013)

### El problema con los reemplazos

En promedio, las baterías VRLA en las instalaciones críticas se deben reemplazar cada 4 o 5 años. Debido a la gran cantidad de baterías necesarias para lograr el tiempo de respaldo, los usuarios podrían sentir que se enfrentan a un ciclo de reemplazos constante y perpetuo. Cada vez que se reemplazan las baterías, se consume tiempo y dinero, y se generan dolores de cabeza adicionales para el sitio y el personal.

Así que, ¿pueden las baterías de iones de litio traer un alivio?

### Beneficios de las baterías de iones de litio

Desde el principio, los atributos de las BIL en comparación con las VRLA han sido bastante significativos.

#### Mayor duración

Muchos usuarios de baterías de plomo ácido han dicho: “¿Por qué mis baterías VRLA se deben reemplazar en solo 4 o 5 años?”. En resumen, esto se debe a la vida útil de las baterías de plomo ácido en operaciones críticas. De hecho, sabemos que los usuarios se emocionan al saber que las baterías de iones de litio para los centros de datos ofrecen

una vida útil 4 veces más prolongada que la de las baterías VRLA (Fig. 2). Esto se traduce en menos ciclos de reemplazo de baterías y menos interrupciones en el funcionamiento.

#### Reemplazos anuales previstos de VRLA a 25° C

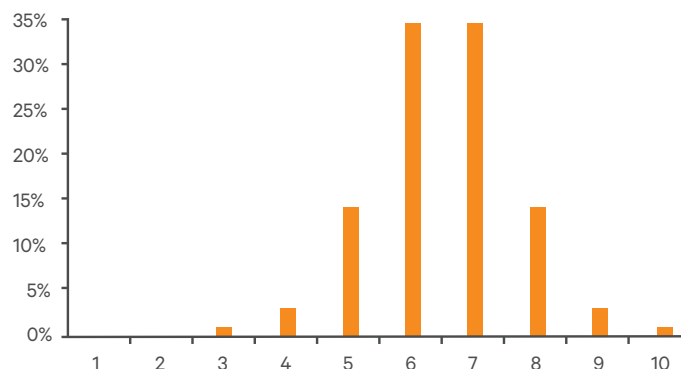


Figura 2: Tendencias de reemplazos de VRLA a 25° C

### Menos peso

Si se compara el almacenamiento de energía de una solución de BIL y una de VRLA se observa una reducción significativa del peso: de hasta un 60%. Esto puede reducir los límites de carga del piso, lo que a su vez puede disminuir los costos de construcción de las instalaciones. Las BIL también se podrían colocar en los lugares que estuvieron fuera de los límites para las pesadas contrapartes de VRLA, como por ejemplo en edificios de gran altura. Los usuarios también podrían ver una reducción en los costos de envío en algunos casos.

### Tamaño reducido

Las BIL tienen densidades de energía mayores a las de VRLA. Este no solo disminuye el peso, sino que también produce una solución hasta un 70% más compacta. Esto significa que una operación puede evitar salas grandes de baterías. Específicamente para los centros de datos nuevos, todo espacio que se pueda ahorrar permite un mejor uso y reducir el capital de construcción.

### Adaptación a temperaturas mayores

Debido a las químicas de las BIL, las baterías pueden funcionar de manera segura a temperatura ambiente sin reducir su capacidad. Esto puede disminuir los costos de refrigeración en comparación con las VRLA y aumenta las opciones de colocación en el sitio.

### Tiempo de almacenamiento

Otro beneficio al que se está prestando más atención es el tiempo de almacenamiento. Mientras que las baterías VRLA necesitan una carga “máxima” cada seis meses, las BIL pueden durar 18 meses sin requerir atención adicional.

## ¿Son iguales todas las baterías de iones de litio?

No. De hecho, existen varias químicas. La Battery University (6) destaca seis variantes comunes junto con los detalles característicos de las químicas más adecuadas para el uso en centros de datos.

QUÍMICA	ÓXIDO DE COBALTO Y LITIO	ÓXIDO DE MANGANESO Y LITIO	LITIO, NÍQUEL Y MANGANESO	FOSFATO DE HIERRO Y LITIO	ÓXIDO DE ALUMINIO, COBALTO, NÍQUEL Y LITIO	TITANATO DE LITIO
<b>Forma corta</b>	Li-cobalto	Li-manganeso	NMC	Li-fosfato	Li-aluminio	Li-titanato
<b>Abreviatura</b>	LiCoC <sub>2</sub> (LCO)	LiMn <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (LMO)	LiNiMnCoO <sub>2</sub> (NMC)	LiFePo <sub>4</sub> (LFP)	LiNiCoAlO <sub>2</sub> (NCA)	Li <sub>2</sub> TiO <sub>3</sub> (LTO)
<b>Observaciones</b>	Alta energía, potencia limitada. Cuota de mercado estabilizada.	Alta potencia, menor capacidad; más segura que Li-cobalto; a veces mezclada con NMC para mejorar el rendimiento.	Alta capacidad y alta potencia. Común en dispositivos destinados a los consumidores. También NCM, CMN, MNC, MCN.	Baja tensión de descarga, alta potencia, baja capacidad, muy segura; autodescarga elevada.	La mayor capacidad con potencia moderada. Similar al Li-cobalto.	Larga duración, carga rápida, rango amplio de temperatura y segura. Baja capacidad; costosa.

### Fosfato de hierro y litio (LFP)

Este diseño de iones de litio aprovecha el fosfato de hierro. Esta química tiende a proporcionar una excelente seguridad, una larga duración, una energía específica relativamente modesta, patrones más bajos de tensión, una mayor autodescarga y la capacidad de funcionar a temperaturas más altas. Es considerada como la mejor química para aplicaciones seguras, de alta potencia y de descargas cortas. La función de carga rápida de las baterías LFP puede ser un beneficio evidente para las instalaciones que experimentan cortes de energía con más frecuencia en comparación con las baterías VRLA de carga más lenta.

<b>FOSFATO DE HIERRO Y LITIO:</b> cátodo de LiFePO <sub>4</sub> , ánodo de grafito. <b>Forma Corta:</b> LFP o Li-fosfato, desde 1996	
<b>Voltaje, nominal</b>	3,20V, 3,30V
<b>Energía específica (capacidad)</b>	90-120Wh/kg
<b>Carga (tipo C)</b>	1 C típico, carga a 3,65 V; tiempo de carga, típico de 3 h
<b>Descarga (tipo C)</b>	1 C, 25 C en algunas celdas; pulso de 40 A (2 s); límite de 2,50 V (menos de 2 V causa daños)
<b>Vida útil</b>	1000-2000 (relacionada con la profundidad de descarga, temperatura)
<b>Escapes térmicos</b>	270° C (518° F). Batería muy segura incluso si se carga completamente
<b>Usos</b>	Portátiles y estacionarias que necesitan corrientes altas de carga y una alta resistencia
<b>Observaciones</b>	Curva muy plana de tensión de descarga, pero baja capacidad. Una de las baterías de iones de litio más seguras. Usada para mercados especiales. Autodescarga elevada



Esquema LFP

### Óxido de manganeso y Litio (LMO), níquel, cobalto y manganeso (NMC)

Estas dos químicas basadas en iones de litio usan manganeso. El LMO es adecuado para aplicaciones de potencia a corto plazo mientras que el NMC proporciona un mayor rendimiento general y un buen comportamiento específico de la energía.

También existe una mezcla de las dos (LMO/NMC), lo cual optimiza las ventajas de ambos tipos. El LMO/NMC es la opción más común en los vehículos eléctricos de la actualidad, tales como el Nissan Leaf, el Chevrolet Volt y el BMW i8 & i3.

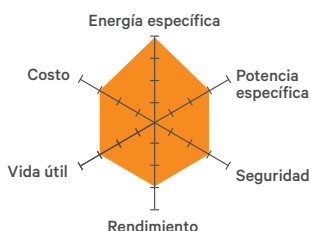
<b>ÓXIDO DE MANGANESO Y LITIO:</b> Cátodo LiMn <sub>2</sub> O <sub>4</sub> , ánodo de grafito. <b>Forma Corta:</b> LMO o Li-manganeso (estructura de espinela), desde 1996	
<b>Voltaje, nominal</b>	3,70 V (algunos pueden ser calificados en 3,80 V)
<b>Energía específica (capacidad)</b>	100-150Wh/kg
<b>Carga (tipo C)</b>	0,7-1 C típico, 3 C máxima, carga a 4,20 V (en la mayoría de las celdas)
<b>Descarga (tipo C)</b>	1 C; 10 C posible con algunas celdas; pulso de 30 C (5 s); límite de 2,50 V
<b>Vida útil</b>	300-700 (relacionada con la profundidad de descarga, temperatura)
<b>Escapes térmicos</b>	250° C (482° F) típico. Las cargas altas provocan escapes térmicos
<b>Usos</b>	Herramientas eléctricas, dispositivos médicos, trenes eléctricos
<b>Observaciones</b>	Alta potencia, pero menor capacidad; más segura que Li-cobalto; comúnmente mezclada con NMC para mejorar el rendimiento



Esquema LMO

**ÓXIDO DE LITIO, NÍQUEL, MANGANESO Y COBALTO:** Cátodo de  $\text{LiNiMnCoO}_2$ , cátodo, ánodo de grafito. **Forma corta:** NMC (NCM, CMN, MNC, MCN similar con diferentes combinaciones de metales. Desde 2008

<b>Voltaje, nominal</b>	3,60V, 3,70V
<b>Energía específica (capacidad)</b>	150-220Wh/kg
<b>Carga (tipo C)</b>	0,7-1 C, carga a 4,20 V, algunas alcanzan 4,30 V; tiempo de carga típico de 3 h. Una corriente de carga superior a 1 C reduce la vida de la batería
<b>Descarga (tipo C)</b>	1 C; 2 C posible en algunas celdas; límite de 2,50 V
<b>Vida útil</b>	1000-2000 (relacionada con la profundidad de descarga, temperatura)
<b>Escapes térmicos</b>	210° C (410° F) típico. Las cargas altas provocan escapes térmicos
<b>Usos</b>	Bicicletas eléctricas, dispositivos médicos, vehículos eléctricos, instalaciones industriales
<b>Observaciones</b>	Ofrece una alta capacidad y una alta potencia. Funciona como celda híbrida. Química favorita para muchos usos; cuota de mercado en crecimiento.



Esquema NMC

## El significado de la vida

La vida de las baterías puede que no sea un tema de conversación interesante en una cena con amigos, pero es interesante en una reunión de electroquímicos. Ellos mencionarán pronto los límites en cuanto a la vida de las baterías: la vida útil, la vida de la garantía y el final de la vida.

La vida útil tiende a ser un criterio bastante utópico, medido en los escenarios más ideales. Ahora bien, la vida real/ efectiva tiende a ser lo que impulsa las garantías, la cuales se concentran en el comportamiento real de las químicas de las baterías en condiciones determinadas de funcionamiento, temperatura, ciclo y prácticas de mantenimiento.

Un ejemplo de esto es la VRLA común, que puede tener una vida útil de 10 años, pero una garantía de solo 3 años completos y una garantía prorrateada de 7 años. A 25° C, en 4 y 5 años, las celdas empiezan a fallar en condiciones normales. Para unas instalaciones críticas, los reemplazos deberían empezar en este momento. Algunos fabricantes de VRLA están introduciendo mejoras en el rendimiento con diseños de una vida de 15 a 20 años. Por supuesto, estos diseños aumentan sustancialmente el costo inicial de la VRLA más estándar de 10 años.

## Conteo de ciclos y profundidad de descarga

Cada vez que una batería libera un poco de la energía almacenada (ya sea por un segundo o por cinco minutos), esta se descarga y luego se recarga. Esto equivale a un ciclo. La cantidad de ciclos efectivos en la vida de una batería puede depender de la profundidad de estas descargas. Las diferencias visibles se pueden observar entre las diferentes químicas. Se debe tomar en cuenta que la mayoría de las baterías no se descargan completamente. Por consiguiente, el estándar de la industria es un 80% como un umbral de descarga para clasificar una batería, la cual mantiene una supuesta reserva.

Se considera que una batería llega al final de su vida útil (FVU) cuando alcanza el 80% de su capacidad. Por lo general, la batería se sobredimensiona en un 125% para que en el FVU alcance la capacidad necesaria. Las baterías VRLA llegan a su FVU entre 3 y 5 años y las BIL que llegan a su FVU entre 13 y 15 años. Por lo tanto, una BIL está en un 93% cuando la batería VRLA está en el FVU a un 80% (ver Fig. 3).

En general, se acepta que las BIL ofrecen un conteo de ciclos mayor que el de las VRLA estándar. Como se señaló anteriormente, el comportamiento exacto dependerá de los cuatro factores. En un trabajo realizado por Shouzhong Yi (7), él menciona que las LFP están mostrando mayores conteos de ciclos cercanos a 10 veces más que el de las VRLA. Incluso en aplicaciones de descarga profunda (80% o más de profundidad de la descarga), él señala que las baterías LFP pueden funcionar por diez años o más.

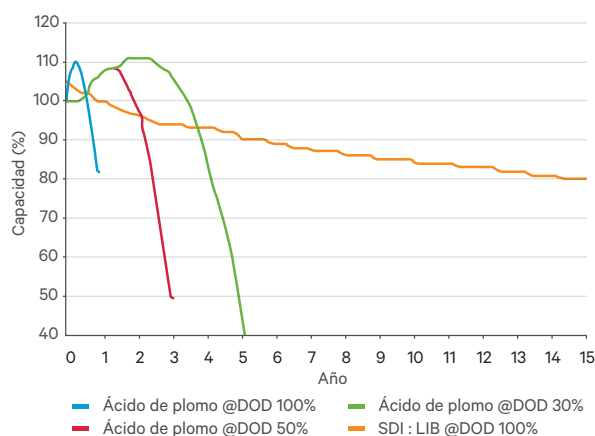


Figura 3: Comparaciones de final de vida según la profundidad de descarga

## Confiar, pero verificar

Las operaciones críticas dependen en gran medida del almacenamiento de energía. Por lo tanto, el monitoreo de las baterías es vital. Si el monitoreo se utiliza correctamente se puede verificar el rendimiento y empezar los servicios

de manera activa. Con el plomo ácido, esto llega a ser especialmente importante para mejorar el rendimiento irregular. Por supuesto, la gestión de las BIL no solo es importante, sino más crítica. A diferencia del plomo ácido, las baterías de iones de litio usadas con los UPS se fabrican con una gestión y un monitoreo integrados. Se puede obtener detalles de las celdas y de los gabinetes como el voltaje, la corriente, la temperatura y las alarmas. Se recomienda que el monitoreo incluya a todo el sistema para expandir la visualización y la capacidad de monitoreo. Vertiv™ ofrece una solución Alber para monitorear un entorno completo de baterías y servicios remotos 24/7 para las baterías de plomo ácido o las BIL.

## La seguridad primero

En todos los dispositivos de almacenamiento de energía se requiere cierto nivel de precaución. Quizás usted haya leído algunas historias inquietantes de las BIL, principalmente en dispositivos electrónicos destinados a los consumidores. El grado de densidad de la energía de dispositivos pequeños mediante ciertas químicas de iones de litio supuso desafíos únicos. Es importante destacar que, con millones de estos dispositivos en el mercado, las estadísticas en realidad muestran un índice de incidencia relativamente bajo para las BIL. Sin embargo, este problema aún debe ser abordado.

Afortunadamente, las instalaciones comerciales de alta calidad (como en los UPS) no se enfrentan a los desafíos que generan los diseños destinados a los consumidores. Las BIL usadas en UPS utilizan químicas más seguras, áreas de operaciones más grandes, materiales de empaquetado más sólidos y entornos de usuario menos adversos. Todo esto abre la puerta para establecer mayores medidas de seguridad. De hecho, los principales fabricantes de BIL utilizan imágenes de rayos X para garantizar que cada celda supere los controles de calidad. Los fusibles de seguridad, la protección contra sobrecargas y las capas endurecidas de los materiales son solo algunos de los avances incorporados en la seguridad. En pocas palabras, estos diseños minimizan la posibilidad de escapes térmicos. Las capacidades de gestión y monitoreo de las baterías se suman al rendimiento y la seguridad.

En la actualidad, UL cuenta con procesos de calificación y normas estándar para verificar la seguridad de una solución. La norma UL 1973 (gabinete/seguridad) es requerida por la mayoría de inspectores eléctricos y compañías aseguradoras de edificios.

## ¿Es el precio justo?

La industria de instalaciones críticas es bastante pragmática. Esta busca las iniciativas que generen y tengan un rendimiento de inversión positivo. Un costo total de

propiedad para las soluciones de almacenamiento de energía debería incluir el costo inicial, la instalación, el servicio/mantenimiento, los gastos de reemplazos, el envío y la eliminación de los desechos.

En la actualidad, el costo inicial de la solución BIL es notablemente mayor que el de las VRLA estándar. Al momento de escribir este artículo, el precio más alto en Norteamérica para una BIL es aproximadamente 1,75 mayor que el de una VRLA comparable. Los precios de las BIL cayeron drásticamente a principios de esta década y disminuyeron más modestamente en los últimos 5 años. Aunque es poco probable que la industria de UPS experimente la misma drástica reducción que la industria de automóviles, deberíamos esperar disminuciones moderadas en los precios a medida que la tasa de implementación de la tecnología continúa.

¿Qué hay de los otros costos operativos? Aunque las BIL no deberían clasificarse como “libres de mantenimiento”, estas tienen costos de mantenimiento y servicio menores que las VRLA. Las baterías de iones de litio se consideran desechables; sin embargo, dada la relativa novedad de las BIL, el ecosistema para el reciclaje aún no ha sido desarrollado en Norteamérica, aunque está creciendo en algunos países. Muchos esperan que esta brecha en el reciclaje se reduzca, impulsada inicialmente por el enorme volumen en el mercado de automóviles.

Un factor significativo en cualquier modelo de fusibles térmicos de baterías tiene que ver con los costos de reemplazo. Es aquí donde las BIL suman la mayoría de sus puntos a favor en la inversión, ya que pueden retrasar la necesidad de reemplazos.

## Hagamos una comparación

Vertiv™ recientemente comparó los costos de las baterías al tomar en cuenta el costo inicial, el servicio, el mantenimiento, los costos de reemplazo y la eliminación de los desechos, con base en las baterías de una variedad de fabricantes líderes. Evaluamos las baterías en dos escenarios (Fig. 4 y 5) con base en una carga de 1 MW y con tiempos de operación diferentes (uno más corto de 5 minutos y uno más largo de 9 minutos). Gracias a estos escenarios, podemos evaluar el almacenamiento de energía en la vida real según los comportamientos de las químicas de las baterías.

Los resultados revelaron diferencias importantes.

Primero, el costo inicial de las baterías VRLA y los reemplazos fue muy similar para cada uno de los fabricantes. Esto verifica la madurez de esta tecnología (igual que se denota con un precio similar al público). Segundo, vemos los ciclos de reemplazo de las baterías VRLA en comparación con la progresión lineal de las BIL.

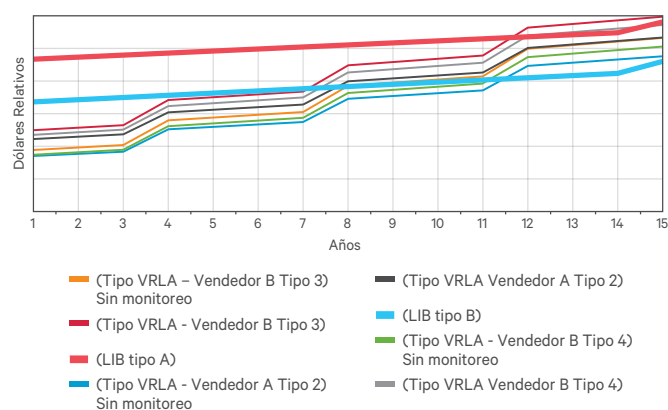
Además, se tomó en cuenta los costos actuales de eliminación de los desechos tanto de las baterías VRLA como de las LIB (como se observa en la caída al final de la vida).

En tercer lugar, se encuentra la diferencia entre el modelo de costos entre las químicas de las BIL frente a los escenarios de tiempos de operación (como se ha visto en los saltos de las líneas rojas y azul de las BIL). Esto demuestra las características únicas de las químicas analizadas en este artículo y la manera en que ciertos comportamientos de las

químicas se deben optimizar alrededor de los objetivos de rendimiento para el almacenamiento de energía. Esto también subraya el beneficio de tener muchas alternativas de BIL para elegir.

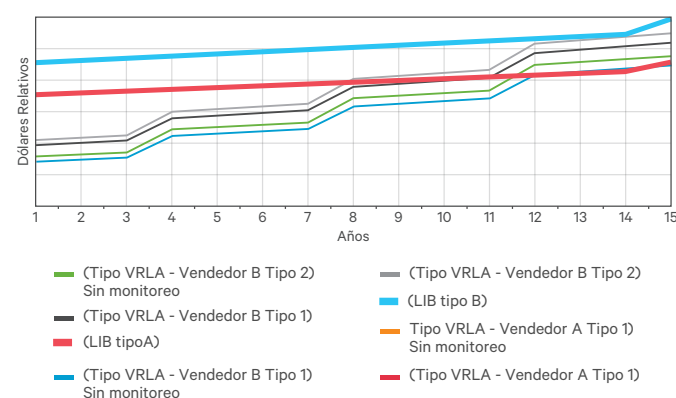
Finalmente, el estudio demuestra un retorno de la inversión en las BIL justo antes y/o después del segundo ciclo de reemplazo de las baterías VRLA. El análisis no incluyó el costo del dinero, los costos de las molestias alrededor de los reemplazos, los ingresos potenciales de los espacios más pequeños ni un factor de confiabilidad.

### Tiempo de operación inicial de 5 M en carga de 1000 kW



**Figura 4:** Modelos VRLA y BIL en 15 años en 5 minutos de tiempo de operación

### Tiempo de operación inicial de 9 M en carga de 1000 kW



**Figura 5:** Modelos VRLA y BIL en 15 años en 9 minutos de tiempo de operación

## Conclusión

Después de analizar los detalles sobre las alternativas de almacenamiento de energía de plomo ácido y las BIL, podemos ver que el futuro para las baterías de iones de litio es prometedor. Están diseñadas para ofrecer una vida útil más prolongada, un peso reducido, un tamaño más pequeño y una flexibilidad mayor para los centros de datos modernos. Hay que tener cuidado a la hora de adaptar la química adecuada con el entorno de las instalaciones. Finalmente, estamos siendo testigos del inicio de los modelos de costos favorables.

El mercado continuará supervisando si los fabricantes de plomo ácido actúan en consecuencia y la manera en que lo hacen. El movimiento hacia las BIL será dirigido por los innovadores. La rapidez en que estas sean incorporadas probablemente dependerá de la experiencia de estas implementaciones previas. Dados los beneficios significativos de las baterías de iones de litio en comparación con las soluciones estándar, la incorporación podría ser más rápida de lo previsto.

Para más información sobre las soluciones de baterías de iones de litio para UPS, por favor visite [VertivCo.com](http://VertivCo.com).

## Referencias:

- (1) [https://en.wikipedia.org/wiki/Lead%E2%80%93acid\\_battery](https://en.wikipedia.org/wiki/Lead%E2%80%93acid_battery)
- (2) [https://en.wikipedia.org/wiki/VRLA\\_battery](https://en.wikipedia.org/wiki/VRLA_battery)
- (3) <https://qz.com/338767/the-man-who-brought-us-the-lithium-ion-battery-at-57-has-an-idea-for-a-new-one-at-92/>
- (4) [https://www.vertivco.com/globalassets/documents/reports/2013\\_emerson\\_data\\_center\\_cost\\_downtime\\_sl-24680\\_11-11\\_101728\\_1.pdf](https://www.vertivco.com/globalassets/documents/reports/2013_emerson_data_center_cost_downtime_sl-24680_11-11_101728_1.pdf)
- (5) [https://www.vertivco.com/globalassets/documents/reports/2016\\_cost\\_of\\_data\\_center\\_outages\\_78939\\_0.pdf](https://www.vertivco.com/globalassets/documents/reports/2016_cost_of_data_center_outages_78939_0.pdf)
- (6) [http://batteryuniversity.com/learn/article/bu\\_216\\_summary\\_table\\_of\\_lithium\\_based\\_batteries](http://batteryuniversity.com/learn/article/bu_216_summary_table_of_lithium_based_batteries)
- (7) Artículo: Discussão sobre Baterias de Ferrofosfato de Lítio Usadas para IDCs Comparadas com Baterias VRLA, Shouzhong Yi, Diretor Executivo Técnico, Shenzhen Center Power Tech Co., Ltd da Conferência Battcon 2016.



**VertivCo.com** | 1300 Concord, piso 4, Sunrise, FL 33323, Estados Unidos de América.

© 2017 Vertiv Co. Todos los derechos reservados. Vertiv y el logo de Vertiv son marcas o marcas registradas de Vertiv Co. Todos los demás nombres y logos a los que se hace referencia son nombres comerciales, marcas o marcas registradas de sus dueños respectivos. Aunque se tomaron todas las precauciones para asegurar que esta literatura esté completa y exacta, Vertiv Co. no asume ninguna responsabilidad y renuncia a cualquier demanda por daños como resultado del uso de esta información o de cualquier error u omisión. Las especificaciones son objeto de cambio sin previo aviso.

SL-24692 / (R03/17)