



Behind-The-Meter (BTM): una herramienta para el ahorro

EL ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA DETRÁS DEL CONTADOR ES UNA SOLUCIÓN INNOVADORA QUE IMPLICA LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA EN EL LADO DEL CONSUMIDOR DENTRO DE LA RED ELÉCTRICA. ESTOS SISTEMAS PERMITEN A HOGARES, EMPRESAS E INDUSTRIAS ALMACENAR ENERGÍA DURANTE LOS PERÍODOS DE BAJA DEMANDA O CUANDO LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE ES ABUNDANTE, PARA LUEGO UTILIZARLA MÁS TARDE, CUANDO LA DEMANDA ES MÁS ALTA Y LOS COSTOS ENERGÉTICOS SON MÁS ELEVADOS. DE ESTE MODO, EL BTM NO SOLO REDUCE LA DEPENDENCIA DE LA RED, SINO QUE TAMBIÉN CONTRIBUYE A UNA GESTIÓN MÁS EFICIENTE DEL CONSUMO

MÓNICA SETIÉN

Uno de los principales beneficios del almacenamiento Behind the Meter (BTM) es la reducción de costos energéticos. Al almacenar electricidad durante períodos de baja demanda o cuando la generación renovable es alta (como el mediodía en sistemas solares), los usuarios pueden utilizarla cuando la demanda es mayor y las tarifas son más elevadas. Esto es especialmente útil en mercados con tarifas dinámicas. Otro beneficio clave es la resiliencia energética. En caso de cortes de electricidad, las baterías pueden proporcionar energía de respaldo, asegurando la

continuidad operativa en los negocios y mejorando la seguridad en los hogares. Además, el almacenamiento BTM facilita la integración de energías renovables.

Los sistemas más comunes incluyen baterías de ion-litio, aunque también se exploran tecnologías como baterías de flujo, ultracondensadores y almacenamiento térmico. La elección depende de factores como capacidad y la eficiencia.

El crecimiento del almacenamiento BTM está impulsado por la reducción en los costos de baterías, incentivos gubernamentales y avances en

gestión energética mediante inteligencia artificial y sistemas de control inteligente. Su implementación contribuye a la descentralización de la red eléctrica, promoviendo un modelo energético más eficiente, sostenible y verde.

En el futuro, el almacenamiento de energía detrás del contador jugará un papel clave en la transición energética, permitiendo a los consumidores convertirse en «prosumidores» (productores y consumidores de energía) y facilitando redes eléctricas más flexibles. Recientemente, Fátima García Señán, subdirectora General de Almacenamiento y Flexibilidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, anunció que «el autoconsumo con almacenamiento detrás del contador de hasta 1 MW podrá participar en el mecanismo de capacidad».

RETOS DE LOS SISTEMAS DETRÁS DEL CONTADOR

Según el informe del Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía (IDAE), las barreras del mercado eléctrico para el desarrollo de los sistemas de almacenamiento detrás del contador y su integración en el sistema eléctrico son diversas. A partir de la conversación con algunos de los actores principales del sector, han identificado distintos retos entre los que se encuentran retos de mercado, tales como:

- La definición de los distintos servicios que pueden proporcionar los sistemas de almacenamiento y adaptación correspondiente de los mercados.
- Los límites en la participación de estos sistemas en los diferentes mercados eléctricos.
- El rol y la participación del agregador en los diferentes mercados eléctricos.

- Los requisitos técnicos de telemedida y control de los recursos energéticos distribuidos.

- El sistema actual de tarificación, peajes y cargos y sistema de compensación de la energía excedentaria.

- La granularidad espacial y temporal de precios. Con relación a los retos regulatorios, se dio un paso muy importante con el Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se reconocen específicamente los "titulares de instalaciones de almacenamiento" como nuevos sujetos del sector eléctrico, a la vez que se reconoce que el resto de agentes, como los productores, consumidores o titulares de redes eléctricas, pueden utilizar también instalaciones de almacenamiento energético. Este Real Decreto será un elemento clave para la integración del almacenamiento dentro del sistema eléctrico como un sujeto independiente de manera similar a los generadores y consumidores. A partir de esta definición, se debe precisar también aquellos aspectos adicionales sobre la interacción de esta nueva figura con el sistema eléctrico, sus derechos y obligaciones, el papel que van a jugar las distribuidoras y el operador del sistema o la definición específica de la figura del agregador independiente, entre otros. En este sentido, desde UNEF consideran fundamental «seguir trabajando de la mano de empresas e instituciones públicas para trazar una estrategia adecuada que nos permita el impulso definitivo que necesita el almacenamiento detrás del contador. Se trata de una pieza clave para la integración de renovables en red y la descarbonización, así que esta caída muestra la necesidad de seguir trabajando en cambios regulatorios que permitan hacer más competitivas este tipo de instalaciones».

Y no se pueden olvidar los retos tecnológicos. En este sector, la evolución tecnológica se mide casi día a día, pero los principales objetivos a corto y medio plazo de la mayoría de las tecnologías dentro del almacenamiento electroquímico son la reducción de costes y el aumento de la vida útil de los sistemas. La tecnología de baterías de Li-ion, aunque asentada comercialmente, tiene margen de mejora en el rendimiento y en la reducción

de costes para posibilitar la viabilidad de nuevas aplicaciones en la red eléctrica. Esta se obtendrá gracias a mejoras en los procesos de fabricación, la reestructuración de la cadena de valor, la utilización de materiales más baratos, el aumento de la energía específica, el aumento de la vida útil y la reutilización de baterías provenientes del sector de movilidad. Para Ángel Verdú, Commercial Lead, Sustainability & Transition Services de Nexus Energía, el secreto está en «ofrecer servicios de flexibilidad, sobre todo al cliente industrial. Nosotros hacemos una auditoría a la situación del cliente. La batería siempre va acompañada de un proceso de estudio para maximizar el proceso de ahorro. Necesitamos una capa tecnológica importante porque hay muchos factores con los que podemos jugar».

VIABILIDAD ECONÓMICA

Todos estos retos conllevan una carga económica que hay que justificar. La viabilidad económica de un sistema de almacenamiento detrás del contador puede variar significativamente dependiendo del caso de uso y de si está o no asociado a una planta fotovoltaica. Actualmente, la mayor fuente de rentabilidad económica de los sistemas de almacenamiento procede de la capacidad de optimizar los costes energéticos de los consumidores. En algunos casos, para clientes que disponen de sistemas de autoconsumo fotovoltaico, un consumo energético elevado y una diferenciación horaria en sus tarifas, los sistemas de almacenamiento y aquellos que disponen de un sistema inteligente de gestión para optimizar su funcionamiento, pueden proporcionar una independencia de la red de más del 70% y una rentabilidad económica interesante. Juan Francisco González, responsable de la división solar de Riello Solartech, explica cómo lo hacen ellos: «Nuestro sistema está pensado para garantizar el suministro eléctrico. Al final, nuestros clientes ven la versatilidad de nuestros equipos y cómo nuestros equipos y soluciones compensan las facturas».

Por su parte, desde UNEF han llevado a cabo un

trabajo de estudio con sus empresas asociadas para obtener el primer registro de España sobre almacenamiento detrás del contador. El objetivo es dimensionar y plantear una hoja de ruta para hacer frente a las necesidades del sector de la energía solar, en particular, y de las energías renovables, en general en este ámbito. En el último año, se instalaron 495 MWh de almacenamiento detrás del contador en España, de los cuales, el 75% corresponden a instalaciones residenciales. La cifra supone un 64% menos que en 2022, año en que se instalaron 1328,84 MWh de almacenamiento.

«Desde UNEF consideramos fundamental seguir trabajando de la mano de empresas e instituciones públicas para trazar una estrategia adecuada que nos permita el impulso definitivo que necesita el almacenamiento detrás del contador. Se trata de una pieza clave para la integración de renovables en red y la descarbonización. Esta caída muestra la necesidad de seguir trabajando en la creación de esquemas de financiación que permitan hacer más competitivos este tipo de instalaciones, como puede ser la exención del IVA o las desgravaciones fiscales», explica José Donoso, director general de UNEF, que continúa manifestando que «los sistemas de almacenamiento nos permiten hacer un uso más eficiente de los excedentes, es decir, de la energía no autoconsumida en el momento en el que es generada, para poder consumirla en un momento posterior. En los próximos años, las baterías van a tener la misma importancia que los propios paneles solares».

En algunos casos, los sistemas de almacenamiento destinados a optimizar los costes energéticos del consumidor final que no ofrecen la posibilidad de participar en los mercados no siempre producen suficientes ahorros/ingresos para asegurar un retorno de la inversión. Por ello, con la combinación de un servicio principal de optimización con la provisión de servicios a los mercados, el retorno de la inversión en baterías puede mejorar considerablemente. De hecho, es habitual que los sistemas de almacenamiento se instalen para un objetivo que requiere un uso puntual o limitado de su capacidad, dando posibilidad a la provisión de estos servicios complementarios sin afectar a la satisfacción del consumidor final.

Otra de las maneras de optimizar los sistemas de almacenamiento detrás del contador es la hibridación. No depender de un solo método de energía. Así, cuando uno esté inerte, se puede utilizar otro. Es el caso de los sistemas eólicos solares, por ejemplo, que aprovechan tanto las placas solares como la energía del viento según el momento propicio.

SEGURIDAD Y RECICLAJE

Toda batería tiene una vida útil que hay que tener controlada. Son los fabricantes e instaladores los que se hacen responsables de dicha batería. Los fabricantes son muy conscientes de que, a pesar de que cuentan con bastante garantía de seguridad, las baterías con almacenamientos detrás del contador no se pueden montar en cualquier sitio. Y, de hecho, tal y como explica José Ángel Pámpanas, responsable de Desarrollo de Negocio Litio Ion Iberia de CEGASA, «a veces perdemos oportunidades de negocio porque el cliente quiere instalar las baterías en lugares inapropiados».

En lo que respecta a baterías de segunda vida y con el objetivo de facilitar y activar este negocio de economía circular, es fundamental que las certificaciones requeridas para las baterías para su primer uso en automoción se consideren válidas para su nuevo uso estacionario. De esta forma estas baterías no tendrán que volverse a certificar para su empleo en estacionario, volviendo a tener que pasar nuevos ensayos, efectuar cambios de diseño, etc., que en el fondo no aportan ninguna característica técnica ni seguridad adicional, pero que, sin embargo, incrementan el coste y perjudican el modelo de negocio respecto a las baterías nuevas.



CADENA DE VALOR DEL ALMACENAMIENTO DETRÁS DEL CONTADOR

La cadena de valor del sector del almacenamiento detrás del contador se puede clasificar en diferentes fases:

-Materiales/componentes: en esta fase se incluyen proveedores de materias primas, productos químicos para materiales activos, fabricantes de piezas metálicas y componentes electrónicos necesarios para la fabricación de los dispositivos de almacenamiento. En este ámbito, no hay muchas compañías del sector privado a nivel español. Podemos nombrar Graphenea y Gnanomat como diseñadores y fabricantes de productos basados en grafeno para aplicaciones de almacenamiento energético, y Simune, que ofrece servicios de análisis de materiales.

-Sistemas de almacenamiento: en esta etapa se consideran los fabricantes del conjunto del sistema de almacenamiento de las diversas tecnologías. En el caso del almacenamiento electroquímico, se encuentran los fabricantes de módulos y packs de baterías, como, por ejemplo, Cegasa, Amopack, AEG power solutions, Ukai y E22. Otros ejemplos de empresas de esta fase de la cadena de valor son Elytt Energy, diseñador y fabricante de sistemas de almacenamiento de energía cinética (volantes de inercia) y Cade Engineered Technologies, especialistas en sistemas de almacenamiento térmico a nivel industrial.

-Integración y desarrollo: los sistemas de almacenamiento fabricados en la fase anterior se integran con componentes electrónicos (inversores, sistemas de gestión, etc.) para abastecer los requerimientos específicos de cada proyecto. Esta etapa es la que más empresas concentran a nivel estatal. Entre ellas se pueden mencionar, por ejemplo, Ingeteam, que desarrolla soluciones avanzadas para el almacenamiento de la energía eléctrica basadas en la electrónica de potencia y control; Albufera Energy Storage, que comercializa sus propias patentes de baterías electroquímicas basadas en materiales sostenibles como son el aluminio y el carbono, e HydraRedox, que ofrece soluciones de almacenamiento de energía mediante la tecnología redox de vanadio.

-Servicios al usuario final: en esta fase se presentan las empresas relacionadas con la oferta de servicios/productos al usuario final, ya sean proyectos de instalaciones de almacenamiento de energía o servicios energéticos vinculados a estas. Por ejemplo, Ampere Energy, que ofrece servicios de diseño, desarrollo y producción de sistemas de almacenamiento y gestión energética para el sector residencial. Webatt, con su servicio a clientes residenciales mediante soluciones de autoconsumo con baterías Sonnen. Holaluz, que ofrece la posibilidad de instalar baterías Tesla junto a las instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo en el sector residencial, o Stemy Energy, que ofrece servicios de flexibilidad a la red mediante la agregación de sistemas energéticos residenciales a la vez que optimiza la factura energética de sus clientes.

-Reciclaje y segunda vida: en la última etapa se enumeran las entidades con actividades relacionadas con el reciclaje de componentes de las diversas tecnologías de almacenamiento energético y la segunda vida en el caso de las baterías electroquímicas. Algunos ejemplos son las compañías Recyclia y Envirobat, especializadas en el reciclaje de baterías. Renobat que ofrece servicios de venta, distribución, optimización, regeneración y reciclado de baterías. BeePlanet Factory, que diseña, desarrolla y fabrica la primera batería de segunda vida comercial en España, y Unibat, que asesora a las empresas para la correcta gestión del reciclaje de pilas y baterías.

EVOLUCIÓN EN ESPAÑA

Se espera que en España el marco evolucione favorablemente gracias una serie de factores: una mayor madurez de la tecnología, cambios regulatorios que faciliten su participación en los distintos mercados eléctricos, definición específica de

¿QUÉ ES UNA BATERÍA DE LI-ION?

Una batería de ion de litio o batería Li-Ion es un tipo de batería recargable que utiliza compuestos de litio como uno de los electrodos. Las baterías de ion de litio se componen de las siguientes partes: un electrodo negativo o ánodo de donde salen los electrones y un electrodo positivo o cátodo que los recibe. Cuando se conecta la batería, los iones de litio se mueven desde el ánodo hasta el cátodo a través de un electrolito, dando lugar a la diferencia de potencial que produce la corriente. Cuando se carga la batería, los iones de litio vuelven al ánodo.

Las baterías, a su vez, se componen de una o varias celdas y, dependiendo de su uso final, existen diferentes tipos: las celdas cilíndricas, usadas en la mayoría de los vehículos eléctricos, consisten en láminas de distintos componentes que se enrollan hasta formar un cilindro, mientras que las celdas planas, como las que integran los teléfonos móviles y ordenadores portátiles, utilizan polímero de iones de litio en forma de láminas apiladas. Entre los usos de las baterías Li-Ion están los sistemas de energía de emergencia, la electrónica de consumo y dispositivos móviles, la asistencia a la discapacidad y, por supuesto, el almacenamiento de energía solar.

(información de Iberdrola)

COMPARATIVA DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS DIFERENTES TECNOLOGÍAS DE BATERÍAS EN LA ACTUALIDAD (2020)

Parámetro	Li-ion				Plomo-ácido	Flujo		Alta temperatura	
	NMC/LMO	NCA	LFP	LTO	VRLA	VRFB	ZBFB	NaS	NaNiCl2
Eficiencia (%)	92%	92%	86%	96%	81%	72%	72%	81%	85%
Tiempo de descarga (h)	0,5-4	1-4	0,5-4	0,1-4	0,5-10	4-8	4-8	6-8	6-8
Profundidad de descarga (%)	90%	90%	90%	95%	50%	100%	100%	100%	100%
Densidad de potencia (W/l)	5.050	5.050	5.050	5.050	355	2	13	140	210
Densidad de energía (Wh/l)	470	410	410	410	75	42,5	45	220	215
Coste de inversión (€/kWh)	311	261	429	809	208	246	640	401	297
Coste de operación (€/kWh)	7	7	7	6	3	10	14	7	7
Vida útil (ciclos)	3.500	1.500	3.500	10.000	500	10.000	4.000	5.000	3.500
Madurez de la tecnología	C	C	C	CI	M	CI	CI	C	D

Notas: C = en fase de comercialización; CI = en fase de comercialización inicial; M = madura; D = en fase de demostración.

Fuente: adaptación de Electricity storage valuation framework, IRENA, 2020

nuevos agentes del sector eléctrico como los agregadores independientes y las comunidades energéticas locales, y un aumento de la oferta y la competitividad de empresas a nivel nacional dedicadas a este sector, así como la voluntad de todos los agentes (públicos, empresariales, ciudadanos) de avanzar en la transición energética del país. A nivel tecnológico, se necesita seguir trabajando para obtener dispositivos más eficientes, de menor coste y con una mayor vida útil. Además, es clave promover la segunda vida de los sistemas de almacenamiento con el objetivo de evitar la sobreexplotación de los recursos naturales ligada a la producción de algunos de los sistemas. Este conjunto de retos desemboca en la barrera fundamental para el despliegue masivo de sistemas de almacenamiento detrás del contador, que es su rentabilidad. En este sentido, una de las oportunidades para mejorar la rentabilidad de los sistemas será la capacidad de innovar en el modelo de negocio de despliegue y financiación de estos sistemas.

Y en cuanto al mercado español, el análisis de la cadena de valor de los sistemas de almacena-

miento detrás del contador muestra que existen empresas del sector privado en todas las fases de la cadena, con una presencia importante en las etapas de fabricación de sistemas de almacenamiento, integración y desarrollo, y servicios al usuario final. En cuanto a los centros de investigación, hay una gran cantidad de ellos que participan en todos los estados de la cadena de valor, exceptuando la fase de servicios al usuario final. Por el contrario, y tal como reclaman desde la UNEF se debe incrementar la parte variable de los peajes eléctricos (ya que el almacenamiento detrás de contador aumenta la energía autoconsumida y descongestiona las redes) es esencial. Y se debe desarrollar la regulación del agregador independiente para que el almacenamiento detrás del contador pueda participar en servicios de ajuste y balance.

En el contexto de la transición energética, el almacenamiento detrás del contador es una de las oportunidades que afrontar en el futuro para una plena descarbonización del sistema energético y una efectiva integración de las tecnologías renovables. ☀️