



ARBITRAJE CUARTHORARIO

¿CÓMO MEJORA EL MERCADO CUARTO HORARIO LA RENTABILIDAD DE LOS BESS?

El paso del precio horario al precio cuarthorario (intervalos de 15 minutos) ha supuesto un cambio estructural importante, que conlleva más beneficios que inconvenientes. Uno de ellos es que representa una nueva y mejor oportunidad para la remuneración de los BESS, pero ¿a qué precio?

DEL MERCADO ELÉCTRICO HORARIO AL PRECIO CUARTO HORARIO

Los mercados eléctricos europeos están atravesando uno de los cambios estructurales más relevantes de las últimas décadas: el paso del precio horario al precio cuarthorario (intervalos de 15 minutos).

En el caso del mercado ibérico (MIBEL), esta transición se hizo efectiva el 1 de octubre de 2025, cuando los productos horarios del mercado diario fueron sustituidos por productos cuarthorarios, en línea con la evolución regulatoria europea.

El objetivo es claro: **adaptar el diseño del mercado** a un sistema eléctrico cada vez más dominado por generación renovable variable y por necesidades de flexibilidad operativa a escalas temporales más cortas.

En este artículo, el análisis cuantitativo se realiza utilizando precios del mercado diario español (OMIE), sin incluir el componente portugués.

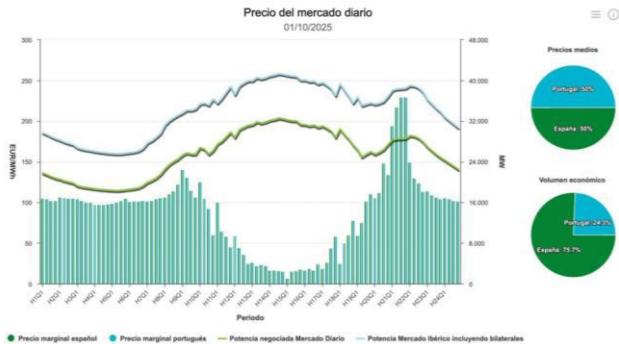
A cargo de



KIM KEATS

Director de EKON strategy consulting
Una marca de K&L Training

El paso al precio cuartohorario introduce **96 precios diarios en lugar de 24**, incrementando la granularidad temporal del mercado y alineando mejor la señal económica con la operación real del sistema. Esta mayor resolución no solo mejora la eficiencia del mercado, sino que también revela explícitamente las variaciones intrahorarias de precio, lo que crea nuevas **oportunidades de ingresos** para tecnologías flexibles.



Captura de precios en OMIE. Fuente: OMIE

Entre ellas, destacan los sistemas de almacenamiento energético en baterías (BESS), cuyo valor depende precisamente de su capacidad de reaccionar rápidamente a variaciones de precio. Dicho de otro modo, el paso de productos horarios (MTU60) a cuartohorarios (MTU15) plantea dos implicaciones principales: **cuánto aumenta la rentabilidad del arbitraje y cómo cambia el patrón operativo del BESS** en términos de ciclos y degradación.

Este artículo aborda esa cuestión desde una perspectiva práctica, combinando fundamentos de mercado y un análisis cuantitativo basado en optimización de operación de baterías

BESS Y EL MERCADO CUARTOHORARIO

Gracias a su rapidez de respuesta y su capacidad de operación bidireccional, los BESS pueden participar en múltiples ámbitos del sistema eléctrico: **regulación de frecuencia, servicios de balance, gestión de picos de demanda o integración renovable**.

Sin embargo, en un entorno regulatorio en el que todavía no siempre es posible maximizar la combinación de ingresos (revenue stacking), el arbitraje energético sigue siendo uno de los mecanismos más directos y una referencia fundamental para capturar valor en el mercado eléctrico.

1. Comprar barato, vender caro: el arbitraje como base del modelo

El arbitraje consiste en almacenar energía cuando el precio es bajo (comprarla) y venderla cuando el precio es alto. El margen del arbitraje depende del **diferencial de precios** entre carga y descarga, descontando las pérdidas asociadas al ciclo de la batería (round-trip losses).

En mercados con precios planos, el potencial de arbitraje es limitado. Sin embargo, cuando aumenta la volatilidad y los diferenciales de precio (spreads), el almacenamiento puede capturar valor de forma significativa.

Aquí es donde el paso al precio cuartohorario cambia las reglas del juego: el mercado deja de "suavizar" las señales de precio dentro de cada hora y permite que se **valoren explícitamente rampas y eventos de precio** que antes quedaban ocultos.



2. Implicaciones del precio cuartohorario para la rentabilidad de los BESS

El mercado cuartohorario no es únicamente un cambio operativo. Es también un cambio económico que, en principio, puede traducirse en:

- **Mayor captación de volatilidad** y spreads intrahorarios del sistema.
- **Incremento** del potencial de arbitraje intradiario.
- **Mayor visibilidad** del valor de la flexibilidad rápida.
- **Mejor alineación** entre señal de mercado y operación física del sistema.

En mercados con alta penetración renovable como el español, el arbitraje no es solo un ingreso complementario: es un elemento estructural del modelo económico del almacenamiento.

No obstante, el impacto real del mercado cuartohorario no debe analizarse únicamente desde un punto de vista teórico, sino **cuantificarse en la práctica**. La mayor granularidad no solo modifica la señal de precios, sino también el **despacho óptimo de los BESS**, el número de ciclos ejecutados y, en última instancia, el beneficio mensual que se captura mediante arbitraje.

3. ¿Qué cambia realmente con el mercado cuartohorario? Más señales, más oportunidades

Empecemos por lo más relevante de cara a los BESS. El paso de 24 a 96 precios diarios implica un aumento radical de la resolución temporal del mercado.

En el modelo horario tradicional, todas las variaciones de precio dentro de una hora quedaban “promediadas”. Si durante una hora el precio real subía y bajaba bruscamente, el mercado reflejaba un único valor medio. Esto limitaba el potencial de monetización de la flexibilidad rápida.

El precio cuartohorario elimina esta limitación y, por tanto, permite capturar valor en escalas temporales más coherentes con la realidad del sistema eléctrico.

3.1 Aparición de spreads intrahorarios

Con resolución de 15 minutos, una misma hora puede contener precios significativamente distintos. Por ejemplo:

- 17:00 → aún hay producción fotovoltaica → precio bajo.
- 17:15 → comienza a anochecer → el precio sube.
- 17:30 → sigue cayendo la producción solar → el precio sube más.
- 17:45 → ya no hay apenas solar → el precio alcanza un máximo.

En el entorno horario, estas variaciones quedaban ocultas dentro de un único precio promedio. En el entorno cuartohorario, cada uno de estos puntos representa una señal económica diferenciada y, por tanto, una oportunidad adicional para cargar o descargar energía.

3.2 Captura de rampas renovables: la “duck curve” en 15 minutos

El sistema eléctrico moderno presenta rampas de precio muy pronunciadas asociadas a la conocida curva del pato o “duck curve”. Durante el mediodía, la elevada producción solar tiende a hundir los precios; al atardecer, su rápida reducción provoca subidas bruscas y concentradas en pocos minutos. Estas rampas se producen en escalas de minutos, no de horas.

El precio cuartohorario permite que los BESS capturen plenamente estos eventos, especialmente en días con alta penetración renovable o con cambios meteorológicos rápidos.

4. Evidencia cuantitativa: simulación comparativa con datos reales de mercado

Hasta aquí, el razonamiento parece evidente: una mayor granularidad temporal debería permitir capturar spreads intrahorarios y, por tanto, mejorar el potencial de arbitraje. Sin embargo, para evaluar el impacto real sobre la rentabilidad, es necesario cuantificarlo con datos y una optimización operativa consistente.

Para ello, realizamos un **análisis comparativo** a partir de precios cuartohorarios reales del mercado diario español (OMIE). A partir de esa serie MTU15 se construyó un escenario contrafactual equivalente mediante el cálculo de precios horarios promedio (proxy MTU60).

A continuación, ambos conjuntos de precios se procesaron mediante un modelo de optimización de operación de baterías ([BESS Tracker](#)), comparando:

- Operación optimizada con precios cuartohorarios reales (MTU15)
- Operación optimizada con precios horarios promediados (proxy MTU60)

El objetivo del análisis es aislar el efecto de la resolución temporal, manteniendo constante el resto de las condiciones. Los resultados se expresan como beneficio mensual por MW de potencia de conexión y número de ciclos mensuales estimados. Este análisis se limita al mercado diario y no incluye intradiario ni servicios de balance.

4.1 Incremento del beneficio mensual por MW

Los resultados presentados en la Tabla 1 muestran un patrón claro: el mercado cuartohorario incrementa sistemáticamente la rentabilidad del arbitraje, aunque el efecto depende fuertemente de la duración de la batería.

Entre octubre de 2025 y enero de 2026 se observa:

- Para **baterías de 1 hora**, el beneficio mensual aumenta entre +7% y +10%.
- Para **baterías de 2 horas**, el aumento se sitúa entre +4% y +7%.
- Para **baterías de 4 horas**, el aumento cae a valores entre +3% y +6%.
- Para **baterías de 12 horas**, el aumento ronda +3% a +5%.

Este comportamiento tiene sentido económico: las baterías de corta duración son las que mejor monetizan la volatilidad rápida y los spreads intrahorarios.

En cambio, las baterías de larga duración capturan principalmente spreads diarios o semanales, donde el cambio de granularidad tiene menor impacto.

En otras palabras: **el mercado cuartohorario mejora la rentabilidad del arbitraje, pero el beneficio es estructuralmente mayor cuanto más “rápida” es la batería.**

Mes	1h MTU60	1h MTU15	Δ%	2h MTU60	2h MTU15	Δ%	4h MTU60	4h MTU15	Δ%	12h MTU60	12h MTU15	Δ%
Oct-25	3,875	4,161	7.4%	6,966	7,380	5.9%	11,569	11,977	3.5%	16,177	16,648	2.9%
Nov-25	3,218	3,455	7.4%	5,992	6,242	4.2%	10,026	10,366	3.4%	13,870	14,249	2.7%
Dec-25	1,735	1,901	9.6%	3,148	3,371	7.1%	5,011	5,297	5.7%	7,725	8,085	4.7%
Jan-26	2,040	2,243	9.9%	3,720	3,968	6.7%	5,871	6,170	5.1%	7,987	8,304	4.0%

Comparación MTU60 (promedio horario) vs MTU15 (precio cuartohorario). Tabla 1. Beneficio mensual del arbitraje (€/MW de potencia de conexión). Fuente: elaboración propia mediante simulación de operación óptima (BESS Tracker) a partir de precios del OMIE.

4.2 Incremento del número de ciclos mensuales

Además del beneficio económico reflejado en la Tabla 1, el modelo revela un segundo efecto clave: tal como se observa en la Tabla 2, el mercado cuartohorario incrementa la actividad operativa del BESS, medida en un mayor número de ciclos mensuales, especialmente en baterías de corta duración.

En el periodo analizado:

- Las **baterías de 1 hora** aumentan el número de ciclos mensuales hasta en +21%
- Las **baterías de 2 horas** muestran incrementos de hasta +12%
- Para **4h y 12h**, el aumento es mucho menor (entre +1% y +6%)

Este resultado confirma que el valor adicional no proviene únicamente de spreads diarios, sino también de una optimización más fina que permite capturar spreads intrahorarios y micro-eventos de precio que antes quedaban diluidos en el promedio horario.

5.1 Pérdidas por eficiencia (round-trip efficiency)

Los sistemas BESS presentan una eficiencia típica de ciclo completo (round-trip efficiency) del 85% al 92%, lo que implica pérdidas inevitables asociadas principalmente a inversores, electrónica de potencia, consumos auxiliares y pérdidas térmicas en las celdas.

Estas pérdidas no dependen directamente de que el mercado sea horario o cuartohorario: son inherentes a cualquier operación de carga y descarga.

Por tanto, el paso al mercado cuartohorario no “reduce” por sí mismo la eficiencia del sistema, sino que simplemente permite ejecutar una operación más granular.

En la práctica, un BESS solo realizará operaciones adicionales si el diferencial de precios es suficiente para compensar estas pérdidas.

Es decir, el arbitraje solo es rentable cuando el spread supera el coste implícito de la energía perdida durante el ciclo.

Mes	1h MTU60	1h MTU15	Δ%	2h MTU60	2h MTU15	Δ%	4h MTU60	4h MTU15	Δ%	12h MTU60	12h MTU15	Δ%
Oct-25	56.55	68.29	20.8%	52.83	59.18	12.0%	44.21	45.64	3.2%	20.78	21.08	1.5%
Nov-25	57.85	65.51	13.2%	55.28	58.59	6.0%	46.93	48.24	2.8%	22.37	22.45	0.4%
Dec-25	51.70	60.51	17.0%	48.20	53.79	11.6%	40.51	42.80	5.6%	18.78	19.56	4.2%
Jan-26	53.55	61.09	14.1%	50.98	55.06	8.0%	44.18	45.73	3.5%	19.42	20.12	3.6%

Comparación MTU60 (promedio horario) vs MTU15 (precio cuartohorario). Tabla 2. Actividad operativa: ciclos mensuales estimados.
Fuente: elaboración propia mediante simulación de operación óptima (BESS Tracker) a partir de precios del OMIE.

5. ¿Más ciclos significa menos vida útil? Consideraciones sobre degradación y eficiencia

Un punto importante es que el aumento del número de ciclos implica un mayor uso del activo y, por tanto, un incremento del desgaste acumulado del BESS.

La magnitud exacta de este efecto dependerá del perfil de operación, en particular de la profundidad de descarga (Depth of Discharge, DoD) y del throughput energético total.

Cabe señalar que la degradación de la batería puede provocar, con el tiempo, un ligero aumento de la resistencia interna y una reducción marginal de la eficiencia.

No obstante, este efecto suele ser secundario frente a la pérdida de capacidad, y en general tiene un impacto menor en comparación con la señal de precio y el throughput acumulado

5.2 Microciclos y ciclos parciales

Con granularidad de 15 minutos, parte de la operación puede realizarse mediante **ciclos parciales o microciclos**, lo que modifica el patrón de carga y descarga frente a un mercado horario. Desde el punto de vista de degradación, la diferencia clave está en que el mercado cuartohorario puede inducir patrones de operación más fragmentados, con ciclos parciales y variaciones más frecuentes de estado de carga. En general, numerosos ensayos industriales muestran que los ciclos parciales de baja profundidad tienden a ser menos agresivos para la vida útil que los ciclos completos.

No obstante, en el enfoque adoptado por el [BESS Tracker](#), el número de ciclos se calcula a partir del throughput total, por lo que un aumento de ciclos implica necesariamente un mayor uso energético del activo y, en consecuencia, un mayor desgaste acumulado. La magnitud exacta de este efecto dependerá del perfil de operación y de la distribución de profundidades de descarga asociadas a esos ciclos.

5.3 Coste de degradación y despacho económico

En la operación real, la degradación se incorpora como un coste marginal adicional. Es decir, el BESS solo debería ejecutar una operación si el beneficio esperado supera simultáneamente el coste de las pérdidas energéticas (asociadas a la eficiencia del ciclo), el coste implícito de degradación (relacionado con el throughput) y, en su caso, otros costes operativos.

Este enfoque es el que se adopta en el [BESS Tracker](#), donde se considera una eficiencia de ciclo (round-trip efficiency) del 85% y se introduce además una penalización operativa de 1 €/MWh aplicado al throughput energético (energía cargada y descargada), como aproximación simplificada al coste de degradación y a otros costes marginales asociados al uso del activo.

El modelo evita un despacho “idealizado” y reproduce un comportamiento más realista: el mercado cuartohorario no implica “ciclar por ciclar”, sino habilitar una operación más precisa.

6. Conclusión: MTU15 aumenta el valor del arbitraje, pero también incrementa el cycling

Los resultados del análisis confirman una señal clara: el paso a MTU15 no es un mero ajuste técnico, sino un cambio estructural que **mejora la capacidad del mercado** para reflejar variaciones intrahorarias de precio y, por tanto, capturar valor mediante arbitraje.

En términos cuantitativos, la transición a precios cuartohorarios se traduce en un incremento sistemático del beneficio mensual del arbitraje, especialmente en baterías de corta duración. En el periodo analizado (octubre 2025–enero 2026), el uplift de rentabilidad se sitúa en torno al **+7–10% para baterías de 1h y +4–7% para baterías de 2h, mientras que en sistemas de 4–12h el incremento es más moderado**.

Sin embargo, este valor adicional no es “gratuito”: **el mercado cuartohorario induce un aumento del cycling y del throughput energético** del activo, lo que implica mayor desgaste acumulado y refuerza la necesidad de incorporar explícitamente la degradación en los modelos de optimización y valoración económica.

Finalmente, cabe señalar que este análisis se limita al mercado diario (DAM) y no incluye mercados intradiarios ni servicios de balance, donde el impacto del cambio de granularidad podría ser aún más significativo.

Por Kim Keats Martínez

Director de EKON Strategy Consulting