

# MÁS ALLÁ DE LAS BATERÍAS: NUEVA Y EMERGENTE DEMANDA DE LITIO HACIA 2050

ESTUDIO - GEM



Paving the way for the future of mining

## RESUMEN EJECUTIVO

Este estudio analiza el potencial de una segunda ola de demanda de litio hacia 2050, impulsada por aplicaciones emergentes que van más allá de los usos tradicionales en baterías para vehículos eléctricos, electrónica de consumo y almacenamiento estacionario. Aunque la electromovilidad continuará siendo el principal motor de crecimiento en el corto y mediano plazo, nuevas tecnologías asociadas a inteligencia artificial, robótica, aviación, defensa, energía nuclear avanzada, fusión, captura de CO<sub>2</sub>, materiales fotónicos y químicos especializados podrían adquirir una relevancia creciente en las próximas décadas.

El objetivo del análisis es evaluar en qué medida estas nuevas aplicaciones podrían convertirse en una fuente material de demanda adicional de litio hacia 2035, 2040 y 2050, diferenciándolas de las proyecciones convencionales del mercado de baterías. Para ello, el estudio distingue entre uso bruto de litio, demanda adicional y demanda primaria neta, permitiendo una lectura más precisa de las implicancias industriales, tecnológicas y estratégicas para productores, consumidores y gobiernos.

Más que plantear un reemplazo de los vehículos eléctricos como principal fuente de demanda, el estudio propone una visión complementaria: el litio podría evolucionar desde un mineral dominado por la industria de baterías hacia una plataforma estratégica para múltiples tecnologías críticas. Esta transición dependerá de la superación de barreras tecnológicas, la disponibilidad de productos especializados, el riesgo de sustitución y la capacidad de las cadenas de suministro para adaptarse a mercados más diversificados y exigentes.

## MÁS ALLÁ DE LAS BATERÍAS: NUEVA Y EMERGENTE DEMANDA DE LITIO HACIA 2050

La demanda de litio sigue siendo, principalmente, una historia de baterías, pero ya no debería entenderse solo como una historia vinculada a los vehículos eléctricos. La primera ola de demanda de litio ha sido impulsada por los vehículos eléctricos, las baterías de consumo y el almacenamiento en redes eléctricas. La próxima ola será más fragmentada: almacenamiento de respaldo para centros de datos de inteligencia artificial, robótica, aviación y defensa, químicas avanzadas de baterías, fusión y sistemas nucleares avanzados, sorbentes de CO<sub>2</sub> de alta temperatura, sales industriales de refrigeración, materiales fotónicos, hidruros y químicos especializados. Un nuevo estudio de GEM Mining Consulting evalúa si estas vías pueden volverse relevantes hacia 2035, 2040 y 2050, manteniéndolas separadas de las proyecciones convencionales de vehículos eléctricos y almacenamiento estacionario.

La conclusión central es que es poco probable que las aplicaciones emergentes reemplacen a los vehículos eléctricos como principal fuente de demanda de litio antes de 2040. Sin embargo, pueden volverse relevantes hacia 2050 si se superan varias barreras tecnológicas. En el caso esperado, la demanda adicional proveniente de nuevas aplicaciones es de 0 kt LCE/año en el año base revisado 2025, alrededor de 105 kt LCE/año en 2035, 303 kt en 2040 y 720 kt en 2050. Esto equivale aproximadamente al 0,0%, 2,8%, 6,1% y 10,3% del escenario base central de aplicaciones actuales en esos años. En el caso transformacional al alza, la cifra para 2050 alcanza alrededor de 2,81 Mt LCE/año, o aproximadamente el 40,1% del escenario base central. El caso al alza no es una proyección base; es una prueba de estrés para la cadena de suministro en un mundo en el que múltiples tecnologías intensivas en litio escalan simultáneamente.

La disciplina de modelación más importante es la separación entre uso bruto de litio, demanda adicional y demanda primaria neta. El uso bruto mide el litio contenido en baterías, sales, mantos reproductores, sorbentes, hidruros o materiales fotónicos. La demanda adicional mide la proporción que aún no está incorporada en las proyecciones convencionales de baterías. La demanda primaria neta mide la proporción que todavía requiere litio nuevo extraído, refinado o convertido recientemente, después del reciclaje, la recuperación y la reutilización de inventarios en circuitos cerrados.

Esta distinción es fundamental para la planificación industrial, porque un gran inventario instalado no siempre equivale a una alta demanda primaria anual.

Los mayores canales esperados de demanda hacia 2050 no provienen únicamente de la fusión. El caso esperado está liderado por el almacenamiento de respaldo para centros de datos de inteligencia artificial, robots humanoides y de servicio, baterías para aviación/eVTOL/defensa, sistemas nucleares de sales fundidas con Li-7, sorbentes cerámicos de CO<sub>2</sub>, robots industriales y mantos reproductores de fusión con Li-6. La fusión es estratégicamente importante porque genera una demanda específica de isótopos y cuellos de botella en la cadena de suministro, pero la oportunidad más amplia corresponde a un portafolio de usos electroquímicos, nucleares, de gestión térmica, fotónicos y de químicos especializados.

La razón por la que el litio aparece en tantas vías futuras es física y química, no una narrativa especulativa de mercado. El litio es el metal más liviano. Tiene un potencial estándar de electrodo muy negativo. Forma iones Li<sup>+</sup> móviles para baterías y electrolitos sólidos. El litio-6 puede producir tritio bajo bombardeo de neutrones. El litio-7 es valioso cuando se requiere baja absorción de neutrones y baja producción de tritio. El LiBr y el LiCl son altamente higroscópicos. El Li<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub> y cerámicas relacionadas pueden capturar CO<sub>2</sub> a alta temperatura. El LiNbO<sub>3</sub> tiene un fuerte comportamiento electroóptico. Finalmente, el LiH/LiD ofrece funciones de blindaje ricas en hidrógeno y de baja masa.

El principal riesgo para la tesis de la segunda ola es la sustitución. Las baterías de ion sodio pueden reducir la demanda de litio en aplicaciones estacionarias de baja densidad energética. Las tecnologías de flujo, hierro-aire, térmicas, hidrógeno y almacenamiento mecánico pueden sustituir al litio en aplicaciones de almacenamiento en red de mayor duración. Los combustibles sostenibles de aviación y las celdas de combustible pueden retrasar la electrificación de la aviación mediante baterías. El cloruro de calcio y los glicoles pueden competir con los haluros de litio en desecantes. La fotónica de silicio puede reducir la participación del niobato de litio. Los diseños nucleares refrigerados con sodio, plomo, helio, cloruro o agua pueden evitar el uso de FLiBe con Li-7. Por lo tanto, la sustitución es más fuerte cuando el litio actúa solo como portador de almacenamiento de energía, y más débil cuando el átomo o isótopo de litio forma parte del mecanismo central.

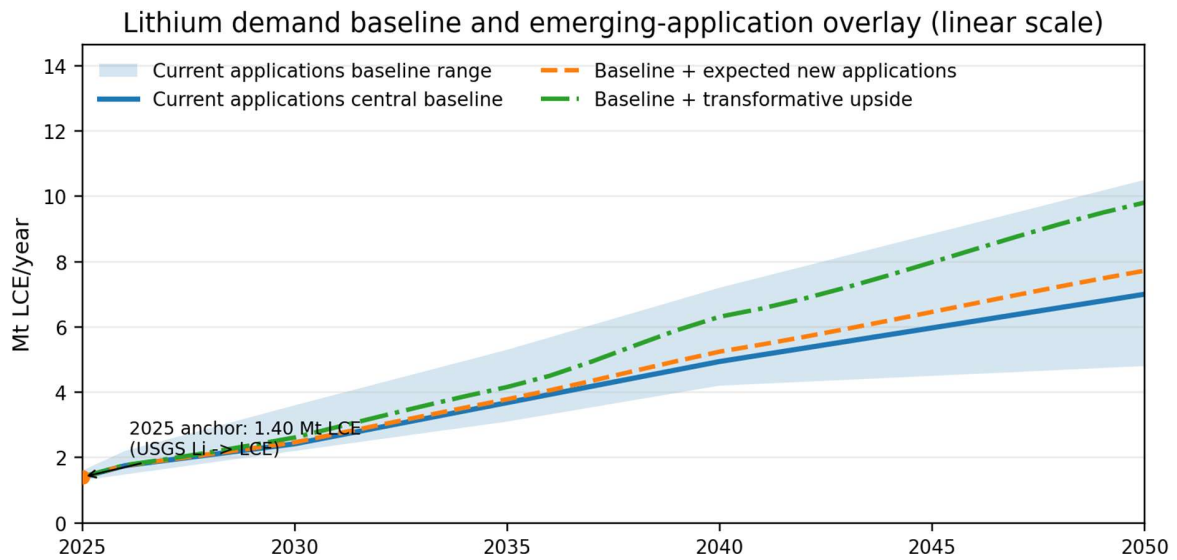
Para productores, consumidores y países, el valor del estudio no se limita simplemente al número de toneladas proyectadas para 2050. La perspectiva accionable es la opcionalidad de productos: el carbonato y el hidróxido de grado batería seguirán siendo necesarios, pero el litio metálico, LiF, LiBr, LiCl, Li<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub>, LiH/LiD, precursores de LiNbO<sub>3</sub> y productos isotópicos Li-6/Li-7 podrían volverse estratégicamente relevantes. Los productores deberían preservar rutas de conversión opcionales; los consumidores deberían monitorear los procesos de calificación y el riesgo de sustitución; y los gobiernos deberían tratar la refinación especializada de litio, la capacidad isotópica y el reciclaje como temas estratégicos de política industrial, más que como pequeños mercados secundarios [S7, S8, S26, S39, S40].

**Tabla 1. Tabla de resumen ejecutivo. Relevancia industrial del estudio por audiencia.**

<b>Audiencia</b>	<b>Qué importa más</b>	<b>Uso accionable del modelo</b>
Productores y convertidores de litio	La oportunidad hacia 2050 no se mide solo en kt LCE; también implica opcionalidad de productos entre hidróxido, carbonato, litio metálico, LiF, LiBr, LiCl, isótopos, cerámicas e hidruros.	Preservar la flexibilidad de conversión, monitorear las etapas de calificación y evitar tratar toda la demanda futura como producto estándar de grado batería.
Consumidores y desarrolladores tecnológicos	El riesgo de suministro depende de la forma del producto y de su calificación, no solo de la disponibilidad total de litio.	Seguir tempranamente las cadenas de suministro de isótopos, sales de alta pureza y litio metálico, especialmente para aplicaciones nucleares, fotónicas, aeroespaciales y de defensa.
Países y equipos de política industrial	Los pequeños mercados especializados pueden convertirse en cuellos de botella estratégicos si no existe capacidad doméstica de conversión, reciclaje o separación isotópica.	Usar los hitos de 2035/2040/2050 para priorizar refinación, reciclaje, estándares e infraestructura piloto para materiales especializados.



**Figura 1. Demanda de litio tanto para aplicaciones actuales como para escenarios adicionales de nuevas aplicaciones, anclada en 2025 con una estimación central de demanda de 1,40 Mt LCE.**





© 2014 GEM