

LIBRO BLANCO DEL ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

ESTADO ACTUAL, DESAFÍOS Y RECOMENDACIONES ESTRATÉGICAS



ORGANIZACIÓN LATINOAMERICANA DE ENERGÍA | LATIN AMERICAN ENERGY ORGANIZATION | ORGANIZAÇÃO LATINO-AMERICANA DE ENERGIA | ORGANISATION LATINO-AMÉRICAIN D'ÉNERGIE



LIBRO BLANCO DEL ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

**Estado Actual, Desafíos y Recomendaciones
Estratégicas**

Documento Técnico

**Quito, Ecuador
Septiembre, 2025**

Contenido

2	Tabla de Figuras
2	Índice de Tablas
5	PRESENTACIÓN
7	Almacenamiento de Energía en América Latina y el Caribe
7	1. Introducción
7	1.1. Importancia estratégica del almacenamiento de energía
8	1.2. Naturaleza del Desafío
9	1.3. Rol del Almacenamiento
9	1.4. Tendencias globales y su impacto en la región
10	2. Panorama del almacenamiento de energía en América Latina y el Caribe
11	2.1. Panorama energético de la región
13	2.2. Avances tecnológicos y primeras implementaciones
13	2.3. Capacidad instalada y proyectos en operación
14	2.4. Desarrollo de los sistemas de almacenamiento
15	2.5. Requerimientos de almacenamiento en los países de la región
16	3. Tecnologías de Almacenamiento de Energía
17	3.1. Almacenamiento electroquímico (baterías)
18	3.2. Almacenamiento mecánico
19	3.2.1. Almacenamiento por bombeo hidráulico (PSH)
19	3.2.2. Almacenamiento por volantes de inercia
19	3.2.3. Almacenamiento gravitacional
20	3.3. Almacenamiento térmico
20	3.3.1. Baterías de Carnot
20	3.4. Almacenamiento químico (hidrógeno, amoníaco verde)
20	3.4.1. Hidrógeno verde
21	3.4.2. Amoníaco verde
21	3.5. Costo Nivelado de Almacenamiento LCOS
22	4. Marco regulatorio y estándares
22	4.1. Estándares para sistemas de almacenamiento con baterías (BESS)
24	4.2. Características de los países líderes en almacenamiento
25	4.3. Definición legal clara del almacenamiento
26	4.4. Participación en mercados y remuneración por servicios
27	4.5. Esquemas de licitación o subastas específicas
28	4.6. Integración en la planificación energética
29	4.7. Reglas de interconexión adaptadas
30	4.8. Tratamiento tarifario diferenciado
31	4.9. Estabilidad regulatoria y señales de inversión
31	4.10. Checklist operativo para un análisis por país
32	5. Inversión y financiamiento en el sector
32	5.1. Panorama actual de inversión
33	5.2. Fuentes de financiamiento más utilizadas
33	5.3. Barreras para atraer inversión
34	5.4. Recomendaciones para fortalecer la inversión
34	5.5. Proyecciones
36	6. Casos de estudio
36	6.1. CHILE: Caso consolidado
39	6.2. BRASIL: mercado en expansión
41	6.3. MÉXICO: integración progresiva
42	6.4. ARGENTINA: caso emergente en marcha
43	6.5. HONDURAS: caso emergente con licitaciones
44	7. Desafíos y Barreras para el Desarrollo del Almacenamiento de Energía
47	8. Recomendaciones y estrategias para el futuro
49	9. Conclusiones
51	10. Referencias

Tabla de Figuras

- 11 Figura 1 OLADE - Evolución de la Capacidad Instalada para Generación Eléctrica en ALC
- 12 Figura 2 Prospectiva Energética 2050, OLADE
- 13 Figura 3 Estructura de la capacidad instalada de generación eléctrica, ALC, escenario NET0 , OLADE
- 17 Figura 4 Planta de almacenamiento BESS
- 24 Figura 5 Elementos Regulatorios Esenciales
- 33 Figura 6 Barreras para atraer la inversión
- 35 Figura 7 IEA - Capacidad instalada mundial de energía renovable y almacenamiento de energía por escenario, 2022 y 2030
- 44 Figura 8 Comparativa Capacidad Inst/Proyectada - Regulación
- 46 Figura 9 Desafíos para el Almacenamiento en ALC

Índice de Tablas

- 14 Tabla 1 Capacidad Instalada estimada 2025 (MW)
- 16 Tabla 2 Requerimientos de almacenamiento de los países de América Latina y el Caribe
- 21 Tabla 3 Tecnologías de Almacenamiento
- 25 Tabla 4 Definición legal del Almacenamiento en los países líderes
- 26 Tabla 5 Participación en mercados y remuneración por servicios en los países líderes
- 27 Tabla 6 Esquemas de licitación-subastas de almacenamiento en los países líderes
- 28 Tabla 7 Integración en la Planificación Energética en los países líderes
- 29 Tabla 8 Reglas de interconexión adaptadas en los países líderes
- 30 Tabla 9 Tratamiento tarifario diferenciado en los países líderes
- 35 Tabla 10 Capacidad de Almacenamiento en ALC proyectada
- 38 Tabla 11 Principales acciones implementadas por Chile
- 39 Tabla 12 Proyectos más recientes de almacenamiento energético en Chile
- 40 Tabla 13 Principales acciones implementadas por Brasil
- 41 Tabla 14 Principales acciones implementadas por México
- 42 Tabla 15 Principales acciones implementadas por Argentina
- 43 Tabla 16 Principales acciones implementadas por Honduras



ORGANIZACIÓN
LATINOAMERICANA
DE ENERGÍA

LATIN AMERICAN
ENERGY
ORGANIZATION

ORGANIZAÇÃO
LATINO-AMERICANA
DE ENERGIA

ORGANISATION
LATINO-AMERICAINE
D'ENERGIE

Presentación



El almacenamiento de energía se ha consolidado como un componente estratégico para garantizar la seguridad, resiliencia y sostenibilidad de los sistemas eléctricos de América Latina y el Caribe. Nuestra región, con su abundancia de recursos renovables y diversidad geográfica, enfrenta el reto de integrar de manera eficiente fuentes intermitentes, cerrar brechas de acceso en territorios aislados y modernizar la infraestructura de transmisión y distribución.

Este Libro Blanco ofrece un análisis integral sobre el estado y las perspectivas del almacenamiento energético, destacando tanto los avances tecnológicos como las barreras que aún persisten. En él se abordan las principales soluciones disponibles -desde los sistemas de baterías (BESS) y el almacenamiento térmico, hasta el bombeo hidráulico, los volantes de inercia y los vectores químicos como el hidrógeno y el amoníaco verde-, evaluando su contribución y condiciones de desarrollo.

Uno de los aportes centrales del documento es su enfoque multidimensional: combina la visión técnica con aspectos regulatorios, financieros y sociales, proporcionando una hoja de ruta para que los países miembros de OLADE puedan diseñar políticas públicas efectivas, atraer inversión privada y aprovechar los mecanismos de financiamiento que existen. A través de casos de éxito regionales, se ilustran las condiciones regulatorias y de planificación que habilitan la ejecución de proyectos a gran escala y las lecciones aprendidas.

Desde OLADE, reafirmamos nuestro compromiso de acompañar a los Países Miembros en este proceso, impulsando la cooperación regional, el intercambio de experiencias y la formación de capacidades técnicas locales. El almacenamiento de energía no es un recurso opcional, sino una pieza esencial para consolidar sistemas eléctricos seguros, confiables y eficientes en el uso de los recursos.

Invito a los lectores a considerar este Libro Blanco como un insumo práctico para la acción y la toma de decisiones. Que sus propuestas se conviertan en catalizadores de proyectos y políticas que permitan acelerar la incorporación del almacenamiento en la región, consolidando a América Latina y el Caribe como un referente global de transición energética justa y sostenible.

Andrés Rebolledo Smitmans
Secretario Ejecutivo
OLADE

Almacenamiento de Energía en América Latina y el Caribe

1. Introducción

En el contexto de la transición energética global y la creciente adopción de fuentes renovables, el almacenamiento de energía se ha convertido en un pilar fundamental para el diseño de sistemas eléctricos modernos, resilientes y sostenibles. Su función principal es acumular energía cuando la generación supera la demanda y liberarla cuando se requiere, equilibrando así las fluctuaciones naturales de la oferta y la demanda energética.

Esta capacidad de regulación y respaldo hace que el almacenamiento sea esencial para enfrentar uno de los mayores desafíos de las energías renovables: su intermitencia

e imprevisibilidad. Tecnologías como la solar y la eólica, aunque limpias y abundantes, dependen de condiciones climáticas variables. Sin sistemas de almacenamiento, gran parte de esta energía se pierde o no puede ser aprovechada de forma eficiente.

El almacenamiento de energía contribuye adicionalmente, a la estabilidad de la red eléctrica, mejora la calidad del servicio, facilita la electrificación de zonas aisladas y reduce la necesidad de infraestructura costosa como nuevas líneas de transmisión o plantas de generación de respaldo basadas en combustibles fósiles.

1.1. Importancia estratégica del almacenamiento de energía

América Latina y el Caribe se encuentran en una condición privilegiada para liderar la transición energética global, gracias a su abundante potencial en fuentes renovables como la solar, la eólica, la hidroeléctrica y la geotérmica. Sin embargo, el aprovechamiento eficiente y sostenible de estos recursos depende en gran medida del desarrollo e integración de tecnologías que permitan garantizar un suministro continuo, estable y de calidad en todos los sectores de la sociedad.

En este contexto, el almacenamiento de energía surge como una alternativa tecnológica que permite acumular la electricidad generada en momentos de baja demanda para utilizarla cuando la generación disminuye o la demanda aumenta. Esta función resulta fundamental para gestionar la intermitencia de fuentes como el sol y el viento, cuya disponibilidad varía a lo largo del día y de las estaciones. En una región con gran potencial renovable y alta variabilidad climática, como América Latina y el Caribe, esta capacidad de regulación es

esencial para asegurar la confiabilidad del sistema eléctrico.

Adicionalmente, ofrece una oportunidad estratégica para electrificar zonas rurales, aisladas o insulares, donde extender las redes de distribución resulta costoso o inviable. Mediante soluciones descentralizadas basadas en sistemas híbridos (solar + baterías, por ejemplo), es posible llevar energía limpia, segura y continua a comunidades históricamente excluidas del acceso energético, mejorando su calidad de vida y oportunidades de desarrollo.

Desde el punto de vista económico, el almacenamiento permite reducir la dependencia de combustibles fósiles -en muchos casos importados-, estabilizar los costos de la energía, optimizar el uso de la infraestructura eléctrica existente y postergar inversiones costosas en generación y redes. También abre la puerta a nuevos modelos de negocio, como las microrredes, la generación

distribuida o el uso de almacenamiento como prestador de servicios complementarios en mercados eléctricos más avanzados.

En términos ambientales, el almacenamiento contribuye directamente a la descarbonización de la matriz energética al evitar el uso de plantas térmicas de respaldo y facilitar la penetración de fuentes limpias. Esto lo convierte en un aliado fundamental para que los países de la región cumplan sus compromisos climáticos bajo el Acuerdo de

París y avancen hacia un desarrollo bajo en emisiones.

Finalmente, en un contexto regional marcado por la vulnerabilidad ante desastres naturales, crisis energéticas y desigualdades estructurales, el almacenamiento energético contribuye a mejorar la resiliencia de los sistemas eléctricos, permitiendo una respuesta más rápida y eficiente ante emergencias, cortes o fluctuaciones del suministro.

1.2. Naturaleza del Desafío

La integración de fuentes de energía renovable en los sistemas eléctricos de América Latina y el Caribe ha traído consigo beneficios significativos en términos de sostenibilidad, reducción de emisiones y diversificación de la matriz energética. Sin embargo, la naturaleza variable de estas fuentes introduce nuevos desafíos técnicos y operativos que deben ser gestionados adecuadamente para garantizar la estabilidad y eficiencia del sistema.

Entre los principales aspectos que caracterizan esta problemática se encuentran:

- **Variabilidad temporal:** La generación solar está restringida a las horas de luz diurna y se ve afectada por factores climáticos como la nubosidad, la latitud y la estación del año. Por su parte, la generación eólica presenta una variabilidad aún mayor, ya que la intensidad del viento puede cambiar de forma repentina incluso en cuestión de minutos. Esta naturaleza variable dificulta la programación y el control continuo de la generación energética.

- **Desfase entre oferta y demanda:** En numerosos casos, la generación renovable no coincide con los picos de consumo energético. Por ejemplo, la producción solar alcanza su punto máximo al mediodía, mientras que los mayores niveles de demanda suelen registrarse en las primeras horas de la mañana y durante la noche, cuando no hay disponibilidad solar. Esta desincronización genera la

necesidad de contar con mecanismos que permitan almacenar el excedente y liberarlo cuando sea requerido.

- **Dificultades en la planificación y despacho eléctrico:** La creciente participación de fuentes renovables intermitentes reduce la capacidad de predicción del sistema eléctrico, lo que complica el despacho económico de generación. Esta incertidumbre obliga a mantener reservas operativas constantes o a recurrir a plantas térmicas como respaldo, afectando la eficiencia general del sistema.

- **Sobregeneración y vertimiento de energía:** En determinados contextos, especialmente durante períodos de alta producción renovable y baja demanda, el sistema eléctrico no tiene la capacidad de absorber todo el excedente energético. Esto conduce al fenómeno conocido como vertimiento, en el cual se desaprovecha energía limpia debido a la falta de infraestructura de almacenamiento que permita conservarla y utilizarla en momentos de mayor requerimiento.

Estas condiciones evidencian la necesidad de contar con soluciones tecnológicas que permitan mitigar los efectos de la intermitencia, garantizar la continuidad del suministro y optimizar el aprovechamiento de los recursos renovables.

En América Latina y el Caribe, muchos países han apostado por una rápida expansión de

renovables, pero la falta de almacenamiento asociado limita la eficiencia del sistema, produciendo pérdidas económicas, obligando

además a mantener plantas fósiles de respaldo, lo que contradice los objetivos de descarbonización.

1.3. Rol del Almacenamiento

Frente a la situación descrita, en términos generales el almacenamiento desempeña un rol crucial al permitir:

- Almacenar excedentes y liberarlos durante picos de demanda (ej. baterías, aire comprimido, sales fundidas, hidrógeno).
- Proveer servicios de regulación de frecuencia y control de voltaje, manteniendo la estabilidad del sistema ante variaciones súbitas.
- Suavizar curvas de generación (peak shaving), reduciendo la necesidad de plantas de respaldo fósil.
- Aumentar la capacidad de penetración renovable, permitiendo que más proyectos solares o eólicos se conecten sin desestabilizar la red.

Desde el punto de vista operativo, el almacenamiento constituye un recurso de enorme utilidad para los operadores y los sistemas eléctricos por su contribución con:

- La gestión de la intermitencia: El almacenamiento permite suavizar las variaciones horarias y estacionales de la generación solar y eólica, garantizando una oferta más constante.

- El desplazamiento de carga (load shifting): La energía generada durante los picos de producción puede almacenarse para su uso en horas de mayor demanda, reduciendo la dependencia de fuentes fósiles.
- El respaldo y continuidad del suministro: En sistemas aislados o rurales, el almacenamiento mejora la autonomía energética, reduciendo cortes e interrupciones.
- La optimización del despacho: En redes interconectadas, el almacenamiento mejora la eficiencia operativa del sistema al reducir la necesidad de reservas giratorias y generación de respaldo.

En resumen, el almacenamiento de energía contribuye a la optimización del uso de fuentes renovables variables, mejora la estabilidad de la red eléctrica y facilita el acceso a la energía en comunidades aisladas. Sus efectos positivos contribuyen adicionalmente a reducir la dependencia de combustibles fósiles evitando la emisión de gases de efecto invernadero.

1.4. Tendencias globales y su impacto en la región

Las tendencias globales en almacenamiento de energía muestran un crecimiento exponencial, impulsado por la rápida reducción de costos de las baterías de ion-litio (una caída cercana al 90% entre 2010 y 2023, según IRENA), mejoras en densidad energética y escalabilidad, lo que

las consolida como la tecnología dominante en despliegues a escala de red y aplicaciones detrás del medidor. Paralelamente, tecnologías de larga duración como baterías de flujo, almacenamiento térmico e hidrógeno comienzan a posicionarse para cubrir servicios de flexibilidad y respaldo

en horizontes temporales más amplios. A nivel regulatorio, se observa una creciente incorporación de mecanismos que reconocen al almacenamiento como un activo estratégico, habilitando su participación en mercados de energía, capacidad y servicios auxiliares.

En América Latina y el Caribe, el almacenamiento de energía muestra una tendencia creciente marcada por la rápida incorporación de sistemas de baterías a gran escala (BESS) asociados a proyectos solares y eólicos, el desarrollo de licitaciones híbridas (renovables + almacenamiento) y la preparación de subastas específicas para capacidad y flexibilidad.

Países como Chile, Brasil y México lideran la región al integrar metas explícitas en su planificación energética, mientras que otros, como República Dominicana, Honduras y Argentina, avanzan con proyectos pioneros que servirán de referencia para mercados vecinos. Paralelamente, se observa un interés creciente en diversificar tecnologías —incluyendo bombeo hidráulico, almacenamiento térmico e incluso hidrógeno— y en adaptar marcos regulatorios para reconocer al almacenamiento como un recurso independiente capaz de participar en mercados de energía, capacidad y servicios auxiliares.

Las tendencias regionales están matizadas por:

- **Reconocimiento creciente del almacenamiento como tecnología necesaria**

La mayoría de los países han comenzado a incluir el almacenamiento en sus planes nacionales de energía, políticas climáticas y estrategias de electrificación rural. Aún

sin regulación específica, ya se visualiza al almacenamiento como complemento necesario para la expansión de energías renovables.

- **Predominio de proyectos piloto y esquemas aislados**

Muchos países han iniciado proyectos demostrativos con apoyo de cooperación internacional, principalmente en zonas rurales, insulares o con redes débiles. Estas experiencias han servido para validar la viabilidad técnica y social del almacenamiento, pero aún no han escalado a niveles nacionales.

- **Orientación hacia el almacenamiento electroquímico**

Las baterías de ion-litio son la tecnología más implementada, debido a su modularidad, disponibilidad en el mercado y facilidad de instalación, factores que se suman a una reducción sostenida en los precios. Otras tecnologías como el almacenamiento térmico, gravitacional o químico (hidrógeno verde), aún están en fases tempranas o de evaluación.

- **Fuerte participación de organismos multilaterales**

Organismos regionales como la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), agencias internacionales como la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA) y el Fondo Verde para el Clima, y la banca multilateral (BID, Banco Mundial, CAF), han sido actores importantes en la promoción del almacenamiento, a través de financiamiento, asistencia técnica y generación de capacidades locales.

2. Panorama del almacenamiento de energía en América Latina y el Caribe

En el marco de la transición energética global, el almacenamiento de energía se ha convertido en un componente esencial para garantizar la estabilidad, eficiencia y sostenibilidad de los sistemas eléctricos. Su capacidad para gestionar la intermitencia de las fuentes

renovables, optimizar la demanda y mejorar la resiliencia energética lo posiciona como una herramienta estratégica para los países en desarrollo. En este contexto, América Latina y el Caribe enfrentan el doble desafío de aprovechar su enorme potencial en energías

renovables y, al mismo tiempo, avanzar en la integración del almacenamiento energético dentro de sus matrices energéticas.

La región ha comenzado a dar pasos importantes en este ámbito, impulsada por el crecimiento de proyectos solares y eólicos, el interés por el hidrógeno verde y la necesidad

de mejorar el acceso a la energía en zonas remotas. Sin embargo, el grado de avance es heterogéneo entre países con limitaciones institucionales y barreras estructurales que deben ser superadas. Las tecnologías de almacenamiento aún se encuentran en una fase incipiente en comparación con otras regiones del mundo.

2.1. Panorama energético de la región

América Latina y el Caribe cuentan con una matriz energética diversa y en constante evolución, caracterizada por una alta participación de fuentes renovables, especialmente hidroeléctricas, y un creciente interés en la expansión de la energía solar, eólica y geotérmica. Sin embargo, esta riqueza energética coexiste con desigualdades en el acceso, dependencia de combustibles fósiles en ciertos países y desafíos en infraestructura y regulación. Esta evolución también introduce nuevos retos operativos, especialmente en términos de variabilidad, seguridad del suministro y resiliencia ante eventos climáticos extremos.

A medida que crece la participación de fuentes intermitentes como la solar y la eólica, se hace evidente la necesidad de incorporar sistemas de almacenamiento de energía que permitan gestionar de forma eficiente los excedentes, estabilizar la red

eléctrica y garantizar el abastecimiento durante los periodos de baja generación. Esta necesidad es aún más crítica en países insulares, zonas rurales o regiones con redes eléctricas débiles, donde el almacenamiento puede representar la única vía viable para asegurar un acceso energético confiable y sostenible.

Según la información del Panorama Energético de América Latina y el Caribe, OLADE 2024, en el año 2023 se instalaron 25 GW de capacidad renovable, de los cuales 16 GW fueron de tecnología solar fotovoltaica, 7 GW eólicos y 2 GW hidro, con lo cual la generación eólica y solar alcanzan una participación de 21% de la capacidad instalada y el 15% de la generación eléctrica a nivel de toda la región. Para el 2024 la estimación de nuevas incorporaciones renovables suma 40 GW. Al cierre 2025 se estima que la producción eólica y solar alcanzará el 20%.

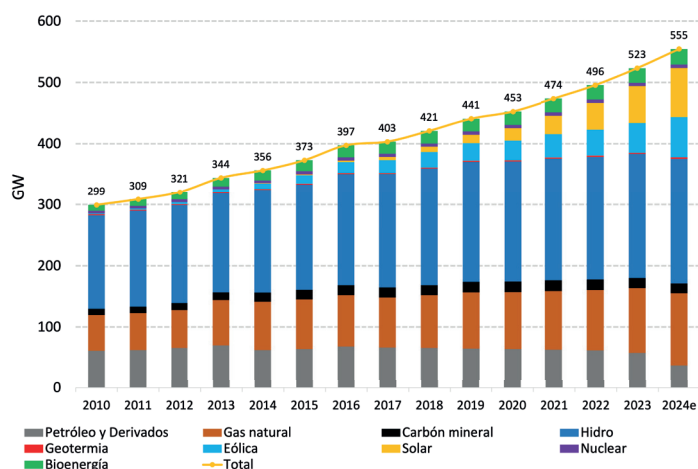


Figura 1 OLADE - Evolución de la Capacidad Instalada para Generación Eléctrica en ALC

Por su parte, los estudios de prospectiva realizados por OLADE determinan que, en el escenario BAU (Business As Usual) la capacidad de generación eléctrica total crecerá de los 520 GW del año 2023, hasta 736 GW en el 2030 y 1549 GW en el 2050, mientras que para alcanzar el escenario NET-0 (cero emisiones netas) la capacidad de generación eléctrica deberá crecer a 825

GW en el 2030 y prácticamente cuadruplicarse llegando a 2155 GW en el 2050.

Para las fuentes de generación renovables eólica y solar, se estima un incremento de 241 GW al 2030 y 1205 GW al 2050 alcanzando una participación de 43% en el 2030 y 61% en el 2050.

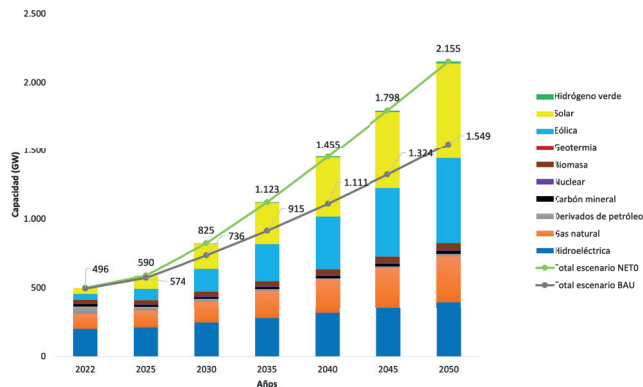
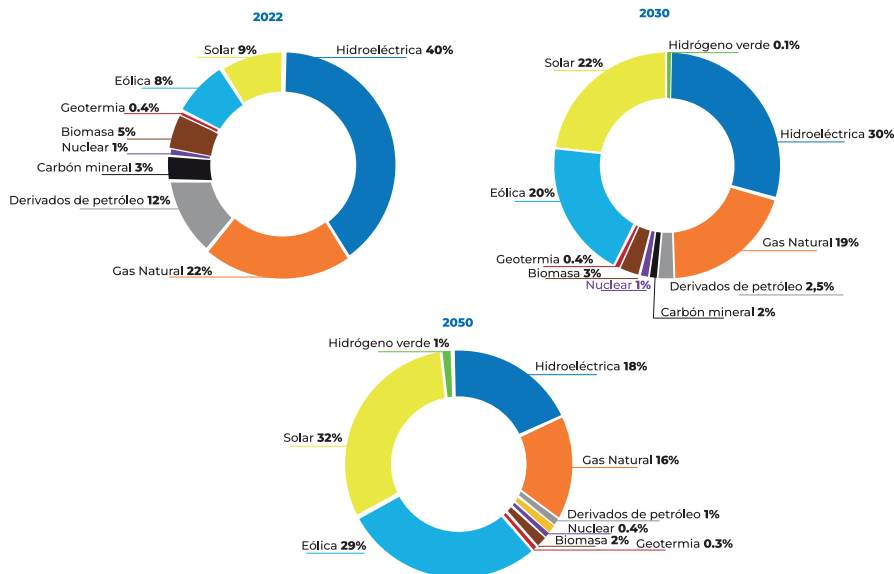


Figura 2 Prospectiva Energética 2050, OLADE

En el escenario de emisiones netas cero al año 2050 (NET-0) se presentan las siguientes variaciones con relación a la participación de las distintas tecnologías en el año base del estudio (2022):

- La participación de la Hidro se reduce de 40% a 18%
- La participación de la solar y eólica se incrementa de 17% a 61%
- El petróleo y el carbón mineral reducen su participación de 13% a 1%
- El gas natural reduce su participación de 22% a 16%

Figura 3 Estructura de la capacidad instalada de generación eléctrica, ALC, escenario NET0, OLADE



OLADE no ha incluido aún una estimación sobre incorporación de almacenamiento en sus análisis de prospectiva, mientras que la IEA asume que una multiplicación 3x en

la capacidad instalada renovable hacia el 2030, requiere una multiplicación 6x en la capacidad instalada de almacenamiento.

2.2. Avances tecnológicos y primeras implementaciones

Durante los últimos años, varios países de la región han comenzado a incorporar sistemas de almacenamiento, especialmente baterías de ion-litio, en combinación con proyectos solares y eólicos. Estos sistemas se han utilizado para:

- Proveer respaldo eléctrico en comunidades rurales o aisladas, como en las Islas Galápagos (Ecuador), la Patagonia (Argentina) o zonas amazónicas de Brasil y Perú.
- Integrarse a microrredes híbridas en lugares sin conexión a la red nacional.
- Estabilizar sistemas de generación distribuida en áreas urbanas o industriales.
- Brindar servicios auxiliares, como regulación de frecuencia, en mercados eléctricos parcialmente liberalizados.

Las tecnologías más utilizadas hasta ahora son las baterías electroquímicas (principalmente ion-litio), debido a su modularidad, disponibilidad comercial y relativa facilidad de instalación. También se han iniciado exploraciones en otras

soluciones como: almacenamiento térmico (Chile), Bobeo Hidráulico (Argentina y Brasil), sistemas hidrógeno y amoníaco verde (Chile, Brasil, Colombia). No se han identificado desarrollos de sistemas basados en volantes de inercia y almacenamiento gravitacional. Países como Chile, Brasil y México han dado los primeros pasos incluir el almacenamiento en sus planes de expansión energética, aunque solo Chile, más Guatemala y República Dominicana cuentan con regulación específica.

Por su parte, Argentina, Costa Rica, El Salvador, Ecuador, Honduras, Perú y Uruguay, se están elaborando planes de acción que incluyen propuestas y diseño de mecanismos regulatorios para habilitar el almacenamiento. Estas experiencias iniciales han sido esenciales para adaptar las tecnologías a los contextos regionales, identificar desafíos operativos y generar capacidades técnicas en terreno. Además, han abierto el camino para nuevos modelos de negocio, esquemas de financiamiento y reformas regulatorias que reconocen el valor del almacenamiento en el sistema energético.

2.3. Capacidad instalada y proyectos en operación

El almacenamiento de energía en América Latina y el Caribe ha sido modesto pero progresivo en la última década y ha comenzado a consolidarse como un componente esencial en la transición energética. Aunque la capacidad instalada aún es limitada en comparación con regiones como Europa, Asia o América del Norte, los proyectos en operación en la región han demostrado la viabilidad técnica y el valor estratégico del almacenamiento, tanto para la integración de energías renovables como para el fortalecimiento de sistemas eléctricos débiles o aislados.

A medida que los países de la región avanza en sus agendas de transición energética y fortalecen la integración de energías renovables intermitentes, el almacenamiento ha comenzado a ganar relevancia tanto en proyectos de gran escala como en soluciones distribuidas, comunitarias o aisladas. La capacidad instalada de almacenamiento de energía ha experimentado un crecimiento notable en los últimos años, aunque aún se encuentra en una fase inicial en comparación con otras regiones.

Tabla 1 Capacidad Instalada estimada 2025 (MW)

CAPACIDAD INSTALADA EN ALMACENAMIENTO ALC
(Corte julio 2025)

	PAIS	BEES (MW)	HIDRO (MW)	VOL INERCIA (MW)
1	 Argentina	17,50	974	
2	 Barbados	5,00		
3	 Belice			
4	 Bolivia			
5	 Brasil	171,25	20	
6	 Chile	1105,00		
7	 Colombia	8,90		
8	 Costa Rica	9,50		
9	 Cuba	10,00		
10	 Ecuador			
11	 El Salvador	64,00		
12	 Grenada			
13	 Guatemala			
14	 Guyana	23,32		
15	 Haití	18,00		
16	 Honduras			
17	 Jamaica	20,00		4,5
18	 México	192,00		
19	 Nicaragua	0,20		
20	 Panamá	0,37		
21	 Paraguay			
22	 Perú	26,50		
23	 República Dominicana			
24	 Surinam	9,00		
25	 Trinidad y Tobago	0,00		
26	 Uruguay	0,03		
27	 Venezuela	0,00		
SUBTOTALES		1.680,57	994	4,5
TOTAL 2025			2679,07	
EN PORCENTAJE		62,73%	37,10%	0,17%

Fuente: Elaboración Propia

La disponibilidad de datos específicos y actualizados sobre la capacidad instalada de almacenamiento en toda la región es limitada. No obstante, en base a una recopilación de datos de diferentes fuentes, se estima que hasta junio 2025 la región cuenta con una

capacidad instalada de almacenamiento aproximada de 2,7 GW, sumando proyectos operativos de diferente tipo, principalmente sistemas de baterías y de bombeo hidráulico, sin dejar de lado algunos proyectos de almacenamiento térmico.

2.4. Desarrollo de los sistemas de almacenamiento

El grado de desarrollo del almacenamiento es diferente según las condiciones propias de cada país, incluyendo su matriz energética, el marco regulatorio, la disponibilidad de recursos renovables y la capacidad de inversión. En América Latina y el Caribe, esta diversidad se refleja en la presencia de líderes regionales con proyectos de gran escala y normativas consolidadas, países en etapa intermedia con avances importantes, pero aún limitados, y naciones donde

el almacenamiento permanece en fase incipiente o piloto. Esta clasificación en tres categorías —mayor desarrollo, desarrollo medio y muy poco desarrollo— permite identificar tanto las fortalezas actuales como las oportunidades para acelerar la adopción de soluciones de almacenamiento que impulsen la integración de energías renovables, la flexibilidad del sistema eléctrico y la seguridad energética regional.

1. Países con Mayor desarrollo

Corresponden a esta categoría, países con capacidad instalada significativa, con proyectos emblemáticos operativos y pipeline robusto, además de marcos regulatorios en marcha y en algunos casos con almacenamiento incorporado en su planificación.

- Chile – Líder regional, 1 GW de BESS operativos, meta 2 GW al 2030, proyectos de gran escala en ejecución y otros en carpeta.
- Brasil – 685 MWh instalados en BESS, bombeo hidráulico en operación, primeras reglas específicas en desarrollo, incentivos industriales (PPB).
- México – 192 MW BESS instalados, normas técnicas publicadas en 2025, obligación de incluir almacenamiento en proyectos renovables.
- Argentina – 17,5 MW BESS y 974 MW de bombeo hidráulico, primeros proyectos híbridos solar + almacenamiento en licitación.
- Honduras – Proyecto adjudicado de 75 MW / 300 MWh, el mayor de Centroamérica.

2. Países con desarrollo medio

En este grupo se ubican países con capacidad instalada moderada, pilotos o proyectos en construcción, pero con marcos regulatorios incompletos o en fase inicial.

- Perú: 26,5 MW BESS operativos, debate regulatorio abierto para habilitar servicios de almacenamiento.
- Costa Rica: 9,5 MW, pilotos de BESS en el ICE, sin despliegue masivo aún.
- Ecuador: definición de almacenamiento incluida en reforma energética. Proyecto de Microrredes con BESS en las Galápagos (proyecto Conolophus 40,9 MWh) por concretarse.
- Jamaica: 24,5 MW híbrido Li-ion + volante de inercia desde 2019, planes de expansión.
- República Dominicana: Meta de 300 MW BESS al 2027, licitación en proceso.
- Uruguay: Evaluaciones técnicas y proyectos piloto, ambiente regulatorio favorable.
- Paraguay: Según el Plan Maestro de Generación 2021-2040 de ANDE, se han identificado siete proyectos que combinan PV con almacenamiento por baterías.

3. Resto de países.

El resto de los países de la región reportan una capacidad instalada menor, ausencia de una normativa definida o con iniciativas solo en etapa de anuncio/piloto.

2.5. Requerimientos de almacenamiento en los países de la región.

La aplicación de sistemas de almacenamiento de energía (SAE) debe considerar las metas de incorporación de energías renovables de cada país, así como las características específicas de sus sistemas eléctricos y sus condiciones técnicas, geográficas, económicas y energéticas. América Latina y el Caribe es una región diversa, donde las

necesidades energéticas varían según el grado de electrificación, la composición de la matriz, la calidad de la red y los objetivos de transición energética. A continuación, se presenta una síntesis de un análisis a nivel general por país, destacando las necesidades y enfoques en almacenamiento energético:

Tabla 2 Requerimientos de almacenamiento de los países de América Latina y el Caribe

Requerimientos de almacenamiento de los países de América Latina y el Caribe

	País	Meta Renovable	Requerimiento de Almacenamiento
1	 Argentina	20% de electricidad renovable en el mix para 2025 (Ley 27.191)	Mejorar la confiabilidad del sistema eléctrico, reducir costos marginales y asegurar el suministro durante los picos de demanda.
2	 Barbados	100% de generación renovable al 2030	BESS para estabilizar la red y facilitar la transición energética en islas.
3	 Belice	85% de electricidad con fuentes renovables al 2030	Microrredes y sistemas solares con almacenamiento para comunidades rurales.
4	 Bolivia	79% de electricidad con renovables para 2040 (Estrategia Nacional)	Evaluación de soluciones para estabilidad del sistema.
5	 Brasil	45% de energía total y 84% de electricidad con renovables (meta sostenida al 2030)	Almacenamiento de agua con rebombeo y baterías para eficiencia. Proyectos de bombeo + baterías con metas de 1 GWh a 2030.
6	 Chile	70% de generación eléctrica renovable para 2030	BESS para estabilidad de red y continuidad. Al menos 1,500 MWh de BESS en desarrollo para 2030.
7	 Colombia	30% de participación renovable no convencional al 2030	Necesidad de realizar estudios para determinar necesidades del sistema.
8	 Costa Rica	Matriz eléctrica 99% renovable mantenida al 2030	Almacenamiento para gestionar variabilidad.
9	 Cuba	24% de participación renovable en la matriz energética al 2030	Sistemas de baterías para respaldo y estabilidad en red insular. 200 MW de BESS planificados, 10 MW ya instalados.
10	 Ecuador	35% de electricidad renovable no convencional al 2030	Integración de almacenamiento en redes aisladas y sistemas híbridos.
11	 El Salvador	60% de generación eléctrica renovable al 2026	BESS para estabilidad de red y respaldo solar. 14 MW / 10 MWh operativos en proyectos Neoen.
12	 Grenada	100% de electricidad renovable y transporte al 2030	BESS en aeropuerto, microrredes en islas y almacenamiento distribuido.
13	 Guatemala	80% de electricidad renovable al 2030	Sistemas de almacenamiento para confiabilidad y regulación.
14	 Guyana	70% de electricidad renovable al 2035 (LCDS 2030)	Almacenamiento en microrredes y proyectos híbridos solares en zonas rurales, 34 MWh ya comprometidos en proyectos solares híbridos.
15	 Haití	35% de cobertura eléctrica con enfoque en renovables (objetivo con apoyo internacional)	Microrredes solares con BESS para hospitales, comunidades y sectores industriales.
16	 Honduras	60% de generación renovable al 2030	BESS en red y proyectos híbridos solares para respaldo nocturno. Proyecto de 75 MW / 300 MWh BESS adjudicado (2025).
17	 Jamaica	50% de energía renovable en generación eléctrica al 2030	BESS en proyectos solares/eólicos, almacenamiento para regulación de frecuencia. Meta regulatoria: 493 MW de BESS (2h) hasta 2041 (~986 MWh).
18	 México	35% de generación limpia al 2024 (meta establecida por Ley de Transición Energética)	PV + BESS en proyectos híbridos y regulación reciente.
19	 Nicaragua	52% de participación renovable al 2023 y meta creciente	Almacenamiento para electrificación rural y microrredes.
20	 Panamá	70% de generación renovable al 2050 (Ley 6 de 2020)	Licitaciones que integran almacenamiento en proyectos renovables. Al menos 50 MW / 200 MWh considerados en licitaciones.
21	 Paraguay	100% de electricidad renovable ya alcanzada (mayormente hidroeléctrica)	Complemento con almacenamiento para flexibilidad estacional. 40–70 MWh previstos en inversiones internacionales (2024–2025).
22	 Perú	15% de participación renovable no convencional en generación eléctrica al 2030	Apoyo a fuentes variables y nueva regulación para BESS.
23	 República Dominicana	25% renovable en generación eléctrica al 2025, 30% al 2030	Almacenamiento para estabilizar red y gestionar intermitencia. 200 MW / 400 MWh en subastas actuales (2024).
24	 Surinam	Electrificación rural 100% renovable con microrredes para 2030	Microrredes híbridas con almacenamiento térmico y baterías en aldeas indígenas. 5.3 GWh/año estimados por microrredes rurales combinadas.
25	 Trinidad y Tobago	30% de capacidad instalada en renovables al 2030	Microrredes y potencial manufactura de baterías.
26	 Uruguay	Matriz eléctrica 98% renovable sostenida desde 2018	Según los estudios realizados no se ha identificado la necesidad actual de incorporar almacenamiento.
27	 Venezuela	Propuesta de diversificación renovable en transición energética (sin meta clara)	Exploración de almacenamiento gravitacional y baterías.

Fuente: Elaboración Propia

3. Tecnologías de Almacenamiento de Energía

A medida que crece la participación de las energías renovables en la matriz eléctrica, se vuelve imprescindible contar con tecnologías capaces de almacenar el excedente de energía para ser utilizado en momentos de alta demanda o baja generación, garantizando así

la continuidad y calidad del suministro eléctrico.

Existen diversos tipos de almacenamiento de energía, clasificados según: i) su principio de funcionamiento; ii) el tipo de energía que almacenan; iii) su capacidad, velocidad de

respuesta; y, iv) aplicaciones específicas dentro del sistema eléctrico. Estas tecnologías van desde sistemas ampliamente conocidos como baterías electroquímicas,

hasta soluciones más complejas como almacenamiento térmico, mecánico o químico (incluyendo el hidrógeno verde).

3.1. Almacenamiento electroquímico (baterías)

El almacenamiento electroquímico, principalmente mediante baterías, se ha convertido en una tecnología sustancial para la transición energética en América Latina y el Caribe. Las baterías de ion-litio son hoy las más extendidas gracias a su eficiencia, tiempos de respuesta rápidos y alta densidad energética, aunque alternativas como las de flujo y sodio-azufre comienzan a incorporarse en proyectos a gran escala.

En este contexto, los Sistemas de Almacenamiento de Energía con Baterías (BESS) desempeñan un papel central. Su función es acumular excedentes renovables en horas de baja demanda y liberarlos cuando la generación disminuye, estabilizando la red y mejorando la integración de solar y eólica. Este proceso se optimiza mediante software de gestión inteligente que maximiza la eficiencia y reduce costos.

Avances tecnológicos

Los BESS han evolucionado hacia baterías de ion-litio de mayor densidad y menor tiempo de carga, y hacia desarrollos emergentes como las baterías de estado sólido, con más seguridad y vida útil. También se incorporan sistemas híbridos que combinan almacenamiento con hidrógeno o térmico, e integración con redes inteligentes apoyadas

en IA y big data. Asimismo, ganan relevancia las estrategias de reciclaje y segunda vida, que reutilizan módulos en aplicaciones de menor demanda, recuperan minerales críticos y promueven modelos como Battery-as-a-Service.

Beneficios de los BESS

Los beneficios abarcan distintos niveles del sistema eléctrico:

- Estabilizan la red en milisegundos, mejorando la calidad del suministro.
- Facilitan la integración de renovables al evitar vertimientos.
- Reducen costos operativos al desplazar generación fósil de respaldo.
- Aumentan la seguridad energética en emergencias.
- Participan en servicios complementarios como regulación de frecuencia y control de voltaje.
- Contribuyen a optimizar la infraestructura existente, al diferir nuevas inversiones en transmisión y distribución.



Figura 4 Planta de almacenamiento BESS

Componentes de un BESS:

Un sistema BESS está conformado por varios componentes principales: las baterías electroquímicas, el sistema de conversión de energía o inversor bidireccional (PCS), que transforma la corriente continua en alterna y regula los flujos de carga y descarga; los transformadores, que ajustan los niveles de voltaje para una integración segura con la red; los sistemas de supresión de incendios, que garantizan seguridad operativa; y los sistemas HVAC, que controlan la temperatura interna para preservar el rendimiento de las baterías.

Aplicación de BESS:

En cuanto a las aplicaciones, los BESS pueden emplearse en energía de respaldo, suministrando electricidad en caso de fallas en la red; en peak shaving o afeitado de picos, reduciendo la necesidad de generación adicional en horas de alta demanda; y en la conexión a la red, apoyando con servicios de regulación de frecuencia, soporte de voltaje y estabilización general del sistema eléctrico. Estas funciones convierten al almacenamiento electroquímico en un recurso estratégico para la modernización de los sistemas eléctricos en la región.

Rol del grid forming en los BESS

Un aspecto emergente en el desarrollo de los sistemas de almacenamiento con baterías es su capacidad de operar en modo grid forming. A diferencia de la operación tradicional (grid following), donde las baterías dependen de la señal de una red existente para sincronizarse, el grid forming permite que los BESS actúen como generadores virtuales capaces de establecer la frecuencia y el voltaje de una red eléctrica. Esta característica es esencial para sistemas con alta penetración de energías renovables intermitentes, ya que permite mantener la estabilidad del sistema incluso en escenarios de baja inercia, donde las fuentes tradicionales de generación síncrona (como hidroeléctricas o térmicas) tienen menor participación.

El despliegue de BESS con capacidad de grid forming representa una oportunidad estratégica para mejorar la resiliencia y confiabilidad de la red. Al asumir funciones de control de frecuencia, regulación de voltaje y provisión de inercia sintética, estos sistemas permiten una operación más estable de redes aisladas, microrredes rurales y sistemas interconectados con gran variabilidad renovable. En la práctica, esto abre la puerta a reducir la dependencia de centrales fósiles de respaldo y acelerar la transición hacia sistemas eléctricos más limpios, flexibles y seguros.

3.2. Almacenamiento mecánico

El almacenamiento mecánico consiste en aprovechar la energía cinética o gravitacional para almacenar y liberar electricidad de manera eficiente. En América Latina y el Caribe, estas tecnologías están siendo exploradas en diversas aplicaciones.

Tipos de almacenamiento mecánico

- **Almacenamiento por bombeo hidráulico:** Se basa en el bombeo de agua a un embalse superior cuando hay excedentes de energía y su liberación para generar electricidad en momentos de alta demanda.

- **Volantes de inercia:** Sistemas que almacenan energía en un disco giratorio de alta velocidad, permitiendo la entrega rápida de energía cuando se necesita.
- **Almacenamiento gravitacional:** Tecnología emergente que utiliza el levantamiento y descenso de masas pesadas para almacenar y liberar energía de manera eficiente.

3.2.1. Almacenamiento por bombeo hidráulico (PSH)

El almacenamiento por bombeo hidráulico (PSH – Pumped Storage Hydropower) es una de las tecnologías más maduras y extendidas para el almacenamiento de energía a gran escala. Funciona mediante el bombeo de agua desde un embalse inferior a un embalse superior cuando hay excedentes de energía en la red. Posteriormente, cuando la demanda aumenta, el agua es liberada y fluye a través de turbinas generadoras, produciendo electricidad.

Se trata de una configuración de dos embalses de agua a diferentes alturas que pueden generar energía a medida que el agua desciende de uno a otro (descarga), pasando por una turbina. El sistema también requiere energía para bombear agua de vuelta al embalse superior (recarga). Los PSH funcionan de forma similar a una batería gigante, ya que puede almacenar energía y luego liberarla cuando se necesita.

3.2.2. Almacenamiento por volantes de inercia

El almacenamiento por volantes de inercia, también conocido como almacenamiento rotacional o de energía cinética, es una tecnología que permite acumular y liberar energía eléctrica mediante la rotación de un disco o cilindro a alta velocidad. Este tipo de sistema convierte la electricidad en energía cinética a través de un motor eléctrico que acelera el volante, y luego reconvierte dicha energía en electricidad cuando el volante desacelera, mediante el mismo motor actuando como generador.

Aunque no alcanza las capacidades de almacenamiento de otras tecnologías como las baterías o el bombeo hidráulico, los volantes de inercia ofrecen altísima eficiencia, tiempos de respuesta casi instantáneos y una vida útil extensa, lo que los hace especialmente útiles en aplicaciones que requieren estabilidad y regulación de la red eléctrica a corto plazo.

3.2.3. Almacenamiento gravitacional

El almacenamiento gravitacional es una tecnología emergente basada en un principio físico simple: el aprovechamiento de la energía potencial generada al elevar una masa y su posterior conversión en energía eléctrica al descenderla. Este tipo de almacenamiento convierte energía eléctrica en energía potencial gravitatoria durante los periodos de baja demanda, elevando grandes bloques sólidos o líquidos, y luego libera esa energía cuando la masa desciende y acciona un generador.

A diferencia del almacenamiento por bombeo hidráulico—que requiere grandes volúmenes de agua y condiciones geográficas

específicas—, el almacenamiento gravitacional emplea materiales sólidos (como hormigón o acero), por lo que puede instalarse en ubicaciones más diversas, incluyendo entornos urbanos, industriales o mineros.

El sistema consiste en una plataforma o grúa que utiliza energía eléctrica para elevar un conjunto de masas pesadas hasta cierta altura. Cuando se requiere energía, las masas descienden controladamente, accionando un generador eléctrico. La energía almacenada depende de tres factores: la masa elevada, la altura del desplazamiento y la gravedad.

3.3. Almacenamiento térmico

El almacenamiento térmico consiste en la acumulación de energía en forma de calor para su posterior uso. Se utilizan materiales como sales fundidas, agua caliente y materiales de cambio de fase para almacenar energía térmica y liberarla cuando sea necesario.

El almacenamiento térmico ofrece múltiples ventajas: permite usar energía en horarios de menor demanda y menor costo para liberarla cuando se necesita, reduciendo el consumo en horas pico y, con ello, la factura eléctrica, al aprovechar tarifas más bajas y evitar la instalación de sistemas de generación adicionales en momentos de máxima demanda. Además, al almacenar calor o frío,

se optimiza el rendimiento de equipos como calderas, bombas de calor o sistemas de aire acondicionado, favoreciendo la integración de fuentes renovables —como la solar térmica— y reduciendo el uso de combustibles fósiles, lo que contribuye a la sostenibilidad. También brinda fiabilidad y respaldo, ya que puede servir como fuente alternativa en caso de fallas eléctricas o interrupciones, mejorando la estabilidad de la red cuando se utiliza a gran escala. Su versatilidad le permite aplicarse en climatización de edificios, procesos industriales, centrales termosolares o refrigeración, y, si se combina con energías renovables, presenta una huella ambiental muy baja.

3.3.1. Baterías de Carnot

Las baterías de Carnot son una tecnología emergente de almacenamiento térmico de larga duración, que convierte electricidad en calor mediante bombas de calor, lo almacena en materiales de bajo costo (sales fundidas, hormigón o rocas) y lo reconvierte a electricidad a través de ciclos termodinámicos. Ofrecen escalas de almacenamiento de decenas a cientos de horas, con eficiencias del 40–70% [IEA,

2022]. Frente a las baterías electroquímicas, destacan por su bajo costo potencial, el uso de materiales abundantes y la opción de integrarse con calor industrial. Alemania y Suiza lideran con pilotos, mientras que en China y EE. UU. predominan proyectos de laboratorio. Aún sin despliegue comercial, se proyectan como clave para el almacenamiento estacional y el respaldo a sistemas con alta penetración renovable.

3.4. Almacenamiento químico (hidrógeno, amoníaco verde)

El almacenamiento químico de energía, en particular a través del hidrógeno verde y el amoníaco verde, es una alternativa con un gran potencial para descarbonizar sectores industriales y energéticos en América Latina

y el Caribe. Estos compuestos permiten almacenar energía renovable en forma de combustibles sostenibles que pueden ser utilizados en generación eléctrica, transporte e industrias pesadas.

3.4.1. Hidrógeno verde

El hidrógeno verde se produce mediante electrólisis del agua utilizando energía renovable, lo que permite almacenar energía en forma de hidrógeno para su uso posterior en celdas de combustible

o turbinas, generando electricidad sin emisiones de carbono. Sus ventajas incluyen cero emisiones contaminantes, ya que no produce CO₂ ni gases de efecto invernadero en su producción ni en su uso; es

una fuente de energía abundante al provenir del agua, con potencial aún mayor si los avances tecnológicos permiten emplear agua de mar; resuelve el problema de la intermitencia de las energías solar y eólica al almacenar sus excedentes; ofrece gran

versatilidad de uso como combustible para vehículos, calefacción, procesos industriales y generación eléctrica; y representa una alternativa viable para sectores de difícil descarbonización, como la siderurgia o el transporte pesado.

3.4.2. Amoníaco verde

El amoníaco verde es un portador de energía renovable producido a partir de hidrógeno verde y nitrógeno del aire, utilizado principalmente en la fabricación de fertilizantes y considerado también como combustible limpio para el transporte marítimo y la generación eléctrica. Entre sus ventajas destacan las cero emisiones netas de carbono, ya que no produce CO₂ en su fabricación si se emplea hidrógeno verde, sustituyendo así al amoníaco gris en

la agricultura e industria; su almacenamiento y transporte son más sencillos que los del hidrógeno puro, pues a temperatura y presión moderadas puede trasladarse en tanques y buques existentes; posee un alto contenido energético por volumen, lo que lo hace atractivo como combustible para barcos, trenes o generación de electricidad; y su versatilidad de uso permite emplearlo como fertilizante agrícola, combustible directo o materia prima para la industria química.

3.5. Costo Nivelado de Almacenamiento LCOS

El crecimiento del almacenamiento tendría su base fundamental en la reducción de los costos. Según información de IRENA entre 2010 y 2023, los costos de los proyectos de almacenamiento en baterías disminuyeron un 89%, de USD 2511/kWh a USD 273/kWh, debido a la ampliación de la fabricación, la mejora de la eficiencia de los materiales y la optimización de los procesos de fabricación. Para 2030, los costos totales de instalación podrían reducirse entre un 50% y un 60% (y los costos de las celdas de batería, aún más), gracias a la optimización de las instalaciones de fabricación, junto con mejores combinaciones y un menor uso de

materiales. La vida útil y el rendimiento de las baterías también seguirán mejorando, lo que ayudará a reducir el costo de los servicios prestados. El costo de las baterías de iones de litio para aplicaciones estacionarias se ubica ya para algunos casos en menos de USD 200 por kilovatio-hora.

Un parámetro que contribuye al análisis es el Costo Nivelado de Almacenamiento (LCOS), un indicador que calcula el costo promedio por cada megavatio-hora (MWh) de energía almacenada y despachada a lo largo de la vida útil de un sistema de almacenamiento.

Tabla 3 Tecnologías de Almacenamiento

Tecnología		Duración típica	Eficiencia (%)	LCOS estimado (USD/MWh)
	Baterías (Li-ion)	2 – 8 horas	85 – 95%	140 – 300
	Bombeo hidráulico (PHS)	6 – 20 horas (algunos >100h)	70 – 85%	50 – 150
	Almacenamiento térmico	4 – 15 horas	35 – 70%	30 – 100
	Volantes de inercia	Segundos – 1 hora	85 – 95%	200 – 400
	Gravitacional	4 – 10 horas (algunos >20h)	70 – 80%	150 – 250
	Hidrógeno verde	Días – meses	25 – 45%	200 – 500+
	Amoníaco verde	Semanas – meses	20 – 40%	250 – 600

Fuente: Elaboración Propia

Factores que influyen en el LCOS:

- **Costo de la inversión:** Los costos de inversión (materiales, equipos, construcción) representan una parte significativa del LCOS.
- **Costo de operación y mantenimiento:** La gestión, el mantenimiento y la reparación de los sistemas de almacenamiento contribuyen al LCOS.
- **Duración y eficiencia de la vida útil del sistema:** El ciclo de vida y la eficiencia de la tecnología de almacenamiento también impactan en el LCOS.
- **Precios de la carga (energía de carga):** Si el almacenamiento es alimentado por energías renovables, el LCOS se ve

afectado por los precios de las fuentes de energía.

Las Baterías de Iones de Litio (Li-ion) son en la actualidad la opción más utilizada para almacenamiento de corta duración debido a su alta eficiencia y costos decrecientes. Sin embargo, su LCOS puede ser más alto en aplicaciones de larga duración.

Por su parte el almacenamiento Hidroeléctrico por Bombeo (PHS) es la tecnología de almacenamiento más madura y de menor costo por MWh, ideal para almacenamiento a gran escala y de larga duración. Muy aplicable en países de la región que cuentan con recursos hidroeléctricos para nuevos desarrollos, o bien infraestructura de centrales hidroeléctricas que pueden adaptarse e implementar este sistema.

4. Marco regulatorio y estándares

4.1. Estándares para sistemas de almacenamiento con baterías (BESS)

El desarrollo e implementación de sistemas de almacenamiento con baterías (BESS), que es la tecnología de mayor desarrollo en la región, requiere de la adopción de estándares técnicos normativos que aseguren su seguridad, interoperabilidad y desempeño bajo condiciones de operación diversas. Estos estándares establecen criterios obligatorios y recomendaciones de buenas prácticas que abarcan todo el ciclo de vida de los sistemas, incluyendo diseño, fabricación, instalación, operación, mantenimiento, monitoreo y disposición final de las baterías.

A nivel internacional, organismos como la International Electrotechnical Commission (IEC), el Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) y Underwriters Laboratories (UL) han definido normas que regulan aspectos críticos tales como: seguridad eléctrica y contra incendios, compatibilidad electromagnética, sistemas de gestión de baterías (BMS), procedimientos de ensayo de capacidad y ciclos de vida, protocolos de comunicación y requisitos de reciclaje. Estas normas constituyen la base de referencia que los países deben adoptar o

adaptar a sus marcos regulatorios nacionales, garantizando la homogeneidad técnica y facilitando la integración de proyectos en los mercados eléctricos.

El panorama de estandarización de BESS es relativamente reciente, pero ha evolucionado significativamente desde aproximadamente 2016-2017, cuando se publicaron estándares clave a nivel de sistema e instalación.

Enfoque de estándares por capas:

La seguridad de BESS se basa en estándares que abarcan diferentes componentes y aspectos del sistema:

A nivel de celda: Se centra en la unidad fundamental de la batería. Las normas clave incluyen IEC/EN 62619 (seguridad industrial de iones de litio), ANSI/CAN/UL 1973 (seguridad en EE. UU. y Canadá) e IEC/EN 62620 (rendimiento). También son relevantes las normativas químicas, como la Directiva de baterías de la UE.

A nivel de paquete/módulo: Aborda la seguridad de las unidades de batería ensambladas. Las normas relevantes incluyen la serie IEC 62933, IEC/EN 62619, ANSI/CAN/UL 1973 y guías regionales como VDE-AR-N 2510-50 (Alemania). La seguridad funcional de los sistemas de control (como los BMS) es fundamental y se cubre en normas como IEC 60730-1 Anexo H, IEC 61508 y UL 991+UL 1998. La compatibilidad electromagnética (CEM) se aborda en la serie IEC/EN 61000-6.

A nivel PCS: Abarca los inversores/convertidores utilizados con BESS. Las principales normas de seguridad incluyen EN 62477-1 y UL 1741. La conformidad con la conexión a la red suele referirse a las normas IEEE 1547/1547.1, EN 50549 o AS/NZS 4777.2.

A nivel de sistema: Abarca todo el BESS integrado. La serie IEC 62933 es fundamental en este caso, junto con UL 9540 (seguridad del sistema en EE. UU./Canadá). Los métodos de prueba de seguridad contra incendios se detallan en UL 9540A, junto con el Análisis de Mitigación de Riesgos (HMA), para garantizar que los riesgos identificados se aborden adecuadamente.

La serie IEC 62933 (Sistemas de Almacenamiento de Energía Eléctrica):

Esta serie clave de la IEC se centra específicamente en los aspectos del sistema de ESS. Sus secciones principales incluyen la Parte 1: Terminología, la Parte 2: Parámetros de la Unidad y Métodos de Prueba, la Parte 3: Planificación e Instalación (que proporciona directrices esenciales para la planificación, el diseño, la instalación, la operación y el mantenimiento, y la integración del sistema), la Parte 4: Aspectos Ambientales, y la Parte 5: Consideraciones de Seguridad, que es de suma importancia e incluye varios elementos:

- IEC 62933-5-1 (Seguridad General): Abarca la identificación de peligros, la metodología de evaluación de riesgos (evaluación de probabilidad y gravedad, determinación del riesgo tolerable), los requisitos de mitigación, la validación/pruebas y la documentación para sistemas integrados en la red. Requiere un diseño calculado de protección contra sobrecorriente basado en niveles

de falla, capacidad del conductor, etc., con referencia a la norma IEC 60364-4-43.

- IEC 62933-5-2 (Seguridad de Sistemas Electroquímicos): Especifica los requisitos de seguridad detallados para sistemas electroquímicos de seguridad de baterías (BESS) (p. ej., iones de litio). Las áreas clave incluyen la identificación de riesgos (eléctricos, mecánicos, químicos y ambientales); protección contra riesgos eléctricos (sobretensión, cortocircuito); gestión térmica crítica para prevenir la fuga térmica; control de riesgos químicos (fugas, gases); seguridad contra incendios (detección y supresión); control/monitorización del sistema (tensión, temperatura, estado del sistema); protección contra riesgos mecánicos; procedimientos seguros de instalación y mantenimiento (seguridad del personal, LOTO); y robustez ambiental.

- IEC 62933-5-3 (Modificación no planificada): Aborda la seguridad al realizar modificaciones no planificadas.

- IEC 62933-5-4 (Métodos de prueba de iones de litio - Borrador): Proporcionará métodos de prueba de seguridad específicos para sistemas de iones de litio.

Seguridad específica de baterías: Normas como IEC 62619 (iones de litio industriales) e IEC 63056 (iones de litio específicos para sistemas de almacenamiento de energía [ESS]) definen los requisitos de seguridad intrínseca. UL 1973 es el equivalente norteamericano.

Normas de instalación: Más allá de la certificación de productos/sistemas, las normas de instalación específicas son cruciales para la seguridad en la ubicación, el diseño, la construcción, la puesta en marcha y el mantenimiento. Ejemplos destacados incluyen NFPA 855 (EE. UU.), AS/NZS 5139 (AU/NZ), VDE-AR-E 2510-50 (Alemania) y TR 77 (Singapur). La norma IEC 62485-2 también aborda la seguridad de la instalación de baterías secundarias.

Sistemas de protección y mitigación: Una seguridad eficaz se basa en sistemas integrados como BMS para la monitorización y el control, sistemas de gestión térmica (TMS) y una protección adecuadamente diseñada contra sobrecorriente, fallas y factores ambientales. Los diseños de seguridad avanzados suelen incorporar estrategias de protección multinivel (celda, módulo, bastidor, sistema), incluyendo medidas para la prevención/mitigación de fugas térmicas, protección contra explosiones (ventilación, supresión) y extinción de incendios.

La importancia de la aplicación de estándares en América Latina y el Caribe

En el caso de América Latina y el Caribe, la armonización con estándares

internacionales resulta esencial para evitar barreras técnicas, reducir costos de implementación y otorgar confianza a los inversionistas. La correcta aplicación de estas normas permite además que los BESS puedan participar en servicios críticos del sistema eléctrico —como regulación de frecuencia, control de tensión y respaldo de contingencias— bajo condiciones de seguridad verificables y con desempeño medible. Por lo tanto, el establecimiento de estándares para BESS constituye un requisito indispensable para su despliegue seguro, eficiente y sostenible en la transición energética regional.

4.2. Características de los países líderes en almacenamiento

Los países con mayor desarrollo en almacenamiento energético en la región se destacan por contar con una capacidad instalada relevante, proyectos emblemáticos en operación o nuevas iniciativas en marcha. Su avance se apoya en marcos regulatorios que reconocen al almacenamiento como un activo propio, lo integran en la planificación energética y lo orientan a mejorar la gestión de la intermitencia renovable, reducir vertimientos y reforzar la confiabilidad del sistema. Estas condiciones, sumadas a incentivos económicos, financiamiento disponible y una visión estratégica de largo plazo, han permitido

atraer inversión y posicionarlos como líderes regionales en la materia.

Un elemento esencial en estos casos es la estabilidad normativa, que genera confianza para la ejecución de proyectos a gran escala y fomenta la llegada de capital privado y multilateral, consolidando un entorno favorable para su expansión sostenida.

Entre los principales elementos que caracterizan a los países con mayor nivel de desarrollo en almacenamiento se pueden contemplar los siguientes:

Figura 5 Elementos Regulatorios Esenciales

Elementos Regulatorios Esenciales para el Almacenamiento Energético



Definición Legal Clara

- Reconoce al almacenamiento como activo propio con funciones específicas.
- Evita barreras como doble cobro de red o impuestos.



Participación en Mercados y Remuneración

- Permitir que los BESS participen en:
- Mercado de energía (arbitraje)
- Pagos por capacidad/disponibilidad
- Servicios complementarios (frecuencia, tensión, reserva)
- Compensación por reducción de vertimientos



Esquemas de Licitación y Subastas

- Diseñados para acelerar el despliegue:
- Productos dedicados de capacidad/flexibilidad
- Licitaciones híbridas (renovable + storage)
- Contratos de largo plazo (10–20 años)
- Requisitos de desempeño claros



Integración en la Planificación Energética

- Reconoce al almacenamiento como recurso estratégico:
- Metas de MW/MWh en planes nacionales
- Zonas prioritarias con congestión/renovables
- Coordinación con generación y transmisión
- Vinculación con políticas climáticas



Reglas de Interconexión Adaptadas

- Reconocimiento bidireccional (carga + descarga)
- Evaluación técnica específica
- Procedimientos simplificados
- Coordinación con el operador del sistema



Tratamiento Tarifario Diferenciado

- Evita doble cobro por uso de red.
- Tarifas horarias diferenciadas (incentivo valle/pico).
- Ingresos fijos por capacidad.
- Cargos reducidos.



Estabilidad Regulatoria y Señales de Inversión

- Consistencia en reglas + respeto a derechos adquiridos.
- Chile: definición legal + pagos por capacidad.
- Brasil: hojas de ruta y discusiones tarifarias.
- México: nuevas disposiciones para mercados.
- Rep. Dominicana, Argentina, Honduras: licitaciones.

4.3. Definición legal clara del almacenamiento

La normativa reconoce al almacenamiento como un activo propio con funciones específicas (no solo como consumo o generación), lo que evita barreras en cargos por uso de red o impuestos.

Tabla 4 Definición legal del Almacenamiento en los países líderes

Definición legal del almacenamiento			
País	Marco legal principal	Definición legal	Implicaciones prácticas
 Chile	Ley General de Servicios Eléctricos; Decreto 70/2024	Reconoce explícitamente las instalaciones de almacenamiento como un tipo de instalación eléctrica independiente, con derechos y obligaciones propias.	Permite remuneración por capacidad, participación en mercados de energía y servicios complementarios, e integración en planificación energética.
 Brasil	Lineamientos MME/ANEEL; PPB (2024)	Considera el almacenamiento como activo independiente, no solo consumo o generación.	Preparación de reglas específicas para remuneración, acceso a subastas de capacidad, y participación en mercado libre y regulado.
 México	Disposiciones Administrativas de Carácter General (DACC) 2025	Define el almacenamiento como recurso independiente dentro del Sistema Eléctrico Nacional.	Habilita interconexión y operación en el SEN, participación en mercados y obligación de integración en renovables en ciertos casos.
 Argentina	Regulación dispersa (Res. SE 67/2025 para licitaciones con storage)	Reconoce el almacenamiento en el marco de licitaciones y proyectos híbridos.	Permite su inclusión en subastas de renovables y almacenamiento, aunque sin marco unificado aún.
 Honduras	Marco inicial para licitación (2025)	Incluye almacenamiento en bases de licitación para proyectos híbridos.	Posibilita la adjudicación de proyectos BESS a gran escala en el mercado regulado.

Fuente: Elaboración Propia

4.4. Participación en mercados y remuneración por servicios

En los países de la región que lideran el desarrollo de almacenamiento energético, uno de los pilares regulatorios es permitir que los sistemas de almacenamiento participen activamente en los mercados eléctricos y reciban remuneración por los distintos servicios que prestan. Esto no se limita a la venta de energía, sino que abarca una canasta de ingresos diversificados (“revenue stacking”) que mejora la viabilidad financiera de los proyectos.

Principales modalidades de remuneración

• **Mercado de energía (arbitraje)**

El almacenamiento compra energía en horas de bajo precio (valle) y la vende en horas de alto precio (punta).

Es fundamental que la regulación permita que el almacenamiento participe en igualdad de condiciones con otras unidades de generación.

• **Pagos por capacidad o disponibilidad**

Reconocimiento económico por aportar

potencia firme al sistema, contribuyendo a la seguridad de suministro.

Muy relevante en sistemas con alta penetración renovable, donde la potencia de respaldo es escasa.

• **Servicios complementarios o auxiliares**

Remuneración por servicios como regulación primaria/secundaria de frecuencia, control de tensión, reserva rodante y respuesta rápida.

Los BESS son particularmente competitivos en estos mercados por su rapidez y precisión de respuesta.

• **Compensación por reducción de vertimientos**

Algunos países permiten remunerar al almacenamiento cuando evita la pérdida de energía renovable que, de otro modo, sería desperdiciada por congestión o exceso de oferta.

Tabla 5 Participación en mercados y remuneración por servicios en los países líderes

País	Mercados habilitados	Modalidades de remuneración	Comentarios
 Chile	Mercado spot de energía, pagos por capacidad (Decreto 70/2024), servicios complementarios.	Arbitraje energía, pago fijo por disponibilidad, ingresos por regulación de frecuencia y otros servicios auxiliares.	Permite combinar ingresos por energía, capacidad y servicios; creciente interés en remuneración por reducción de vertimientos.
 Brasil	Subastas de reserva de capacidad en preparación, mercado de servicios complementarios bajo ONS.	Pagos por capacidad, arbitraje energía, remuneración por servicios sistémicos.	Diseño para ingreso estable y participación tanto en mercado regulado como libre.
 México	Participación en el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) como recurso independiente (DACG 2025).	Venta de energía y capacidad, prestación de servicios conexos, programas de respuesta a la demanda.	Ingresos diversificados con potencial para contratos de largo plazo en capacidad y servicios.
 Argentina	Licitaciones híbridas renovable + storage.	Pagos por energía y capacidad implícitos en contratos PPA; aún sin mercado auxiliar desarrollado para BESS.	Modelo basado en contratos bilaterales o subastas específicas.
 Honduras	Licitación 75 MW/300 MWh con contrato por disponibilidad.	Ingresos fijos por disponibilidad, posible remuneración por soporte a red y control de frecuencia.	Enfoque inicial en mercado regulado con potencial de expansión a servicios adicionales.

Fuente: Elaboración Propia

En todos estos casos, el principio común es que el almacenamiento no se limita a un solo flujo de ingresos, sino que se le reconoce su valor multifuncional en el sistema eléctrico.

Esta diversidad de fuentes de remuneración es necesaria para atraer inversión privada y cerrar financiamientos a largo plazo.

4.5. Esquemas de licitación o subastas específicas

En los países de la región que lideran el despliegue de sistemas de almacenamiento, los procesos competitivos de licitación y subasta han sido herramientas esenciales para acelerar la incorporación de esta tecnología, garantizar ingresos estables y generar señales claras a los inversionistas. Estos esquemas permiten que el almacenamiento compita o se contrate en condiciones adaptadas a su naturaleza técnica y económica, evitando que quede en desventaja frente a otras tecnologías como la generación térmica.

Características comunes de los esquemas en países líderes

• **Diseño de productos dedicados**

Subastas de capacidad o flexibilidad que crean un producto específico para almacenamiento, separado de la energía renovable o la generación convencional.

Evita que el almacenamiento compita por un único precio contra tecnologías con estructuras de costos distintas.

• **Integración en licitaciones híbridas**

Requerimientos que exigen o premian la incorporación de almacenamiento en proyectos renovables (solar o eólica), para mejorar su firmeza y perfil horario de entrega.

• **Contratos de largo plazo**

Duraciones típicas de 10–20 años, con pagos fijos por disponibilidad o por potencia entregada, lo que asegura certidumbre para el financiamiento.

• **Requisitos de desempeño y KPIs**

Criterios claros sobre disponibilidad mínima, tiempo de respuesta, duración de descarga, eficiencia y capacidad de operación en contingencias.

Tabla 6 Esquemas de licitación-subastas de almacenamiento en los países líderes

País	Tipo de licitación/subasta	Integración con renovables	Modalidad contractual	Estado actual
 Chile	Integración incipiente de almacenamiento en licitaciones de suministro y servicios complementarios.	Evaluación de productos específicos para BESS en subastas futuras.	Principalmente merchant o asociado a renovables; subastas podrían incluir capacidad y flexibilidad.	En evaluación
 Brasil	Diseño de subasta de reserva de capacidad con producto dedicado a almacenamiento.	Participación en subastas reguladas y contratos en mercado libre.	Producto específico para BESS con pago por capacidad.	En preparación
 México	DACC 2025 habilita participación de BESS en subastas de largo plazo y MEM.	Potencial para integrar BESS en licitaciones de renovables.	Contrato a largo plazo por energía y capacidad; aún sin producto exclusivo BESS.	Marco habilitante
 Argentina	Resolución SE 67/2025 para licitaciones híbridas renovable+storage.	Prioriza firmeza de entrega y perfil horario estable.	Contrato PPA con pagos por energía y capacidad implícitos.	Operativo
 Honduras	Licitación 2025 de 75 MW / 300 MWh exclusivamente de almacenamiento.	Contrato por disponibilidad con pagos fijos.	Producto exclusivo BESS con KPIs claros de disponibilidad y respuesta.	Operativo

Fuente: Elaboración Propia

4.6. Integración en la planificación energética

En los países de la región que lideran el desarrollo de sistemas de almacenamiento, la planificación energética no se limita a identificar necesidades de generación y transmisión, sino que incorpora explícitamente al almacenamiento como un recurso estratégico para la operación y expansión del sistema eléctrico. Esto implica que las autoridades y operadores de red consideran al almacenamiento como una herramienta de flexibilidad, seguridad y optimización de inversiones en infraestructura.

Características comunes de la integración en países líderes

• **Metas cuantitativas**

Fijan objetivos de capacidad de almacenamiento en MW/MWh dentro de planes nacionales o estrategias sectoriales, con horizonte de corto, mediano y largo plazo.

• **Identificación de zonas prioritarias**

Ubicación de proyectos en regiones con alta penetración renovable, congestión

de transmisión o baja resiliencia, para maximizar el impacto sistémico.

• **Coordinación generación –transmisión – almacenamiento**

Uso del almacenamiento como alternativa a nuevas líneas o refuerzos de red (“non-wires alternatives”), optimizando inversiones y tiempos de ejecución.

• **Incorporación en escenarios de planificación**

Modelos que simulan la operación de almacenamiento para cubrir rampas de demanda, absorber excedentes renovables y prestar servicios auxiliares.

• **Vinculación con políticas climáticas y de transición energética**

El almacenamiento se presenta como un habilitador para alcanzar metas de energías renovables y descarbonización.

Tabla 7 Integración en la Planificación Energética en los países líderes

País	Documento/ámbito de planificación	Metas cuantitativas (MW/MWh)	Zonas prioritarias / criterios locacionales	Rol del almacenamiento en la planificación	Estado
 Chile	Estrategia/Planificación sectorial; integración en expansión de transmisión	Meta 2 GW BESS a 2030; megaproyecto Oasis de Atacama (~11 GWh) en pipeline	Norte Grande (alta solar, vertimientos) y ejes de transmisión críticos	Flexibilidad, reducción de vertimientos, respaldo de capacidad y servicios complementarios; coordinación generación –transmisión– almacenamiento	Operativo / Metas explícitas
 Brasil	Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) y lineamientos MME/ANEEL	Objetivos indicativos vinculados a productos de capacidad (en diseño)	Zonas con congestión y alta penetración renovable; pruebas piloto regionales	Respaldo a renovables, diferimiento de redes (non-wires alternatives) y provisión de servicios sistémicos	En implementación / Reglas en preparación
 México	PRODESEN 2025–2039 y criterios CENACE para integración de recursos	Escenarios con BESS para aumentar confiabilidad y penetración solar/eólica	Nodos estratégicos con congestión y rampas pronunciadas	Arbitraje, capacidad y servicios conexos; soporte a operación segura y reducción de congestión	Marco habilitante / Integración en escenarios
 Argentina	Planificación de licitaciones híbridas renovable+storage (SE)	Sin meta unificada; requerimientos de firmeza/horario en bases de licitación	Regiones con mayor intermitencia y restricciones de red	Perfilamiento de entrega, respaldo de capacidad y alivio de congestión	Operativo (licitaciones) / Marco en evolución
 Honduras	Plan de expansión con proyecto 75 MW / 300 MWh como infraestructura clave	Objetivo implícito: cubrir picos y mejorar confiabilidad del sistema	Sistemas insulares y nodos críticos del SIN	Contrato por disponibilidad, apoyo a confiabilidad y reducción de costos pico	Operativo (adjudicación) / Integrado en planificación

Fuente: Elaboración Propia

En estos países, la integración del almacenamiento en la planificación energética envía una señal clara a inversionistas y operadores: no se trata de un recurso

opcional, sino de una pieza esencial para lograr la transición energética, mejorar la confiabilidad del sistema y optimizar el uso de la infraestructura existente.

4.7. Reglas de interconexión adaptadas

En los países líderes en almacenamiento energético de la región, las reglas de interconexión han sido ajustadas o diseñadas específicamente para reflejar la naturaleza dual del almacenamiento: la capacidad de consumir y generar energía. Un marco de interconexión adaptado reduce barreras técnicas, agiliza trámites y asegura que la conexión de un BESS se evalúe con criterios acordes a su operación real.

Características comunes:

• Reconocimiento del almacenamiento como recurso bidireccional

La regulación contempla que los flujos de carga y descarga se registren de manera diferenciada, evitando que el sistema de almacenamiento sea tratado únicamente como generación o consumo.

• Evaluación técnica específica

Estudios de conexión que consideran

perfiles de operación, rampas rápidas, potencia nominal de descarga y capacidad de absorción de energía en horas valle.

• Procedimientos simplificados

Plazos más cortos para la tramitación de solicitudes, integración con procesos de renovables híbridas y reducción de requisitos redundantes.

• Coordinación con el operador de sistema

Definición de protocolos claros para el despacho, control de frecuencia, tensión y reserva, maximizando el aporte del almacenamiento a la estabilidad de la red.

• Tratamiento tarifario vinculado a la interconexión

Aplicación de cargos de conexión y uso de red que eviten el doble cobro y reflejen el valor sistémico del almacenamiento.

Tabla 8 Reglas de interconexión adaptadas en los países líderes

País	Marco normativo	Modalidad de interconexión	Aspectos técnicos clave
 Chile	Ley General de Servicios Eléctricos; Decreto 70/2024	Híbridos renovable+BESS con un único punto de conexión y control integrado; reconocimiento bidireccional.	Estudios consideran respuesta rápida y reducción de vertimientos; plazos coordinados con proyectos renovables.
 Brasil	Normas ANEEL/ONS en desarrollo	Flexibilidad para stand-alone y asociados a renovables; tratamiento bidireccional previsto.	Definición de parámetros técnicos para conexión; integración en subastas de capacidad.
 México	DACG 2025 - Criterios técnicos CENACE	Evaluación de perfiles de carga/descarga y servicios conexos; recurso independiente.	Procedimientos adaptados; coordinación con programas de respuesta a la demanda.
 Argentina	Bases licitaciones híbridas SE 67/2025	Almacenamiento conectado bajo mismo punto qu planta renovable.	Optimiza perfil horario y entrega firme; reglas enfocadas en proyectos híbridos.
 Honduras	Bases licitación 75 MW/300 MWh (2025)	Especificaciones técnicas y protocolos con operador nacional.	Diseñado para maximizar confiabilidad y soporte a la red; contrato por disponibilidad.

Fuente: Elaboración Propia

En estos países, las reglas de interconexión adaptadas no solo facilitan la conexión técnica del almacenamiento, sino que también acortan tiempos de desarrollo, mejoran la integración

operativa y reducen la incertidumbre para los inversionistas, factores críticos para impulsar proyectos a gran escala.

4.8. Tratamiento tarifario diferenciado

En los países de la región que han avanzado más en almacenamiento energético, un elemento fundamental dentro del marco regulatorio es la aplicación de tratamientos tarifarios diferenciados que reconocen las particularidades operativas de los sistemas de almacenamiento. El objetivo principal es eliminar barreras económicas que podrían desincentivar su despliegue y, a la vez, optimizar su uso para la gestión del sistema eléctrico.

Un aspecto central es evitar el doble cobro por uso de la red. Dado que el almacenamiento se conecta tanto para cargar como para descargar energía, en un esquema tradicional podría estar sujeto a cargos de transmisión y distribución en ambas operaciones, lo que encarecería artificialmente su operación. Los países líderes han modificado sus normas para que el cobro se realice solo en una de las fases o con tarifas reducidas, de modo que el almacenamiento no sea penalizado por su doble condición de carga y generación.

Otra medida frecuente es ofrecer tarifas horarias diferenciadas que incentiven la carga en periodos de baja demanda y bajo costo —por ejemplo, horas nocturnas o con alta producción renovable— y la descarga en

periodos pico, cuando la energía es más cara o escasa. Esto no solo mejora la rentabilidad de los proyectos, sino que también contribuye al balance y estabilidad de la red.

En Chile, si bien el esquema tarifario específico para BESS aún está en evolución, el Decreto 70/2024 y el reconocimiento de capacidad permiten que estos sistemas reciban ingresos fijos por disponibilidad, lo que compensa parcialmente la ausencia de un cargo de red diferenciado consolidado.

En Brasil, se discuten ajustes en la regulación para que los BESS paguen tarifas de uso de red reducidas, especialmente cuando prestan servicios sistémicos como regulación de frecuencia o respaldo rápido.

En México, las Disposiciones Administrativas de Carácter General (2025) abren la puerta a esquemas de cargos preferenciales y participación en programas de respuesta a la demanda, lo que puede traducirse en menores costos de acceso y mayor flexibilidad comercial para los operadores de almacenamiento.

Tabla 9 Tratamiento tarifario diferenciado en los países líderes

País	Marco/estado actual	Medidas tarifarias	Impacto esperado
 Chile	En evolución; Decreto 70/2024 reconoce capacidad y permite ingresos fijos por disponibilidad.	Se busca evitar doble cobro por uso de red; no existe aún tarifa diferenciada consolidada, pero sí pagos por capacidad y servicios complementarios.	Facilita ingresos estables y promueve operación en apoyo a la integración renovable.
 Brasil	Discusión regulatoria liderada por MME/ANEEL para ajustar tarifas de uso de red.	Propuesta de tarifas reducidas para BESS que prestan servicios sistémicos o participan en subastas de capacidad.	Reduce costos operativos y mejora competitividad frente a generación térmica.

País	Marco/estado actual	Medidas tarifarias	Impacto esperado
 México	Disposiciones Administrativas de Carácter General (DACC) 2025.	Posibilidad de cargos preferenciales en acceso a red y programas de respuesta a la demanda.	Permite optimizar la rentabilidad de proyectos y fomenta la flexibilidad operativa.
 Argentina	No existe esquema tarifario específico aún.	Proyectos híbridos pueden beneficiarse indirectamente de incentivos a renovables.	El almacenamiento carece de tarifa diferenciada directa, limitando su despliegue.
 Honduras	Marco inicial para licitación (2025) incluye reconocimiento de almacenamiento en bases.	No hay tarifa diferenciada definida, pero se espera incorporar incentivos en contratos adjudicados.	Podría estimular BESS a gran escala si se integran beneficios tarifarios en futuras licitaciones.

Fuente: Elaboración Propia

Este tratamiento tarifario especial no solo mejora la viabilidad económica de los proyectos, sino que envía una señal de política energética clara: el almacenamiento es un activo estratégico para la transición

energética y debe ser incentivado para cumplir un rol activo en la integración de renovables, la gestión de la demanda y la resiliencia del sistema eléctrico.

4.9. Estabilidad regulatoria y señales de inversión

Es la consistencia, previsibilidad y continuidad de las reglas que rigen al almacenamiento a lo largo del tiempo. En la práctica, significa que las definiciones legales, los mecanismos de remuneración y los procesos de conexión/operación no cambian de forma abrupta, contemplan regímenes transitorios y respetan el derecho adquirido de los proyectos (grandfathering). Esta estabilidad reduce el riesgo regulatorio y abarata el costo del capital. Cómo se ve en países líderes de la región (ejemplos orientativos)

- **Chile:** definición legal y pago por capacidad ya operativo; expansión de servicios complementarios y planificación que internaliza el rol del almacenamiento frente a vertimientos.

- **Brasil:** lineamientos para productos de capacidad y discusión tarifaria/uso de red; institucionalidad (MME/ANEEL/ONS) con consultas y hojas de ruta.
- **México:** reglas técnicas recientes para reconocer al almacenamiento como recurso independiente, abriendo participación en mercados y esquemas de respuesta a la demanda.
- **Rep. Dominicana:** metas explícitas y licitaciones híbridas renovable+storage en preparación con foco en confiabilidad.
- **Argentina/Honduras:** bases de licitación con almacenamiento que comienzan a estandarizar contratos y disparar carteras.

4.10. Checklist operativo para un análisis por país

Para analizar las condiciones que presenta un país para la incorporación exitosa de sistemas

de almacenamiento, se puede ensayar el siguiente cuestionario:

Checklist operativo para un análisis por país

- ☒ ¿Existe definición legal del almacenamiento como activo propio?
- ☒ ¿Qué ingresos están habilitados (energía, capacidad, auxiliares, resiliencia)?
- ☒ ¿Con qué horizonte contractual?
¿Hay subastas/RFP con pliegos tipo y contratos estandarizados?
- ☒ ¿El acceso a red y los cargos evitan doble cobro y dan señales horarias?
- ☒ ¿La planificación explicita metas de MW/MWh y localizaciones prioritarias? ¿Qué garantías/índices protegen al inversionista (inflación, FX, solvencia del off-taker)?
- ☒ ¿Qué tan predecibles son las decisiones regulatorias (consultas públicas, cronogramas, jurisprudencia)?

5. Inversión y financiamiento en el sector

El acceso a financiamiento es un factor determinante para la expansión del almacenamiento de energía. Bancos de desarrollo y organismos internacionales están promoviendo inversiones en infraestructura energética sostenible.

La expansión del almacenamiento de energía en América Latina y el Caribe requiere no solo de avances tecnológicos y regulatorios, sino

también de modelos de inversión sostenibles y mecanismos de financiamiento adaptados a las necesidades de cada país. Dado que muchas de las soluciones de almacenamiento aún presentan costos de capital elevados, especialmente en comparación con tecnologías convencionales, el acceso a financiamiento es un factor decisivo para su despliegue a gran escala.

5.1. Panorama actual de inversión

En la región, la inversión en almacenamiento de energía ha estado concentrada mayoritariamente en proyectos piloto o iniciativas de cooperación internacional, con participación limitada del capital privado. Algunos elementos que caracterizan el panorama actual son:

- Proyectos financiados por multilaterales como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Banco Mundial, la CAF y el Fondo Verde para el Clima.

- Participación de cooperación bilateral (como USAID, GIZ, JICA, AECID) en iniciativas rurales, insulares o en zonas vulnerables.

- Inversión privada aún incipiente, debido a falta de modelos de negocio claros, riesgos regulatorios y retornos poco definidos.

- Predominio de tecnologías electroquímicas (baterías), por su menor riesgo tecnológico en comparación con otras soluciones (hidrógeno verde, almacenamiento gravitacional o térmico).

5.2. Fuentes de financiamiento más utilizadas

Las principales fuentes de financiamiento identificadas en la región incluyen:

- Organismos multilaterales: financian proyectos mediante préstamos concesionales, donaciones y fondos de desarrollo climático.
- Bancos de desarrollo nacionales: ofrecen líneas de crédito o garantías para proyectos de energías limpias y almacenamiento.
- Fondos climáticos internacionales: como el Fondo Verde para el Clima, el Fondo de

Tecnología Limpia (CTF) y el Fondo de Adaptación, que priorizan proyectos con co-beneficios ambientales y sociales.

- Alianzas público-privadas (APP): algunos países han explorado modelos de co-inversión entre gobiernos, empresas locales y desarrolladores internacionales.
- Financiamiento comunitario o cooperativo: especialmente en zonas rurales, donde asociaciones locales han cofinanciado microrredes con respaldo de baterías.

5.3. Barreras para atraer inversión

A pesar del creciente interés, persisten barreras que limitan el flujo de capital hacia el sector de almacenamiento:

Figura 6 Barreras para atraer la inversión

Barreras para atraer inversión:

A pesar del creciente interés, persisten barreras que limitan el flujo de capital hacia el sector de almacenamiento:



Falta de certeza regulatoria:

La ausencia de marcos normativos estables y previsibles eleva el riesgo percibido por inversionistas.



Desconocimiento de modelos de negocio viables:

Muchos actores financieros aún no comprenden el valor técnico y económico del almacenamiento, dificultando la estructuración de proyectos rentables.



Altos costos de capital (CAPEX):

Especialmente en tecnologías emergentes o cuando se requiere importación de equipos.



Débil capacidad institucional para estructurar proyectos bancables:

Muchos gobiernos carecen de experiencia para desarrollar propuestas técnicamente robustas y financieramente viables.



Acceso limitado a datos técnicos confiables:

Lo que impide realizar evaluaciones de riesgo adecuadas y diseñar esquemas de mitigación eficaces.

5.4. Recomendaciones para fortalecer la inversión

Para mejorar el entorno financiero del sector, se recomienda:

- Establecer marcos regulatorios claros y estables que reconozcan al almacenamiento como activo elegible para financiamiento público y privado.
- Crear instrumentos financieros innovadores: bonos verdes, fondos de inversión climática, esquemas de seguros y garantías de desempeño.
- Incentivar la participación de la banca nacional y fondos soberanos en proyectos estratégicos.

- Promover programas regionales de financiamiento conjunto, con respaldo de organismos multilaterales, que reduzcan el costo del capital y fomenten la cooperación transfronteriza.

- Fortalecer las capacidades de gobiernos y empresas locales para diseñar, estructurar y gestionar proyectos bancables.

- Incluir criterios de impacto social y ambiental para facilitar el acceso a fondos verdes y alinearse con las metas climáticas globales.

5.5. Proyecciones

El almacenamiento de energía se perfila como un sector estratégico para la transformación energética en América Latina y el Caribe. Con el aumento de las energías renovables, la necesidad de resiliencia climática y la digitalización de las redes, el almacenamiento se consolida como una herramienta necesaria para garantizar un suministro confiable, flexible y sostenible. Los estudios coinciden en proyectar un crecimiento acelerado en la región, tanto en capacidad instalada como en diversificación tecnológica y adaptación normativa.

En cuanto a tecnologías, las baterías de ion-litio seguirán dominando, pero crecerá el interés por baterías de flujo y sodio-ion para almacenamiento de larga duración, soluciones térmicas en la industria, hidrógeno verde como vector de alto volumen y, en menor medida, bombeo hidráulico en centrales hidroeléctricas. Paralelamente, el almacenamiento distribuido a pequeña escala —residencial, comunitario y comercial— se expandirá con fuerza, estimándose que hacia 2035 más del 30 % de los sistemas solares residenciales incorporen baterías, impulsando la generación distribuida con respaldo local.

En el plano regulatorio, se prevé que la mayoría de los países de la región cuenten con marcos específicos antes de 2030, incorporando esquemas tarifarios, participación en servicios auxiliares y mecanismos de remuneración por flexibilidad. Estas condiciones, junto con el financiamiento verde y la cooperación internacional, permitirán que exista el financiamiento necesario para soportar su crecimiento.

Crecimiento de la capacidad instalada

A finales de 2024, el Compromiso de Almacenamiento y Redes de Energía de la COP29 se propuso multiplicar por seis la capacidad mundial de almacenamiento de energía por encima de los niveles de 2022, alcanzando los 1500 GW para 2030. Esta meta se estableció en función de las estimaciones realizadas por la Agencia Internacional de Energía, IEA.

Según la prospectiva de la IEA, en el escenario STEPS (bajo las políticas establecidas) la participación de la energía eólica y solar en la matriz eléctrica mundial

aumenta del 12 % actual al 30 % en 2030 y al 54 % en 2050. En el escenario de carbono neutralidad NZE, que sirvió de base para se prevé que la capacidad instalada de energía renovable se triplique para el 2030 alcanzando una participación del 40% y del 71 % en 2050.

En cuanto al almacenamiento, la IEA estima que, a nivel global, frente a un crecimiento 3x de la capacidad instalada en renovables, la capacidad en almacenamiento debería tener un crecimiento 6x.

Las proyecciones de la Agencia Internacional de Energía (IEA) significan en términos cuantitativos que, para alcanzar 10.500 GW de capacidad renovable instalada en 2030, el mundo requerirá 1.500 GW de almacenamiento. Esto implica que, frente al aumento de 7.000 GW en renovables (de 3.500 a 10.500 GW), será necesario sumar 1.250 GW en almacenamiento (de 250 a 1.500 GW), lo que equivale a una relación global de 0,18 GW de almacenamiento por cada GW renovable incorporado (18%).

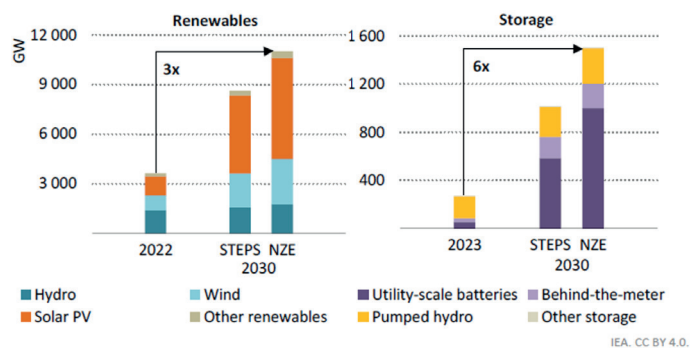


Figura 7 IEA - Capacidad instalada mundial de energía renovable y almacenamiento de energía por escenario, 2022 y 2030

En América Latina y el Caribe (ALC), las proyecciones deben ajustarse a la realidad regional. Según OLADE, la capacidad solar y eólica debería crecer en 241 GW al 2030 y en 460 GW al 2035; si se incluye la capacidad hidroeléctrica, el incremento alcanzaría 285 GW y 538 GW respectivamente. Aplicar directamente la tasa de referencia de la IEA (18%) daría como resultado necesidades entre 43 y 51 GW de almacenamiento al 2030, y entre 83 y 97 GW al 2035. Sin embargo,

estas cifras no reflejan la situación particular de la región, donde: i) la capacidad actual de almacenamiento es de apenas 2,5 GW (1,5 GW en baterías), ii) las renovables ya representan el 70% de la matriz (muy por encima del promedio mundial del 30%), y iii) la alta participación hidroeléctrica brinda flexibilidad natural.

Tabla 10 Capacidad de Almacenamiento en ALC proyectada

Capacidad de Almacenamiento ALC - Proyectada

AÑO	2030	2035
Capacidad Instalada (GW)	24	46
Capacidad almacenamiento (GWh)	96	184
INVERSIÓN (MMUSD)	24.000	46.000
Costo promedio	250	USD/kWh

Fuente: Elaboración Propia

Con base en estos factores, estimaciones preliminares de OLADE —en revisión en el GTO de Almacenamiento— sugieren necesidades que, si bien pueden ser consideradas optimistas, son más realistas que las de IEA: alrededor de 24 GW hacia 2030 y 46 GW en 2035 incluyendo las distintas tecnologías (BESS, bombeo, térmico, químico, entre otras). Esto implicaría

inversiones aproximadas de USD 24.000 millones en 2030 y USD 46.000 millones en 2035, cifras alcanzables mediante esquemas mixtos que combinen financiamiento público, privado, cooperación internacional y fondos climáticos, en el marco de una transición justa.

6. Casos de estudio

6.1. CHILE: Caso consolidado

Chile se ha posicionado como el líder regional en almacenamiento energético. A la fecha (julio 2025) reporta el 66% de la capacidad instalada en sistemas de baterías a nivel regional, y el 41% del total de capacidad de almacenamiento. Se destaca además por su enfoque regulatorio, sus metas claras y la rápida incorporación de proyectos en su matriz. En 2023 el país lanzó la Estrategia Nacional de Almacenamiento de Energía 2023–2030, un documento pionero en la región que vincula este desarrollo con la descarbonización y la seguridad del suministro eléctrico. Esta estrategia se articula con la creciente penetración de energías renovables variables, especialmente la solar en el norte y la eólica en el sur, lo que ha creado la necesidad de contar con sistemas que gestionen la intermitencia y optimicen el uso de la infraestructura existente. La Política Energética Nacional incluye la meta de desarrollar 2 GW en sistemas de almacenamiento de energía en el SEN al 2030 y 6 GW al 2050.

El marco regulatorio chileno también constituye un ejemplo para la región. En los últimos años se han aprobado reformas que permiten a los sistemas de almacenamiento participar directamente en el mercado eléctrico, acceder a esquemas de remuneración por los servicios complementarios que prestan y ser considerados en los planes de expansión de generación y transmisión. Esto ha generado un ambiente atractivo para la inversión

privada, lo que se refleja en una cartera de más de 80 proyectos de almacenamiento en distintas etapas de desarrollo, varios de ellos combinados con plantas solares fotovoltaicas e híbridas.

Chile ha establecido un marco integral y coherente para impulsar el almacenamiento energético a través de un conjunto de normas:

- Ley 21.505 (2022) introduce su reconocimiento legal y remuneración en el mercado.
- Decretos supremos 70 (2024) y 125 (2025) garantizan visibilidad técnica y operativa en la planificación y despacho.
- Instrucción técnica RGR 06/2024 asegura que los BESS se implementen de manera segura y estandarizada.
- Consulta pública (2025) para modificar el reglamento de Pequeños Medios de Generación Distribuida (PMGD) apunta a expandir su uso en generación distribuida.

Además, Chile ha sido pionero en integrar el almacenamiento en su planificación energética de largo plazo, garantizando certidumbre a inversionistas y favoreciendo la competencia tecnológica entre baterías de ion-litio, sistemas de bombeo hidráulico y soluciones emergentes como el hidrógeno verde.

¿Cómo lo hizo Chile?

1) Marco jurídico claro y pro-competencia.

Chile dio un paso decisivo al reconocer explícitamente al almacenamiento dentro de su legislación eléctrica (p. ej., promoviendo “centrales renovables con capacidad de almacenamiento” y habilitando proyectos stand-alone). Esto despejó ambigüedades (¿generación, consumo o activo propio?), abrió la puerta a su participación en el mercado y redujo fricciones como el doble cobro por uso de red.

2) Reglas de mercado que pagan por el valor real del almacenamiento.

El esquema chileno permite capturar ingresos múltiples (revenue stacking): arbitraje energético (valle-punta), pagos por suficiencia/capacidad, y servicios complementarios (regulación de frecuencia, control de tensión, reserva rápida). Al remunerar lo que el almacenamiento efectivamente entrega —flexibilidad y firmeza—, mejora la bancabilidad y baja el costo de capital.

3) Planificación que integra el almacenamiento como recurso del sistema.

En la planificación energética de largo plazo y en los estudios del Coordinador Eléctrico Nacional, el almacenamiento aparece como herramienta para: (i) reducir vertimientos de solar/eólica en el norte, (ii) manejar rampas y contingencias, y (iii) diferir inversiones de transmisión como alternativa “non-wires”. Esta visibilidad en planes y escenarios envía señales creíbles a inversionistas.

4) Señales de demanda y licitaciones que premian la flexibilidad.

Las licitaciones de suministro para clientes regulados con bloques horarios y la expansión de PPA corporativos empujan perfiles firmes de entrega; eso incentiva soluciones híbridas (solar/eólica + BESS) y proyectos BESS stand-alone ubicados donde más valor sistémico aportan.

5) Estandarización técnica y procesos de conexión.

Guías técnicas, exigencias de seguridad y procedimientos de interconexión adaptados a recursos bidireccionales han acortado plazos, reducido incertidumbre y facilitado la operación coordinada (despacho, control de frecuencia/voltaje, respuesta rápida). En paralelo, la adopción de inversores grid-forming en proyectos recientes mejora estabilidad en redes de baja inercia.

6) Cartera robusta y ejecución sostenida.

Chile combina cientos de MW ya operativos con un pipeline de varios GW en distintas etapas (aprobación ambiental, construcción y pruebas), incluyendo plantas híbridas en zonas de alta irradiancia y nodos con congestión. La repetición de casos bancables crea curvas de aprendizaje para promotores, financiadores y autoridades.

7) Institucionalidad y certidumbre.

La coordinación entre Ministerio de Energía, regulador y Coordinador Eléctrico, sumada a consultas públicas y hojas de ruta, reduce el riesgo regulatorio. Esa estabilidad —más un entorno macro relativamente predecible— explica la entrada de capital internacional y de offtakers corporativos.

8) Resultados sistémicos visibles.

El despliegue de almacenamiento ya contribuye a: (i) bajar vertimientos renovables, (ii) suavizar rampas netas, (iii) mejorar confiabilidad en horas críticas y (iv) contener costos operativos sustituyendo generación pico más cara/contaminante.

Chile combina definición legal, reglas de mercado que pagan por flexibilidad, integración explícita en la planificación, licitaciones que demandan perfiles firmes, estándares técnicos claros e institucionalidad previsible. Ese “paquete

completo” alinea incentivos técnicos, regulatorios y financieros, y lo convierte en el referente regional para escalar almacenamiento con impacto real en confiabilidad, costos y descarbonización. La experiencia chilena demuestra que el almacenamiento puede convertirse en un

eje central de la transición energética en América Latina, asegurando confiabilidad, reducción de emisiones y desarrollo económico sostenible.

Tabla 11 Principales acciones implementadas por Chile



Aspectos esenciales que Chile ha implementado para el desarrollo del almacenamiento de energía

Eje	Aspectos Clave Implementados	Detalle
Regulatorio	Definición legal del almacenamiento como recurso energético	Modificaciones a la Ley General de Servicios Eléctricos (2022) y al Reglamento de Coordinación y Operación (2023) incorporaron el almacenamiento como actor del sistema eléctrico.
Mercado y remuneración	Habilitación de ingresos por energía y servicios complementarios	Los BESS pueden participar en el mercado spot, prestar servicios de control de frecuencia, potencia de reserva y black-start. Se avanza en esquemas para evitar el doble cobro por uso de red.
Planificación	Inclusión de metas explícitas	La Estrategia Nacional de Almacenamiento (2023) fijó 2 GW a 2030 y objetivos de largo plazo (escala multihora y estacional). El Plan de Expansión de la Transmisión 2023 ya incorpora almacenamiento como alternativa de inversión.
Incentivos y señales económicas	Subastas y financiamiento específico	El Programa de Pequeños Medios de Generación Distribuida (PMG/PMGD) permite proyectos híbridos con almacenamiento. Se exploran subastas dedicadas a almacenamiento en el marco de los Planes de Retiro del Carbón.
Transmisión y flexibilidad	Reconocimiento del almacenamiento como infraestructura de apoyo	En el proceso de Planificación de la Transmisión, el Coordinador Eléctrico Nacional puede proponer proyectos con almacenamiento para aliviar congestión y aumentar seguridad del sistema.
Innovación y proyectos piloto	Proyectos demostrativos y escalamiento	Proyectos como Solar+Storage en el norte de Chile (híbridos fotovoltaicos + BESS) y pilotos de almacenamiento térmico y gravitacional apoyados por CORFO y universidades.
Gobernanza y transparencia	Estrategia Nacional con consultas públicas	El diseño de la Estrategia Nacional de Almacenamiento incluyó consultas públicas, cronogramas definidos y participación multisectorial, otorgando certidumbre regulatoria.
Licitaciones y contratos recientes	Contratos clave para respaldo renovable de gran escala	Codelco adjudicó PPA por 1,5 TWh/año a partir de 2026, con Generadora Metropolitana y GR Power Chile, que incluyen BESS como parte integral del sistema.

Fuente: Elaboración Propia

Capacidad instalada y proyectos en curso.

A junio de 2025 Chile reporta 1.105 MW de capacidad instalada en almacenamiento y aspira cumplir la meta de 2.000 MW en octubre 2025. Según el “Reporte de proyectos en Construcción e Inversión en el Sector Energía mes de julio de 2025” del Ministerio de Energía, la meta de 6.000 MW

de Sistemas de Almacenamiento al 2050 se cumplirá en el 2027. Al 31 de julio de 2025 existen 6 sistemas de almacenamiento en fase de pruebas, con 652 MW de capacidad instalada y 2.328 MWh de energía almacenada.

Tabla 12 Proyectos más recientes de almacenamiento energético en Chile

Proyecto	Ubicación	Capacidad (MW/MWh)	Descripción
BESS del Desierto (Atlas)	Antofagasta – María Elena	200 MW / 800 MWh (standalone)	Inaugurado en abril de 2025, es la planta independiente de baterías más grande de LATAM.
Diego de Almagro Sur (Colbún)	Atacama	228 MW / 912 MWh	Colbún adjudicó suministro a Canadian Solar e-Storage; construcción iniciará en junio 2025 y operación en diciembre 2026.
Remanso (Orion Power)	Rancagua, Libertador O'Higgins	150 MW / 750 MWh	Proyecto ingresado al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). Inversión \$165 millones, 30 años de operación estimada.
Sungrow BESS (Nueva Pozo Almonte)	Tarapacá – Pozo Almonte	762 MWh (grid-connected)	Sistema BESS independiente (Li-FePO ₄), con línea de 220 kV para integración.
Radal Solar + BESS (Eurus)	Valparaíso / Metropolitana	200 MW / 1,101 MWh	Proyecto solar más almacenamiento, en evaluación ambiental.
Proyectos AES Andes (Pampas + Cristales)	Antofagasta	1,3 GW solar+eólico / 2,2 GWH almacenamiento	Comenzó la construcción; combina solar, viento y almacenamiento por más de USD 1,1 mil millones.
Oasis de Atacama (Grenergy)	Norte de Chile	hasta 11 GWh (pipeline)	Proyecto multifase: 2 GW solar + 11 GWh BESS (actual 1 GW solar y 4,1 GWh BESS).

Fuente: Elaboración Propia

6.2. BRASIL: mercado en expansión.

Brasil se ha consolidado como uno de los países más avanzados en la región en materia de almacenamiento energético, gracias a una estrategia que combina visión regulatoria, planificación de largo plazo y proyectos piloto en expansión. En 2024, el Plano Decenal de Expansão de Energia 2034 (PDE 2034) elaborado por el Ministerio de Minas e Energia (MME) y la Empresa de Pesquisa Energética (EPE) incorporó explícitamente al almacenamiento como un recurso clave para la confiabilidad del sistema. Este plan reconoce

el rol de las baterías (BESS) y de soluciones híbridas (solar + almacenamiento, eólica + almacenamiento), además de mantener la tradicional relevancia del almacenamiento hidráulico mediante represas y centrales reversibles de bombeo.

En el ámbito regulatorio, Brasil ha desarrollado un proceso que está en marcha. La ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) lanzó en 2022 una consulta pública sobre almacenamiento distribuido. Hasta la fecha,

no existen resoluciones normativas completas y vigentes que habiliten por completo la participación de BESS en el mercado eléctrico brasileño. La Resolución 1.111/2024 y la Nota Técnica 13/2025 representan primeros avances estructurales, pero aún están en fase de consulta y no han sido implementados. El reglamento final está en camino y se espera que constituya la base para la futura reglamentación, probablemente por etapas, entre 2025 y 2028.

Aunque no se trata de una regulación, el programa E2Brasil, desarrollado en conjunto entre el MME y GIZ de Alemania, brinda soporte técnico y capacidad institucional

para promover y estructurar políticas públicas, análisis técnicos y condiciones necesarias para la integración de tecnologías de almacenamiento en redes aisladas y conectadas.

En términos prácticos, Brasil ya cuenta con experiencias destacadas: desde proyectos híbridos fotovoltaicos con BESS en el Nordeste, que buscan mitigar la variabilidad solar, hasta la integración de almacenamiento en sistemas aislados de la Amazonía, reduciendo la dependencia del diésel. También se están evaluando proyectos de bombeo hidráulico reversible en Minas Gerais y Paraná, lo que refuerza la diversificación tecnológica.

Tabla 13 Principales acciones implementadas por Brasil



Aspectos esenciales que BRASIL ha implementado para el desarrollo del almacenamiento de energía

Eje	Aspectos Clave Implementados	Detalle
Regulatorio	Reconocimiento normativo inicial del almacenamiento	La ANEEL emitió resoluciones (ex. ANEEL 954/2021 y 1.059/2023) que permiten el registro de proyectos de almacenamiento y su participación en el mercado como recursos de generación o red. Se espera la publicación de la reglamentación sobre los sistemas de almacenamiento de energía.
Mercado y remuneración	Participación en el mercado mayorista	Se habilita a los sistemas de almacenamiento a ofertar en el mercado de energía de corto plazo y a proveer servicios ancilares (control de frecuencia, modulación de tensión, confiabilidad del despacho).
Planificación	Inclusión del almacenamiento en la planificación oficial	El Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE 2032) y el Plano Nacional de Energia (PNE 2050) integran el almacenamiento como tecnología clave para integrar renovables y diferir inversiones en transmisión.
Incentivos y señales económicas	Programa "Mais Armazenamento"	Lanzado por el MME en 2022, busca estimular la cadena productiva nacional de almacenamiento, promover I+D y crear condiciones para subastas de capacidad con almacenamiento.
Transmisión y flexibilidad	Uso de almacenamiento como activo regulado	La ANEEL estudia mecanismos para reconocer el almacenamiento como activo de transmisión, habilitando su uso para aliviar congestiones y postergar refuerzos en la red. Proyectos como ISA CTEEP ya operan BESS como alternativa non-wires.
Innovación y proyectos piloto	Proyectos demostrativos y de gran escala	Pilotos de baterías de litio en el SIN (Ej.: Roraima y Manaus para estabilidad de sistemas aislados), además de proyectos híbridos con solar y almacenamiento en subastas de energía nueva.
Gobernanza y transparencia	Procesos regulatorios con consultas públicas	ANEEL y MME han abierto consultas públicas periódicas sobre la definición del rol del almacenamiento, la remuneración de servicios y la creación de marcos de subastas específicas.
Licitaciones y contratos recientes	Lanzamiento de primera subasta BESS y estimación de inversión	La primera licitación específica (LRCAP) para 2025, con contratos por 10 años y pagos por disponibilidad, ha sido cancelada creando incertidumbre en el mercado.

Fuente: Elaboración Propia

En síntesis, Brasil es un caso de éxito emergente porque combina avance regulatorio, inclusión en la planificación nacional, un programa gubernamental ("Mais Armazenamento") y

proyecto piloto en operación, posicionándose como uno de los mercados más dinámicos de la región.

6.3. MÉXICO: integración progresiva.

México se ha convertido en uno de los actores más prometedores en la región en materia de almacenamiento energético, con recientes avances normativos y estratégicos que lo sitúan a la vanguardia. En marzo de 2025, la Comisión Nacional de Energía (CNE) publicó el Acuerdo A/113/2024, incorporando por primera vez un marco regulatorio para la integración de Sistemas de Almacenamiento de Energía (SAE) al Sistema Eléctrico Nacional (SEN).

Esta normativa define cinco modalidades de almacenamiento —incluyendo sistemas asociados a plantas renovables, centros de carga y soluciones independientes—

y les confiere reconocimiento similar al de generadores, con derechos de interconexión, permisos y posibilidad de participar en mercados de energía y servicios complementarios

En línea con ello, el Gobierno anunció en marzo de 2025 una nueva obligatoriedad para que todas las plantas solares y eólicas incluyan sistemas de baterías equivalentes al 30 % de su capacidad instalada, con autonomía mínima de descarga de tres horas, apuntando a sumar 574 MW de BESS para 2028. Esta medida, inédita en la región, crea un impulso regulatorio sólido y coherente para la integración del almacenamiento con la generación renovable.

Tabla 14 Principales acciones implementadas por México



Aspectos esenciales que MÉXICO ha implementado para el desarrollo del almacenamiento de energía

Eje	Aspectos Clave Implementados	Detalle
Regulatorio	Reconocimiento incipiente del almacenamiento	Aunque aún no existe una definición legal explícita en la Ley de la Industria Eléctrica (LIE), la CRE ha emitido lineamientos y permisos que permiten registrar proyectos de almacenamiento como parte de generación o en esquemas híbridos con renovables.
Mercado y remuneración	Participación en el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM)	El almacenamiento puede participar de forma indirecta en el mercado de energía y potencia, así como en servicios conexos (reserva rodante, regulación primaria, control de frecuencia). Sin embargo, no existe aún un mecanismo de pago específico para almacenamiento.
Planificación	Inclusión en prospectiva energética	La SENER, a través de la Prospectiva del Sector Eléctrico 2021–2035, reconoce al almacenamiento como tecnología estratégica para integración renovable, confiabilidad de red y electrificación de zonas aisladas.
Incentivos y señales económicas	Pilotos y cooperación internacional	México ha impulsado proyectos piloto con apoyo de organismos multilaterales (Banco Mundial, BID) y programas de cooperación (ej. proyectos híbridos fotovoltaico + baterías en Baja California Sur). No existen aún subastas dedicadas a almacenamiento.
Transmisión y flexibilidad	Estudios para integrar almacenamiento en la red	La CFE ha evaluado el uso de baterías como activos estratégicos en zonas con debilidad de transmisión (ej. Península de Yucatán y Baja California), donde las baterías ayudan a estabilizar frecuencia y reducir cortes.
Innovación y proyectos piloto	Proyectos relevantes en operación	Instalaciones de baterías de litio de hasta 20 MW / 20 MWh en Baja California Sur y proyectos híbridos con fotovoltaico. Avances en proyectos comunitarios de almacenamiento distribuido.
Gobernanza y transparencia	Procesos en consulta	Existen consultas públicas de CRE y SENER para definir reglas más claras sobre participación de almacenamiento, aunque persisten vacíos normativos y falta de certeza regulatoria.
Licitaciones y contratos recientes	Pilotaje de contratación por parte de CFE	Puerto Peñasco será adjudicado a través de una licitación dirigida por CFE, con la inclusión explícita de BESS como parte integral del sistema (300 MW solar + 103 MW BESS con 3 horas de respaldo).

Fuente: Elaboración Propia

En materia de planificación, el Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN 2024–2038) identifica un rol estratégico para el almacenamiento, estimando que se requerirán alrededor de 8.4 GW de SAE hacia 2038, para garantizar la estabilidad del SEN ante la creciente integración de energías intermitentes.

Este conjunto —regulación específica, mandato obligatorio de autogeneración con respaldo y planificación a largo plazo— posiciona a México como un caso emergente de éxito en almacenamiento energético, mostrando cómo la convergencia entre normativa, planes nacionales y visión tecnológica puede acelerar una transición energética inclusiva y resiliente.

6.4. ARGENTINA: caso emergente en marcha

Argentina ha dado un paso significativo en el fortalecimiento de su sistema eléctrico a través de la histórica licitación AlmaGBA, destinada a instalar 500 MW de almacenamiento con baterías (BESS) en nodos críticos del Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA). La apertura de sobres en julio de 2025 reveló un fuerte interés del sector privado con 15 empresas

y 27 proyectos por un total de 1.347 MW y un compromiso de inversión estimado en más de US\$1.000 millones. El 1 de septiembre 2025, la Secretaría de Energía informó sobre la adjudicación de 667 MW, con la posibilidad de incorporar 222 MW adicionales. La inversión del bloque adjudicado supera los 540 millones de dólares y se espera esté operativo en un plazo entre 12 y 18 meses.

Tabla 15 Principales acciones implementadas por Argentina



Aspectos esenciales que ARGENTINA ha implementado para el desarrollo del almacenamiento de energía

Eje	Aspectos Clave Implementados	Detalle
Regulatorio	Marco en construcción	Aún no existe una definición legal del almacenamiento como activo propio en la Ley de Energía Eléctrica. Sin embargo, la Secretaría de Energía ha abierto consultas sobre su incorporación en la planificación y normas técnicas.
Mercado y remuneración	Participación indirecta	El almacenamiento puede participar de manera implícita en el mercado como parte de centrales híbridas (ej. solar + batería) bajo contratos de abastecimiento. No existe un esquema de remuneración específico ni servicios auxiliares dedicados.
Planificación	Reconocimiento en RenovAr y PERMER	En el marco de programas como RenovAr y PERMER, el almacenamiento se ha incluido para electrificación rural y respaldo de renovables intermitentes, principalmente en comunidades aisladas.
Incentivos y señales económicas	Pilotos con financiamiento internacional	Se han desarrollado proyectos de mini-redes con baterías en provincias como Jujuy y Catamarca, con apoyo de BID y Banco Mundial, y proyectos híbridos (solar + almacenamiento) en zonas no interconectadas.
Transmisión y flexibilidad	Estudios iniciales	Se han identificado cuellos de botella en transmisión que podrían ser mitigados con almacenamiento, especialmente en el Noroeste (NOA) con alta penetración solar y en la Patagonia con eólica.
Innovación y proyectos piloto	Experiencias en híbridos renovables	Proyectos solares con baterías de pequeña escala en Jujuy (ej. Cauchari Solar + almacenamiento en piloto) y en sistemas aislados en el norte y sur del país.
Gobernanza y transparencia	Procesos preliminares	El Consejo Federal de Energía ha debatido la incorporación del almacenamiento en la planificación energética, pero aún no hay cronograma regulatorio definido ni consultas públicas sistemáticas como en Chile o Brasil.
Licitaciones y contratos recientes	Primera licitación nacional BESS (AlmaGBA) en curso	La licitación AlmaGBA en AMBA lanzada en febrero 2025, buscaba adjudicar 500 MW BESS, para reforzar la infraestructura eléctrica del Área Metropolitana de Buenos Aires. La convocatoria ha resultado exitosa. La potencia finalmente adjudicada supera la meta inicial, alcanzando un total de 667 MW con la posibilidad de incorporar 222 MW adicionales. Los proyectos adjudicados deberán comenzar a operaren un plazo entre 12 y 18 meses a partir de la fecha de adjudicación.

Fuente: Elaboración Propia

Este proyecto, parte del Plan de Contingencia impulsado por el Gobierno Nacional, busca restaurar la confiabilidad eléctrica en la región luego de años de desinversión, enfrentando picos de demanda y frecuentes cortes. Los contratos, celebrados con las distribuidoras Edenor y Edesur y respaldados por CAMMESA como garante de última instancia, tendrán una duración de hasta 15 años, con tarifas diferenciadas por potencia disponible y energía suministrada.

Además, este esfuerzo piloto funciona como un modelo replicable en otras provincias,

alentando licitaciones similares en nodos vulnerables identificados por CAMMESA.

Aunque Argentina aún no ha desarrollado un marco regulatorio integral para el almacenamiento, esta licitación representa una experiencia concreta y valiosa. Demuestra la capacidad del país para estructurar mecanismos de mercado operativos, contratos de largo plazo, garantías institucionales y respaldo financiero para BESS, marcando un avance importante hacia su consolidación como herramienta estratégica para la transición energética.

6.5. HONDURAS: caso emergente con licitaciones

Honduras está emergiendo como un referente en Centroamérica en materia de almacenamiento energético, gracias a esfuerzos concretos para fortalecer la confiabilidad del sistema eléctrico. En 2024, la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) lanzó la licitación LPI-001-ENEE-UEPER-2024, dirigida a instalar un sistema de almacenamiento por baterías (BESS) conectado a la red. Este proyecto contempla 75 MW con 300 MWh de capacidad, a instalarse en la subestación de Amarateca, en el departamento de Francisco Morazán, con el objetivo de mejorar la estabilidad del suministro eléctrico en épocas de alta demanda.

En marzo de 2025, el consorcio chino-hondureño Windey- Equinsa fue adjudicado con el contrato por USD 50.2 millones, liderando esta iniciativa que se espera sea

la mayor instalación de almacenamiento del sistema eléctrico centroamericano. Este proyecto está diseñado para comenzar su construcción en abril y entrar en operación antes de fin de año.

Además, Honduras lanzó una licitación histórica de 1.500 MW, en la que el 65 % debe provenir de fuentes renovables acompañadas de almacenamiento. El plan incluye un despliegue progresivo: 800 MW en 2027, 300 MW en 2028 y 400 MW en 2030

El proyecto de 75 MW / 300 MWh, por su escala e adjudicación exitosa, se posiciona como un punto de inflexión para Honduras. No solo representa el primer gran contrato público por almacenamiento en Centroamérica, sino que también brinda visibilidad al sector y puede catalizar futuras subastas y marcos regulatorios más robustos.

Tabla 16 Principales acciones implementadas por Honduras



Aspectos esenciales que HONDURAS ha implementado para el desarrollo del almacenamiento de energía

Eje	Aspectos Clave Implementados	Detalle
Regulatorio	Reconocimiento inicial	La Ley General de la Industria Eléctrica (2014) no incluye aún una definición legal del almacenamiento. Sin embargo, la CREE (Comisión Reguladora de Energía Eléctrica) ha iniciado discusiones para permitir su integración en el mercado eléctrico y proyectos híbridos.
Mercado y remuneración	Participación en híbridos	El almacenamiento se está incorporando como parte de plantas solares e híbridas en contratos de generación. No existe todavía un mercado específico de servicios auxiliares ni remuneración por flexibilidad.

Planificación	Reconocimiento en electrificación y resiliencia	El Plan de Expansión de Generación reconoce al almacenamiento como herramienta para mejorar confiabilidad en redes débiles y para electrificación rural en comunidades aisladas.
Incentivos y señales económicas	Apoyo internacional	Se han implementado proyectos con cooperación internacional (BID, USAID, GIZ), especialmente en microrredes con baterías para zonas rurales y proyectos solares fotovoltaicos comunitarios.
Transmisión y flexibilidad	Uso para estabilidad de red	La Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) ha identificado la necesidad de almacenamiento en sistemas aislados (islas y comunidades rurales) y en el refuerzo de la red interconectada ante la creciente penetración solar.
Innovación y proyectos piloto	Microrredes y resiliencia climática	Proyectos piloto de microrredes con baterías en la Mosquitia y en comunidades aisladas, diseñados para resiliencia ante huracanes y tormentas. También pilotos híbridos (solar + baterías) en zonas no interconectadas.
Gobernanza y transparencia	Procesos en construcción	La CREE ha mostrado apertura a consultas públicas incipientes sobre almacenamiento, aunque aún no hay un marco regulatorio consolidado ni cronogramas claros para su implementación plena.
Licitaciones y contratos recientes	Primera licitación de escala regional	ENEE adjudicó un contrato por \$50.2 millones a un consorcio chino-hondureño (Windey-Equinsa) para un BESS de 75 MW / 300 MWh conectado en subestación Amaratéca, que será el mayor del istmo.

Fuente: Elaboración Propia

Con ello, Honduras demuestra cómo los países de Centroamérica pueden apostar por soluciones tecnológicas emergentes,

ordenadas en procesos licitatorios transparentes, para transformar su matriz energética y mejorar la calidad del servicio.

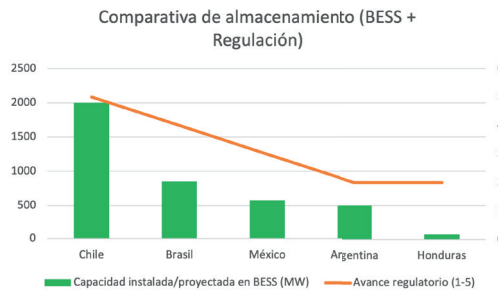


Figura 8 Comparativa Capacidad Inst/Proyectada - Regulación

El gráfico muestra una comparativa entre la capacidad instalada/proyectada en sistemas BESS y el nivel de avance regulatorio en cinco países de América Latina. La relación

evidencia que el despliegue de BESS está estrechamente vinculado al desarrollo normativo.

7. Desafíos y Barreras para el Desarrollo del Almacenamiento de Energía

El almacenamiento de energía es un componente estratégico para la transición hacia sistemas eléctricos más sostenibles, resilientes y basados en renovables. Su capacidad para estabilizar redes, aprovechar excedentes, gestionar la intermitencia y reducir la dependencia de combustibles fósiles lo convierte en una herramienta de

mucha utilidad para la seguridad energética del siglo XXI. Sin embargo, en América Latina y el Caribe (ALC), su adopción masiva enfrenta múltiples barreras de carácter técnico, económico, institucional y social que limitan su despliegue efectivo.

Costos y viabilidad económica:

El costo elevado sigue siendo la principal barrera para el almacenamiento en ALC. Aunque los precios de las baterías de ion-litio han caído, los proyectos a gran escala aún requieren inversiones de 200 a 500 USD/kWh. Los OPEX son bajos, pero el mantenimiento especializado y la reposición de baterías cada 5 a 15 años afectan la rentabilidad. La falta de esquemas de remuneración por servicios auxiliares y el limitado acceso a financiamiento prolongan los plazos de retorno. Sin políticas de apoyo y reglas claras de mercado, la viabilidad económica permanece restringida.

Regulaciones y políticas energéticas:

En la mayoría de países, el almacenamiento carece de definición legal, lo que genera incertidumbre sobre su rol en el sistema y limita su participación en licitaciones o programas. Las leyes eléctricas siguen centradas en generación convencional, sin incorporar digitalización ni redes inteligentes. Los avances en Chile y Brasil muestran que marcos jurídicos claros e incentivos adecuados son determinantes para atraer inversión.

Infraestructura y acceso a tecnologías:

Las redes eléctricas de ALC presentan rezagos: pérdidas elevadas, baja digitalización y escasa capacidad de gestión bidireccional. La dependencia de importaciones en baterías, software y componentes incrementa costos y vulnerabilidad. En zonas rurales, el acceso a tecnologías modernas es limitado, dificultando soluciones descentralizadas como microrredes.

Sostenibilidad y reciclaje:

El despliegue masivo de baterías plantea riesgos ambientales por la extracción de litio, cobalto y níquel, así como por la falta de normativas para un reciclaje adecuado. La región carece de infraestructura para procesar baterías agotadas, lo que implica riesgos de contaminación y desaprovechamiento de materiales valiosos.

Financiamiento:

Los proyectos enfrentan altos costos iniciales, percepción de riesgo y falta de instrumentos financieros específicos. No existen líneas de crédito adaptadas al almacenamiento, cuyo retorno depende de mercados incipientes. La ausencia de garantías soberanas limita la bancabilidad y acentúa las brechas entre zonas urbanas y rurales.

Capacitación técnica:

El déficit de talento humano es crítico: los programas educativos rara vez incluyen contenidos sobre almacenamiento o hidrógeno. Esto obliga a depender de consultores externos y encarece los proyectos. La falta de formación práctica en comunidades rurales dificulta la apropiación local y la operación sostenible de sistemas.

Materiales críticos:

Aunque ALC concentra reservas de litio y otros minerales, gran parte de la cadena de valor —procesamiento y manufactura— se encuentra fuera de la región, generando dependencia y volatilidad. Para evitar ser solo exportador de materias primas, se requiere avanzar en industrialización y gobernanza de recursos.

Seguridad y riesgos ambientales:

Las tecnologías de almacenamiento implican riesgos: incendios en baterías de ion-litio, inflamabilidad del hidrógeno y toxicidad de residuos. La ausencia de normativas de instalación, operación y disposición final aumenta los riesgos y puede generar rechazo social.

Escalabilidad y ciclo de vida:

Muchos proyectos en ALC permanecen en fase piloto. La falta de estandarización y la degradación tecnológica limitan su escalabilidad. Incorporar una visión de ciclo de vida —desde fabricación hasta reciclaje— es importante para asegurar sostenibilidad y reducir la obsolescencia.

Aceptación social y cultural

La percepción social del almacenamiento sigue siendo débil, asociada a riesgos o desconocimiento. En comunidades indígenas y rurales, la falta de consulta previa genera resistencia. Procesos de

comunicación claros e inclusión comunitaria son esenciales para asegurar legitimidad. Las microrredes y soluciones distribuidas pueden convertirse en motores de autonomía energética y justicia climática si cuentan con apropiación local.

Figura 9 Desafíos para el Almacenamiento en ALC

Desafíos para la masificación del almacenamiento en América Latina y el Caribe



Costos y viabilidad económica

- Altos CAPEX (200–500 USD/kWh).
- Reposición cada 5–15 años.
- Ausencia de esquemas de remuneración y financiamiento limita la rentabilidad.



Regulaciones y políticas energéticas

- Falta de definición legal en la mayoría de los países.
- Marcos regulatorios aún centrados en generación convencional.



Infraestructura y acceso a tecnologías

- Pérdidas elevadas y baja digitalización en redes.
- Dependencia de importaciones en baterías y software.
- Limitaciones en zonas rurales para microrredes.



Sostenibilidad y reciclaje

- Impactos por minería de litio, cobalto y níquel.
- Falta de normativas de reciclaje de baterías.
- Riesgo de contaminación y pérdida de materiales valiosos.



Financiamiento

- Falta de líneas de crédito adaptadas.
- Alta percepción de riesgo y ausencia de garantías.
- Mayor brecha entre proyectos urbanos y rurales.



Capacitación técnica

- Déficit de talento humano especializado.
- Escasa formación en universidades y comunidades.
- Dependencia de consultores externos encarece proyectos.



Seguridad y riesgos ambientales

- Incendios en baterías de ion-litio.
- Inflamabilidad del hidrógeno.
- Falta de normativas de disposición final aumenta rechazo social.



Materiales críticos

- ALC tiene reservas de litio, pero...
- Procesamiento y manufactura fuera de la región.
- Riesgo de ser solo exportador de materias primas.



Escalabilidad y aceptación social

- Muchos proyectos aún en fase piloto.
- Degradación tecnológica y falta de estandarización.
- Débil percepción social: resistencia en comunidades sin consulta previa.

8. Recomendaciones y estrategias para el futuro

El almacenamiento de energía se perfila como una pieza estratégica para acelerar la transición energética en América Latina y el Caribe. Sin embargo, su consolidación requiere superar vacíos regulatorios, promover incentivos adecuados, fortalecer capacidades institucionales y técnicas, y fomentar la innovación y la cooperación entre sectores públicos y privados. A continuación, se destacan las principales líneas de acción que los países de la región deberían priorizar.

Marcos regulatorios y políticas claras

Un primer paso fundamental es el desarrollo de marcos normativos que reconozcan de manera explícita al almacenamiento dentro del sistema eléctrico. En muchos países aún no existe una definición legal que lo integre como parte de la cadena energética. Esto genera incertidumbre sobre su rol: si se le considera un generador, un consumidor, un servicio auxiliar o, idealmente, una categoría propia. Una definición clara permitirá orientar inversiones, diseñar esquemas de remuneración y evitar conflictos regulatorios.

Asimismo, es indispensable crear reglas que habiliten su participación en los mercados eléctricos y garanticen la remuneración por los múltiples servicios que puede ofrecer, desde la estabilización de la red hasta el control de frecuencia o el despacho diferido. Del mismo modo, deben establecerse normas técnicas de seguridad y operación para baterías, sistemas térmicos e hidrógeno, lo que asegura tanto la confiabilidad del sistema eléctrico como la protección de los usuarios. Incluir al almacenamiento en los planes nacionales de energía y definir responsabilidades claras entre ministerios, agencias reguladoras y operadores de red es necesario para avanzar con orden y coherencia.

Incentivos económicos y financieros

El alto costo inicial del almacenamiento representa aún una barrera significativa para su despliegue. Por ello, resulta estratégico diseñar esquemas de incentivos económicos y financieros que reduzcan riesgos y atraigan inversión privada y comunitaria. Entre los más

relevantes se encuentran exenciones fiscales, acceso a financiamiento verde y créditos preferenciales, así como subsidios y fondos públicos para proyectos piloto.

Más allá de abaratar los costos, los incentivos cumplen un rol decisivo en la creación de mercados incipientes, la apertura a nuevos modelos de negocio y el fortalecimiento de la resiliencia energética en contextos urbanos y rurales. Para maximizar su impacto, deben estar alineados con los objetivos de desarrollo sostenible, adaptados a las realidades nacionales y diseñados con un enfoque inclusivo que promueva la participación de comunidades vulnerables.

Innovación e investigación

La región enfrenta el desafío de no quedarse únicamente como consumidora de tecnologías importadas. Para ello, la inversión en investigación y desarrollo resulta esencial. Impulsar la innovación local permitirá adaptar las soluciones a condiciones climáticas, técnicas y sociales propias, fortalecer la autonomía tecnológica y estimular la industrialización verde.

Esto requiere incrementar los fondos públicos y privados en I+D, fomentar la cooperación entre universidades, centros de investigación, empresas y gobiernos, y crear consorcios nacionales y regionales que trabajen en soluciones concretas. La formación de investigadores, la creación de fondos de innovación y la participación en redes globales de conocimiento son requerimientos básicos para posicionar a América Latina y el Caribe como un actor activo en el desarrollo de nuevas tecnologías de almacenamiento, como baterías de flujo, sistemas térmicos o hidrógeno verde.

Infraestructura y redes inteligentes

El almacenamiento solo puede desplegarse plenamente si las redes eléctricas de la región se modernizan. Muchas de ellas fueron diseñadas para un modelo centralizado y unidireccional basado en combustibles

fósiles, por lo que deben evolucionar hacia sistemas flexibles, inteligentes y resilientes.

En este sentido, resulta prioritario invertir en redes capaces de interactuar en tiempo real con sistemas de almacenamiento, incorporar al almacenamiento como infraestructura estratégica en los planes de expansión eléctrica, y promover el desarrollo de microrredes en zonas rurales, insulares y aisladas. La interoperabilidad tecnológica, la digitalización y la capacitación de personal técnico son factores determinantes para garantizar que las redes puedan absorber y maximizar el potencial del almacenamiento.

Talento humano y capacidades institucionales

La transición energética no será posible sin recursos humanos calificados. La formación de talento técnico y profesional en tecnologías de almacenamiento es una condición habilitante central. Se requieren programas especializados, alianzas público-privadas que combinen teoría y práctica, y estrategias de inclusión para que mujeres, jóvenes y comunidades vulnerables puedan participar activamente en este sector. Además, las universidades, centros técnicos y organismos de cooperación deben asumir un papel protagonista en la creación de capacidades regionales, fortaleciendo las instituciones y aprovechando la cooperación internacional para intercambiar conocimientos y formar especialistas en tecnologías emergentes.

Alianzas público-privadas

El almacenamiento de energía requiere movilizar grandes volúmenes de inversión, y

las alianzas público-privadas (APP) ofrecen una vía eficaz para compartir riesgos y acelerar la implementación de proyectos. Sin embargo, estas alianzas deben estructurarse sobre marcos legales claros, confianza mutua y objetivos compartidos.

La experiencia demuestra que, cuando están bien diseñadas, las APP pueden catalizar proyectos estratégicos en sectores esenciales como la electrificación rural, la resiliencia urbana o la integración de renovables. Los gobiernos pueden facilitar este proceso estableciendo esquemas de cofinanciamiento, incentivos fiscales y garantías de riesgo, además de promover espacios de diálogo entre instituciones, empresas y comunidades locales.

Almacenamiento distribuido y microrredes

Finalmente, el almacenamiento distribuido y las microrredes se consolidan como herramientas transformadoras para garantizar acceso confiable y sostenible a la energía en zonas con baja cobertura o redes frágiles. Estas soluciones descentralizadas no solo reducen la dependencia de combustibles fósiles, sino que democratizan la gestión energética y fortalecen la autonomía de comunidades locales.

Para impulsarlas, los países deben reconocer explícitamente estas soluciones en sus planes y marcos regulatorios, establecer incentivos diferenciados en territorios rurales o aislados, y simplificar los procesos administrativos para su implementación. La participación de gobiernos locales, cooperativas y organizaciones comunitarias es esencial para garantizar que los beneficios lleguen directamente a quienes más lo necesitan.

9. Conclusiones

A medida que el almacenamiento de energía gana protagonismo en América Latina y el Caribe, se consolida como un pilar estratégico e inevitable para la transición energética. En una región abundante en recursos renovables, pero aún marcada por brechas de acceso en zonas aisladas y por la necesidad de fortalecer la resiliencia frente a los impactos del cambio climático, el almacenamiento no es solo una solución tecnológica, sino una herramienta estructural para construir sistemas más sostenibles, inclusivos y robustos.

Tecnologías como el almacenamiento por bombeo hidráulico, los sistemas de baterías (BESS), el almacenamiento térmico y el hidrógeno verde están demostrando ser soluciones viables, y varios países ya avanzan en la implementación de marcos regulatorios y proyectos piloto que sientan las bases para replicar estas experiencias en toda la región. Sin embargo, persisten desafíos importantes: marcos normativos fragmentados, altos costos de inversión inicial, debilidades en infraestructura eléctrica, baja inversión en investigación y desarrollo, y escasa formación de talento humano especializado.

Frente a estas limitaciones, también surgen oportunidades que deben ser consideradas: el

desarrollo de proyectos híbridos que combinen renovables y almacenamiento, la expansión de microrredes en zonas no interconectadas, la diversificación tecnológica con distintas opciones de almacenamiento, y la creación de ecosistemas de innovación local capaces de generar cadenas de valor, empleo y nuevas oportunidades para las comunidades, en particular para la población joven.

Para aprovechar estas oportunidades resulta indispensable avanzar en: fortalecer los marcos normativos y regulatorios; diseñar incentivos financieros eficaces; invertir sostenidamente en I+D; modernizar la infraestructura eléctrica y digital; capacitar técnicos y profesionales; fomentar el almacenamiento distribuido y las microrredes comunitarias; y, promover alianzas público-privadas y cooperación internacional activa.

El futuro del almacenamiento dependerá de la capacidad regional para articular acciones en estos ejes y, en particular, de alcanzar acuerdos conjuntos para orientar políticas nacionales, atraer inversión, acceder a financiamiento verde y acelerar la transición energética.

El almacenamiento no debe verse solo como un complemento técnico de las energías renovables, sino como una herramienta estratégica para transformar los sistemas eléctricos de América Latina y el Caribe en estructuras más sostenibles, inclusivas y resilientes. Su incorporación en las agendas nacionales y regionales, atendiendo a las condiciones y necesidad particulares de cada sistema, es una tarea esencial para garantizar un futuro energético más justo, seguro y sostenible.

10. Referencias

Este documento se elaboró a partir del análisis y revisión de documentos técnicos, estudios regionales, informes de organismos multilaterales, artículos científicos, bases de datos públicas y fuentes institucionales especializadas en energía, tecnología y sostenibilidad. A continuación, se listan las principales referencias utilizadas:

Agencia Internacional de Energía (IEA). (2021). Energy storage tracking report. <https://www.iea.org/reports/energy-storage>

Agencia Internacional de Energía (IEA). (2024). Batteries and secure energy transitions. <https://www.iea.org/reports/batteries-and-secure-energy-transitions>

Agencia Internacional de Energía (IEA). (2022). Thermal Energy Storage: Technology Roadmap. Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA). (2022). Electricity storage and renewables: Costs and markets to 2030. <https://www.irena.org/publications>

Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA). (2023). Renewable power generation costs. <https://www.irena.org/publications>

Administración Nacional de Electricidad de Paraguay (ANDE). (2024). Plan maestro de generación – Período 2024–2043.

Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2023). Almacenamiento de energía en América Latina y el Caribe: Estado del arte y recomendaciones.

Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2024). Proyecciones para la integración energética sostenible en América Latina.

Banco Mundial. (2020). Energy storage trends and opportunities in emerging markets. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/388571595918184440/pdf/Energy-Storage-Trends-and-Opportunities-in-Emerging-Markets.pdf>

BloombergNEF. (2023). Battery price survey and storage outlook 2023. <https://about.bnef.com/blog/2h-2023-energy-storage-market-outlook/>

BloombergNEF. (2023). Battery storage outlook.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2021). Transición energética en América Latina y el Caribe: Desafíos y oportunidades. <https://www.cepal.org/es/publicaciones>

Comisión Reguladora de Energía (CRE). (2022). Análisis del marco regulatorio para el almacenamiento eléctrico en México. <https://www.gob.mx/cre>

Enel Foundation. (2020). Tecnologías emergentes de almacenamiento y su aplicabilidad en América Latina.

ETESA Panamá. (2023). Plan de expansión del sistema interconectado nacional 2023–2037.

Fundación Bariloche. (2021). Escenarios de integración energética regional. Fundación Bariloche.

GET.transform. (2022). Guía técnica sobre almacenamiento para sistemas aislados.

Gutiérrez, L., & Almeida, R. (2021). El almacenamiento de energía como facilitador de la transición energética en América Latina. *Revista Energía y Futuro*, 18(2), 45–59.

Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). (2024). Informe ejecutivo del plan de expansión de generación 2024–2040.

Ministerio de Energía de Chile. (2023). Estrategia nacional de almacenamiento de energía 2023–2030. <https://energia.gob.cl>

Ministerio de Energía de Chile. (2025). Reporte de proyectos en construcción e inversión en el sector energía – julio 2025.

Ministerio de Industria, Minería y Energía de Uruguay. (2024). Plan indicativo de expansión del parque de generación eléctrica – Período 2024–2043.

Ministerio de Minas y Energía de Colombia. (2025). Catálogo tecnológico colombiano: Tecnologías de generación y almacenamiento de energía.

Ministerio de Minas e Energia & Empresa de Pesquisa Energética (EPE). (2024). Plano decenal de expansão de energia 2034.

Ministry of Science, Energy, Telecommunications & Transport Jamaica. (2023). 2022 Jamaica integrated resource plan – 2018 IRP review and update.

Organización Latinoamericana de Energía (OLADE). (2024). Estadísticas energéticas y políticas regionales. <https://www.olade.org/>

Organización Latinoamericana de Energía (OLADE). (2024). Panorama energético de América Latina y el Caribe 2024. <https://www.olade.org/publicaciones/panorama-energetico-de-america-latina-y-el-caribe-2024/>

Paredes, F., & Suárez, J. (2022). Microrredes y electrificación rural: Análisis de casos en zonas no interconectadas de Perú y Ecuador. *Revista de Energías Renovables y Sociedad*, 7(1), 22–34.

REN21. (2023). Renewables 2023 global status report. <https://www.ren21.net/reports/global-status-report/>

U.S. Department of Energy. (2023). Global energy storage database. Sandia National Laboratories. <https://www.sandia.gov/ess-ssl/global-energy-storage-database>

Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME). (2021). Plan de expansión de generación y transmisión 2020–2034. <https://www1.upme.gov.co>

VOLTA Foundation. (2024). Battery report.



ORGANIZACIÓN
LATINOAMERICANA
DE ENERGÍA

LATIN AMERICAN
ENERGY
ORGANIZATION

ORGANIZAÇÃO
LATINO-AMERICANA
DE ENERGIA

ORGANISATION
LATINO-AMERICAINE
D'ÉNERGIE



ORGANIZACIÓN
LATINOAMERICANA
DE ENERGÍA

LATIN AMERICAN
ENERGY
ORGANIZATION

ORGANIZAÇÃO
LATINO-AMERICANA
DE ENERGIA

ORGANISATION
LATINO-AMERICAINE
D'ENERGIE

Av. Mariscal Antonio José de Sucre
N58-63 y Fernández Salvador
Edificio Olade, Sector San Carlos
Quito - Ecuador

Telf: (593 2) 2598 122 / 2598 280
olade@olade.org

www.olade.org



olade.org



[@oladealc](https://www.instagram.com/oladealc)



Organización
Latinoamericana
De Energía OLADE



Conexiones
Energéticas
OLADE



[@OLADEORG](https://twitter.com/OLADEORG)



OLADE
Organización
Latinoamericana
de Energía

