



Taller

Almacenamiento de Energía:

Habilitador de la Transición Energética

Bajo el componente IV “Integración de Energía Renovable” del Proyecto Transición Energética, implementado por el Ministerio de Energía y Minas y la GIZ, por encargo del Ministerio Federal de Economía y Protección del Clima de Alemania, en el marco de la International Climate Initiative (IKI).

Ricardo Castillo, INTTECH GROUP LLC



Fomentado por:



en virtud de una decisión del Bundestag alemán

AGENDA

- 1. Introducción y objetivos**
- 2. Consideraciones– Cifras Actuales**
- 3. Tecnologías de Almacenamiento**
- 4. Conceptos claves de las baterías**
- 5. Aspectos operativos para la integración renovable**
- 6. Aplicaciones / Casos de Uso**
- 7. Tendencias BESS**
- 8. Regulaciones a nivel global**
- 9. Regulaciones y barreras**
- 10. Normas y reglamentos**
- 11. Experiencia en Latinoamérica y El Caribe**
- 12. Impactos**
- 13. Mercado y proveedores**
- 14. Precios y tendencias**
- 15. Reflexiones finales - Conclusión**

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”



INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

INTTECH GROUP LLC – Soluciones Estratégicas Energéticas

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Objetivos:

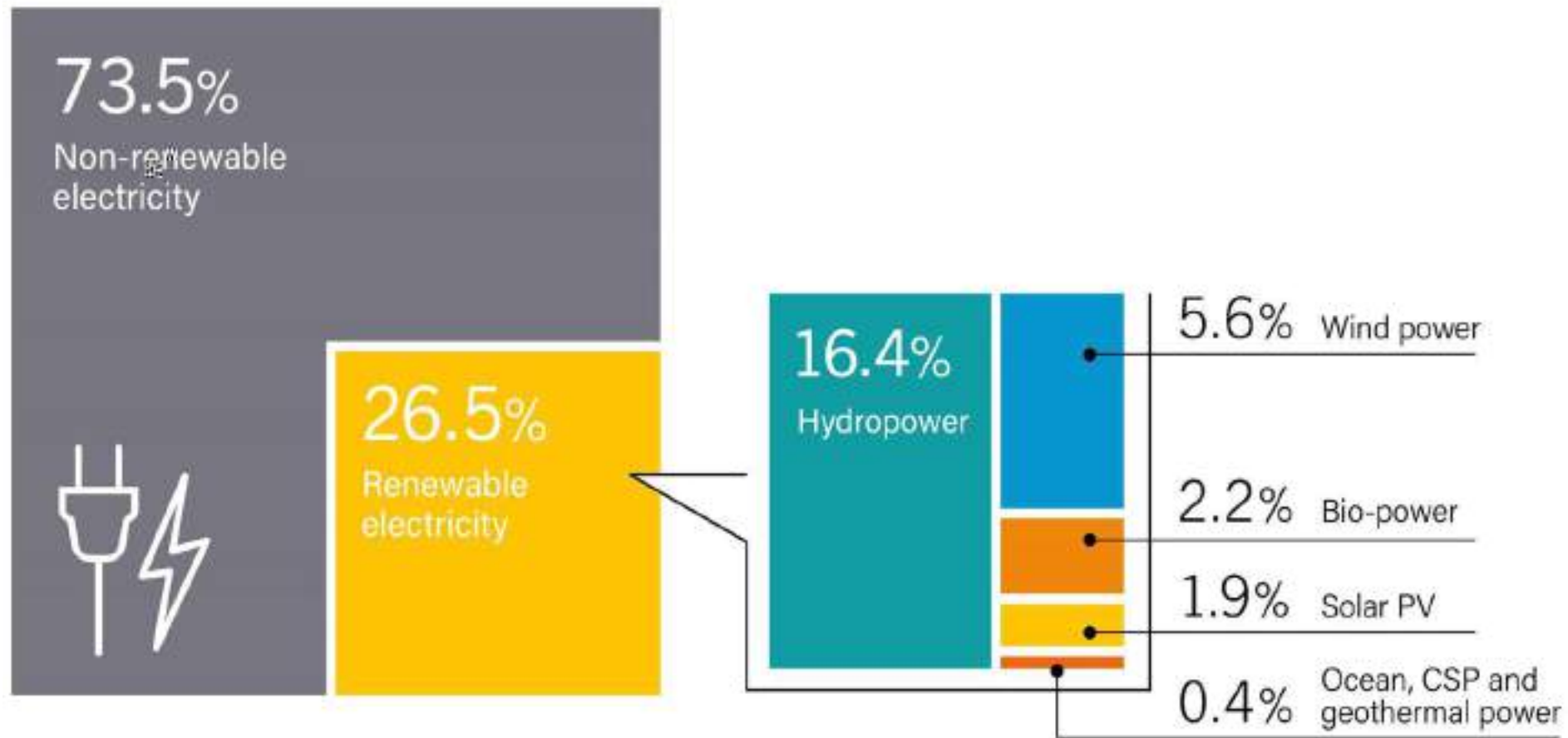
- Analizar las **barreras regulatorias y de mercado** para la integración de almacenamiento de energía.
- Definir **esquemas de compensación** adecuados que consideren todos los flujos de ingresos y el valor de las opciones de almacenamiento de energía para acceder a la financiación a largo plazo.
- Hacer recomendaciones sobre **cómo actualizar los marcos regulatorios y diseños de mercado**, incluyendo una definición adecuada de opciones de almacenamiento de energía, para fomentar su desarrollo, inversión y resiliencia del sistema eléctrico.

- Se indicarán **elementos críticos del marco regulatorio**

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Generación Eléctrica Global

Estimated Renewable Energy Share of Global Electricity Production, End-2017



“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

El almacenamiento energético: sector en crecimiento

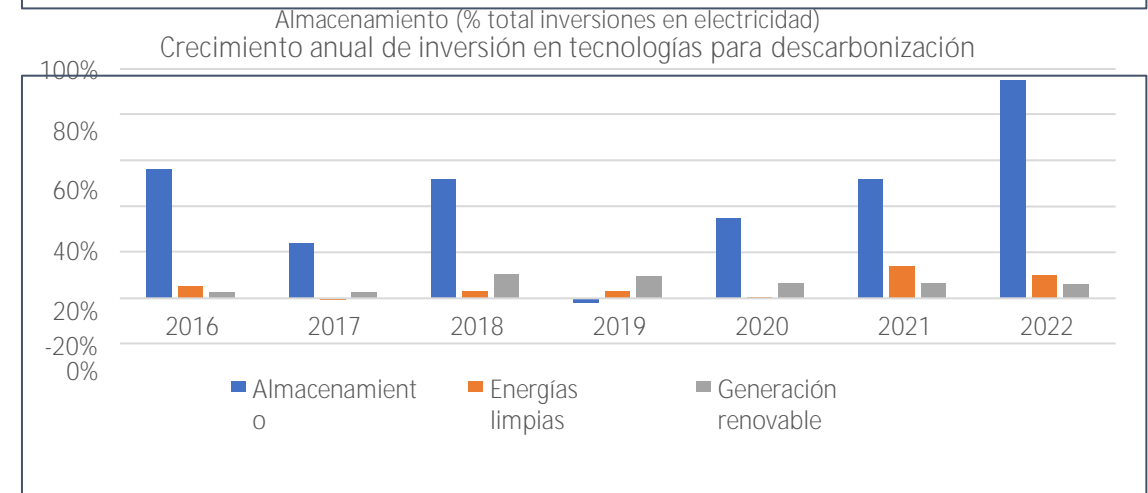
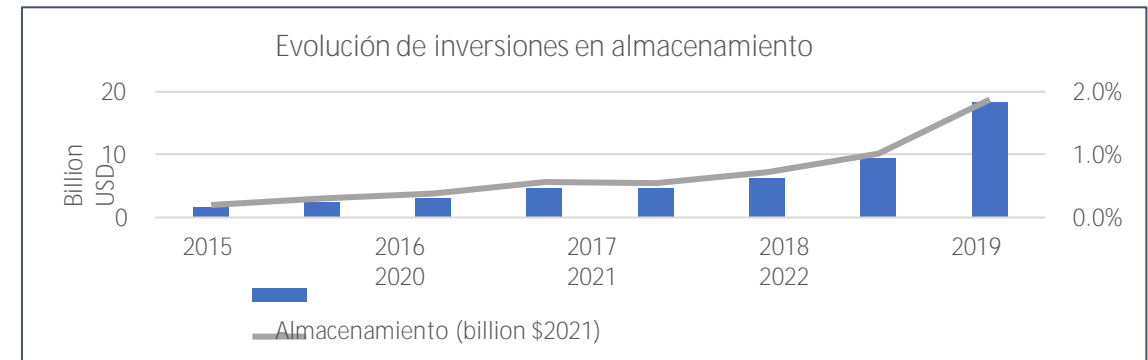
Crecimiento de la inversión en almacenamiento
>>> resto tecnologías.

Sector en desarrollo con elevada proyección a futuro vinculado directamente al desarrollo de generación renovable.

- 2022 = 1.9% de inversiones en el sector eléctrico.

Inversiones se concentran en:

- A. Tecnologías maduras comercialmente
- B. Mercados maduros regulatoriamente creciente penetración renovable.

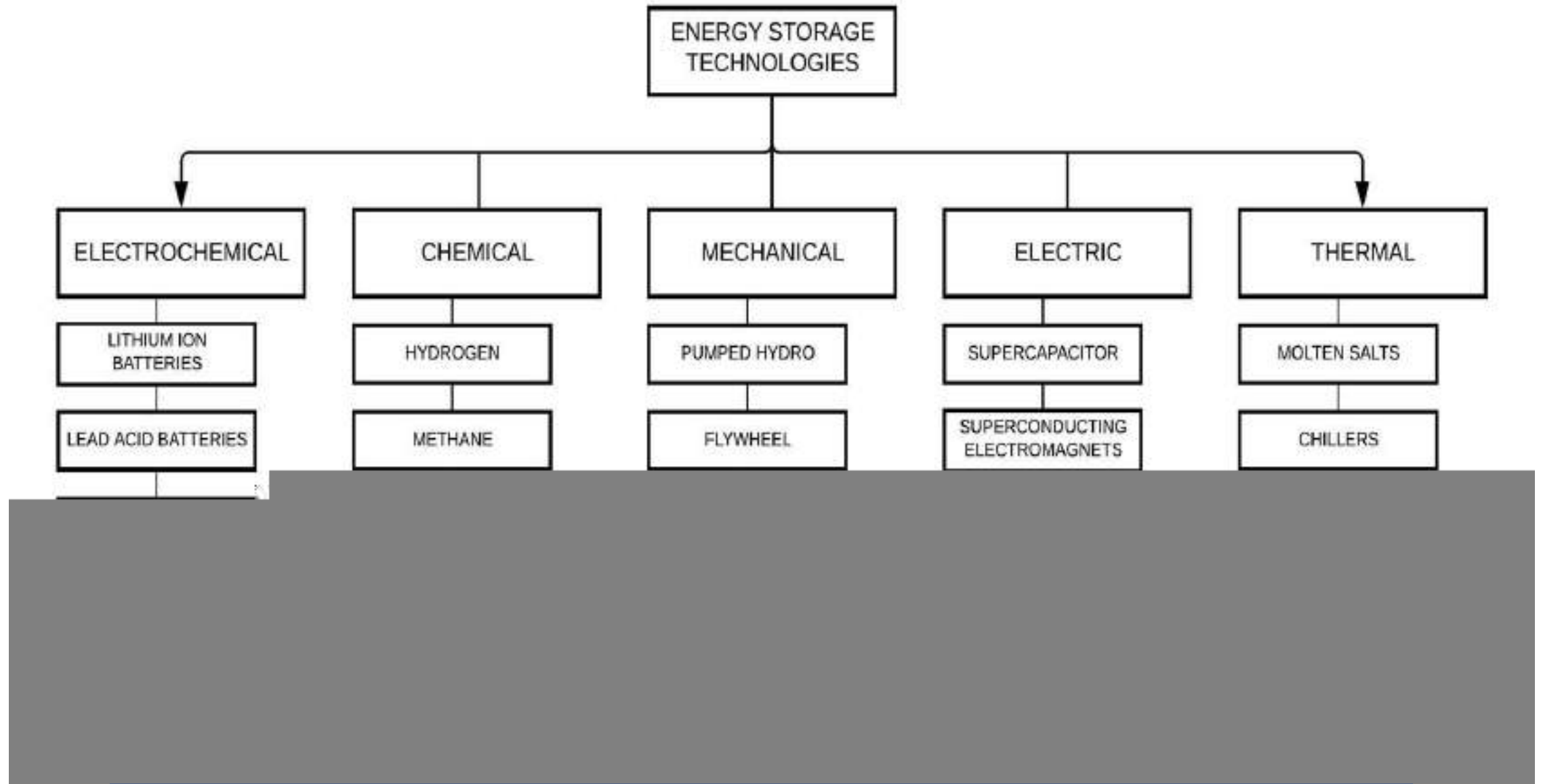


Fuente: IEA

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

TECNOLOGÍAS DE ALMACENAMIENTO

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

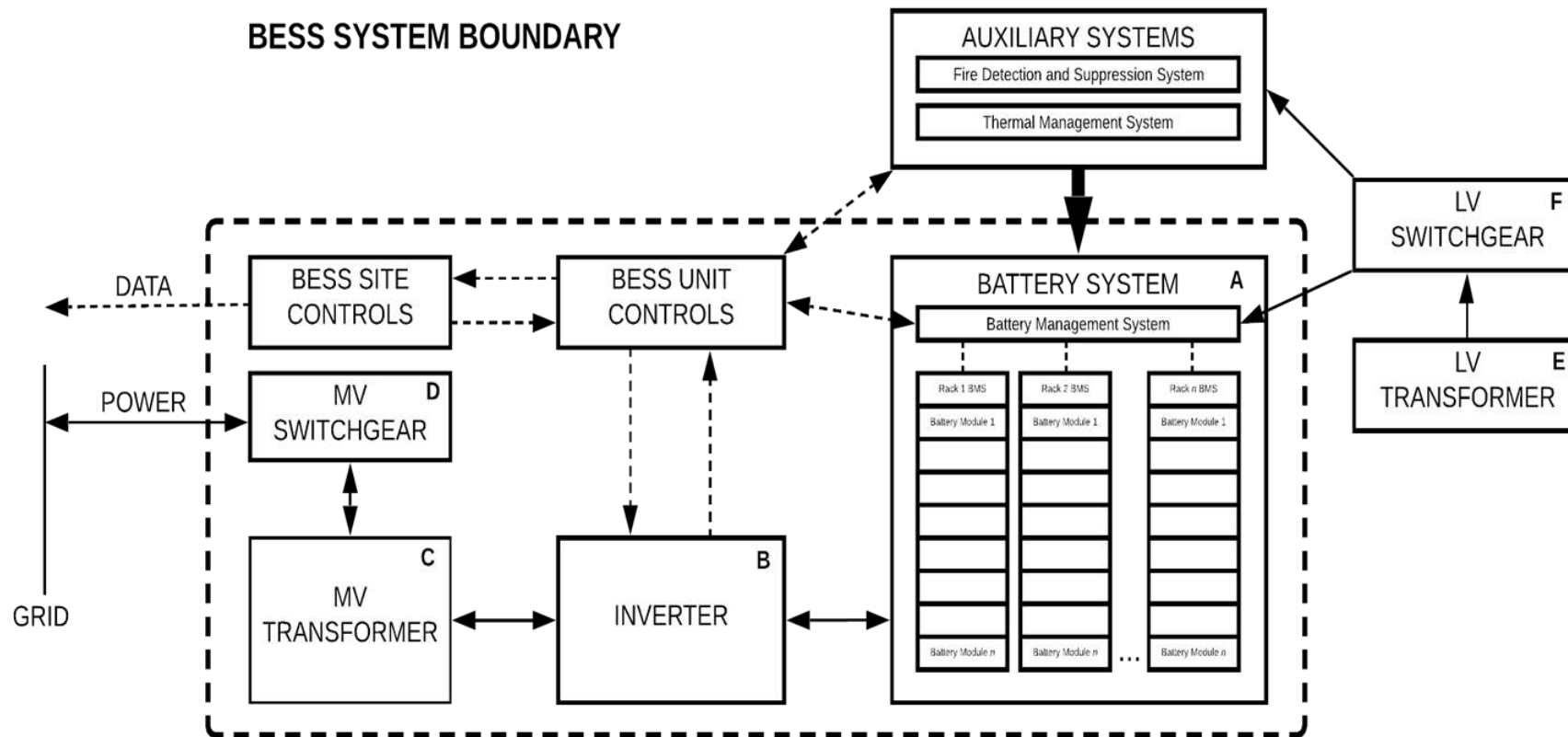


	Ventajas	Limitaciones
Baterías electroquímicas	<ul style="list-style-type: none"> • Flexibilidad operativa: respuesta rápida, control de tensión, reservas. • Limitado impacto medioambiental. • Puede desarrollarse en cualquier sitio con limitado uso de suelo. <ul style="list-style-type: none"> • Soluciones estandarizadas: desarrollo y puesta en funcionamiento = 2 – 3 años. 	<ul style="list-style-type: none"> • Limitada capacidad de almacenamiento (<4-8 horas según tecnología). • Costes elevados: tecnología no madura al 100% • Vida útil limitada. • Degradación.
Bombeo	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnología madura. • Elevada capacidad de almacenamiento: >12 – 24 horas. • Vida útil >30-40 años. 	<ul style="list-style-type: none"> •

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Conceptos básicos de la batería

ENFOQUE EN EL SISTEMA LLAVE EN MANO



- A – Sistema de batería
- B - Inversor
- C – Transformador MT BESS
- D – Aparata BESS MT
- E – Transformador de potencia auxiliar de BT
- F – Aparata de potencia auxiliar de BT

Fabricantes (OEM) de baterías

Fabricante Original de Equipo (OEM) para BESS

	Celulas (Cells)	Bastidores (Racks)	bloque de CC (DC Block)	Contenedor	Química
Altairno	X	X			LTO
BYD	X	X	X	X	LFP
CATL	X	X	X	X	LFP
EVE Energy	X	X	X	X	LFP
Farasis	X	X	X		LFP
Gotion	X	X	X	X	LFP
KORE	X	X	X	X	NMC
LG Chem	X	X	X		NMC
Lichen	X				LFP
Narada	X	X	X	X	LFP
Panasonic	X				NCA
REPT	X	X			LFP
Risen	X	X	X	X	LFP
Samsung	X	X	X		NMC
SK Innovations	X	X	X		LFP
SYL BaBa					

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

CONCEPTOS CLAVES DE LAS BATERÍAS

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Términos clave de capacidad de la batería

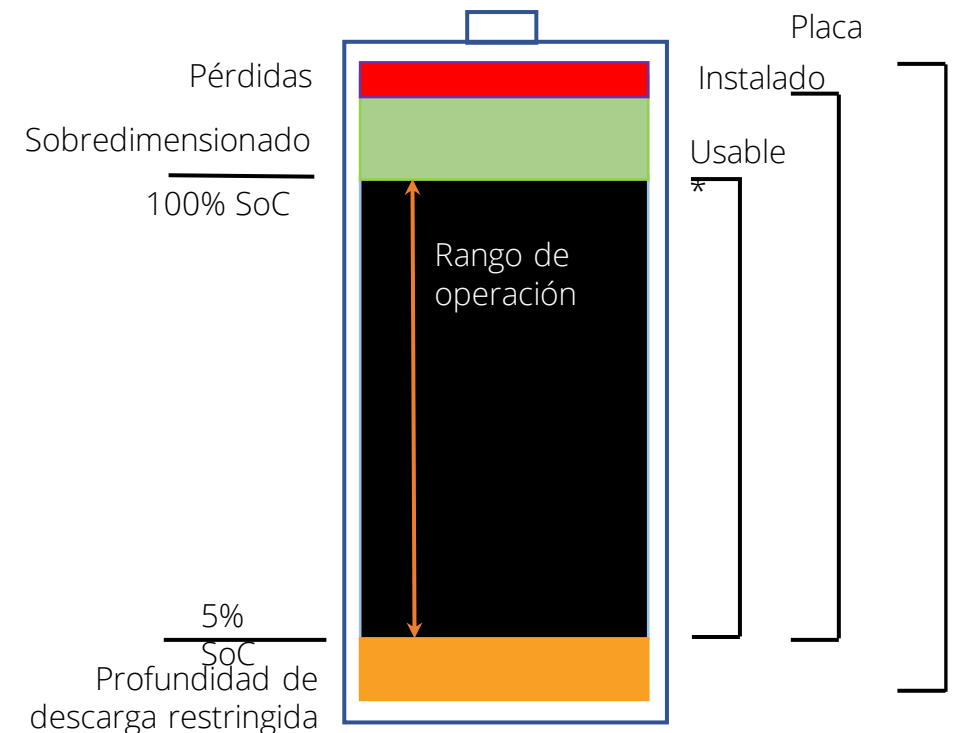
¿QUÉ ESTÁS COMPRANDO?

Potencia/rating: expresada en MW. Corresponde a la capacidad de interconexión del sistema de almacenamiento.

Placa de identificación/nominal: La suma de la energía según se informa en los folletos.

Capacidad Útil: la capacidad contratada, que refleja el rango de funcionamiento de la batería. Es la energía permitida por el sistema de baterías. Este valor podría disminuir con el tiempo con la degradación de la batería.

Capacidad instalada: cantidad total de MWh suministrados por el fabricante. Podría exceder la "Capacidad utilizable" para preservar el rendimiento de la batería por parte del fabricante.



“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Términos clave de capacidad de la batería

¿QUÉ ESTÁS COMPRANDO?

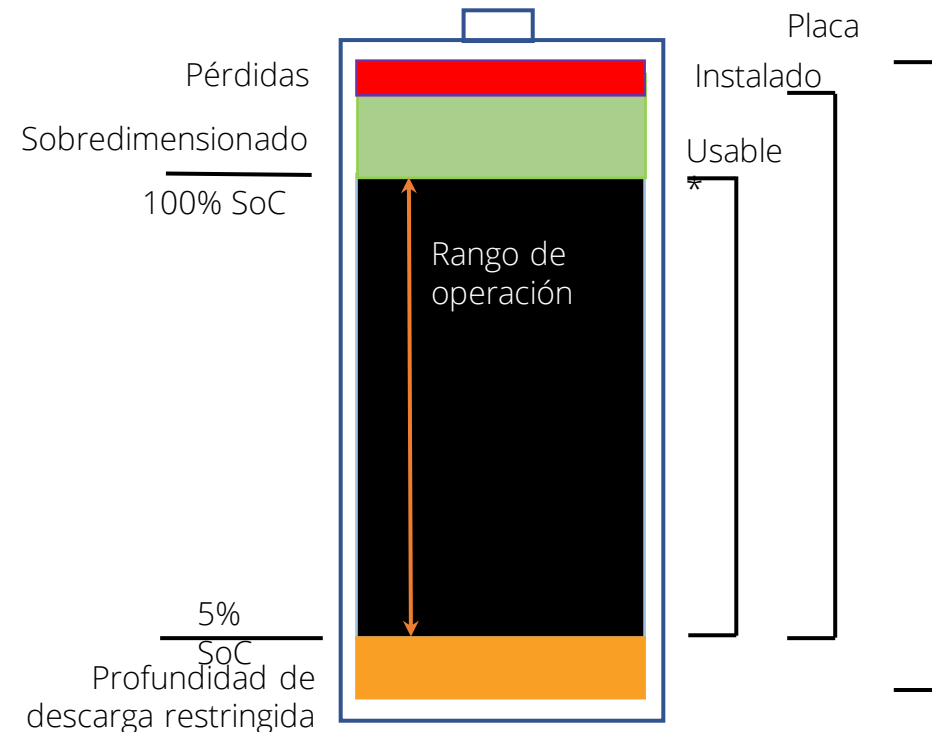
Sobre construcción/dimensionamiento: capacidad instalada - capacidad utilizable al comienzo de la vida útil del sistema (BOL). Esto se utiliza para gestionar la degradación de la batería.

BOL: capacidad de inicio de vida, incluye sobredimensionamiento por degradación.

Estado de carga (SoC): carga de energía en tiempo real como % de la capacidad nominal

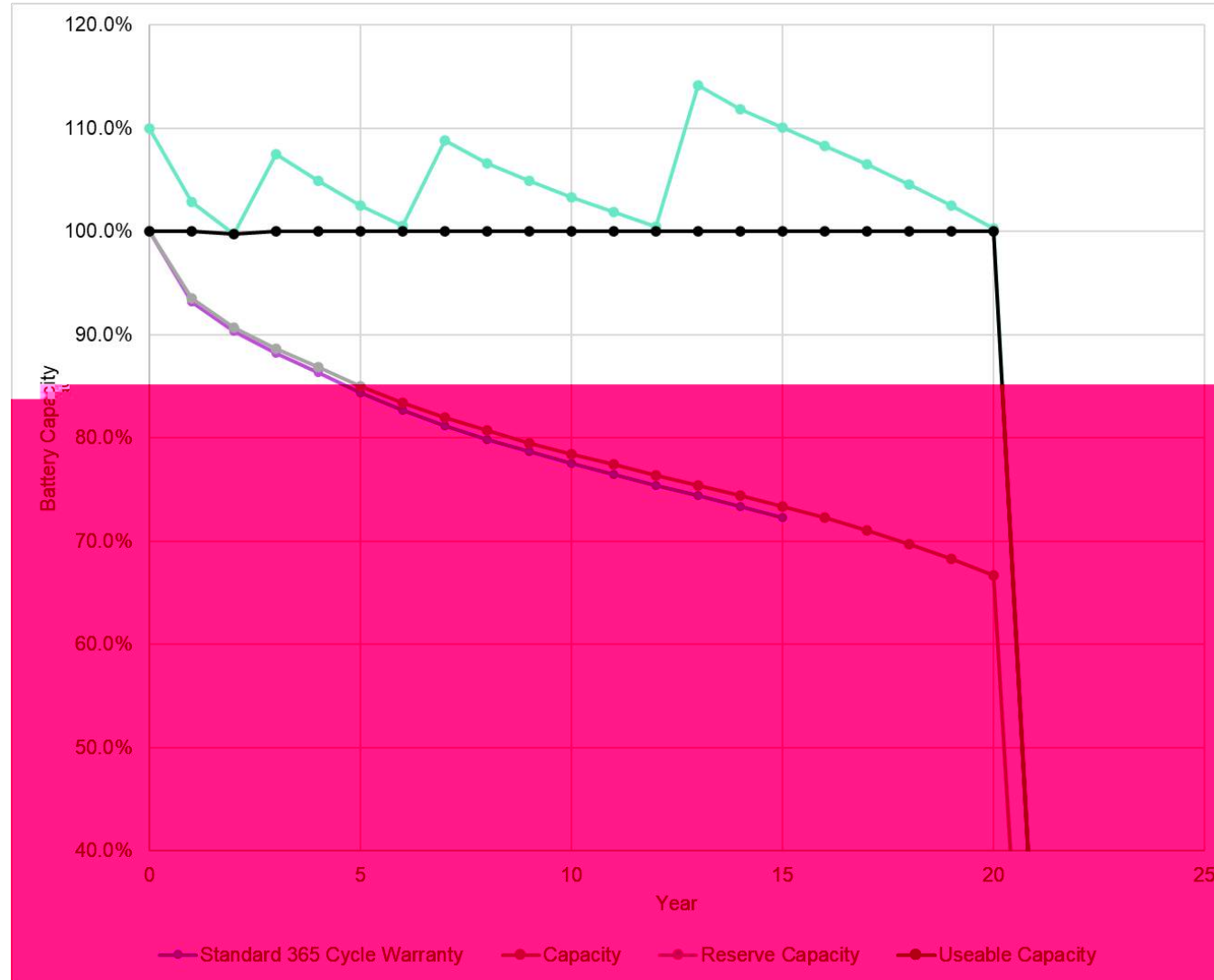
Rango de operación: La profundidad de descarga permitida por la Capacidad Utilizable. Esto podría cambiar si el sistema se construyera en exceso para mantener una capacidad utilizable constante.

Pérdidas: Pérdidas de entrega. La diferencia entre placa de identificación e instalado.



“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Potencia y energía utilizables



“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Potencia y energía utilizables

Potencia utilizable	100.0 MW (AC power at the POI)
Energía utilizable	400 MWh (100 MW durante 4,0 horas), utilizable en el POI, neto del uso de Poder de la estación en Planta Central
Retención de capacidad	Opciones: Mantener el 100 % de la capacidad utilizable durante 20 años en el POI. Mantener el 100 % de la capacidad utilizable durante 10 años en el POI. Degradación por debajo del 100 % permitida, a partir del año 11 en adelante Degradación por debajo del 100% permitida inmediatamente. Puede especificar la periodicidad y el número de aumentos.
Ciclo de trabajo	El postor asumirá 365 ciclos DOD equivalentes completos (100 %) por año
rSOC or Promedio de SOC	Especificar pero un proceso iterativo

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Garantías de Cumplimiento/ Desempeño (GC-D) – Ejemplo 100 MW / 400 MWh BESS

Rendimiento	<p>Disponibilidad mensual (o anual) garantizada = [98.0]%</p> <p>Disponibilidad mensual Daños liquidados = # Días de infracción * [(\$100/MWh) * (400.0 MWh)]</p> <p>Potencia garantizada = [Potencia nominal en POI 100,0] MW</p> <p>[\$100/MW por día] si la prueba de rendimiento muestra menos de la potencia garantizada especificada por el postor</p> <p>Energía Garantizada = [BOL Capacidad 400.0] MWh Licitante Suministrado YOY Tabla de Energía Garantizada</p> <p>[\$100/MWh por día] si la prueba de rendimiento muestra menos de la Energía Garantizada especificada por el Licitante</p> <p>Eficiencia de ida y vuelta garantizada = YOY % Tabla proporcionada por el postor</p> <p>[\$100/MWh] * [Energía Cargada * (RTE Garantizado – RTE)]</p>
Retrasos	<p>Garantía COD</p> <p>COD Garantía = # Días de Infracción * [(\$100/MWh) * (400.0 MWh)]</p>
Otros	<p>Carga auxiliar</p> <p>Entrega garantizada</p>

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Garantías de Desempeño

Disponibilidad Garantizada

Mensual es mejor

El integrador/contratista debe comprar y administrar repuestos (sin costo adicional)

El tiempo de envío en espera de piezas de repuesto debe incluirse en GC-D (cuenta mientras espera)

Las cláusulas de 30 días NO son efectivas

Las oportunidades de volver a probar deben limitarse a 1 o 2 (debe ser una interrupción forzada)

Límites de daños liquidados

Los límites deben basarse en el precio total del contrato

Se prefiere un tope del 20%

Los proveedores negociarán al 10-15%, 15%, está bien

Los proveedores negociarán para combinar los límites

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Precios de Baterías

CAPEX (Gastos de Capital)

- Alcance del trabajo: ¿qué está incluido?
- Tamaño (más pequeño más caro)
- COD (2023 difícil..., 2 % de disminución interanual del sistema, 3 % de disminución interanual de la batería)
- Química / Tasa C
- Mantenga la capacidad utilizable o deje que se degrade
- Precios fijos o indexados o
- Costos de EPC de CA y CC: mayor comodín ahora
- Garantía y garantías de rendimiento
- Impuestos y Aranceles



“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Grid-Following:

- Recibe comandos de potencia real y reactiva del controlador de la planta
- El inversor inteligente funciona como Freq/watt, volt/var, volt/watt
- Inyección de corriente reactiva de secuencia positiva y negativa
- Paseo a través de la configuración del viaje

Grid-Forming:

- Recibe puntos de ajuste de voltaje y frecuencia del controlador de la planta
- Modelo para emular máquina síncrona
- Paseo a través de la configuración del viaje

VSM:

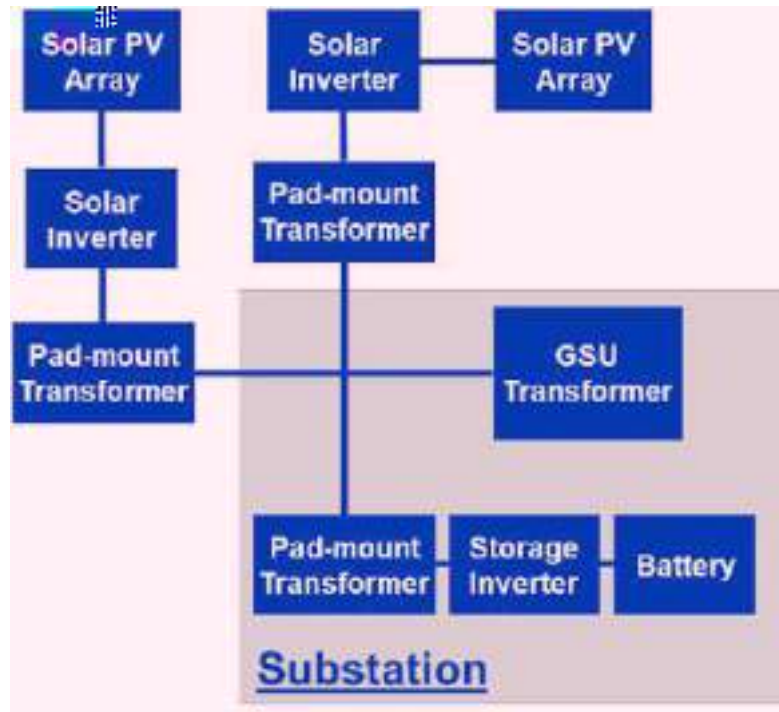
- Combinación de los dos controles anteriores

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

- Potencia real
 - Comando directo de potencia basado en la señal de despacho del operador de red
- Potencia reactiva
 - Comando de potencia reactiva directa
- Control de referencia de voltaje del sitio basado en voltaje POI y objetivo V_{ref}
 - Control del factor de potencia basado en el comando de potencia real y el factor de potencia objetivo
- Compensación del sitio
 - Tanto los comandos reales como los reactivos tienen la compensación añadida para cumplir con las pérdidas reales y reactivas del sitio en el balance de la planta.
- Potencia real
 - Función de frecuencia/vatios, límites de rampa, límites de potencia del operador
- Potencia reactiva
 - Volt-Var, límites de rampa, límite de potencia del operador

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Ventajas de BESS + PV (Acoplado en Corriente Alterna, CA)



Ventajas

Fácil adaptación a las plantas solares existentes

Puede participar fácilmente como recurso separado en el mercado

Puede capturar el recorte solar de CA y las restricciones impulsadas por ISO

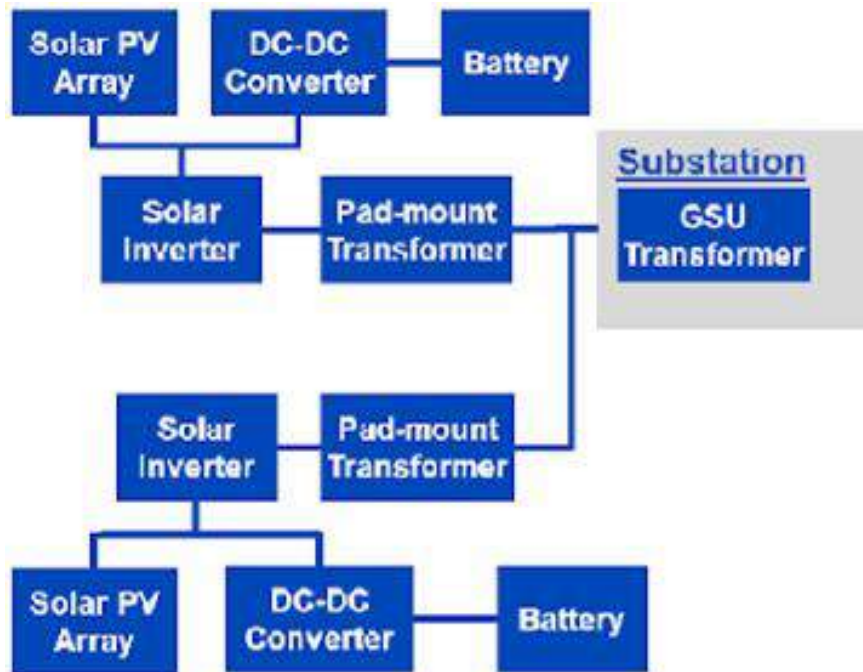
Desventajas

No se puede capturar el recorte solar de CC

Opera efectivamente como dos plantas independientes

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Ventajas de BESS + PV (acoplado en Corriente Continua, CC)



Ventajas

- Acceso a toda la energía recortada
- Ahorros en los costos del sistema de recolección y montaje en pedestal
- Mayor eficiencia de ida y vuelta

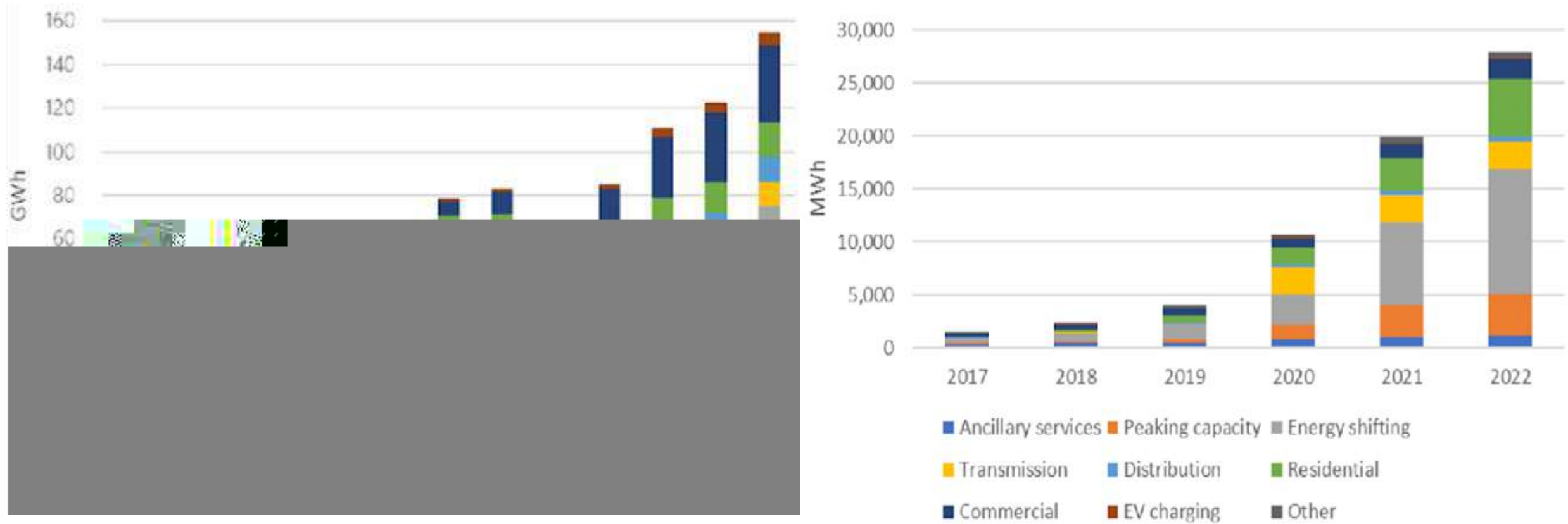
Desventajas

- Requiere baterías ubicadas en el panel solar, no en la subestación
- Difícil de adaptar a la energía solar existente
- El aumento podría ser un desafío

Flujos de valor de BESS

- Desplazamiento de energía
- Reafirmación de capacidad
- Suavizado fotovoltaico
- Regulación de frecuencia
- Tasas de rampa
- Arranque en negro

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”



Source: [5] Bloomberg New Energy Finance, "2019 Long-Term Energy Storage Outlook," BloombergNEF, New York, 2019.
 Available: <https://about.bnef.com/blog/energy-storage-investments-boom-battery-costs-halve-next-decade/>

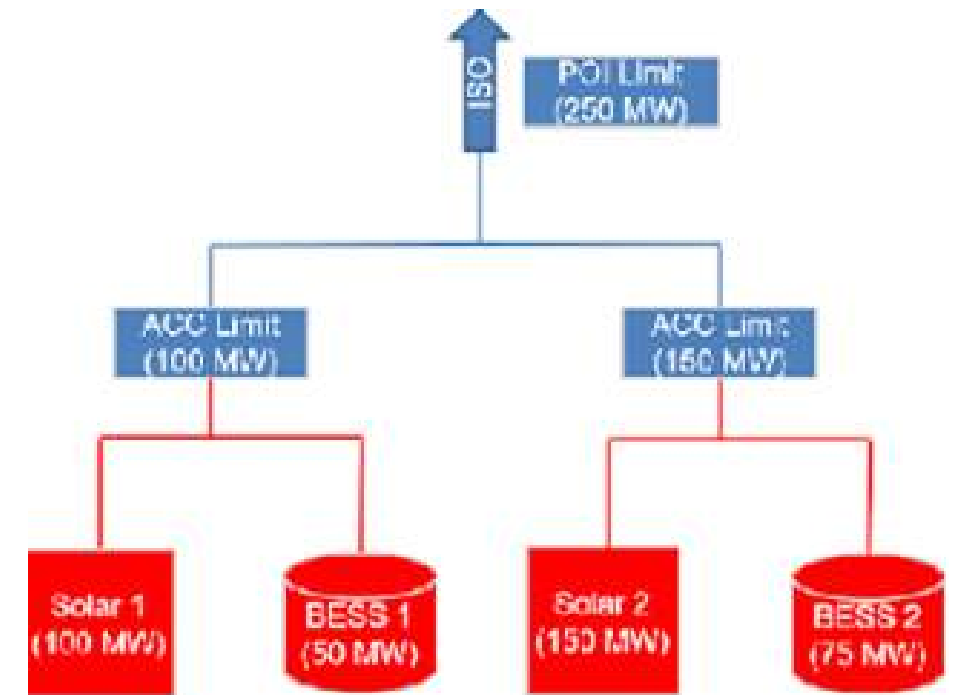
“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

1. La reducción de picos requiere al menos un sistema de cuatro horas
 - a. Depende de la demanda pico de la empresa de servicios públicos
2. Solo funciona con Solar o Eólica
 - a. El arbitraje energético no requiere generación distribuida
3. No tenemos el espacio
 - a. $\sim 56 \text{ m}^2 / \text{MWh}$
4. Deberíamos esperar hasta que los precios bajen más
 - a. Las presiones de la cadena de suministro y una mayor demanda podrían aumentar el costo
5. Las empresas de servicios públicos no pueden permitírselo ni tienen el ancho de banda
 - a. Se necesita economía de escala para justificar los costos fijos
 - b. Los acuerdos de ahorro compartido pueden mejorar el ROI
 - c. Deberíamos esperar hasta que los precios bajen más

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

- En general, siga el mismo requisito técnico para los generadores asíncronos (y los generadores síncronos, si corresponde)
- Capacidad de conducción de voltaje
- Capacidad de transferencia de frecuencia
- Criterios de diseño del factor de potencia
- Capacidad SCADA
- Equipos de registro de datos transitorios para instalaciones de más de 20 MW
- Regulación automática de voltaje
- Capacidad de respuesta de frecuencia primaria
- El requisito se aplica tanto al modo de carga como al de descarga.

- Controlar la potencia activa sin exceder los límites contractuales
- La implementación real podría ser más complicada, p. diferentes propietarios para diferentes porciones de la IBR en una planta
- Los diferentes componentes de una planta híbrida acoplada a CA podrían complementarse entre sí para cumplir con el requisito de factor de potencia en el lado alto del transformador de la subestación.
- El controlador de la planta de energía coordina el control reactivo
- Es posible que los inversores solares fotovoltaicos necesiten tener capacidad de control de reactivos en la noche.



Source: CAISO Proposal for Hybrid Resources –Aggregate Capability Constraint for Co-Located Resources

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

- Cambie la fuente de carga de CA o CC acoplada, MWh, más adelante
- Comprender la política y el proceso de la empresa de servicios públicos para realizar modificaciones y los impactos en la IBR
- Agregar BESS a una planta existente
- Agregar BESS detrás del medidor, es decir, sin aumentar los MW en el punto de interconexión, podría hacerse de manera expedita (servicio de interconexión excedente en la Orden FERC 845)
- Reemplazar las baterías a medida que se degrada el rendimiento
- Comprender la política de retención de la empresa de servicios públicos para la interconexión y el conteo de adecuación de recursos

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

- Dimensionar la solicitud de interconexión: capacidad de MW instalados, límite de MW contractual y MWh
- La capacidad instalada de MW generalmente duplica el límite de MW contractual en una planta IBR híbrida
- La duración de la inyección sostenida de MW importa; no solo para la flexibilidad operativa sino también para los créditos de adecuación de recursos
- Si es híbrido, elija entre acoplado CA o CC
- Costo, flexibilidad, créditos RA, etc.
- Elija la fuente de carga y la potencia máxima de carga
- La fuente de cobro tiene impactos financieros en el IBR, como créditos fiscales

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

- Estudios de interconexión (igual para todos los tipos de generadores):
- Análisis de contingencia de flujo de potencia
- Análisis de estabilidad de tensión
- Análisis de estabilidad transitoria
- Análisis de cortocircuito
- Se estudian diferentes envíos de BESS e híbridos en varias condiciones pico, como pico de verano, primavera fuera de pico, p.
- A la máxima salida de descarga: pico y valle
- A la máxima salida de carga: pico y valle
- A la capacidad contada para la adecuación de los recursos
- Todos los escenarios de despacho son plausibles (como lo muestran los datos operativos)
- Los estudios establecen los límites operativos
- Más a menudo, se utilizan medidas operativas en lugar de actualizaciones de transmisión

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

- BESS y la generación híbrida se utilizan a menudo como alternativa de transmisión para aliviar las restricciones de transmisión
- La ubicación adecuada del futuro BESS y la generación híbrida es la clave: ubicación y tamaño
- La disponibilidad del BESS y la generación híbrida en el modo de funcionamiento deseado (carga/descarga) es crucial
- La simulación de costos de producción por hora se usa comúnmente para establecer el despacho y el análisis de estabilidad.

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Las plantas BESS/Hybrid tienen características operativas únicas y, por lo tanto, deben estudiarse y funcionar, independientemente del envío.

Las plantas BESS/Híbridas, mientras cargan o descargan, deben tener la capacidad de:

- Eventos del sistema de soporte
- Tener una operación completa de cuatro cuadrantes
- Regular las excursiones de alto y bajo voltaje
- Proporcionar control de voltaje dinámico
- Inyectar potencia reactiva a potencia activa cero
- Disponer de regulación de frecuencia/potencia activa

Las plantas BESS/Híbridas, durante la carga o descarga, deben:

- Evitar el uso de la cesación momentánea en la mayor medida posible
- Tener capacidad de conducción de conformidad con PRC-024
- Paseo a través de saltos de fase
- Operar en condiciones de baja resistencia a los cortocircuitos

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

- La combinación de BESS y energía solar fotovoltaica, eólica y otras tecnologías (plantas híbridas) permite muchos servicios de red deseables
- Es probable que los diferentes tipos de recursos dentro de una planta requieran una mayor atención a la coordinación de control a nivel de planta y nivel de inversor para lograr el rendimiento deseado en el punto de interés, en comparación con el que normalmente se requiere en una planta de energía solar fotovoltaica o eólica.
- La definición de los requisitos de rendimiento de la planta y la identificación de las consideraciones económicas son clave para la elección óptima de los tipos de recursos, las tecnologías y el diseño de la planta.
- El control de formación de cuadrícula para recursos híbridos está disponible y puede ser la opción correcta para algunas aplicaciones.

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

ASPECTOS OPERATIVOS PARA LA INTEGRACIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Estudios de Integración de Energía Renovable

Estudio de **Expansión de Capacidad**

Optimización de la expansión de la generación y transmisión eléctrica para cumplir con metas y pronósticos futuros, teniendo en cuenta las restricciones del sistema.

Estudio de **Costos de Producción**

Optimización de los costos variables de generación, teniendo en cuenta las restricciones del sistema.

Estudio de **Confiabilidad**

Simulación de los flujos de potencia y simulación dinámica del sistema eléctrico para evaluar su estabilidad y respuesta tras una falla.

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

¿Qué es una zona de alta concentración de energía renovable?

Las zonas de alta concentración o polos de generación de energía renovable son áreas con una gran concentración de recursos de energía renovable (por ejemplo, eólica y solar) de gran calidad, en lugares geográficos adecuados y de interés por parte de desarrolladores de proyectos renovables.

¿Cuál es el **objetivo de definir zonas** de alta concentración de energía renovable?

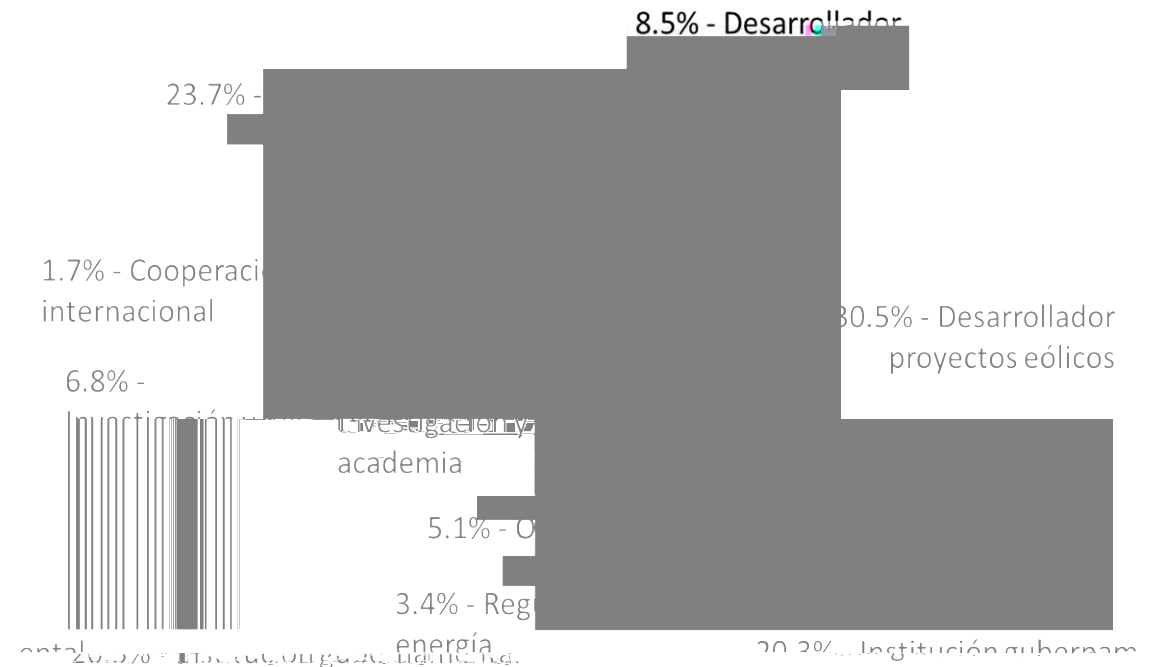
A través de un proceso incluyente entre sectores público y privado, la definición de zonas de alta concentración de energía renovable puede servir para:

- la identificación de inversiones en transmisión que permitan un mayor desarrollo de energía renovable y su interconexión a la red eléctrica,
- la precalificación de zonas de alto potencial renovable para futuras subastas de energía limpia, y
- el desarrollo de proyectos renovables en general.

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Ejemplo de un Eventual Cuestionario

Las opiniones de los participantes representan el mayor valor de este proceso y han permitido mejorar el análisis teniendo en cuenta sus **conocimientos técnicos, económicos y sociales**, así como **el interés de desarrolladores de proyectos renovables** para poder proponer las zonas de alta concentración de energía renovable (especialmente para la planificación de la red de transmisión).



“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

El **límite de penetración instantánea** de energía solar en el sistema eléctrico depende de:

- Las capacidades de control de frecuencia (primaria y secundaria) de los generadores convencionales.
- La inercia del sistema.
- El número de generadores en línea.
- El nivel de generación de los generadores en línea, su capacidad de rampa, y su mínimo y máximo nivel de generación.
- El nivel de confiabilidad del sistema que se debe respetar.
- La posibilidad de flexibilizar o cortar carga.
- El almacenamiento por baterías está presente en el sistema.
- El número de plantas solares en línea.

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Para evaluar el límite de penetración instantánea de energía solar en el sistema y estudiar el impacto al sistema de transmisión de diferentes penetraciones bajo diferentes escenarios en la confiabilidad del sistema, se deben hacer estudios eléctricos que evalúen:

- si las plantas solares son capaces de permanecer en línea tras una falla eléctrica.
- si la respuesta dinámica de una planta solar, tras una falla, va a impactar negativamente la estabilidad de los generadores síncronos.
- si los generadores síncronos son capaces de responder a cambios severos en el balance de generación-demanda sin exceder los límites de baja/alta frecuencia en caso de que la planta solar se desconecte por causa de un transitorio de voltaje o experimente rampas de generación durante el amanecer, atardecer y nubosidad.
- la capacidad de regulación de voltaje y frecuencia de las plantas solares y su cooperatividad operativa con otras plantas.
- la coordinación de las protecciones para la operación combinada de plantas solares y de combustión interna.

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Se puede **augmentar el límite de penetración instantánea** de energía solar en el sistema de diferentes formas:

- Modificando el control de frecuencia de los generadores convencionales.
- Limitando el número mínimo de generadores convencionales en línea (y posiblemente reduciendo su mínimo nivel de generación, teniendo en cuenta el impacto en la eficiencia térmica).
- Integrando almacenamiento de energía por baterías.
- Aprovechando la flexibilidad de ciertas cargas.
- Asumiendo la posibilidad de cortar carga.
- Implementando control de frecuencia primario y secundario en las plantas solares.

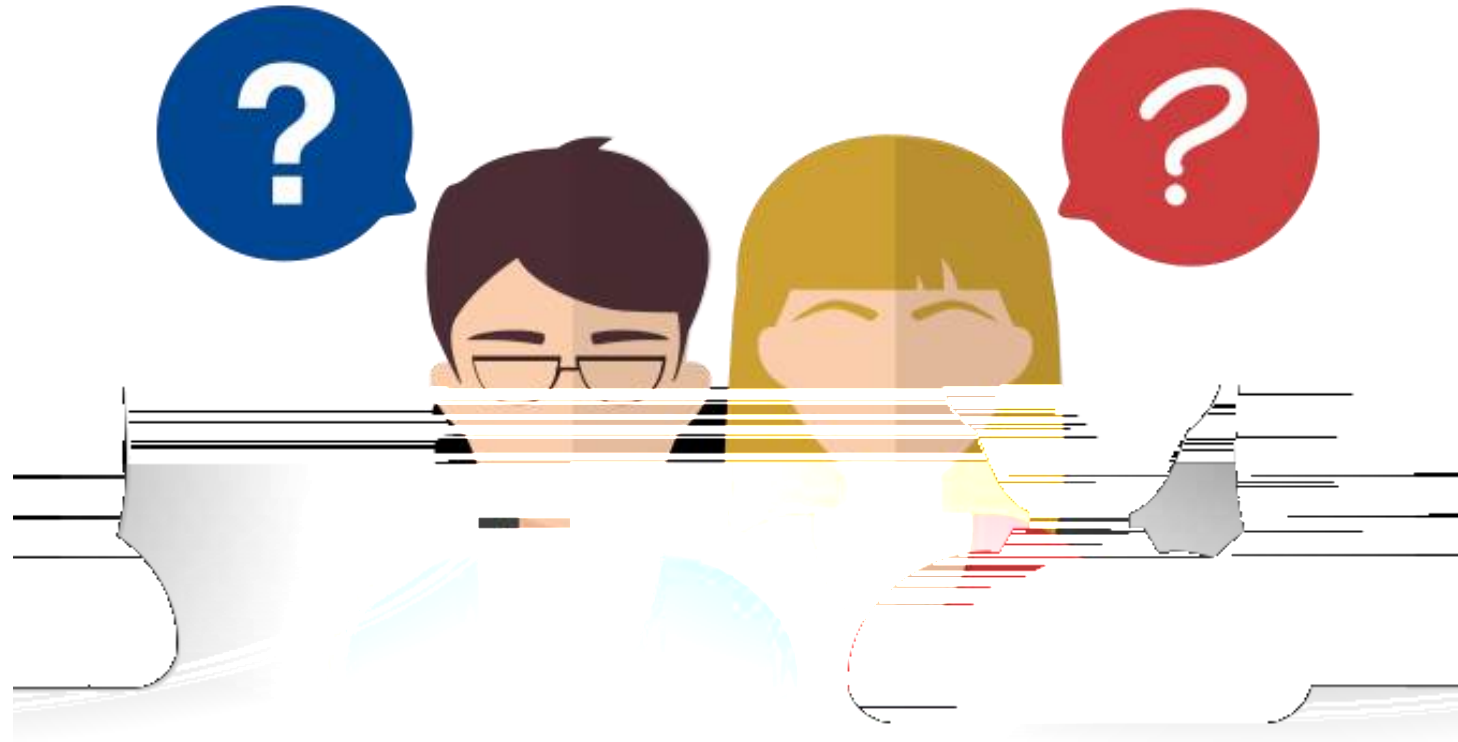
“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

- El potencial total de generación de energía solar fotovoltaica depende del espacio disponible. El límite técnico de integración no existe (existen las tecnologías para sistemas aislados basados 100% en sistemas solares fotovoltaicos y baterías).
- No existe una capacidad óptima de energía solar para el sistema aislado. Ésta depende de las metas y de las restricciones de los costos y de la confiabilidad del sistema.
- Se deben hacer estudios eléctricos para evaluar el impacto de la generación solar fotovoltaica y de baterías en la confiabilidad del sistema. Estos estudios pueden servir para informar modelos de despacho y análisis de costos. Es necesario iterar entre los diferentes modelos y estudios para conocer los “trade-off” entre costos y confiabilidad y para poder tomar decisiones informadas.

Capacitación Adopción de Sistema de almacenamiento de energía de batería (SAEB/BESS) Republica Dominicana

- Evaluar potenciales trayectorias hacia altas penetraciones de energía renovable.
- Entender y cuantificar los impactos de diferentes escenarios de penetraciones de energías eólica y solar en la operación y la confiabilidad del sistema eléctrico.
- Evaluar diferentes tecnologías que aporten flexibilidad al sistema:
 - Almacenamiento de energía
 - Demanda flexible
 - Pronósticos de demanda y de generación eólica y solar
 - Servicios auxiliares

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”



“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

APLICACIONES DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS / CASOS DE USO

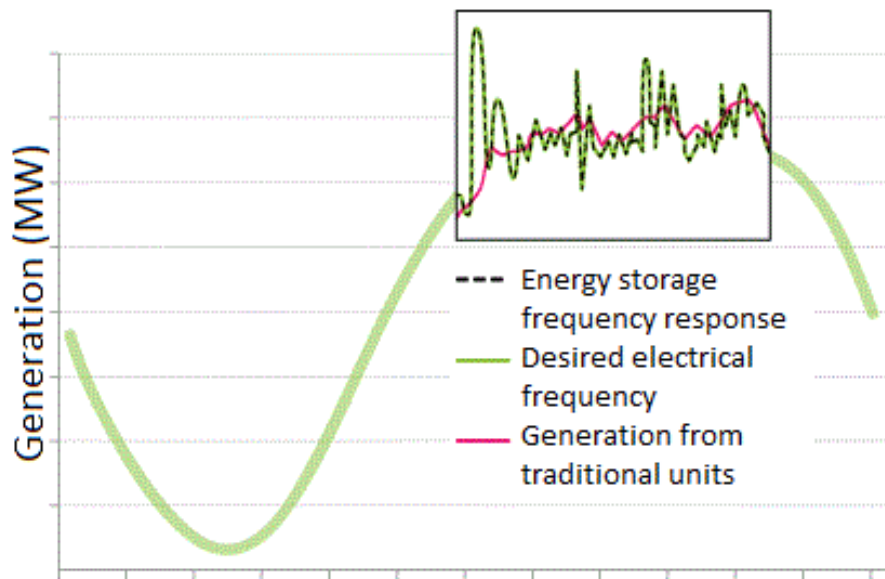
“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Casos de uso

Evolución de los casos de uso de baterías

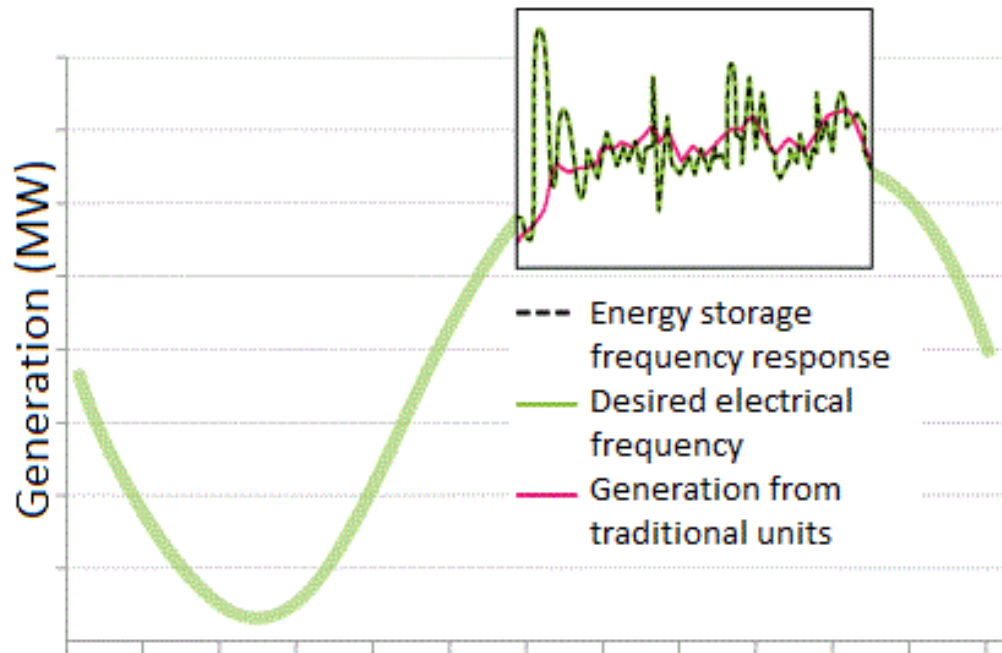
Servicio	1 hr	2hr	4hr
Regulación de frecuencia	\$9/MW per hour	\$11/MW por hour	\$16/MW por hour
Solo reserva de contingencia	\$8/MW per hour	\$10/MW por hour	\$15/MW por hour
Reserva de contingencia fuera de las horas pico	\$2/MW per hour	\$3/MW por hour	\$4/MW por hour
Arbitraje	\$175/MWh	\$125/MWh	\$100/MWh

REGULACIÓN DE FRECUENCIA



La regulación hacia arriba se implementa descargando el BESS en respuesta a la baja frecuencia para mantener la frecuencia objetivo. La regulación hacia abajo es el recíproco.

REGULACIÓN DE FRECUENCIA



El EMS tiene una aplicación de soporte de frecuencia en la que el EMS:

- Mide la frecuencia en el PDI a través de PT o CT, suministrados por el cliente o,

- Lee la frecuencia de un medidor en el PDI.

- Comando recibido del operador de red

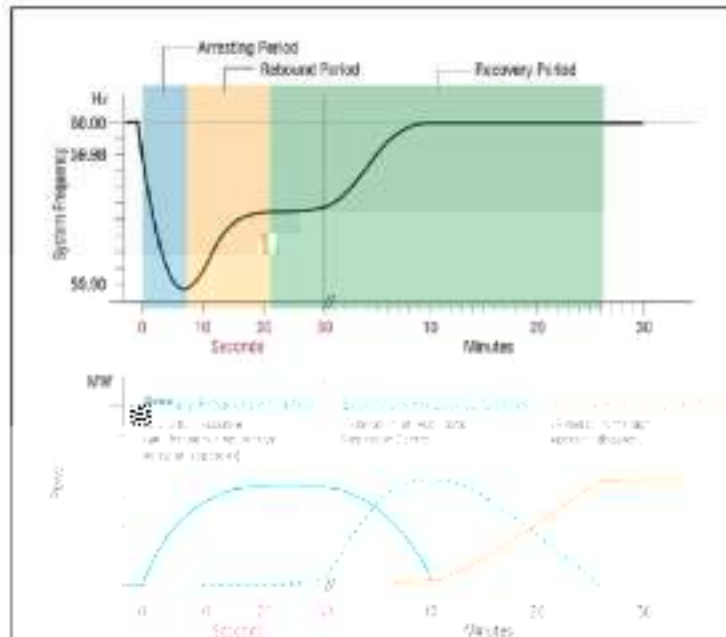
El sistema de control se puede configurar para:

- Operar en base a una curva de caída con bandas muertas.

- Operar en base a un umbral de frecuencia a una tasa de potencia específica.

Alternativamente, la lógica puede residir en el sistema SCADA del cliente (frecuencia de lectura del medidor del sitio) y los comandos de potencia real y reactiva pueden enviarse al BESS. Habrá latencia en comparación con la solución in situ.

RESERVAS DE CONTINGENCIA



Un Servicio Auxiliar que proporciona reservas operativas que está destinado a:

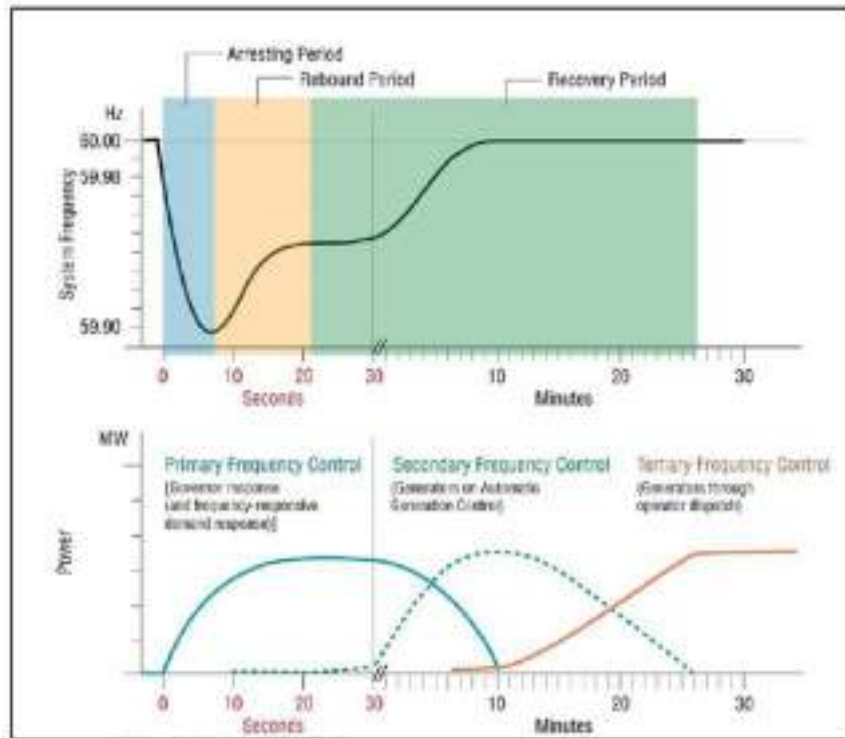
Detener el decaimiento de la frecuencia dentro de los primeros segundos de una desviación de frecuencia significativa en la red de transmisión utilizando la respuesta de frecuencia primaria y la carga interrumpible;

Después de los primeros segundos de una desviación de frecuencia significativa, ayude a restaurar la frecuencia a su valor programado para que el sistema vuelva a la normalidad;

Proporcionar energía o interrupción de carga continua durante emergencias;

Proporcionar regulación de respaldo

RESERVAS DE CONTINGENCIA



El EMS cuenta con una aplicación de reserva de giro/ contingencia en la que el EMS:

Mide la frecuencia en el PDI a través de PT o CT, suministrados por el cliente o,

Lee la frecuencia de un medidor en el PDI.

Comando recibido del operador de red

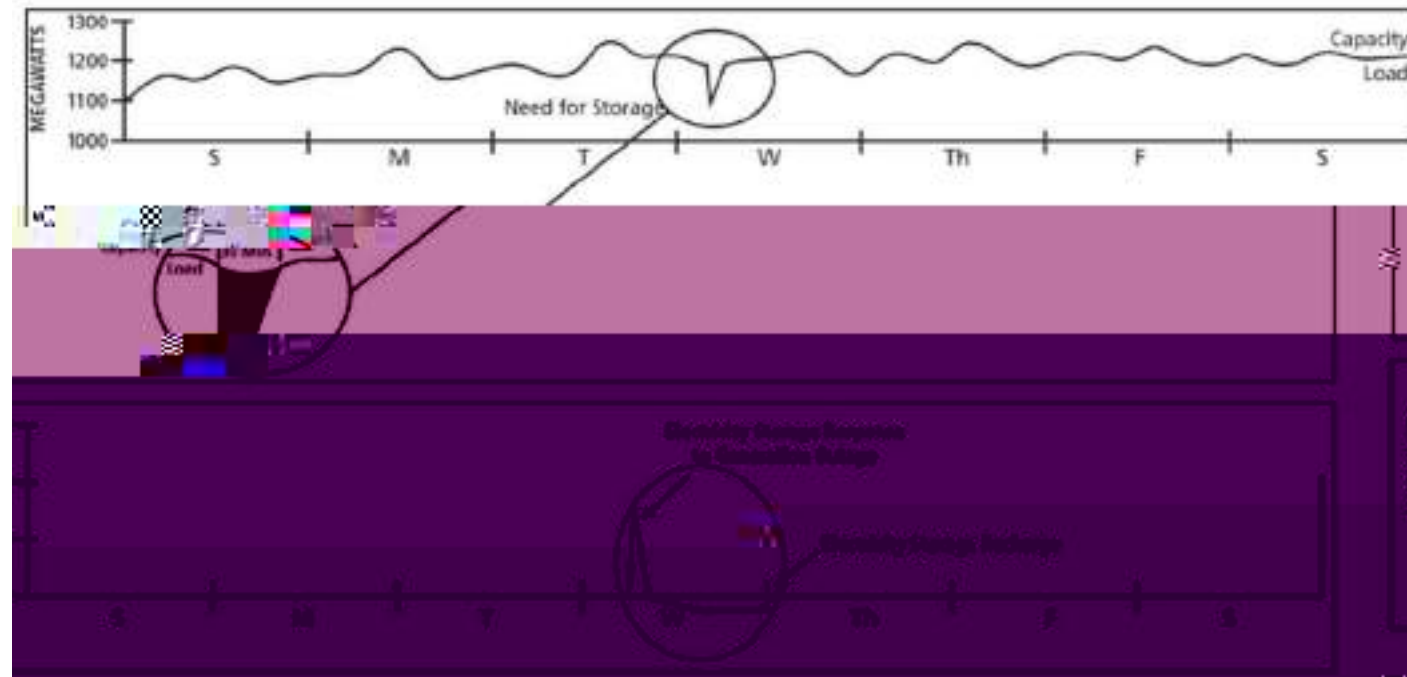
El sistema de control se puede configurar para:

Operar en base a un umbral de frecuencia a una tasa de potencia específica.

Alternativamente, la lógica puede residir en el sistema SCADA del cliente (frecuencia de lectura o carga del medidor del sitio) y los comandos de potencia real y reactiva se pueden enviar al BESS. Habrá latencia en comparación con la solución in situ.

RESERVAS SIN GIRO

- Un servicio auxiliar que se proporciona mediante el uso de la parte de los recursos de generación fuera de línea que se pueden sincronizar y aumentar a un nivel de salida específico en 30 minutos (o recursos de carga que se pueden interrumpir en 30 minutos)
- Esto se puede despachar a través del EMS de la misma manera que las Reservas giratorias / Reservas de contingencia.

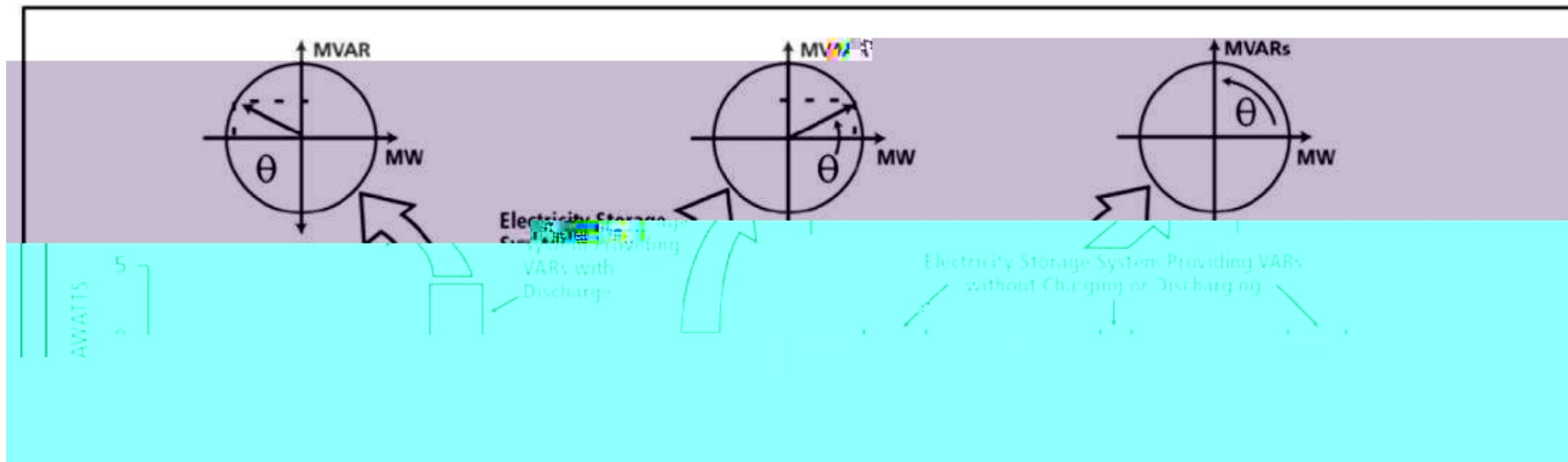


“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Casos de uso

REGULACIÓN DE VOLTAJE / VAR

El almacenamiento de energía puede mitigar el voltaje degradado al suministrar energía reactiva continua e inyectar energía real.



REGULACIÓN DE VOLTAJE / VAR

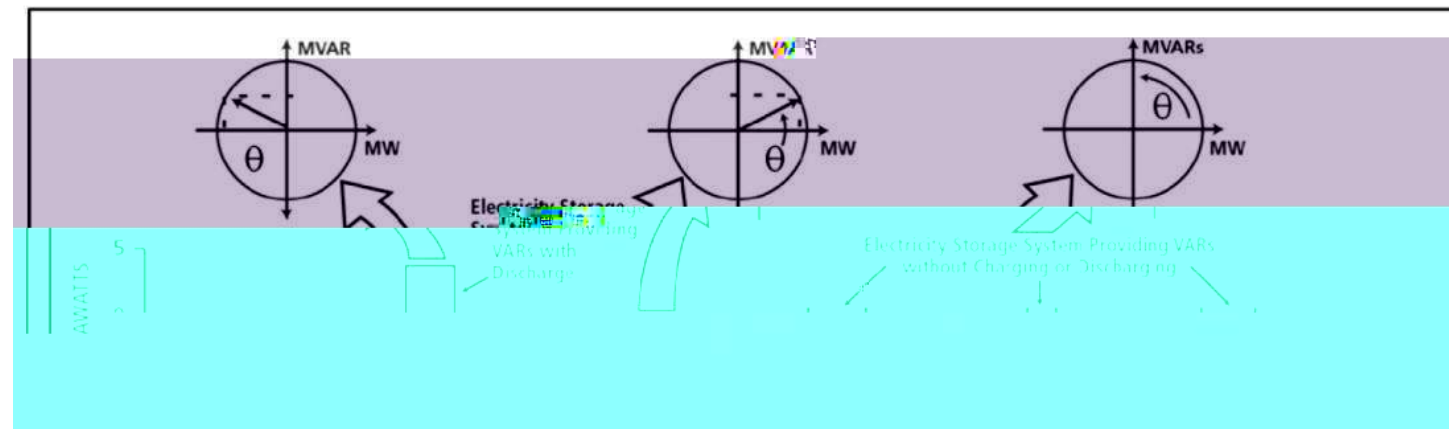
El EMS dispone de una aplicación de apoyo al VAR en la que el EMS:

- Mide voltajes en el POI a través de PT, suministrados por el cliente o,
- Lee voltajes de un medidor en el POI.

El sistema de control se puede configurar para:

- Operar en base a una curva de caída con bandas muertas.
- Operar en base a un umbral de voltaje a una tasa de potencia específica.

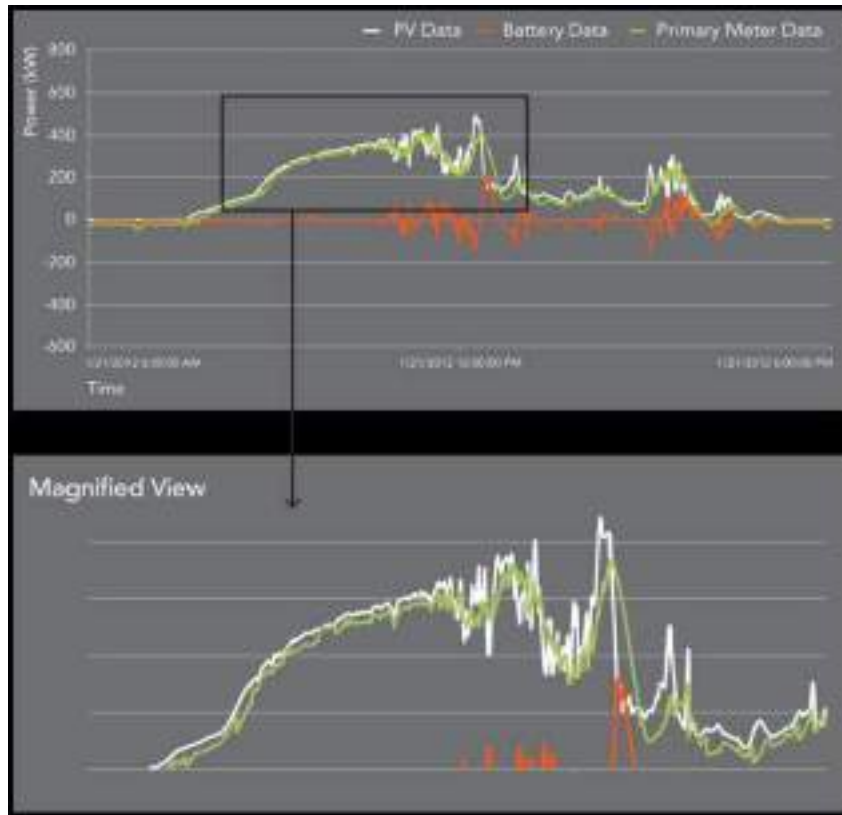
Alternativamente, la lógica puede residir en el sistema SCADA del cliente (leyendo los voltajes del medidor del sitio) y los comandos de potencia real y reactiva pueden enviarse al BESS. Habrá latencia en comparación con la solución in situ.



fuentes

producción

SUAVIZADO DE RENOVABLES



Un sistema de almacenamiento de energía administra la tasa de rampa del VER mediante la inyección de energía para mantener una tasa de rampa operativa o económica. Cuando la producción de generación cae momentáneamente (por ejemplo, una nube sobre un parque solar), el sistema de almacenamiento de energía proporcionará automáticamente energía al sistema. Viceversa, cuando la producción de generación salta momentáneamente (por ejemplo, las nubes pasan), el BESS absorberá automáticamente la energía del sistema. Como resultado, el sistema de almacenamiento de energía “suaviza” la energía antes de que llegue a la

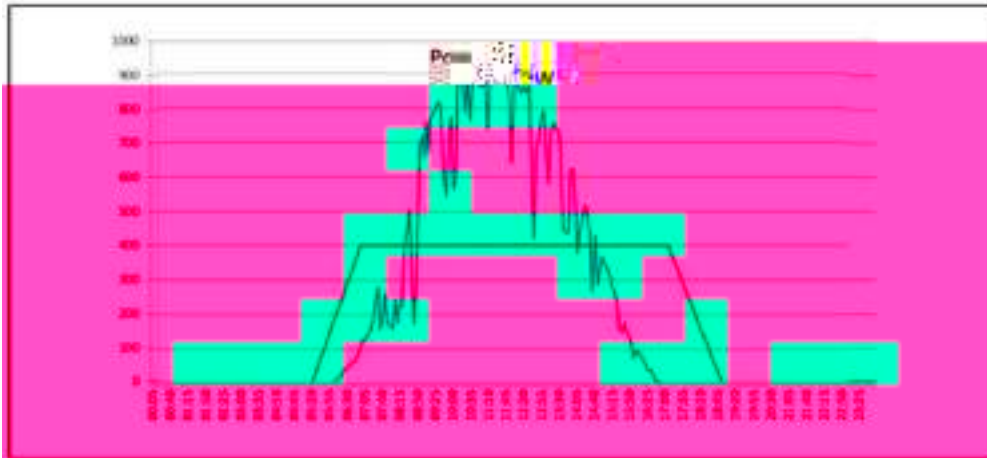
El

real desde el ESS para suavizar salida general medida en el . El algoritmo de suavizado se puede modificar en función de la velocidad de rampa .

Producción

AFIANZAMIENTO DE LA CAPACIDAD RENOVABLE

Los recursos de energía variable (ERV) rara vez producen su capacidad nominal. Para proporcionar una capacidad operativa constante (p. ej., exactamente 10 MW durante 2 horas), el VER necesita reafirmarse (capacidad operativa confiable) a través del almacenamiento de energía. El almacenamiento de energía permite que la producción de ERV de una planta se pueda mantener en un nivel comprometido durante un período de tiempo. Además, el almacenamiento suaviza la salida y controla la velocidad de rampa (MW/min) para eliminar cambios bruscos de voltaje y energía en la red. Esto permite que el BESS proporcione energía despachable constante a través de ciclos de carga/descarga.



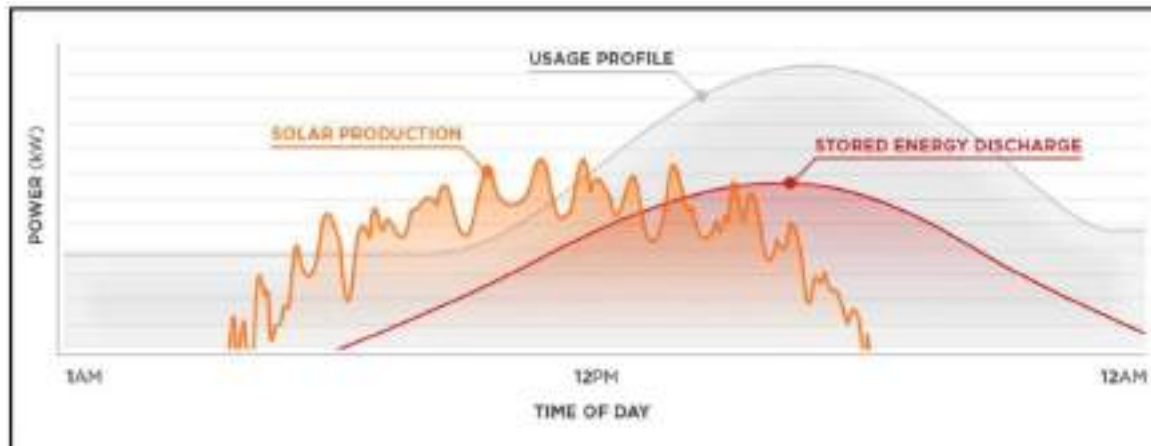
El EMS tiene un modo de control llamado "Umbral de potencia" que mantendrá constante la producción de la planta combinada dentro de una cierta tolerancia. Esto mantendrá la salida firme del sistema durante la generación variable de una planta fotovoltaica.

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Casos de uso

CONFORMACIÓN DE RENOVABLES (RENEWABLE SHAPING)

El almacenamiento de energía puede garantizar una producción estable de una planta de generación ERV al "dar forma" a la producción minuto a minuto en perfiles de energía, como las curvas de demanda vespertinas. Es similar al desplazamiento de carga, pero con una resolución menor en comparación con una resolución por hora. Esta aplicación también reduce las implicaciones negativas de la energía obligatoria intermitente. Para el almacenamiento con más de una hora de duración, también puede proporcionar "conformación" para satisfacer perfiles de demanda de mayor duración. El sistema de almacenamiento de energía absorbe los picos de producción (carga) y compensa los huecos de potencia (descarga).



El EMS tiene un modo de control llamado "Umbral de potencia" que mantendrá constante la producción de la planta combinada dentro de una cierta tolerancia. Esto mantendrá la salida firme del sistema durante la generación variable de una planta fotovoltaica.

le
sr

RECAPTURA DE RECORTE SOLAR

d

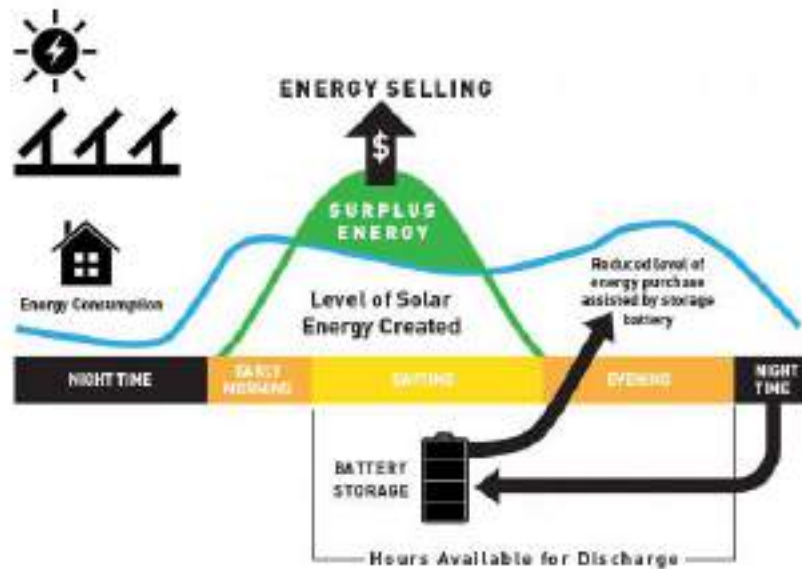
El EMS tiene una aplicación en la que se establece un punto de ajuste de reducción en el inversor fotovoltaico y cualquier exceso de generación se iigte

drae

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Casos de uso

TRANSFERENCIA DE ENERGÍA / ARBITRAJE DE ENERGÍA



Esto se puede realizar de dos maneras:

La batería se puede programar (a través de EMS) para que se descargue y cargue durante un período de tiempo definido a una determinada tasa de potencia.

El EMS (o SCADA) puede monitorear el precio. Si el precio es más alto que el umbral, la batería puede descargarse a una determinada potencia. Si el precio es inferior al umbral inferior, la batería puede cargarse a una cierta tasa de potencia.

ARBITRAJE DE ENERGÍA EN TIEMPO REAL



El arbitraje en tiempo real aprovecha los cambios de LMP de 5 minutos en el mercado de energía en tiempo real. El sistema de almacenamiento de energía se descarga cuando el LMP supera el umbral programado.

Esto se puede realizar de dos maneras:

- 1 - La batería se puede programar (a través de EMS) para que se descargue y se cargue durante un período de tiempo definido a una determinada tasa de potencia.
- 2 - El EMS (o SCADA) puede monitorear el precio. Si el precio es más alto que el umbral, la batería puede descargarse a una determinada potencia. Si el precio es inferior al umbral inferior, la batería puede cargarse a una cierta tasa de potencia.

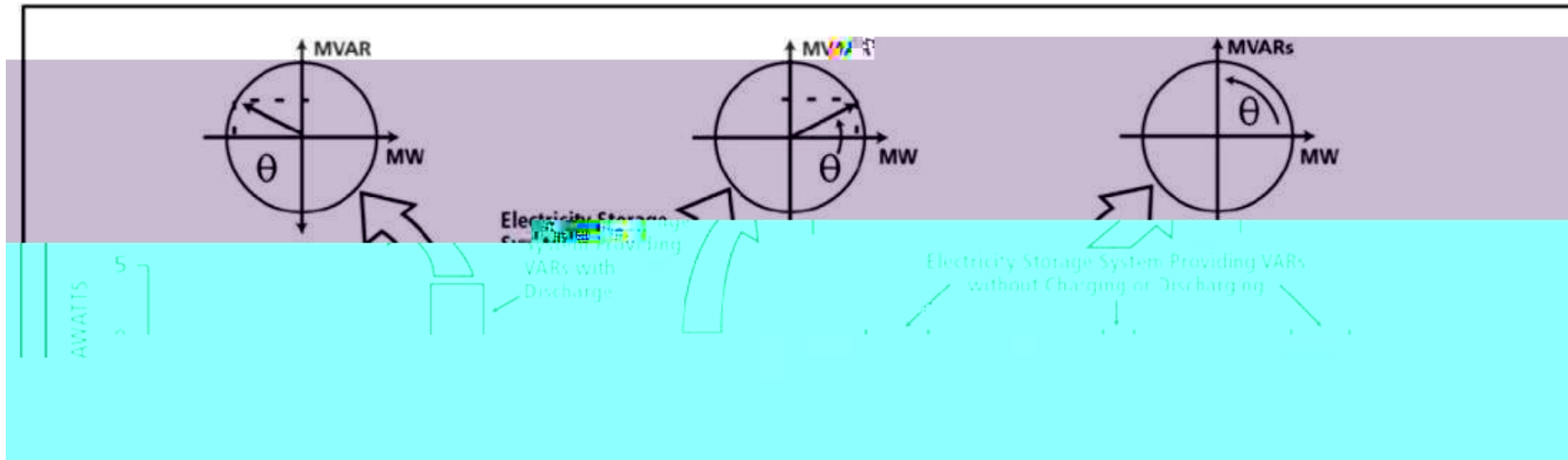
REDUCCIÓN DE LA CARGA PICO



- Esto también es desplazamiento de Energía. En lugar de jugar con el diferencial (alto/bajo) del mercado de la energía, el desplazamiento de energía permite ahorrar costos de las tarifas relacionadas con el suministro de energía, como los cargos por demanda de servicios públicos o las tarifas de transmisión. Los ahorros de energía pueden ocurrir además de los ahorros en estas tarifas.
- Algunas empresas de servicios públicos tienen tarifas de suministro de energía además de la energía que se factura en función de su carga máxima o cuando su carga máxima coincide con el pico de la red.

ALIVIO DE CONGESTIÓN

Se instalan sistemas de almacenamiento de energía en ubicaciones que están eléctricamente aguas abajo de las congestiones del sistema de transmisión. La energía se almacenaría cuando no haya congestión en la transmisión y se descargaría (durante los períodos de máxima demanda) para reducir los requisitos de capacidad máxima de transmisión.

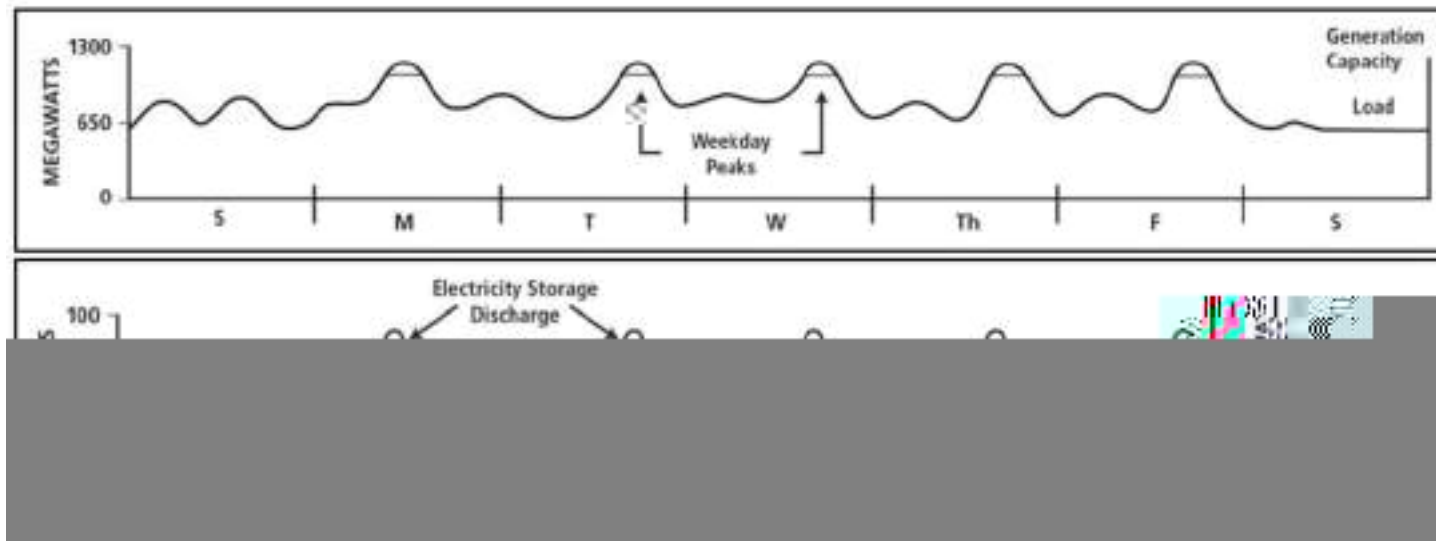


“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

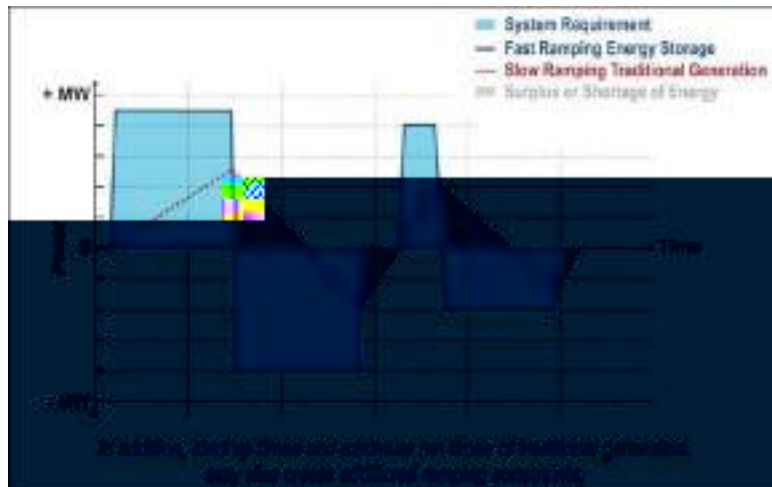
Casos de uso

ADECUACIÓN DE RECURSOS / CAPACIDAD

Dependiendo de las circunstancias en un sistema de suministro eléctrico dado, el almacenamiento de energía podría usarse para diferir y/o reducir la necesidad de comprar nueva capacidad de generación y/o capacidad de compra en el mercado mayorista de electricidad. El mercado de la capacidad de suministro eléctrico está evolucionando. En algunos casos, el costo de la capacidad de generación se incluye en los precios mayoristas de la energía (como un costo asignado por unidad de energía). En otros casos, los mecanismos de mercado pueden permitir pagos relacionados con la capacidad. El almacenamiento también puede reafirmar las energías renovables para proporcionar capacidad o adecuación de recursos.



SOPORTE DE RAMPA DE GENERACIÓN TÉRMICA

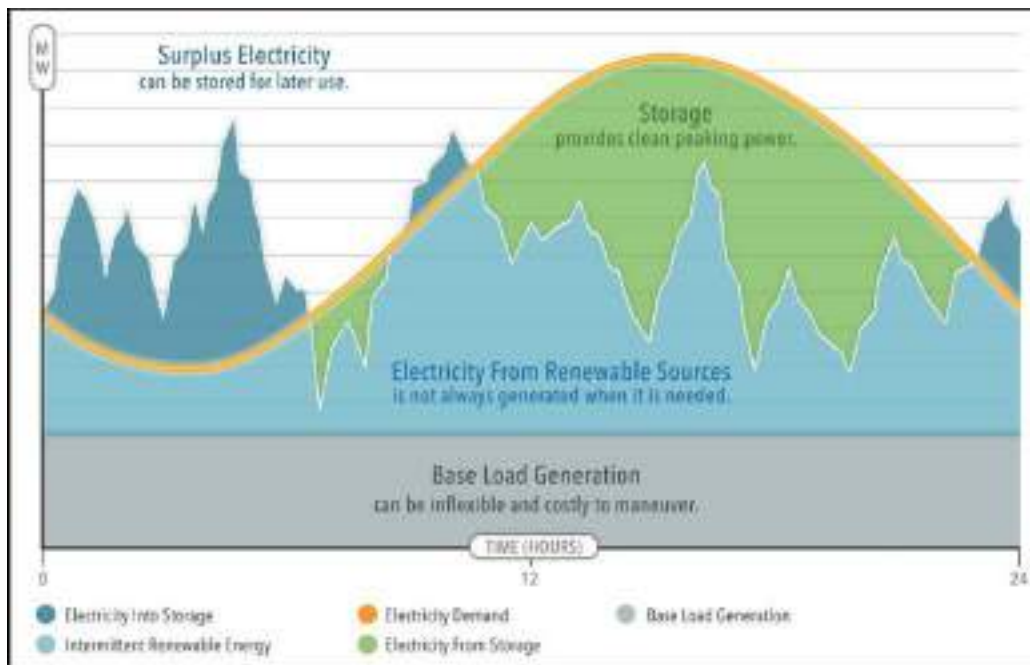


El almacenamiento de energía se puede combinar con la generación tradicional para crear una planta de energía híbrida.

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Casos de uso

SEGUIMIENTO DE CARGA

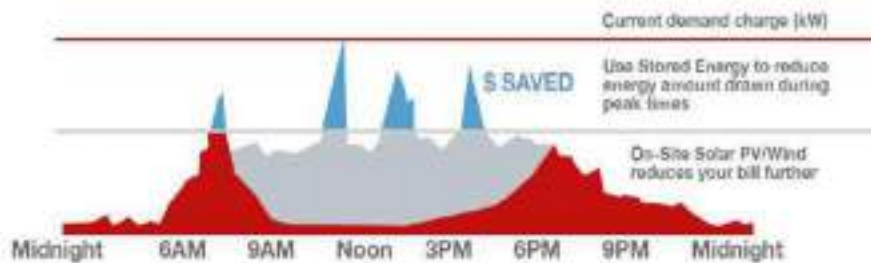


El seguimiento de la carga se caracteriza por una potencia de salida que generalmente cambia con una frecuencia de varios segundos. La salida cambia en respuesta al equilibrio entre la generación y la carga dentro de una región o área específica. La variación de salida es una respuesta a los cambios en la frecuencia del sistema. El almacenamiento se puede utilizar de manera eficaz tanto para el seguimiento de la carga (a medida que aumenta la carga) como para el seguimiento de la carga (a medida que disminuye la carga), ya sea descargando o cargando.

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Casos de uso

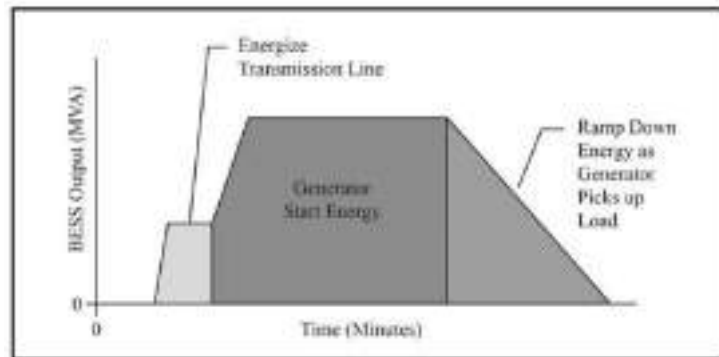
REDUCCIÓN DE COSTOS OPERATIVOS (DEMANDA Y TRANSMISIÓN)



El almacenamiento de energía puede reducir los picos de demanda mediante el suministro de energía según sea necesario, y la carga durante las horas de menor actividad. El valor variará según los requisitos de potencia y duración, que dependen de las características del cliente, como el perfil de carga y las preferencias.

Los programas tarifarios de servicios públicos, como la respuesta a la demanda, pueden generar ingresos adicionales. Se pueden obtener ahorros de energía adicional si hay tarifa “tiempo de uso”

MITIGACIÓN DE INTERRUPCIONES/ARRANQUE NEGRO

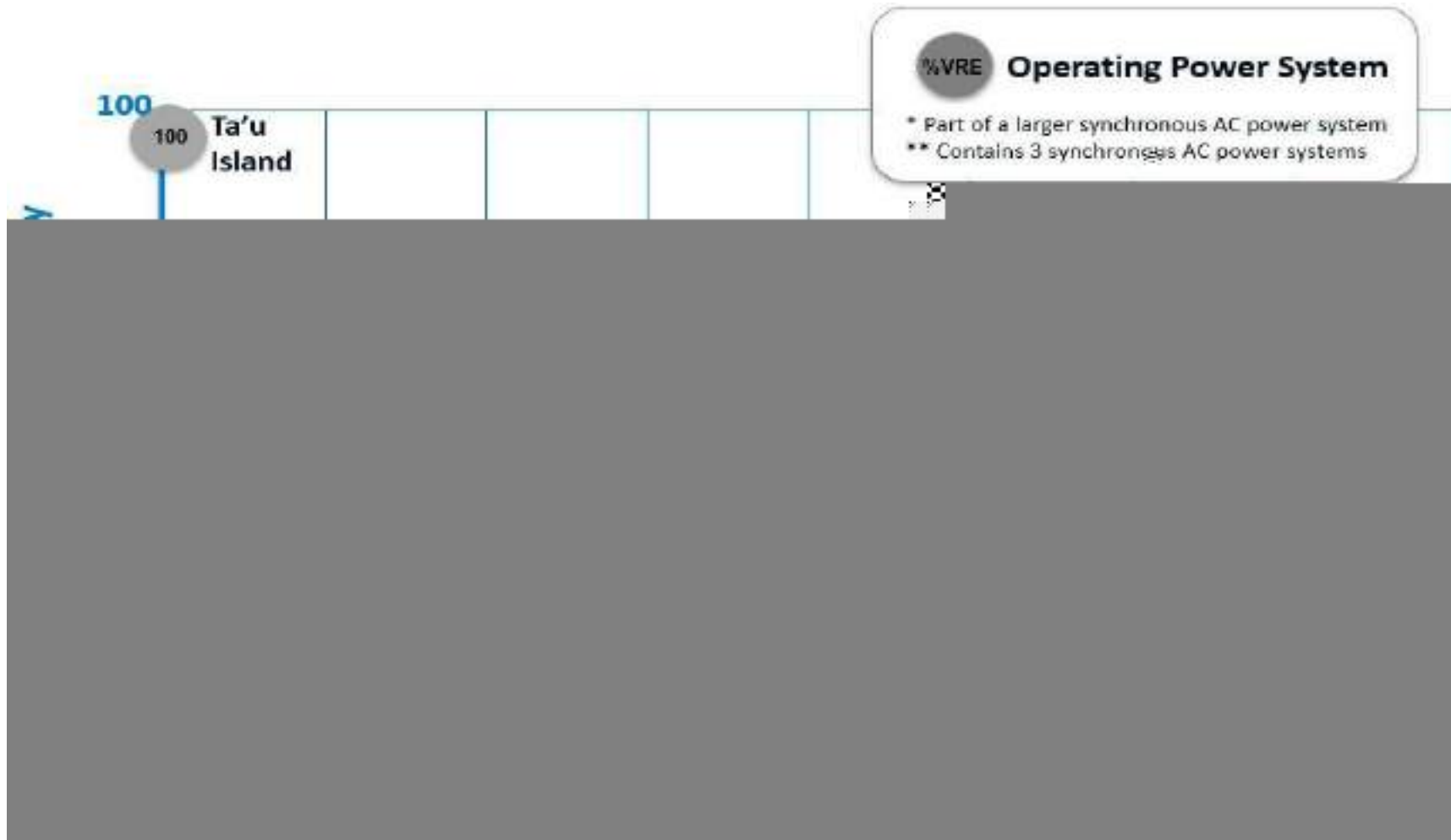


El EMS tiene la capacidad de detectar la ausencia de la red eléctrica y enviará la señal al inversor para iniciar el sistema en modo grid-forming

- Los sistemas de almacenamiento brindan una reserva de potencia y energía y se pueden usar para energizar las líneas de transmisión y distribución y proporcionar energía para poner en funcionamiento las centrales eléctricas después de una falla. Durante una interrupción, la batería se descarga para energizar las líneas de transmisión, así como el arranque para las centrales sincronas..
- En esta aplicación, la ubicación del dispositivo de almacenamiento depende en gran medida del problema de arranque en negro que se esté abordando: generación o transmisión. Si se ubica cerca de un generador para proporcionar un arranque en negro de generación, este dispositivo puede proporcionar energía de arranque en caso de un apagón en todo el sistema. Si el dispositivo se usa para proporcionar voltaje para mantener una "ruta de arranque" de transmisión en caso de un apagón del sistema, el dispositivo de almacenamiento se ubicaría a lo largo del sistema de transmisión.

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Penetraciones Anuales de Generación Solar Fotovoltaica y Eólica



“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

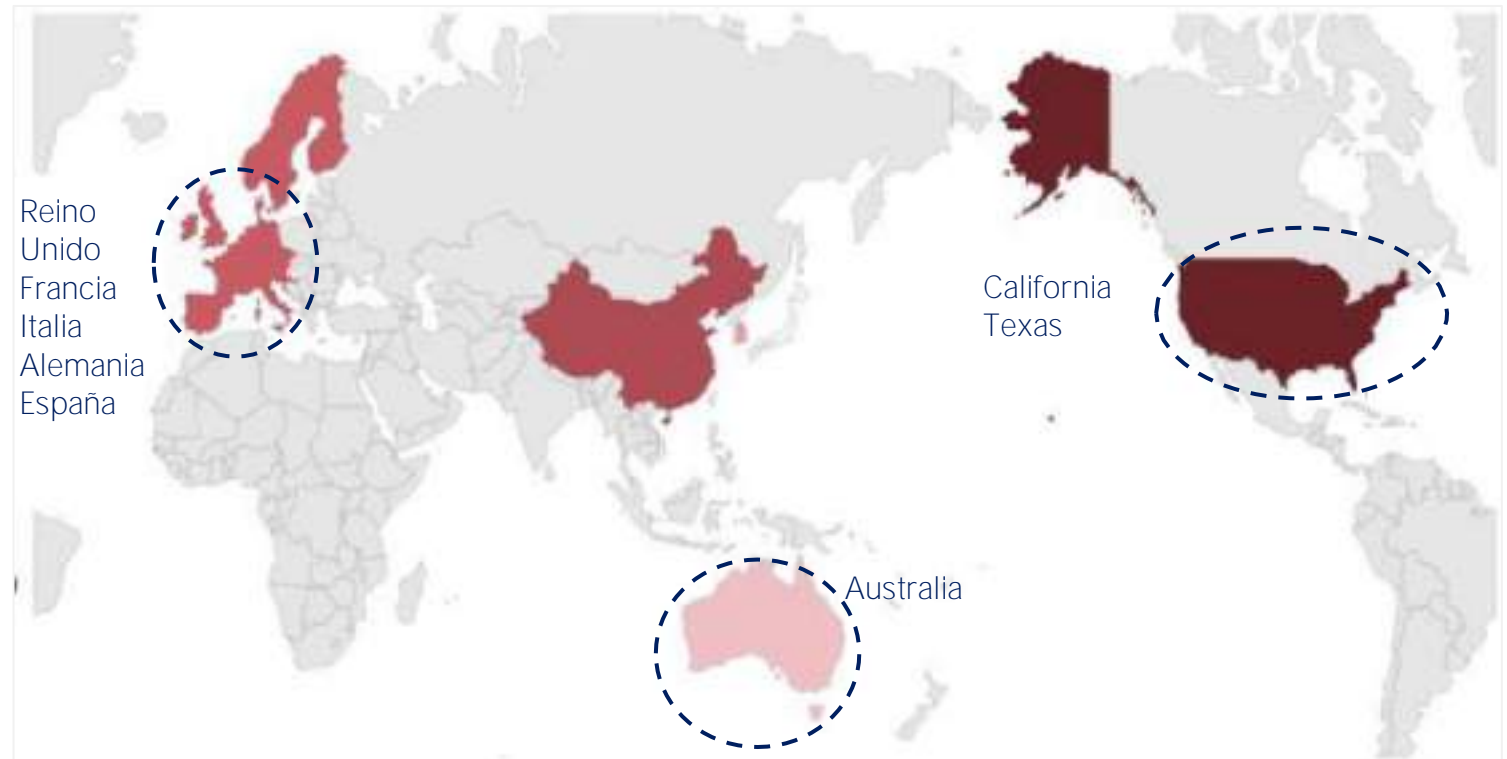
REGULACIÓN A NIVEL GLOBAL

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Mejores prácticas: selección de experiencias

Dos criterios de selección:

1. Experiencia en el desarrollo e integración de diversas tecnologías de almacenamiento
2. Marco regulatorio desarrollado y positivo para el almacenamiento



“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Almacenamiento en Europa: marco regulatorio (I)

El marco regulatorio europeo trabaja con dos niveles regulatorios:

Normativa a nivel Unión Europea: directivas de transposición obligatoria.

Normativas nacionales: A nivel europeo hay que señalar: Reglamento (UE) 2019/943 y Directiva 2019/944 relativo al mercado interior de la electricidad. Este reglamento define:

Definición: «almacenamiento de energía»: en el sistema eléctrico, diferir el uso final de electricidad a un momento posterior a cuando fue generada, o la conversión de energía eléctrica en una forma de energía que se pueda almacenar, el almacenamiento de esa energía y la subsiguiente reconversión de dicha energía en energía eléctrica o su uso como otro vector energético.

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Almacenamiento en Europa: marco regulatorio (I)

Apertura de mercados al almacenamiento.

Garantiza la no discriminación entre generación, almacenamiento y respuesta de la demanda como participantes del mercado.

“Las tarifas de la red no deberán discriminar, ni positiva ni negativamente, contra el almacenamiento”

“Los gestores de redes no deben poseer, desarrollar, gestionar o explotar instalaciones de almacenamiento de energía” excepto cuando pueden ser considerados “componentes de red plenamente integrados”.

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Almacenamiento en Europa: marco regulatorio (II)

Las regulaciones nacionales cubren todos los elementos pendientes del marco regulador siempre en cumplimiento con las directrices de la Unión Europea.

Cada país tiene cierta libertad para definir servicios y esquemas retributivos para el almacenamiento siempre que su necesidad pueda ser debidamente justificada ante la unión europea para garantizar que no son “ayudas de estado”.

Dentro de los países europeos nuestro estudio cubrirá:

1. Reino Unido: líder en capacidad instalada.
2. Alemania: país UE con mayor capacidad instalada.
3. Francia.
4. Italia.
5. España.

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

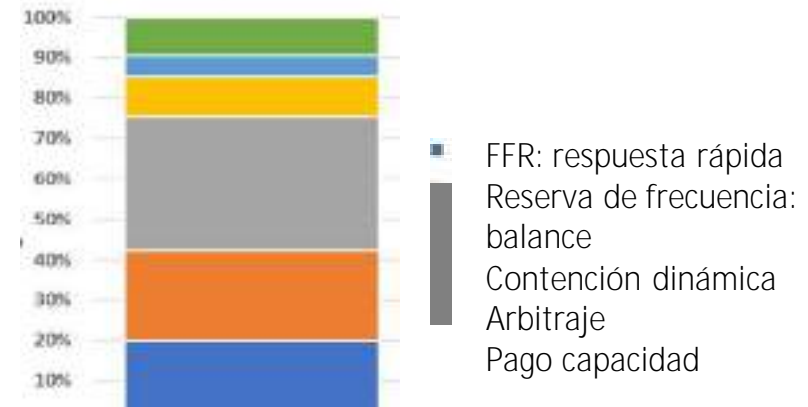
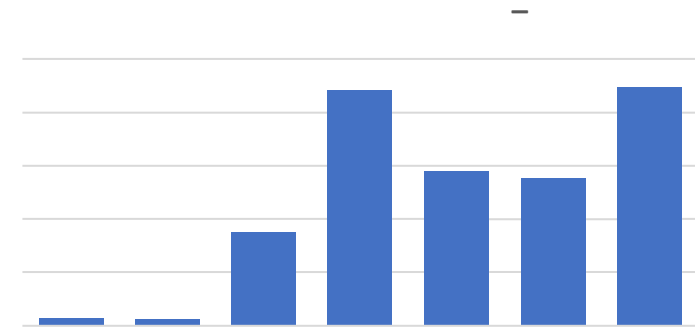
Reino Unido

Líder en desarrollo de baterías a nivel europeo.

En los últimos años, Ofgem (regulador) ha enfatizado que el almacenamiento de energía debe jugar un papel clave en el desarrollo de una red de energía integrada y flexible en el país.

Se han eliminado varias barreras que enfrenta el mercado de almacenamiento de energía que han inhibido su competitividad y se han instituido una serie de actualizaciones regulatorias:

- Definición de almacenamiento.
- Almacenamiento en la planificación.
- Reducción de peajes y cargos (doble imposición).
- Nuevos servicios y esquemas retributivos.
- Acumulación de ingresos: Apilamiento de ingresos.



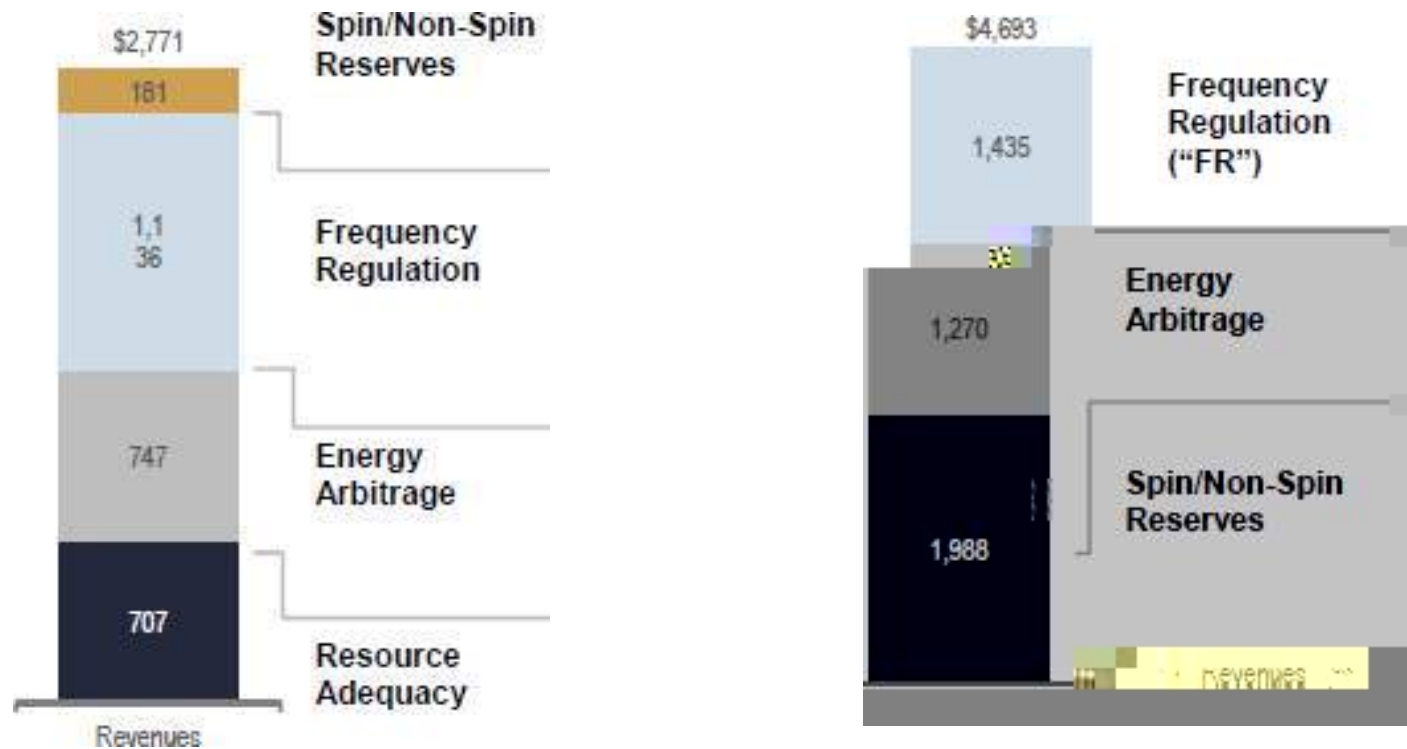
“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Experiencias en Estados Unidos

- Regulación a nivel federal (FERC – regulador) + regulaciones y normas de cada operador del sistema.
- 2018, la Comisión Federal Reguladora de Energía (FERC) emitió normal sobre la participación del almacenamiento eléctrico en los mercados regionales, eliminando las barreras para su participación en mercados operados por organizaciones regionales de transmisión (RTO) y operadores de sistemas independientes (ISO). FERC sigue las reglas para el almacenamiento de energía que ya existen en California (CAISO) y Nueva York (NYISO).

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Diferentes esquemas retributivos



“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Australia

La capacidad de almacenamiento de baterías de Australia está creciendo rápidamente, con más de 1 gigavatio-hora agregado, por primera vez en 2021, y se espera lo mismo el próximo año.

Ahora hay 140.000 sistemas de baterías domiciliarios instalados en Australia, con un total de 2.657 MWh. Se instalaron 30,246 sistemas de energía domiciliarios en Australia en 2021.

Regulación a nivel nacional con diferencias en la aplicación y planificación por regiones.



“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Análisis comparado experiencias internacionales

Elemento regulatorio	España	Italia	Alemania	Francia	Reino Unido	Estados Unidos CAISO - California	Australia
Operador de almacenamiento - TSO	Operador de almacenamiento independiente del gestor del sistema. Excepción elementos plenamente integrados en la red o sistemas insulares aislados.					Independiente. Se permite la consideración de almacenamiento como activo de transporte	Independiente. Se permite la consideración de almacenamiento como activo de transporte
Participación en mercados: energía y servicios complementarios	Abiertos a la participación del almacenamiento en mercados de energía y de servicios complementarios						
Remuneración de la capacidad		X		X	X	X	X
Remuneración de la respuesta primaria – control de frecuencia		X	X	X	X	X	X
Aplicación de peajes	No	No	No	No	Reducidos	X	Varía por sistema
Acceso a la red	Modalidades híbridas y stand-alone (independientes) sin discriminación con respecto a activos de generación						

Metas de Almacenamiento en EEUU

Los estados están comenzando a emitir mandatos de almacenamiento:

Oregon: 10 MWh

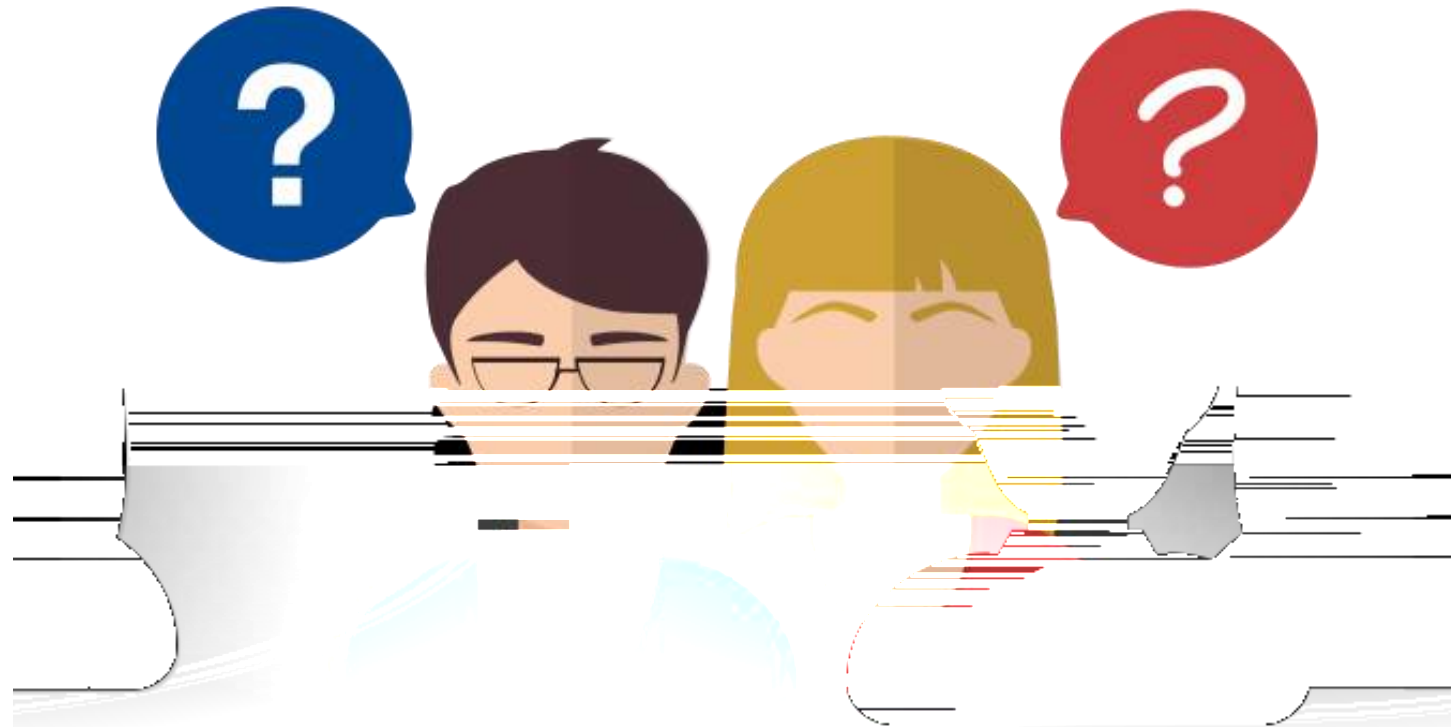
California: 1.3 GW by 2025

New York: 1.5 GW by 2025

Massachusetts: 200 MWh by 2020

New Jersey: 2 GW by 2030

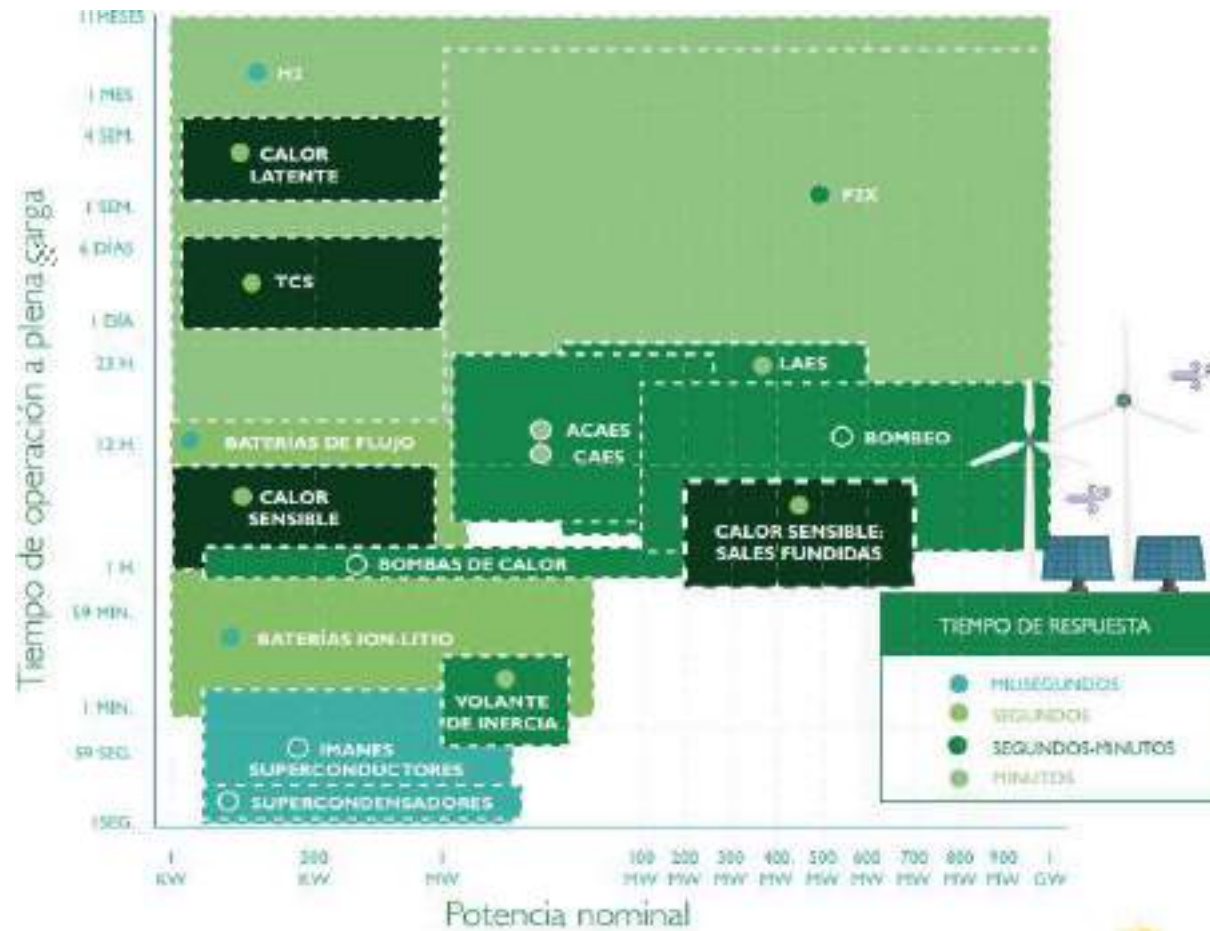
“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”



“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

REGULACIONES Y BARRERAS

Tecnologías de almacenamiento y aplicación



“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Identificación de servicios – tecnologías de almacenamiento

	Need	Periods of vRES shortage	Balancing/ congestion management	Stability/ inertia	Voltage control	Reliability/ restoration
Generation	Fossil thermal generation	Phase-out by 2050	Phase-out by 2050	Phase-out by 2050	Phase-out by 2050	Phase-out by 2050
	Hydrogen power generation	Most promising				Contributing
	Dispatchable RES (hydro, bio)	Most promising	Contributing	Contributing	Contributing	Most promising
	Variable generation		Most promising	Most promising	Most promising	Contributing
Demand	Smart charging EVs/small DSR	Contributing	Most promising	Most promising	Contributing	Contributing
	Large DSR	Contributing	Most promising	Most promising	Contributing	Most promising
	Chemical batteries/V2G		Most promising	Most promising	Most promising	Most promising
Storage	Supercapacitors			Contributing		
	Hydro pumping storage	Contributing	Most promising	Most promising	Most promising	Most promising
	Flywheels			Contributing		
	LAES/CAES, thermal storage	Contributing	Contributing	Contributing		
Coupling	Power-to-hydrogen		Most promising	Contributing	Contributing	
	Power-to-heat		Contributing	Contributing		
Grid	Interconnections (incl. HVDC & conversion stations)	Most promising	Most promising	Contributing	Most promising	Contributing
	Grid flexibilities (power flow, voltage control)		Most promising	Most promising	Most promising	Most promising

■ Phase-out by 2050
 ● Most promising
 ○ Contributing

El almacenamiento tiene potencial para prestar una amplia variedad de servicios al sistema.

La regulación debe garantizar que se aprovecha este potencial de manera óptima

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

A nivel de impacto medioambiental se debe considerar las particularidades de cada tecnología.

Siempre en función de las necesidades del sistema la regulación puede condicionar que tipo y cuánto almacenamiento se desarrolló:

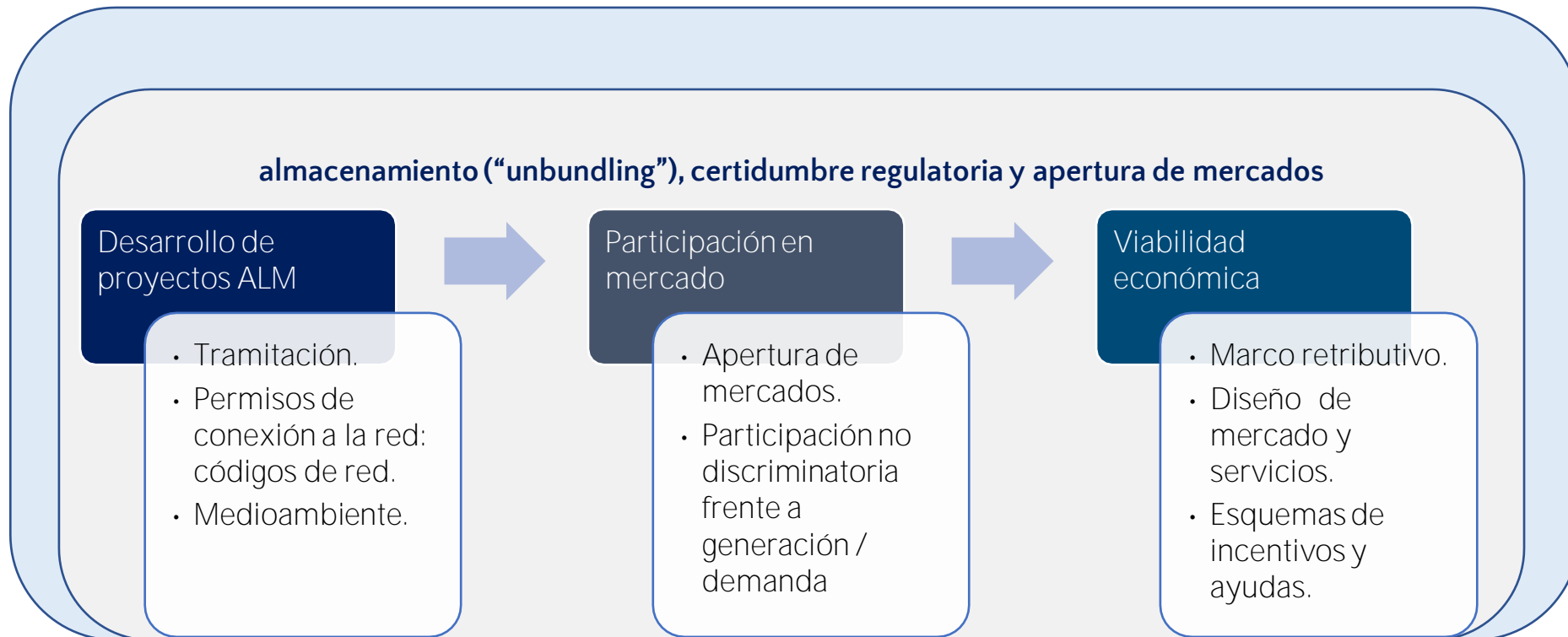
Hibridación: combinación de generación + ALM. Tratamiento regulatorio específico = facilidad de desarrollo / tramitación, acceso y conexión a la red, participación conjunta en mercado. Hibridación más común con baterías.

Subastas específicas de capacidad firme: incentivo para almacenamientos con mayor capacidad de descarga (potencia firme garantizada).

Subastas de servicios de respuesta rápida de frecuencia (FFR): almacenamiento intensivo en potencia.

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Marco regulatorio almacenamiento: panorámica general



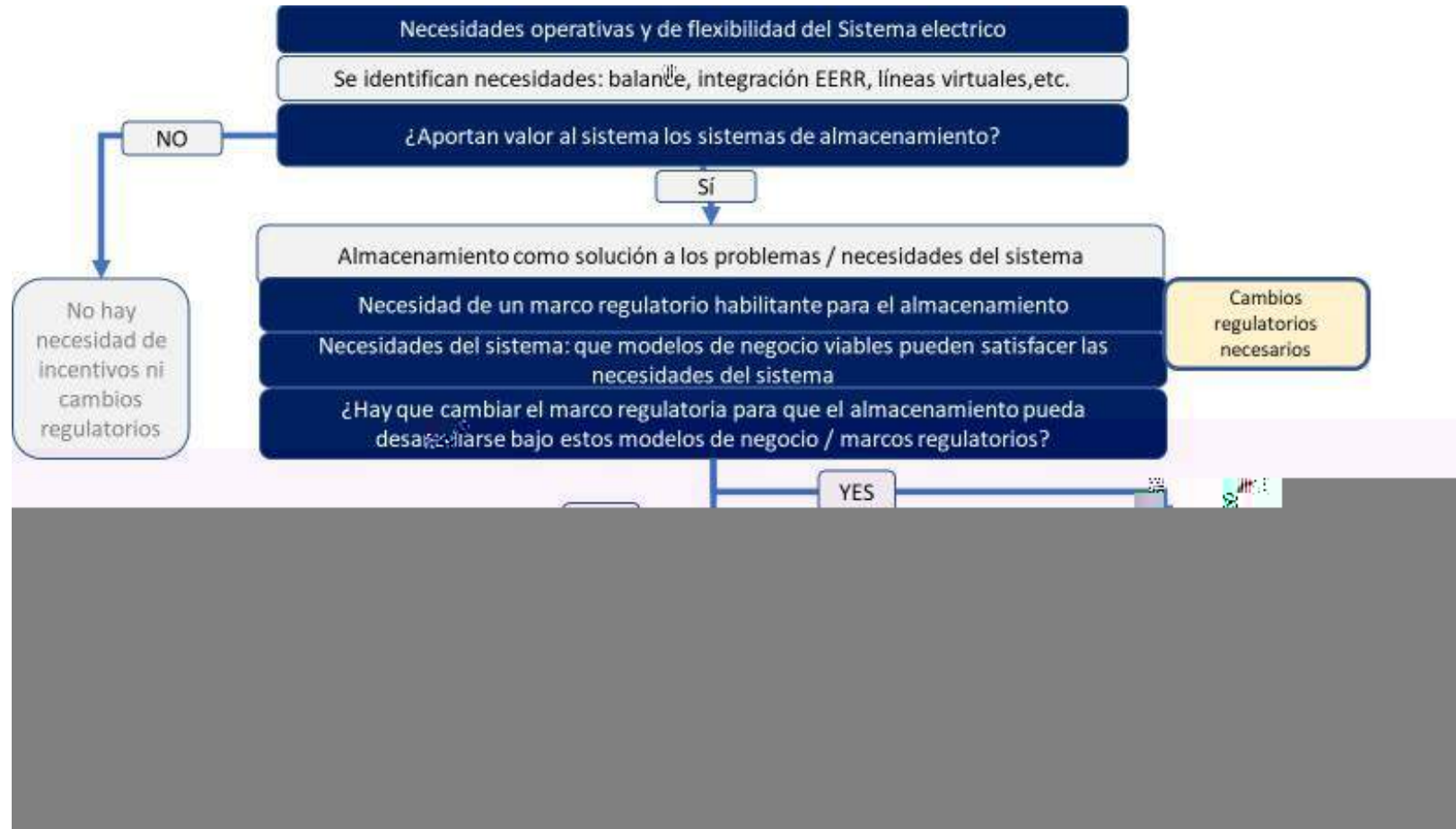
“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Barreras al desarrollo de almacenamiento

Regulatorias y de Mercado	Estructura de los mercados y señales de precio para incentivar la participación del almacenamiento
	Ausencia de mecanismos de participación plena del almacenamiento en mercados.
	Administrativas
	Requerimientos técnicos
Económicos y de modelo de negocio	Metodología de cálculo de peaje, impuestos y cargos.
	Falta de rentabilidad en las condiciones de mercado actuales.
	Limitadas fuentes de financiación
Normalización y Estándares de Interoperabilidad	Ausencia de desarrolladores.
	Necesidad de empleo intensivo de las tecnologías de información y comunicación y de la interoperabilidad entre los distintos recursos distribuidos.
Sociales y Medioambientales	Necesidad de formación y capacitación de los profesionales de los sectores industrial y energético en todas las etapas de la cadena de valor.
	Adecuación del despliegue del almacenamiento a los retos medioambientales, mitigando todo posible impacto asociado.

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Checklist para diseño regulatorio



“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Elementos críticos del marco regulatorio del almacenamiento (I)

Cuestión regulatoria	Alternativas / elementos a definir
Consideración / definición general del almacenamiento	<ul style="list-style-type: none">Definición del ALM como nuevo agente de mercado.Tratamiento del ALM como generador y/o demanda.Consistencia entre la legislación / definición general y los normas, códigos de red, etc.
Operación y titularidad del almacenamiento	<ul style="list-style-type: none">¿Quiénes están autorizados a poseer y operar activos de almacenamiento?¿Puede el operador del sistema operar ALM?¿Bajo qué supuestos? Problemas de competencia.
Supervisión	<ul style="list-style-type: none">Monitoreo de la actividad de almacenamiento.Información sobre capacidades de almacenamiento.
Integración con otras tecnologías – hibridación	<ul style="list-style-type: none">Bajo qué condiciones se permite y actúa la hibridación: generación con almacenamiento.Impacto en el desarrollo, tramitación y operación de proyectos
Peajes y cargos del sistema	<ul style="list-style-type: none">Que peajes y cargos del sistema aplican al almacenamiento¿Aplicación de peajes al consumo en las recargas?¿Aplicación de cargos a la generación cuando descarga?

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Elementos críticos del marco regulatorio del almacenamiento (II)

Cuestión regulatoria	Alternativas / elementos a definir
Acceso y conexión	<ul style="list-style-type: none">• Tratamiento del almacenamiento a efectos de acceso y conexión: generador y/o demanda.• Acceso y conexión de almacenamiento híbrido.• Requerimientos técnicos: códigos de red.
Tramitación y autorización de proyectos	<ul style="list-style-type: none">• Requerimientos medioambientales.• Procedimiento de autorización.
Participación en mercados	<ul style="list-style-type: none">• En que mercados puede operar el almacenamiento. Bajo que condiciones
Remuneración de servicios / capacidades	<ul style="list-style-type: none">• Servicios al sistema existentes.• Participación del almacenamiento.• Complementariedad de ingresos: “Revenue Stacking”
Esquema tarifario	<ul style="list-style-type: none">• Tarifas horarias a consumidor final.• Mecanismo de precios mayorista.
Almacenamiento detrás del contador – autoconsumo	<ul style="list-style-type: none">• Regulación de la generación para autoconsumo.• Incentivos para la instalación de autogeneración con almacenamiento.

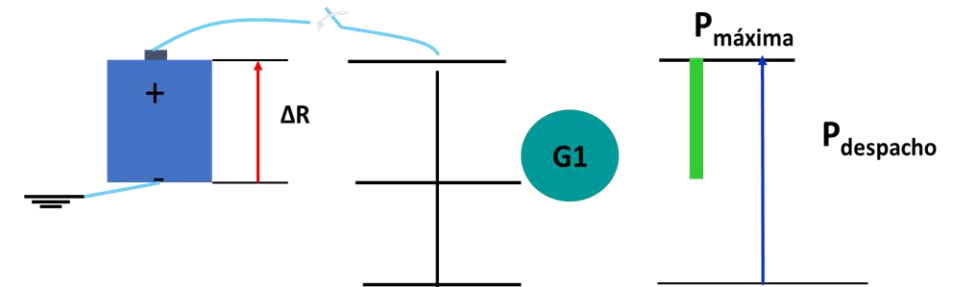
“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

EXPERIENCIA EN LATINOAMÉRICA Y EL CARIBE

Chile: Primer BESS instalado en Sudamérica

52 MW de BESS Ion-Litio instalados en Chile para Reserva en Giro (2009).

Bajo la modalidad “liberación de capacidad”
Otorga la reserva en giro obligatoria de una central térmica



“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Dictamen N° 3-2009 del año 2009

Discrepancia: Procedimiento DP del CDEC-SING “Tratamiento Dispositivos Tipo BESS”

Esta es la única reglamentación que hasta el año 2019 permite la instalación de equipos BESS, bajo la modalidad indicada, “adosados” a una máquina térmica

Ley 20936 del 20 de julio de 2016

Incorpora la figura de Almacenamiento como nuevo agente coordinado

Decreto 128 del 2016: “Reglamento para centrales de bombeo sin variabilidad hidrológica” del 12/10/2016

Fija remuneración de potencia para Bombeo

Modificación Decreto Supremo 62, Noviembre de 2017

Este proyecto de reglamento fija la remuneración de potencia para todos los Sistemas de Almacenamiento, no sólo para centrales de bombeo como en el Decreto 128 de 2016

Fija una remuneración de potencia basada en el almacenamiento de 5 horas continuas

Fue sometido a consulta ciudadana, pero no ha ingresado a Contraloría hasta ahora

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Chile: Últimos Reglamentos

Reglamento de la coordinación y operación del Sistema Eléctrico Nacional (2019)

- Sistemas de Almacenamiento pueden participar en:
 - SSCC
 - Como instalaciones de transmisión
 - Arbitraje de energía
- No pueden vender energía a clientes
- Fija el mecanismo (2) para que el Sistema de Almacenamiento participe en el Despacho

Reglamento de SSCC (2019)

- Los Sistemas de Almacenamiento de Energía estarán habilitados para prestar Servicios Complementarios
- Se debe compatibilizar Sistemas de Almacenamiento de Energía que presten servicios complementarios con el arbitraje de precios de energía
- Los Sistemas de Almacenamiento de Energía que presten SSCC, no participarán en los balances de transferencias de energía por sus inyecciones
- **y retiros**
 - Los retiros de energía desde el sistema eléctrico efectuados por un Sistema de Almacenamiento de Energía para la prestación de Servicios Complementarios no estarán sujetos a los cargos asociados a Clientes Finales

Propuesta Reglamento de Potencia (2021)

- Establece remuneración para centrales renovables con almacenamiento

Ley Promoción de Almacenamiento, 2022

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Chile: nuevos proyectos con BESS

Virtual Dam (año 2021)

10 MW/5 horas, instalados para aumentar pago de potencia firme de una central hidráulica

Las centrales hidráulicas con regulación de 5 horas reciben mayor pago de potencia para la misma energía anual

Proyecto Solar/BESS híbrido (un solo inversor)

112 MW BESS/ 180 MW solar

Permite arbitraje de energía y aumenta pago por potencia de central solar

Chile: lecciones aprendidas

En general, en Chile los proyectos BESS han sido más rápidos que la reglamentación

Primer proyecto en 2009 y se debió “crear” regulación especial

Proyecto “virtual dam” se justifica por una especial característica del pago por potencia en Chile

Recién hace pocas semanas una nueva ley reconoce al almacenamiento como nuevo agente (no Generador, no Transmisor, no Distribuidor)

En el actual plan de expansión de transmisión se han incluido BESS para control de flujo

Servicio Mercado	Aplicación	Chile	Colombia	Perú
Mercado mayorista	Electric energy time shift (Arbitraje)	<ul style="list-style-type: none"> - Despacho de pool de costo mínimo (basado en costos) - Optimización en la asignación de energía ESS - Mercados puramente financieros a plazo - Precios marginales nodales - Baja granularidad - Capacidad instalada de 112 MW, sistema híbrido fotovoltaico, 5 horas 	<ul style="list-style-type: none"> - Precio único - "Despacho Factible" - Precios de conciliación regulados para redespacho - Baja granularidad 	<ul style="list-style-type: none"> - Despacho de pool de costo mínimo (basado en el costo) - Mercados puramente financieros a plazo - Precios marginales nodales - Alta granularidad
	Mercado de capacidad	<ul style="list-style-type: none"> - Pagos explícitos por capacidad - Definición clara de las horas pico 	<ul style="list-style-type: none"> - NO Pagos por capacidad 	<ul style="list-style-type: none"> - Pagos explícitos por capacidad - Definición clara de las horas pico
	Virtual Dam / Presa Virtual	<ul style="list-style-type: none"> - Pagos explícitos de capacidad - 10 MW de capacidad instalada, 5 horas 	<ul style="list-style-type: none"> - NO Pagos por capacidad 	-

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Servicio / mercado	Aplicación	Chile	Colombia	Peru
Servicios complementarios: Control de frecuencia	“Spinning reserve”, otras reservas y suplementarias, emulación de inercia	<ul style="list-style-type: none"> - Co-optimización no práctica de la adquisición de servicios auxiliares de control de frecuencia y energía - Mercados puramente financieros a plazo - Precios marginales nodales - Granularidad baja - “Stamp allocation” - Capacidad de instalación de 52 MW, 1 hora, para liberar capacidad térmica durante la crisis de gas 	<ul style="list-style-type: none"> - Contratación de servicios auxiliares de control de frecuencia y energía secuencial - Precio único - Baja granularidad - “Stamp costs” 	<ul style="list-style-type: none"> - Co-optimización no práctica de la adquisición de servicios auxiliares de control de frecuencia y energía - Precios marginales nodales - Alta granularidad - Asignación de costos de generación
Servicios auxiliares de control de voltaje	Soporte de voltaje	<ul style="list-style-type: none"> - Adquisición mediante subastas a largo plazo - Obligatorio a costo regulado en situaciones no competitivas - Define servicios y dejar que las tecnologías compitan para brindarlos 	<ul style="list-style-type: none"> - Obligatorio sin retribución 	Obligatorio sin retribución
Sistema de recuperación Servicios complementarios	Black Start,	<ul style="list-style-type: none"> - Adquisición mediante subastas a largo plazo - Obligatorio a costo regulado en situaciones no competitivas - Define servicios y dejar que las tecnologías compitan para brindarlos. - Precios marginales nodales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Precio único - Opcional 	<ul style="list-style-type: none"> - Solo una situación particular en el sur del Perú, - reglas especiales para instalar black start

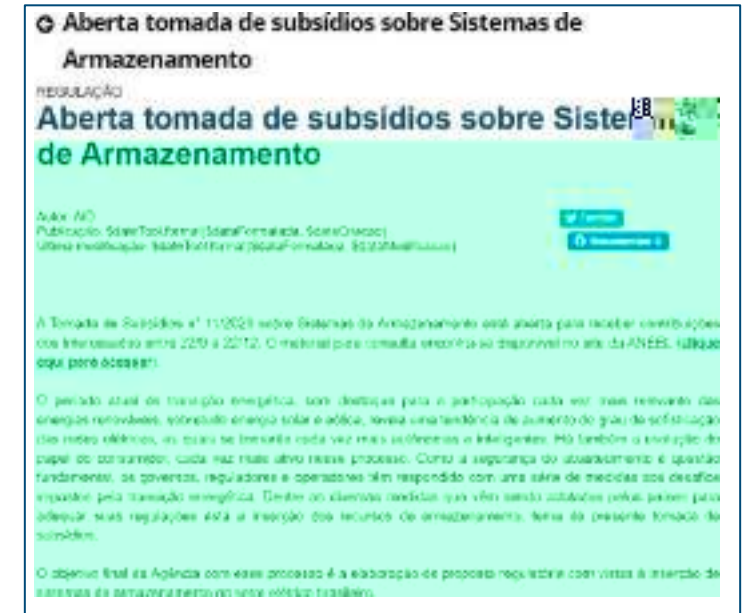
“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Servicio / mercado	Aplicación	Chile	Colombia	Perú
Gestión de tarifa en cliente final – Energy Management Systems	<ul style="list-style-type: none"> • “Peak Shaving” • Calidad de suministro • Seguridad de suministro • Gestión de demanda. • Optimización de autoconsumo 	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilidad limitada de “smart meters” - Net-Metering - Retail integrado en Monopolio de Distribución 	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilidad limitada de “smart meters” - Net-billing 	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilidad limitada de “smart meters” - Retail integrado en Monopolio de Distribución
Soluciones off-grid	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas solares domésticos • Minirredes: servicios de estabilidad del sistema • Mini-redes: facilitando una alta penetración de VRE 	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilidad limitada de “smart meters” - Net Metering 	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilidad limitada de “smart meters” 	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilidad limitada de “smart meters” - Net-metering

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Brasil: Iniciativas Regulatorias Recientes

- La **Ley nº 14.300 de 2022**, establece que la micro y mini generación distribuida (MMGD) fotovoltaica puede ser despachable si cuenta con baterías con una capacidad de modulación de al menos el 20% de la capacidad de generación mensual de la planta generadora y es despachada por un controlador local o remoto.
- La **Resolución Normativa nº 1.009 de 2022 de la ANEEL** establece que los avisos de contratación de energía de GD por parte de la distribuidora pueden incluir sistemas de almacenamiento.
- La **Resolución Normativa nº 1.016 de 2022 de la ANEEL** define que, después del otorgamiento, contratación e instalación de una central generadora contratada mediante subasta en los Sistemas Aislados, el vendedor podrá reponer en la central generadora existente que tenga fuentes no renovables, unidades generadoras renovables con almacenamiento, el producto contratado y las cantidades mínimas de potencia y energía.
- ANEEL también elaboró dos tomas de subsidios (**TS nº 11/20 y TS nº 11/21**) buscando comprender la visión de los agentes del sector sobre Almacenamiento y Recursos Energéticos Distribuidos, respectivamente. Durante la TS nº 11/21, los agentes fueron unánimes en solicitar la elaboración de un marco regulatorio para el almacenamiento.



Brasil: Uso de Baterías en Áreas Remotas del Norte

- Programa creado por el Gobierno Federal en 2020 y destinado a atender a la población de bajos ingresos de Regiones Remotas de los Estados de la Amazonía Legal.
- Representa una extensión del Programa Luz para Todos (PLpT) que fue creado en 2003 para ayudar a las familias rurales que no tenían acceso a los servicios públicos de electricidad a través de la ampliación de la red.
- Prevé el uso de fuentes renovables de generación de electricidad e **incluye la posibilidad de usar almacenamiento** para reemplazar la generación de diesel o gasolina en comunidades off grid.
- Válido hasta el final de 2030.
- 90% de los recursos provienen de la Cuenta de Desarrollo Energético¹ (CDE) y 10% de la distribuidora.

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

NORMAS Y REGLAMENTOS

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Emisión de la Ley: 2001

- Publicada en la Gaceta Oficial No. 10095

Modificación Ley No. 186-07

- Agosto 2007

Modificación Ley General No. 125-01

- 2012

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Definición de Energía No Convencional

- Todas las renovables salvo hidroeléctrica > 5MW
- Cogeneración
- **Nuevas aplicaciones con beneficios similares a las Renovables.**

Incentivo a las Renovable

- Preferencia en compra y despacho
- Igualdad en precios y condiciones en la venta y despacho de electricidad
- Exenta de pagos de impuestos nacionales o municipales por 5 años a partir de fecha de instalación

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Liquidación CDEEE

- Fomento de transparencia, fortalecimiento institucional y
- Fortalecimiento institucional
- Apoyo a la competitividad eléctrica

Creación Pacto Eléctrico (Reforma)

- Elaboración borrador reglamento del aplicación
- Promoción de contratos PPA
- Continuidad al programa “uso racional de la energía”
- Seguridad e infraestructura energética (enfocado a plan anual de mantenimiento)

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Principios de Iniciativa Renovable en LAC

- Reducción de GEI
- Meta 25% de penetración renovable a 2025
- Meta 70% de penetración renovable a 2030

Proyecciones

- **Integración de Energías Renovables Variables**

Capacitación Adopción de Sistema de almacenamiento de energía de batería (SAEB/BESS) Republica Dominicana

1. NFPA 1, Código de incendios: Aborda los problemas de incendios y seguridad humana para el público y para los socorristas. La revisión de 2021 incluye requisitos en el Cap. 52 extraídos de NFPA 855, Norma para la instalación de sistemas estacionarios de almacenamiento de energía (ver a continuación).

1.

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

7. UL 1973, Norma para baterías para uso en aplicaciones estacionarias, de energía auxiliar de vehículos y de rieles eléctricos ligeros: es una norma de certificación para baterías y sistemas de baterías utilizados para el almacenamiento de energía. El enfoque de los requisitos de la norma está en la capacidad de la batería para soportar condiciones de abuso simuladas. UL 1973 se aplica a aplicaciones estacionarias de ESS, como instalaciones fotovoltaicas y sistemas de almacenamiento de energía de turbinas eólicas, así como sistemas de almacenamiento de energía especializados utilizados en operaciones de trenes eléctricos ligeros (LER).
7. UL 1741, Inversores, convertidores, controladores y equipos de sistemas de interconexión para uso con sistemas de energía distribuida: UL 1741 detalla los requisitos de seguridad aplicables a una variedad de equipos y componentes destinados a su uso en sistemas de energía autónomos o interactivos, incluidos inversores, convertidores y controladores de carga. , e interconectar el equipo del sistema.
7. IEC 62933, Sistemas de almacenamiento de energía eléctrica (ESS): la serie de normas IEC 62933 aborda específicamente varios aspectos de ESS, incluidos los métodos de prueba (IEC 62933-2-1), los requisitos de seguridad para ESS integrados en la red (IEC 62933-5-2), consideraciones de seguridad para ESS integrados en la red (IEC 62933-5-1), planificación y evaluación del rendimiento de ESS (IEC 62933-3-1) y orientación sobre cuestiones ambientales (IEC 62933-4-1).

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

10. IEC 62619, Requisitos de seguridad para celdas y baterías de litio secundarias, para uso en aplicaciones industriales—IEC 62619 especifica los requisitos y las pruebas para garantizar el funcionamiento seguro de las celdas y baterías de litio secundarias (recargables) utilizadas en ESS y en otras aplicaciones industriales. La seguridad eléctrica está cubierta por la cláusula 8 de la norma, que requiere la realización de un análisis de riesgos para determinar problemas de seguridad eléctrica específicos asociados con el uso previsto de un sistema o dispositivo de batería dado.
10. IEC 62109-1, Seguridad de convertidores de energía para uso en sistemas de energía fotovoltaica—Parte 1: Requisitos generales—IEC 62109-1 se aplica a equipos de conversión de energía utilizados en sistemas fotovoltaicos. La norma define los requisitos mínimos para el diseño y la fabricación de dichos equipos para la protección contra descargas eléctricas, energía, incendios, peligros mecánicos u otros para ayudar a garantizar un nivel técnico uniforme de seguridad en el equipo.

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

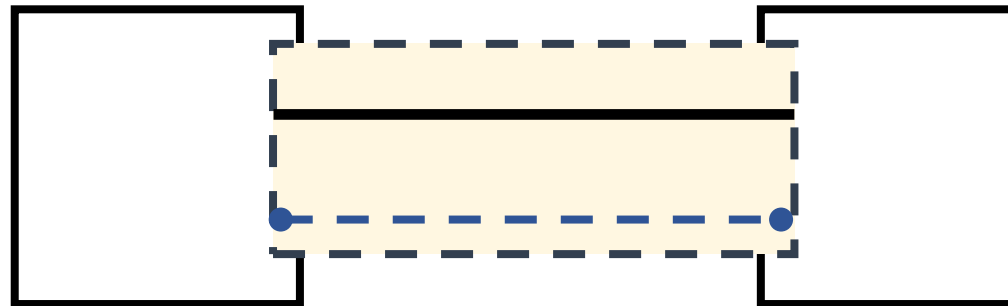
Estándar para la interconexión e interoperabilidad de recursos de energía distribuida con interfaces de sistemas de energía eléctrica asociados (<https://standards.ieee.org/standard/1547-2018.html>)

Patrocinado y publicado por IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos)

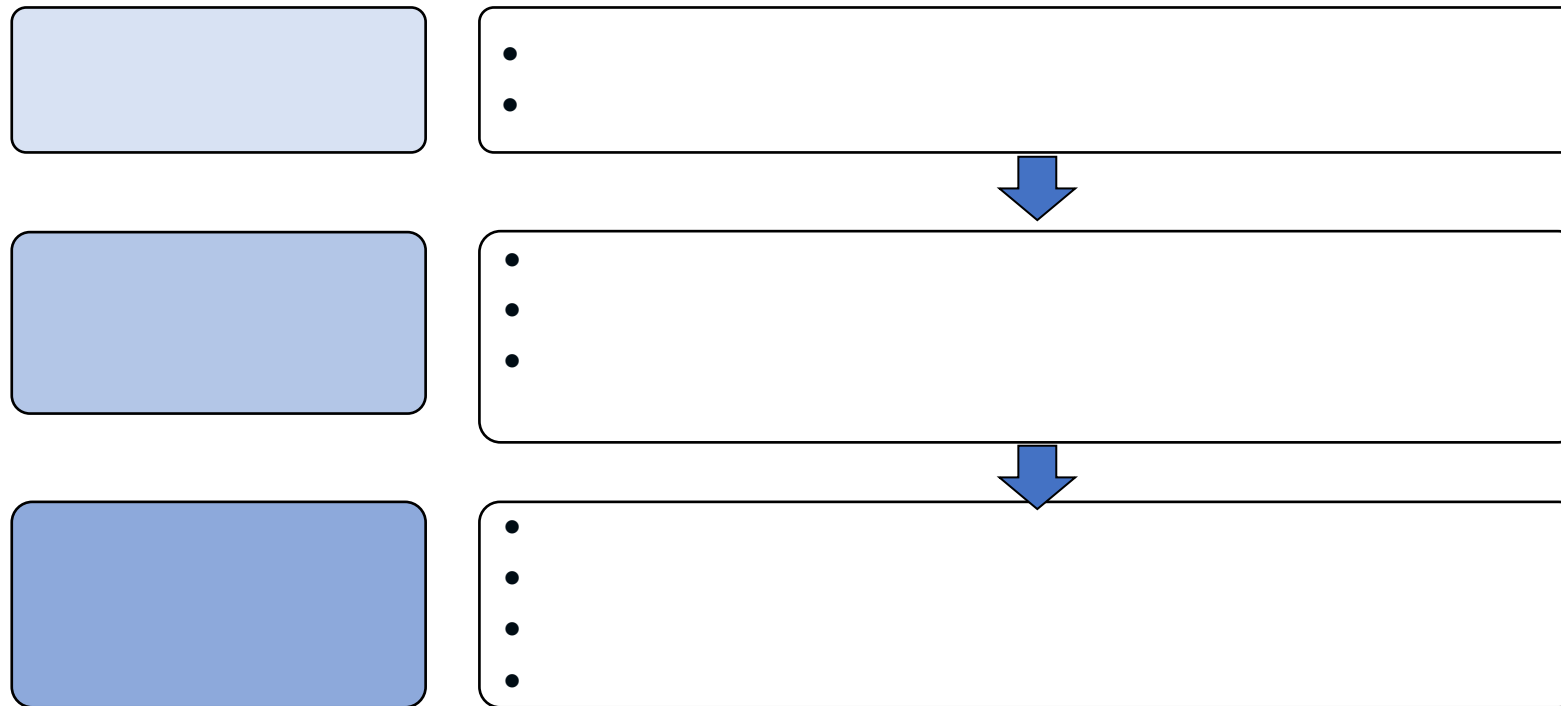
Citado en la ley federal (EPACT 2005) como base técnica prevista para los acuerdos, procedimientos y mejores prácticas de interconexión local

Sigue el riguroso proceso de desarrollo de estándares basados en el consenso de IEEE (para la revisión de 2018: ~130 miembros del grupo de trabajo, >380 votantes públicos)

Todos los estándares IEEE son voluntarios. (Se necesita una acción regulatoria de las comisiones estatales de energía para que forme parte de la práctica de interconexión local).



“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”



1. La respuesta de frecuencia es la capacidad de modular la potencia de salida en función de la frecuencia.
2. Capacidad obligatoria para las categorías II y III en condiciones de alta frecuencia, obligatoria para las categorías II y III en condiciones de baja frecuencia, opcional para la categoría 1
3. La respuesta inercial es la capacidad de los DER para modular la potencia activa en proporción a la tasa de cambio de frecuencia.

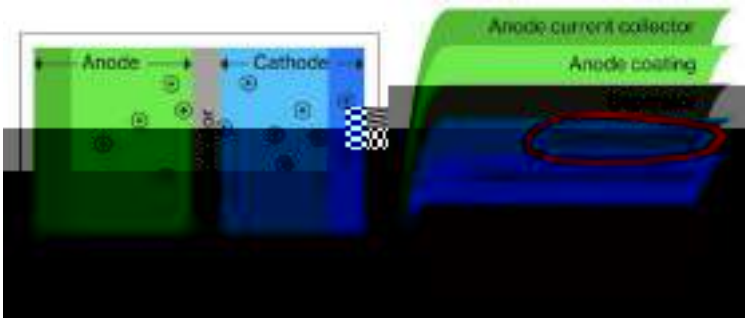
“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

TENDENCIAS EN BESS

INTTECH GROUP LLC – Soluciones Estratégicas Energéticas

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

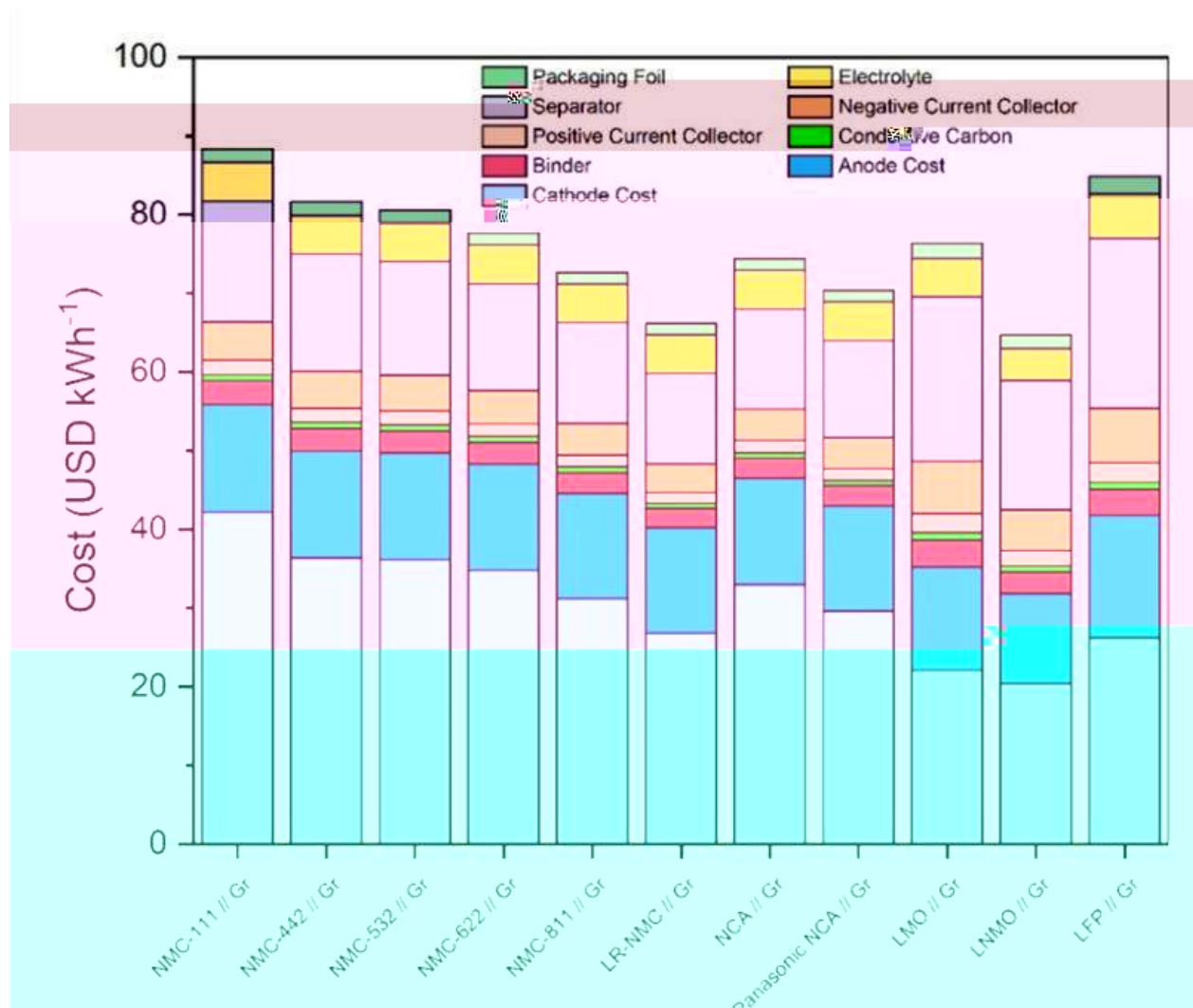
Tendencias en la química de las baterías



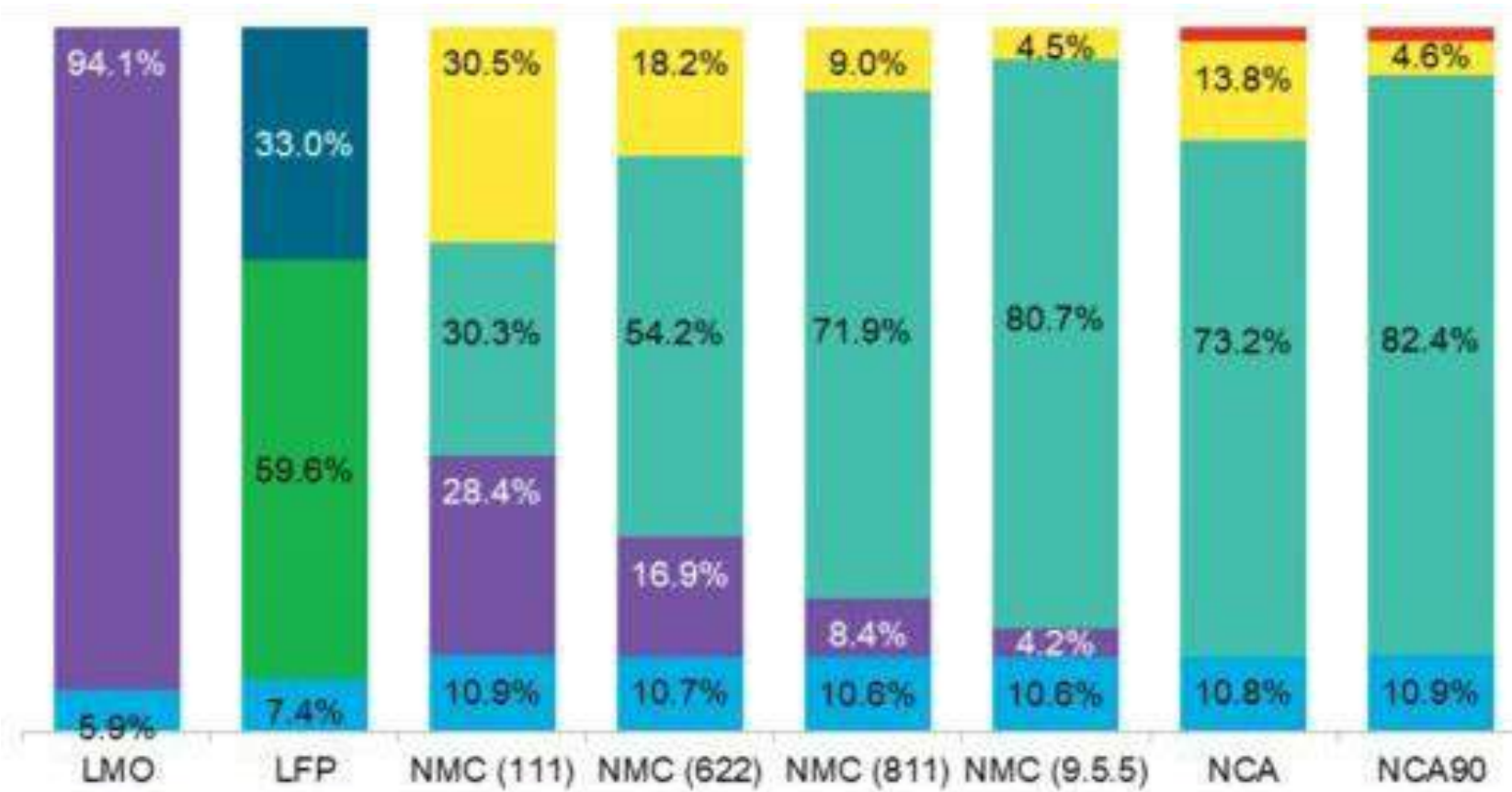
Química	Ventajas	Desventajas
NMC	Mayor densidad de energía (menor huella)	Mayor cambio de fuego debido a la fuga térmica Dependencia del suministro de cobalto y volatilidad de precios relacionada (cambio de mezcla)
LFP	El umbral de temperatura para la fuga térmica es más alto que NMC Costo más bajo últimamente Más proveedores y factores de forma (280Ah)	Menor densidad de energía (50% más huella) Degradación históricamente más rápida, sin embargo, las garantías actuales están a la par con los proveedores de NMC Incertidumbre del COS No es bueno para la regulación o el alisado solar.

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Tendencias en la química de las baterías



Tendencias en la química de las baterías



Source: BloombergNEF

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Tendencias del sistema de batería

TENDENCIAS DEL FACTOR DE FORMA DE CELDA



“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Tendencias del sistema de batería

CONTENERIZACIÓN



“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Tendencias del sistema de batería

CONTENERIZACIÓN



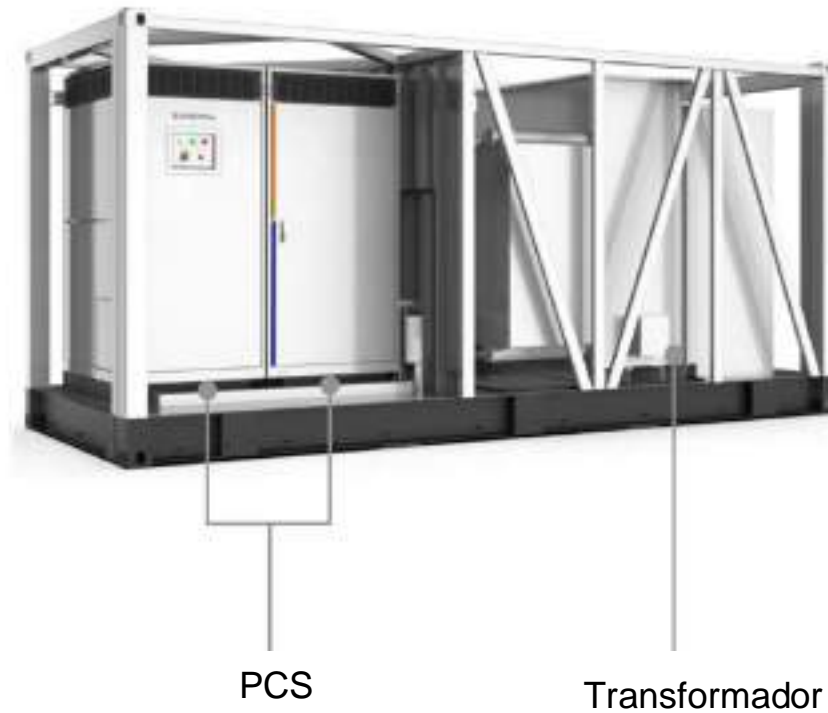
COLOCACIÓN ESPALDA CON ESPALDA



“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Tendencias del sistema de batería

SOLUCIONES MEDIO VOLTAJE INTEGRADA



“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Sistemas de próxima generación

Fluence Cube



Recinto: 8,4 pies de ancho x ~7 pies de profundidad x 8,3 pies de alto

Peso: 18,000 – 19,000 libras

Energía: 372 kWh DC por segmento

Celdas: CATL (1 rack de 372 CATL)

Gestión Térmica:

Enfriado por líquido

Seguridad:

Prevención de propagación

Detección de gases combustibles y supresión de incendios

Sistema UL 1973, UL 9540, UL 9540A

Características únicas:

Sistema altamente modular que permite a los diseñadores de sistemas agregar energía según sea necesario sin necesidad de un recinto de almacenamiento más grande

BMS y EMS propietario

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Sistemas de próxima generación

POWIN Stack750E



Gabinete: 7'11" de ancho x 5'2" de profundidad x 9'8" de alto

Peso: 20,000 libras

Energía: 750 kWh DC por segmento

Células: CATL, EVE Energía

Gestión Térmica:

Enfriado por aire: doble montaje en la parte superior, intercambiable en campo, HVAC por segmento

Seguridad:

Prevención de propagación (aerosol Stat-X)

Detección de gases combustibles y ventilación activa

Paneles de deflagración opcionales.

Sistema UL 1973, UL 9540, UL 9540A

Características únicas:

Viene con solución BMS y EMS

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Sistemas de próxima generación

Wärtsilä GridSolv



Recinto: 8 pies de ancho x 10 pies de profundidad x 9,5 pies de alto

Peso: 32,000 libras

Energía: 1.488 kWh CC por segmento

Celdas: CATL (4 racks CATL)

Gestión Térmica:

Enfriado por líquido

Seguridad:

Detección y selección de métodos de extinción de incendios.

Paneles de deflagración en techo

Sistema UL 1973, UL 9540, UL 9540A

Características únicas:

Sistema altamente modular que permite a los diseñadores de sistemas agregar energía según sea necesario sin necesidad de un recinto de almacenamiento más grande BMS y EMS propietario

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Sistemas de próxima generación

TESLA MEGAPACK 2 XL



Recinto: 23,5 pies de ancho x 5,4 pies de profundidad x 8,2 pies de alto

Peso: 57,000 libras

Energía: 3.892,8 MWh (2 horas) o 3.897 MWh (4 horas)

Celdas: CATL (anteriormente Panasonic o Samsung)

Gestión Térmica:

refrigeración líquida

Supresión de incendios:

Ventilación activa, sin supresión

Sistema UL 1973, UL 9540

Características únicas:

Única oferta que tiene el PCS incluido en el mismo recinto que las baterías.

Las cargas auxiliares se alimentan desde el bloque de CC

La mayoría de los datos del sistema están restringidos.

Sin sistema de extinción de incendios

BMS y controlador de sitio

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Sistemas de próxima generación

SUNGROW ST2968UX BESS



Recinto: 30,5 pies de ancho x 5,6 pies de profundidad x 8,6 pies de alto

Peso: 57,320 libras

Energía: Configurable hasta 2.968 MWh

Celdas: BYD, REPT, CATL, Samsung

Gestión Térmica:

refrigeración líquida

Seguridad:

Prevención de propagación

Detección de gases combustibles y ventilación activa

Sistema UL 1973, UL 9540, UL 9540A

Características únicas:

La única oferta que tiene convertidores CC-CC integrados en el gabinete.

Combina bien con la solución de patín MV

BMS y controlador local pero sin EMS



“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Sistemas de próxima generación

BYD CUBE PRO



Recinto: 32 pies de ancho x 5,5 pies de profundidad x 8,7 pies de alto

Peso: 59,525 libras

Energía: Configurable hasta 2,8 MWh

Células: BYD

Gestión Térmica: Refrigeración líquida

Seguridad:

Prevención de propagación

Detección de gas combustible (H2) y ventilación activa

Sistema UL 1973, UL 9540, UL 9540A

Características únicas:

Primeras instalaciones en el cuarto trimestre de 2021

Paquetes de baterías grandes

BMS solo sin EMS



“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Sistemas de próxima generación

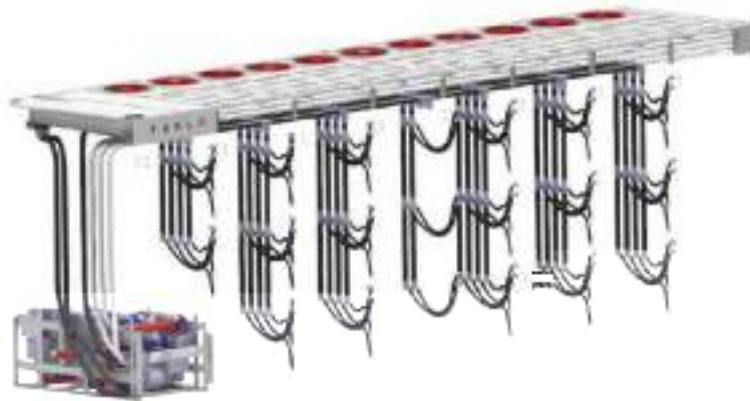
BYD CUBE PRO



“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Sistemas de próxima generación

TENDENCIAS DE GESTIÓN TÉRMICA



“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Sistemas de próxima generación

LG B-LINK



Recinto: 28,6 pies de ancho x 6,75 pies de profundidad x 9,5 pies de alto

Peso: 51,000 libras

Energía: Configurable hasta 2,86 MWh

Celdas: LG Chem NMC

Gestión Térmica:

Refrigeración por aire a nivel de rack

Montaje lateral HVAC

Seguridad:

Prevención de propagación (FM200)

Detección de gases combustibles y ventilación activa

Sistema de inyección de agua

Sistema UL 1973, UL 9540, UL 9540A

Características únicas:

Único sistema con módulo WIS

El folleto dice que se pueden apilar dos veces.

Solución NMC de mayor densidad

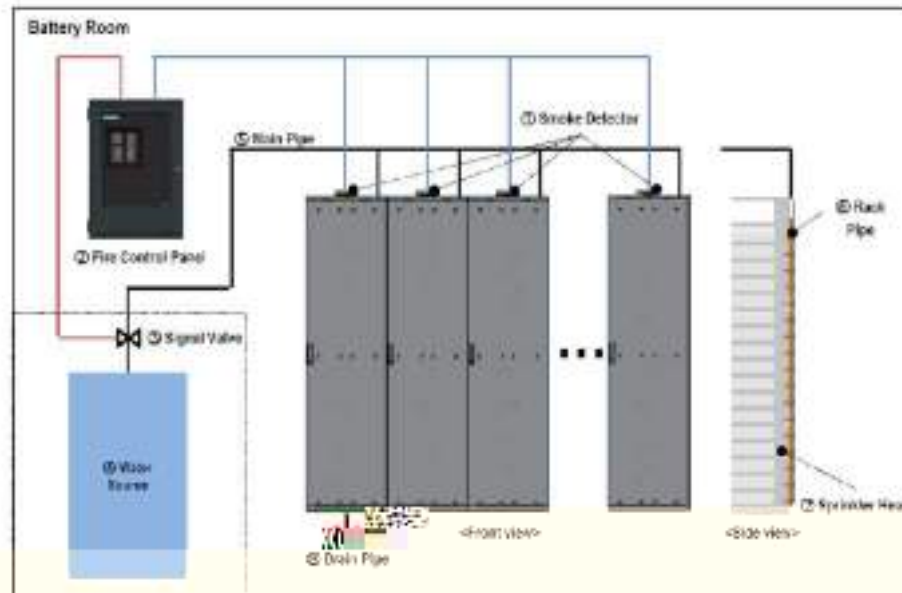
BMS solo sin EMS

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

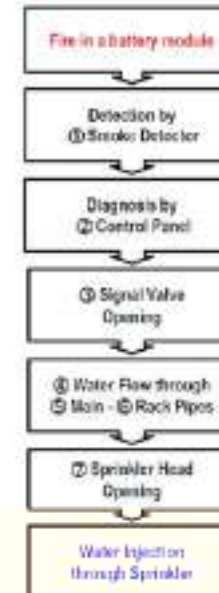
Sistemas de próxima generación

LG B-LINK

Direct Water Injection into an Event Module



Flow Chart



“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Sistemas de próxima generación

CATL Enerone Series



Recinto: 32 pies de ancho x 5,2 pies de profundidad x 9,7 pies de alto

Peso: ~60,000 libras

Energía: 3.727 MWh

Células: CATL

Gestión Térmica:

Enfriado por líquido

Seguridad:

Prevención de propagación (aerosol)

Detección de gases combustibles (H₂), detección de calor y humo y ventilación activa.

Sistema UL 1973, UL 9540, UL 9540A

Características únicas:

Sistema altamente modular que permite a los diseñadores de sistemas agregar energía según sea necesario sin necesidad de un recinto de almacenamiento más grande

BMS solo sin EMS

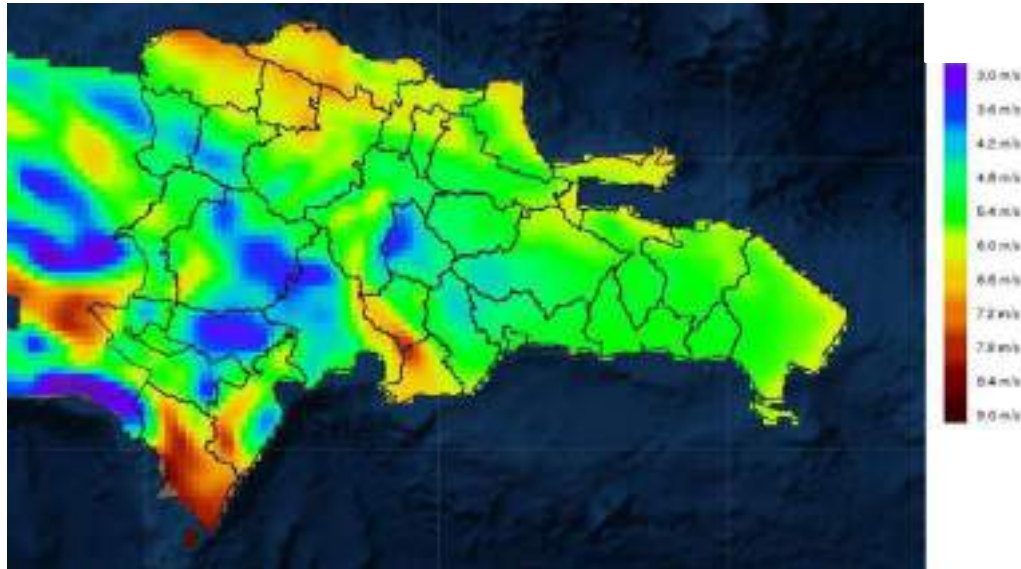


“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Variabilidad Espacial del Recurso

Velocidad del viento media a 80m de altura (m/s)

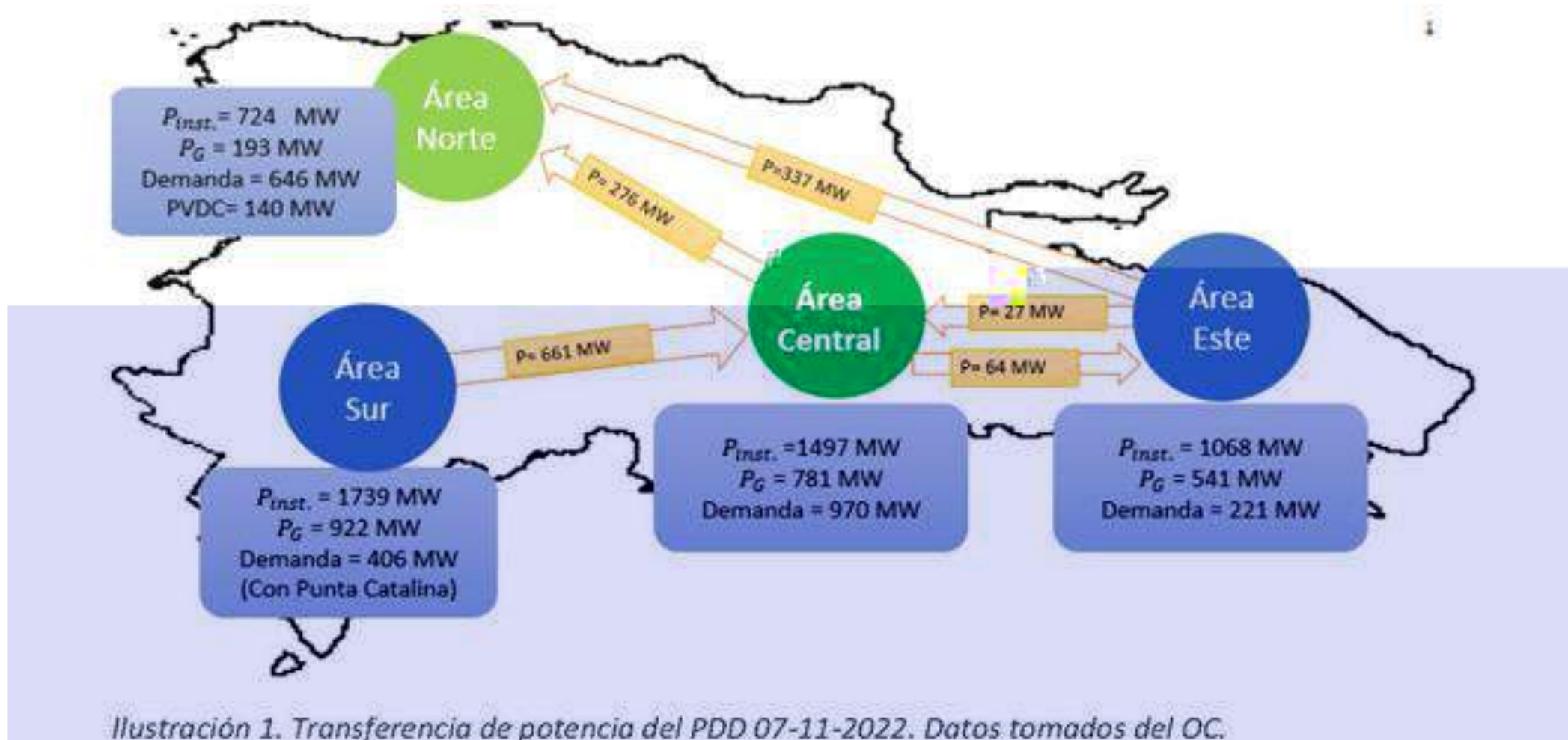


Irradiación horizontal global media (kWh/m²/día)



“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Variabilidad Temporal del Recurso



Fuente: Reporte de la CNE:

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Variabilidad Temporal del Recurso



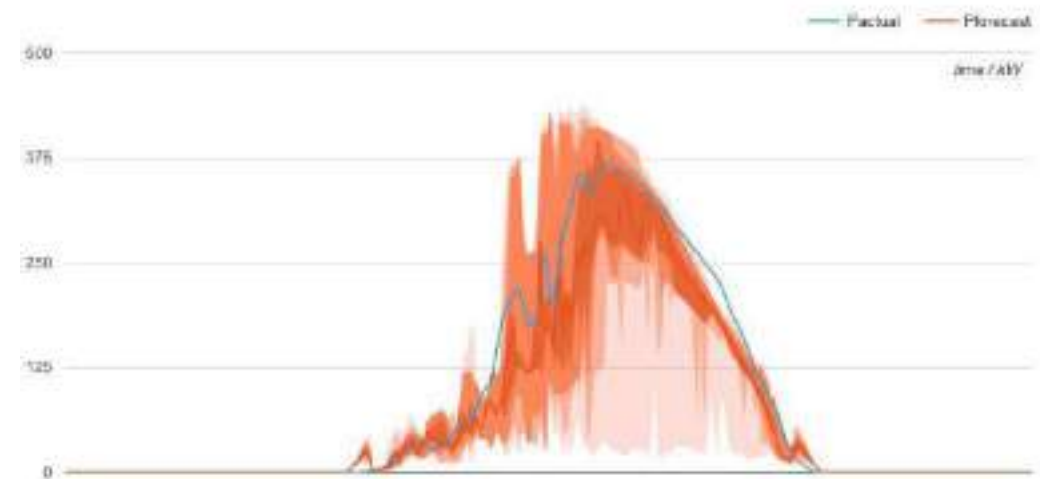
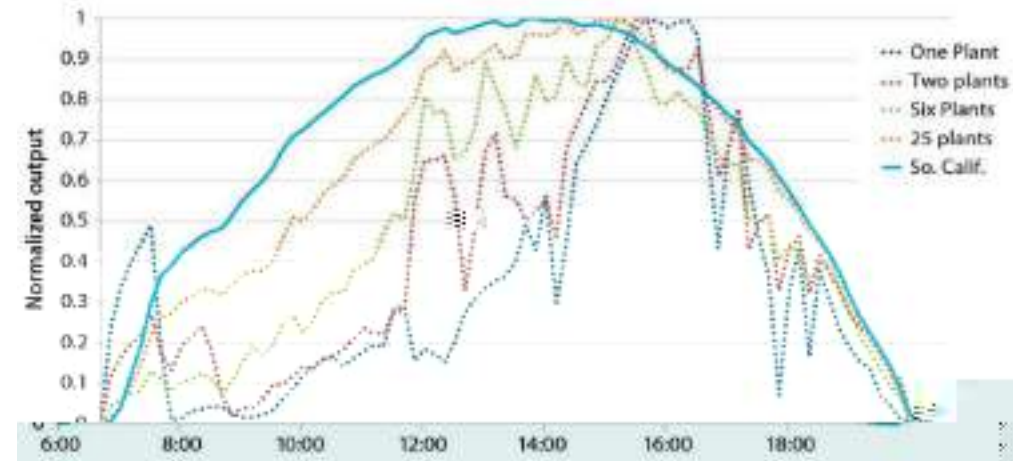
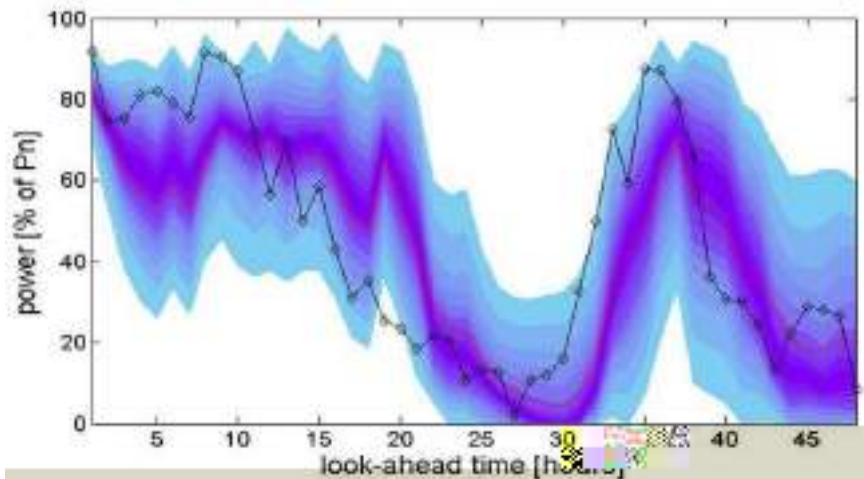
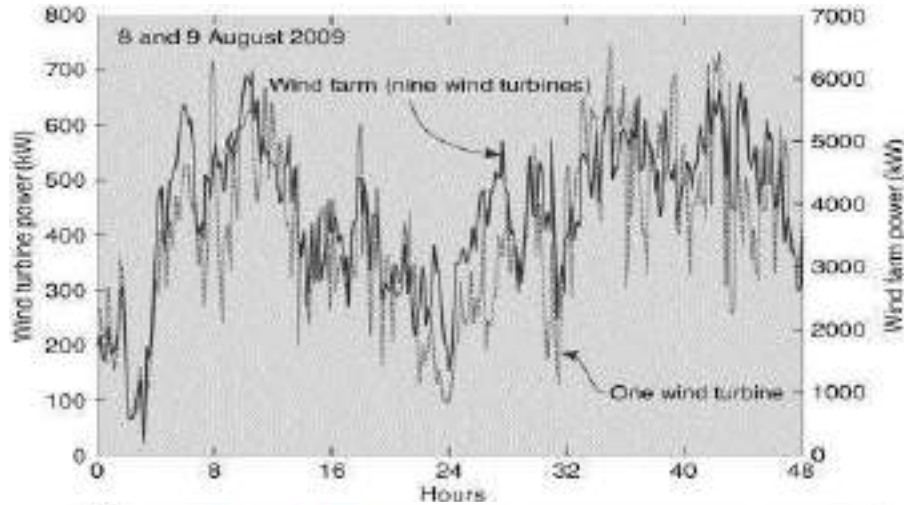
Fuente: Reporte de la CNE:

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Eólico

Variabilidad Temporal del Recurso

Solar



“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Caso de Disminución de Frecuencia

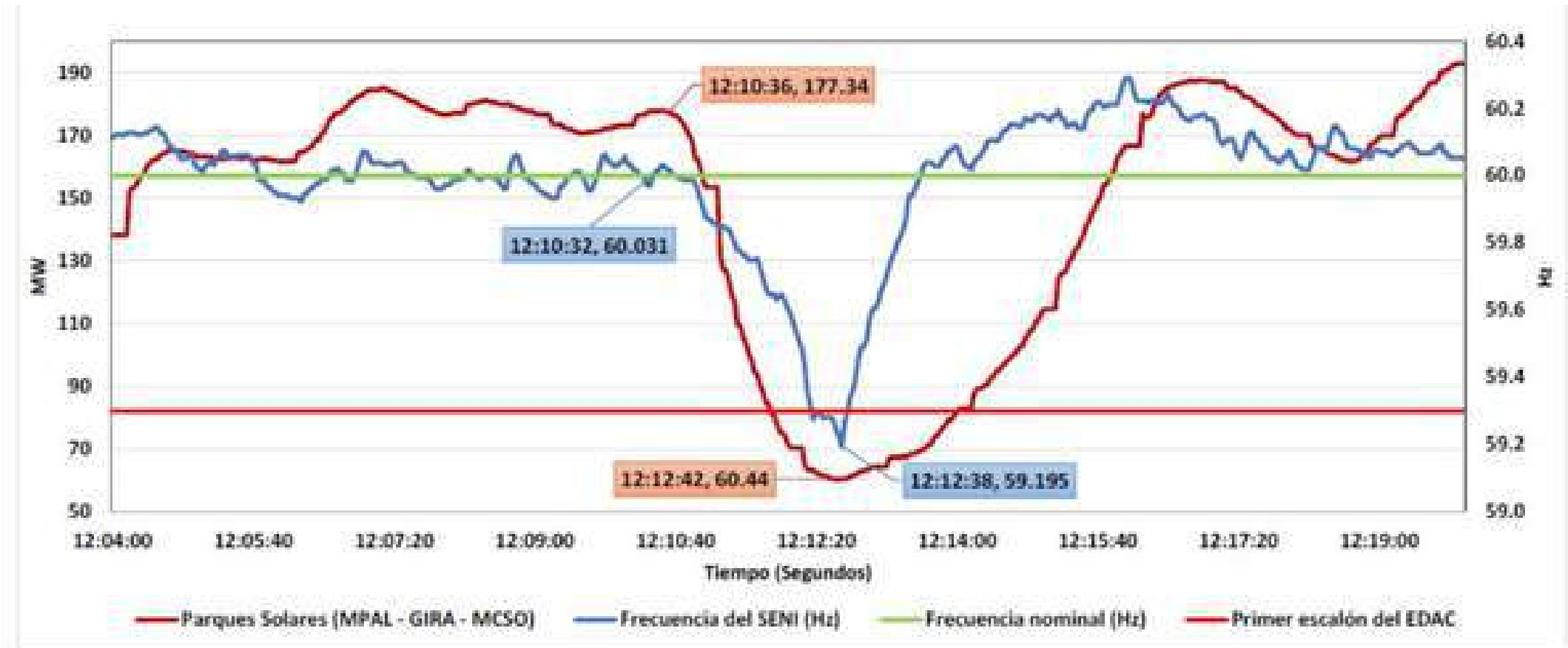


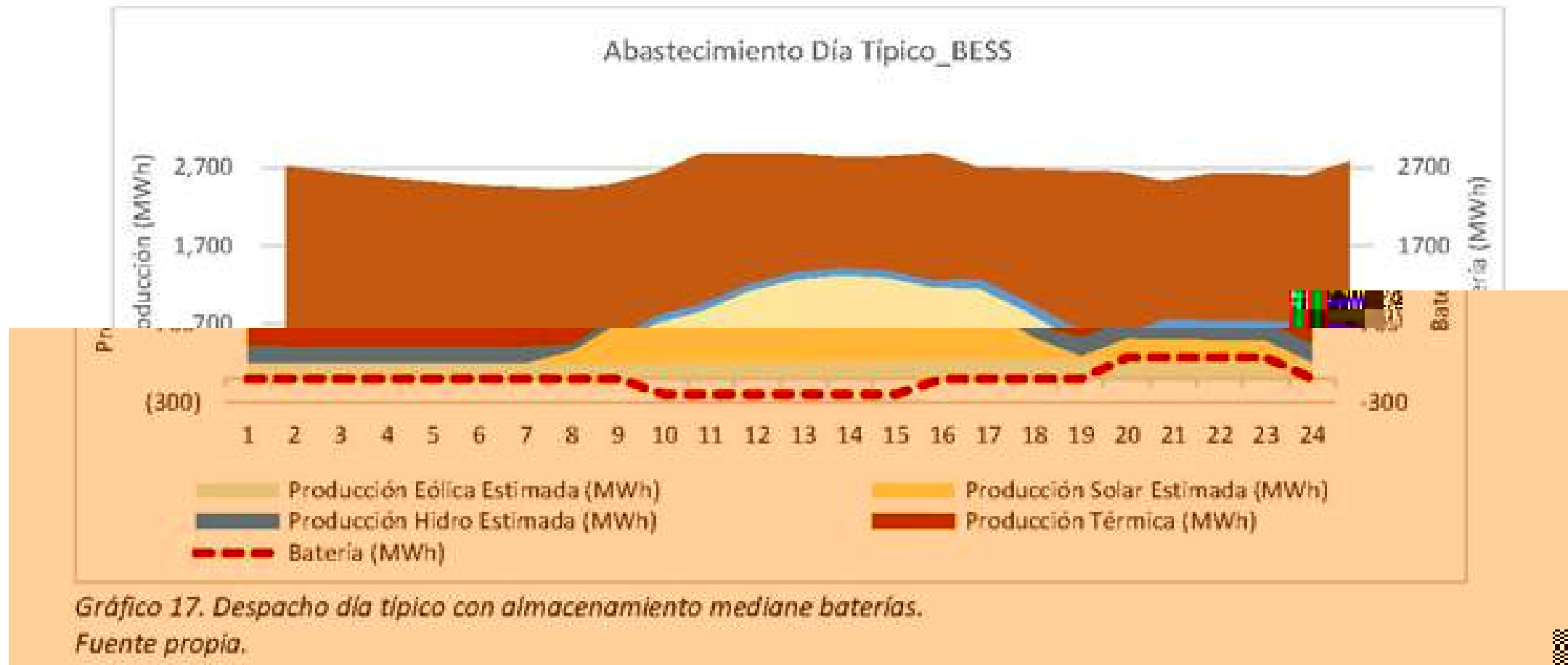
Gráfico 9. Frecuencia del SENI evento 20-02-2022

Fuente: Informe Mensual Eventos del EDAC febrero 2022, OC-SENI.

Fuente: Reporte de la CNE:

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Despacho Típico con BESS ~2025



Fuente: Reporte de la CNE:



Capacitación “Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

DIMENSIONAMIENTO ÓPTIMO E IMPACTOS

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Representación pública y privada del sector eléctrico para compartir datos e información, guiar el estudio y las preguntas que debe ayudar a contestar, revisar la metodología, y avalar el rigor técnico del estudio.

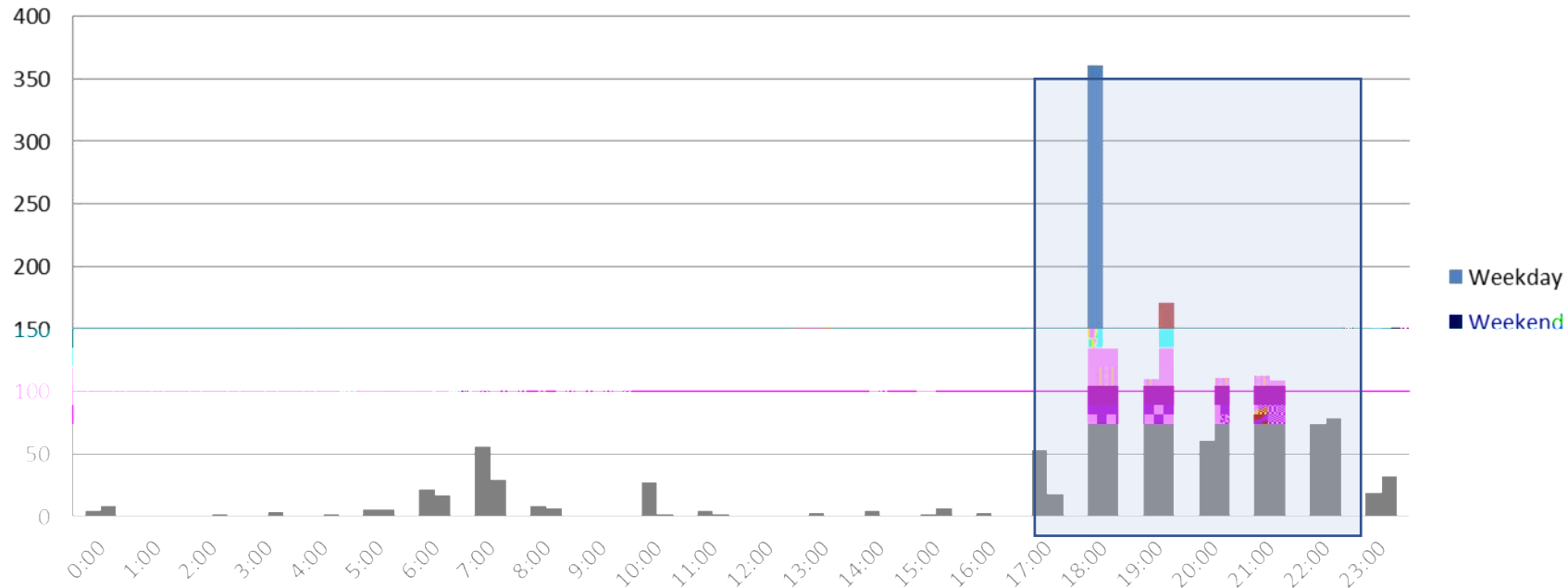
Datos del sistema y de los diferentes componentes e información sobre su operación actual.
Bases de datos de recursos eólico y solar validadas y de alta resolución espacial y temporal.

Herramientas y capacidad para modelar el sistema eléctrico con el mayor detalle posible.
Herramientas para el análisis y la visualización de los resultados de la modelación.

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Estrategias operativas accionables

Estrategia básica: Descarga promedio de batería



- **Puede recomendar posibles estrategias operativas para la batería**
 - Básico: descarga las baterías de ~1700 a 2200. Es probable que la carga de la mañana se deba a los días nublados.
 - Avanzado: cargue/descargue las baterías de manera diferente según la temporada, el pronóstico del tiempo, etc.
- **Restringir REopt para usar la estrategia básica**
 - Evaluar penalización por operación “no óptima”
 - ¿Vale la pena instalar controles costosos u operador 24/7 para pasar a una estrategia avanzada?

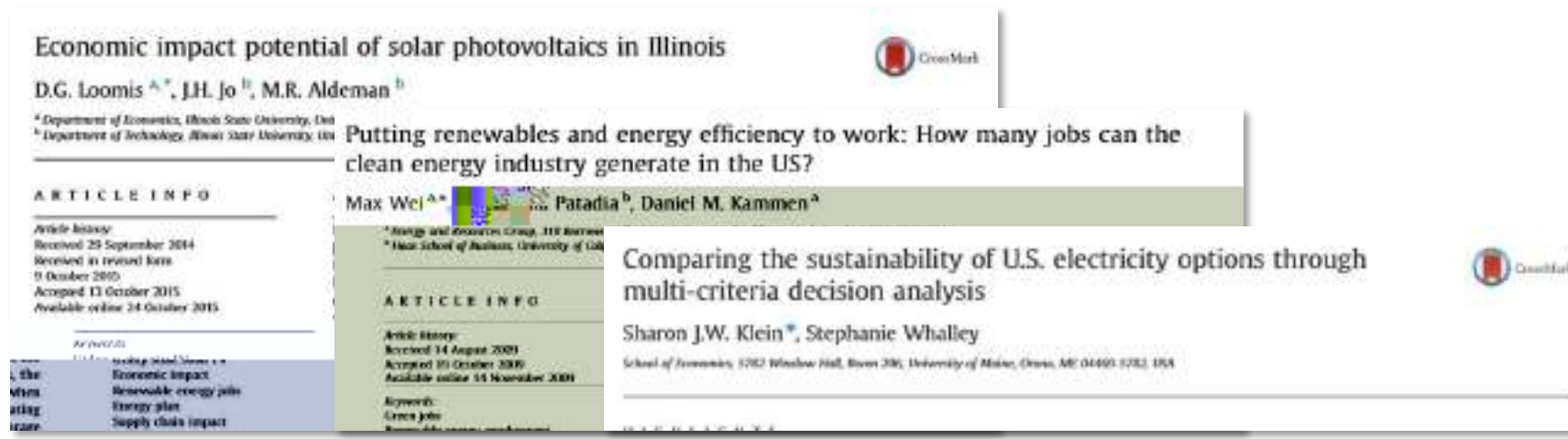
Herramienta JEDI

- JEDI – Jobs and Economic Development Impact
- Herramienta de cálculo de empleos y desarrollo económico, desarrollada por NREL
- Estima los impactos económicos propiciados por la construcción y operación de centrales de generación de energía

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Herramienta JEDI

- Usada por gobiernos, universidades, consultorías, desarrolladores de proyectos y otros
- Aproximadamente 3,000 descargas al año
- Mencionado en 70 artículos desde 2004



Ejemplo Simplificado



“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Modelo IO

- Los modelos insumo-producto sirven para estimar los efectos de una actividad comercial en el resto de la economía dentro de una región
- Los modelos IO capturan las transacciones entre las industrias de una región



Resultados

- Empleo regional, ingresos e impactos al PIB por industria
- Impactos resultantes de la actividad económica analizada
 - Incluye toda la cadena de suministro
 - Incluye actividad económica resultante de los gastos de los trabajadores

Resultados: Impactos directos

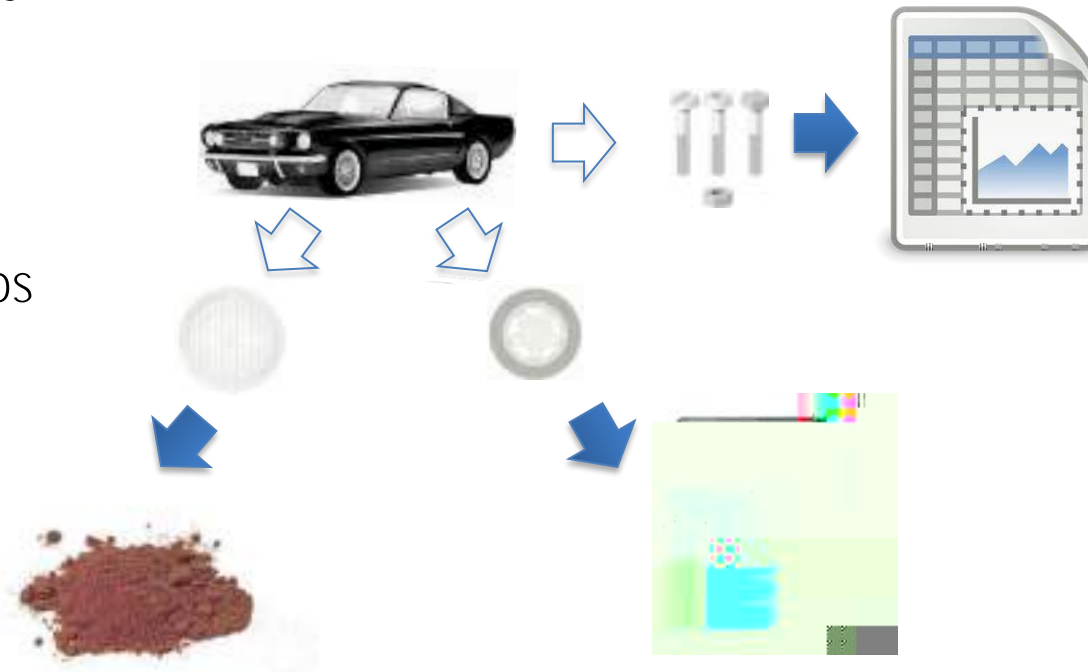
- Impactos inmediatos asociados con los gastos de inversión
 - Fuerza laboral y gastos directos (equipo)
 - Diseño, construcción, instalación, servicios públicos, transporte y logística



“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Resultados: Impactos indirectos

- Bienes o servicios necesarios para proveer los bienes y servicios directos
 - Cadena de suministro: extracción de materias primas, servicios para los negocios, manufactura

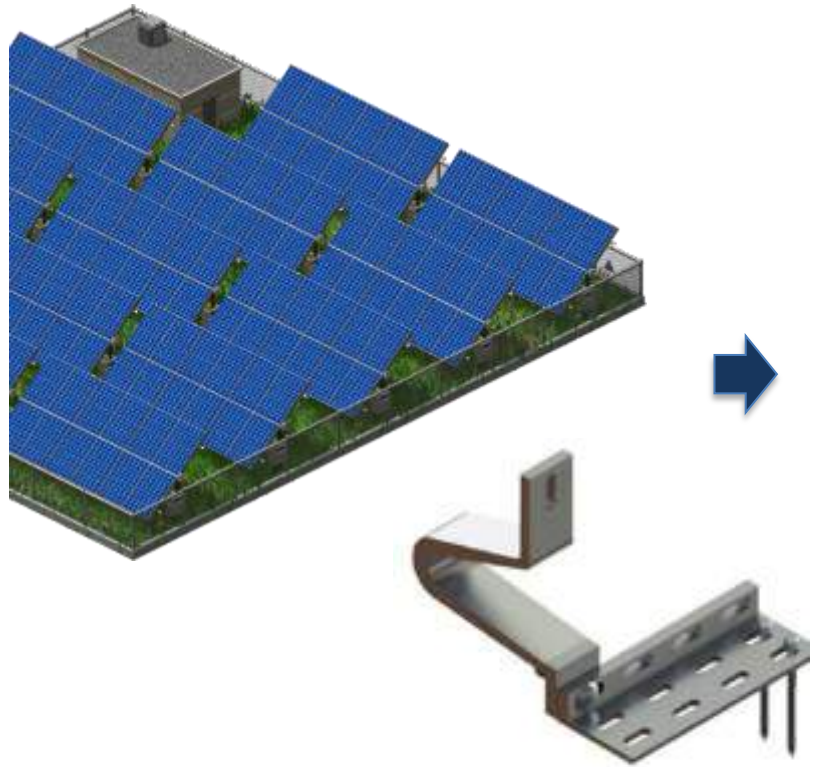


“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Resultados: Impactos inducidos

- Impactos resultantes de los gastos hechos por trabajadores directos e indirectos
 - Alimentos y agricultura, habitación, servicios de salud, educación, comercios





“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Indirectos



“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Efectos Directos, Indirectos e Inducidos



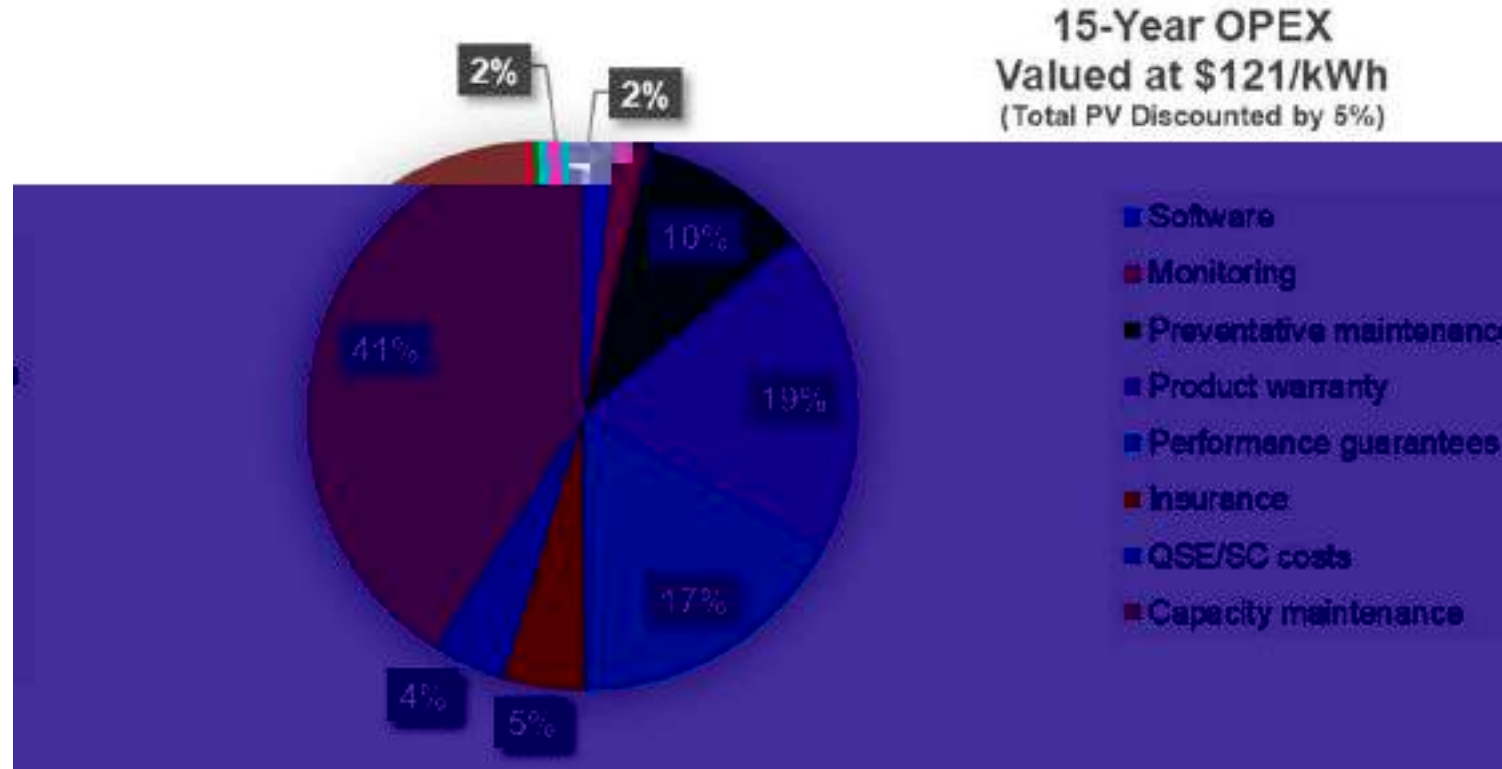
Duración de los impactos

- Construcción
 - Impacto único de duración relativamente corta
- Operación y mantenimiento
 - Impacto anual que se asume continuará durante la vida económica de un proyecto

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

MERCADO Y PROVEEDORES

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”



“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Bloques de hitos típicos*

Pago	Hito*
25%	Momento de Orden de compra
25%	En listo para enviar
25%	A la llegada al sitio
25%	At Hot Commissioning

Ahora los proveedores quieren que se pague el 80 % en lugar del 50 % antes del envío. Es un mercado de vendedores.

Proceso de puesta en marcha

Puesta en marcha en frío



Puesta en marcha en caliente



Finalización sustancial (pruebas en el sitio)



Pruebas ISO y de terceros



Finalización final (si corresponde)



Principales puntos de discusión

1. Depósito

- Bueno para que los compradores bloqueen los precios
- Bueno para el OEM de la batería si hay riesgo de crédito

2. Pago Final en la Terminación Sustancial o Final.

- El OEM de la batería prefiere el último pago en la puesta en marcha en caliente
- Bueno para el comprador

3. Hito adicional al inicio de la fabricación

- Bueno para batería OEM

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Precios de Baterías

Química	Reembolso o Pago
NMC111 (10 % litio, 28,4 % manganeso, 30,3 % níquel, 30,9 % cobalto)	Reembolso de \$0.25-0.35/lb - el reciclador le paga a usted.
NMC622 (10,7 % litio, 16,9 % manganeso, 54,2 % níquel, 18,2 % cobalto)	\$0.27-0.32 / lb de descuento: la recicladora te paga.
NMC811 (10,6 % litio, 8,4 % manganeso, 71,9 % manganeso, 9/6 % cobalto)	Reembolso de \$0.25-0.30/lb - el reciclador le paga a usted.
LFP (~ 7,4% de litio)	Usted paga al reciclador hoy, pero a medida que mejora la recolección de litio, se espera que esto se convierta en una propuesta de equilibrio en 1 a 3 años.
Baterías que no son de litio	Usted paga MUCHO al reciclador para que tome estos módulos/pilas porque no hay contenido valioso que pueda recuperarse y se trata como residuos plásticos mixtos.

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Tendencias de Adquisiciones

Opciones de Adquisición

- Bloque de CC (baterías en contenedores)
- Bloque de CA (hasta incluir PCS, MVT opcional, EMS opcional)
- Equipo BESS (Hasta incluir MVT, EMS opcional)
- BESS completamente integrado (hasta incluir MVT y EMS)
- Llave en Mano (Hasta incluir MVT y EMS y EPC)
- Solo EPC

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Diversificación del Panorama de Proveedores

ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS LLAVE EN MANO DEL AYER

Integrador Vertical – Equipo Propietario y EMS Propietario

**Fluence, Tesla, Wartsila, Powin, GE, Saft
Hitachi / ABB, Leclanche**

ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS LLAVE EN MANO DE HOY

Integrador Vertical – Equipo Propietario y EMS Propietario

Aún existe, pero con mucho
Competencia y presión de precios a la baja

Integrador de sistemas: EMS patentado pero independiente del equipo

RES, Flexgen, Energport, Honeywell
IHI, MHPS, Nidec

Integrador de sistemas: independiente del equipo y sin EMS

ConEd, Dynapower, Engie, Enel X, Hyosung, LSIS,
MEPPI, Sun Grid, WEG, Zentech, Ecube, Trina Storage

**Equipos Verticales –
Baterías + BOS pero sin EMS**

LG Energy Solutions, BYD, Sungrow, Samsung,
CATL, Risen, SYL Battery, Kore, Tesla, Narada

EPC+

Blattner Energy, Black and Veatch, Burns & McDonnell, CMS
CS Energy, CSI Electrical Contractors, Cupertino Electric, Depcom Power, Hanwha
Q Cells, Kiewit, LS Energy, McCarthy, Mortenson, Pike, Primoris, Rosendin, Signal
Energy, SOLV, Sargeant & Lundy, etc.

Baterías en contenedores

- Bastidores de batería
- Sistema de gestión de batería (BMS)
- Recinto(s) en contenedores o prefabricados
- Sistemas internos de CC y CA
- Sistema(s) de gestión térmica
- Sistema(s) de detección y extinción de incendios/humo
- Garantía y garantías de rendimiento
- Entrega al sitio
- Soporte de puesta en marcha

Los OEM de baterías suelen ofrecer soluciones de 1, 2 y/o 4 horas

Proveedor de Equipos Verticales

OEM que proporcionan un contenedor de batería patentado y PCS y/o MVT. Estas empresas a veces se comportan como integradores de sistemas, pero prefieren vender solo equipos.

Sungrow: contenedor de batería patentado, PCS, MVT (o MV Skid Solution), controlador local, garantía y garantías de rendimiento. No incluye un controlador de sitio, EMS, cableado BOS entre el contenedor de la batería y PCS y/o MVT.

Tesla: contenedor de batería patentado, PCS integrado, controladores locales y de sitio, EMS, garantía y garantías de rendimiento. Sin cableado MVT o BOS entre Megapack y MVT. Interfaz de usuario limitada.



EPC+

- Proporcione una solución llave en mano:
- proporcionar ingeniería
- Adquirir una batería en contenedor de terceros, por ejemplo, Sungrow, BYD, CATL, etc.
- Adquirir equipo BOP
- Proporcionar construcción (cableado BOS)
- Adquirir o asociarse con EMS de terceros
- Proporcionar garantía y garantías de rendimiento.

Sistema de conversión de energía (PCS)

OEMs que proveen de inversores/convertidores con garantía y puesta en marcha en sitio y soporte SAT. Los proveedores comunes incluyen:

- Proporcione una solución llave en mano:
- proporcionar ingeniería
- Adquirir una batería en contenedor de terceros, por ejemplo, Sungrow, BYD, CATL, etc.
- Adquirir equipo BOP
- Proporcionar construcción (cableado BOS)
- Adquirir o asociarse con EMS de terceros
- Proporcionar garantía y garantías de rendimiento.

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

Panorama de Proveedores



- Convergencia en sistemas de 1, 2 y 4 horas
- Refrigerado por líquido o aire
- Totalmente integrado, pre poblado
- Cumple con las CSR actuales

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

PRECIOS Y TENDENCIAS

INTTECH GROUP LLC – Soluciones Estratégicas Energéticas

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

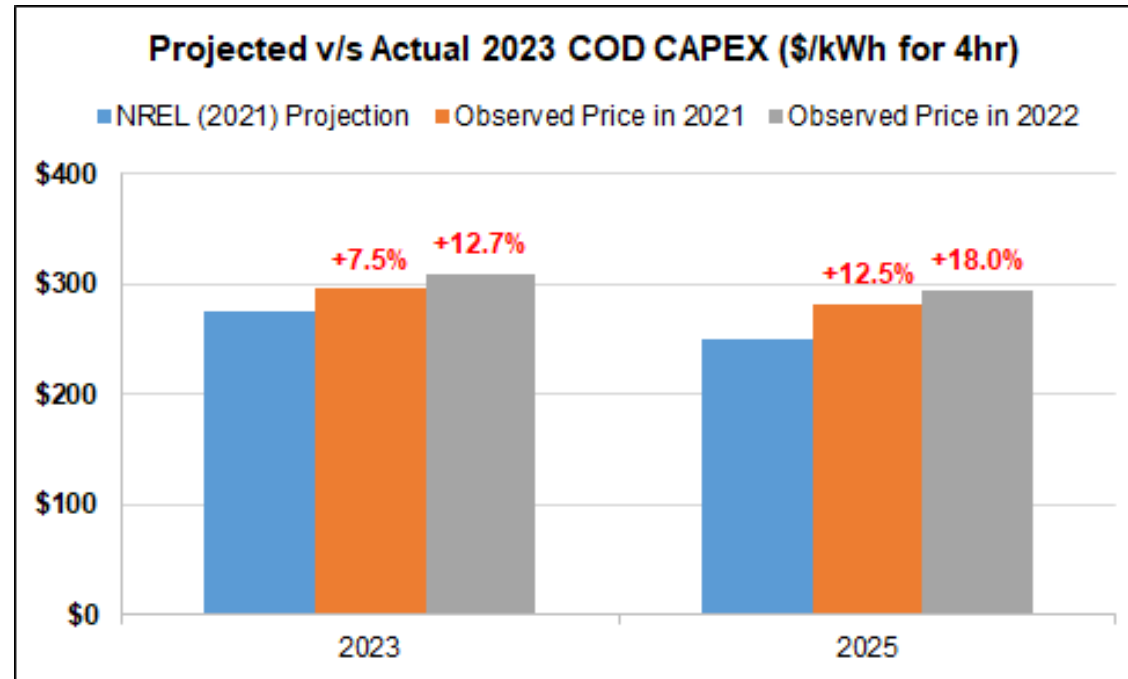
Precios de Baterías



Sistema LFP de 100 MW / 4 horas Química

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

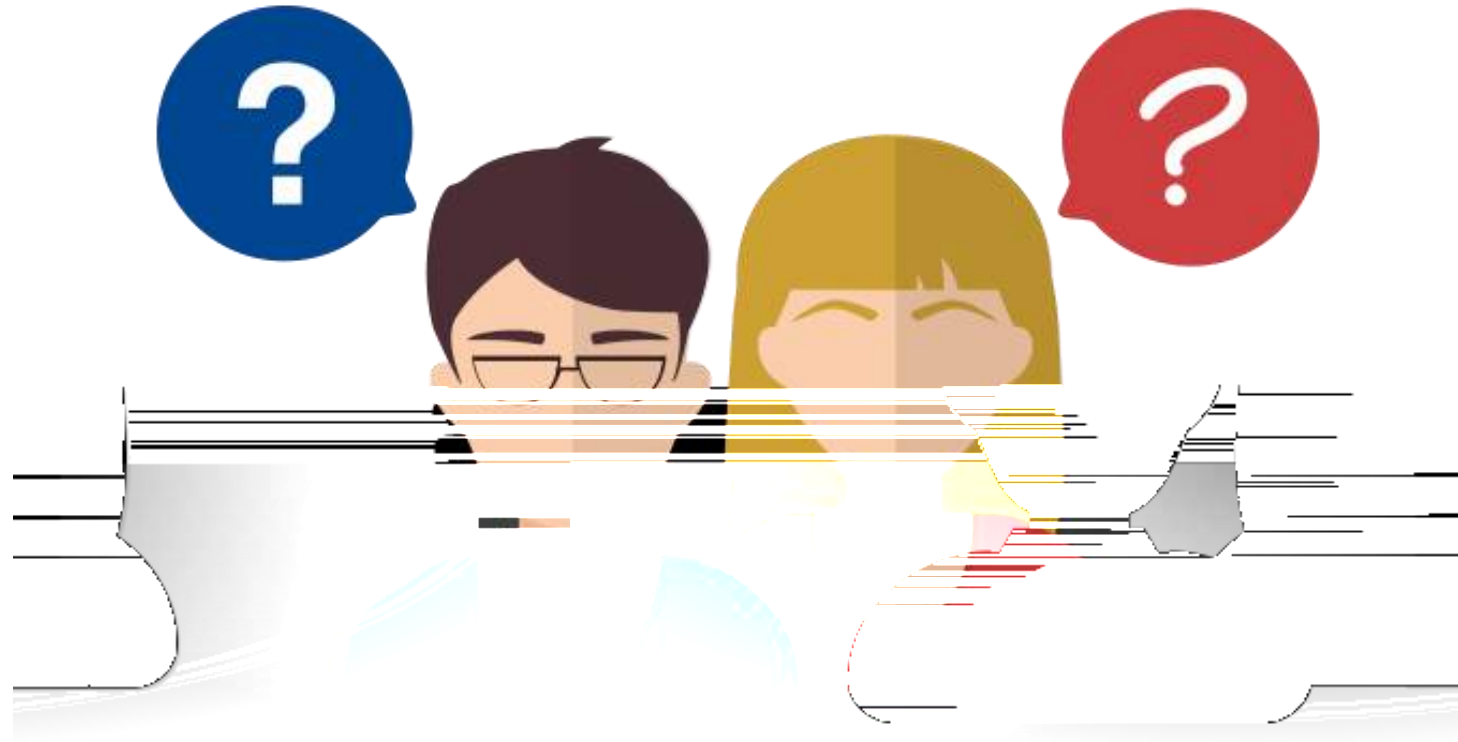
INTTECH 2021 and 2022 CAPEX Observations



Bids received in 2021 for COD 2023 +7.5%
Bids received in 2023 for COD 2023 +12.7%

Bids received in 2021 for COD 2025 +12.5%
Bids received in 2023 for COD 2023 +18.0%

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”



¡Muchas gracias!



Proyecto Transición Energética



Transición Energética RD



www.transicionenergetica.do



@Transenergetica



Transición Energética RD



@TransEnergeticaRD





Fomentado por:



en virtud de una decisión del Bundestag alemán

Otras diapositivas

 Proyecto Transición Energética

 Transición Energética RD



www.transicionenergetica.do



@Transenergetica



Transición Energética RD



@TransEnergeticaRD



Fomentado por:



en virtud de una decisión del Bundestag alemán

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

- **Vida útil del calendario (años):** vida útil máxima del BESS.
- **Coste de capital:** dependiendo de la aplicación, es útil considerar diferentes costes como el de potencia nominal (RD\$/kW), energía nominal (RD\$/kWh) y el de largo plazo (RD\$/ (ciclo kWh)).
- **Eficiencia de ciclo (%):** o eficiencia de ida y vuelta, la energía descargada es inferior a la cargada inicialmente. Se puede medir calculando la relación entre las energías descargada y cargada E_{out}/E_{in} . Este cálculo no debe tener en cuenta la autodescarga.
- **Vida útil del ciclo o Vida útil cíclica (#)/Rendimiento (kWh/MWh):** Número de veces que se puede descargar y recargar durante su vida útil. La vida útil del ciclo a menudo se especifica como "número de ciclos hasta el XX por ciento DOD". Existe una tendencia creciente a ofrecer garantías basadas en el "rendimiento", especificado como la cantidad de kWh entregados por la batería/sistema. Esto supone que la vida útil del ciclo es direccionalmente proporcional al DOD y equivale a decir algo así como "5000 ciclos al 50 por ciento DOD o 2500 ciclos al 100 por ciento DOD". Este puede no ser el caso para muchas químicas de batería.

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

- **Degradación (% por año):** Algunas tecnologías (e.g. plomo-ácido y Li-Ion), la capacidad se degradará con el tiempo/número de ciclos y el "fin de la vida útil" a menudo se especifica como la capacidad mínima disponible. Para lidiar con esto, se puede ir reemplazando los módulos de batería durante la vida útil para mantener la capacidad por encima de un nivel específico. Otras tecnologías (baterías de flujo) pueden experimentar poca o ninguna degradación durante la vida útil de un sistema.
- **Impacto ambiental y seguridad:** la extracción de los principales componentes y los procesos de fabricación de las baterías tienen diferentes impactos en el medio ambiente de una tecnología a otra. Estos impactos se pueden expresar como un consumo de energía o una masa de emisiones de GEI.
- **Temperatura de funcionamiento (°C):** algunos parámetros como la eficiencia, la capacidad disponible y la vida útil dependen del rango de temperatura de funcionamiento del BESS.
- **Costo de operación y mantenimiento (O&M):** cada BESS tiene sus propios requisitos de O&M. Es difícil encontrar una tendencia clara en la literatura porque depende en gran medida de la ubicación (costos de mano de obra) y de la antigüedad de la instalación.

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

- **Energía nominal (kWh/MWh):** La cantidad de energía almacenada en la batería. Esta cantidad generalmente se especifica en CA para sistemas completos o en CC cuando solo se describe la batería. Sin embargo, los proveedores a veces mostrarán una "clasificación" de kWh en CC antes de considerar la conversión de CA. Es importante tener en cuenta que algunos fabricantes especifican una "potencia nominal", pero luego enumeran una "profundidad máxima de descarga (DOD)" que limita la energía real disponible. Tenga en cuenta que para algunas tecnologías, la energía disponible puede ser proporcional a la tasa de descarga (las tasas de descarga más altas generalmente permiten que se elimine menos energía de la batería). Es importante tener en cuenta que la clasificación de CA de un sistema de batería puede ser significativamente menor que la clasificación de CC del componente de la batería en sí, tanto debido a la eficiencia del inversor como a la reducción de la DOD máxima para aumentar la vida útil del ciclo. La energía a veces se clasifica en "horas", que es simplemente la capacidad de energía dividida por la capacidad de descarga. Las baterías de uso general típicas varían de 15 minutos a aproximadamente 8 horas, con una clara tendencia hacia las baterías con 2 a 4 horas de capacidad.
- **Potencia nominal (kW/MW):** La potencia máxima que un sistema de baterías puede proporcionar en un momento dado. Esto está limitado por la clasificación del inversor, pero algunas tecnologías son más adecuadas para una descarga rápida que otras, por lo que podrían tener una tasa de descarga más alta si se instala el inversor adecuado. La potencia nominal se especifica en vatios de CA para sistemas completos, pero se puede especificar como CC si solo se analiza el lado de la batería del sistema.

“Almacenamiento de Energía: Habilitador de la Transición Energética”

- **Tiempo de respuesta:** un BESS debe cargarse/descargarse en un período determinado (por ejemplo, se necesita un tiempo de respuesta rápido de milisegundos a segundos para eliminar las fluctuaciones de energía heredadas de la producción de fuentes renovables).
- **Round Trip Efficiency/RTE (%):** Es la proporción de la cantidad de energía que se ha descargado de la batería dividida por la cantidad de energía necesaria para recargar la batería. Siempre es menos del 100 por ciento. Esto se especifica como DC RTE cuando se habla de la batería solamente, y como ACRTE cuando se habla de sistemas completos. AC RTE se calcula como el DCRTE multiplicado por el cuadrado de la eficiencia del inversor. La eficiencia de ida y vuelta también puede verse afectada por la necesidad de "equilibrar por la parte superior (ecualizar)" o "equilibrar por la parte inferior (ejecutar hasta la descarga total y equilibrar los voltajes de las celdas allí)" celdas o módulos de batería.
- **Autodescarga:** debido a reacciones químicas parásitas, las cargas almacenadas en el BESS disminuyen. Este proceso puede acelerarse o ralentizarse no solo por las condiciones externas (p. ej., temperatura, humedad) sino también por las condiciones de funcionamiento (p. ej., estado de carga (SOC) de la batería, índice de carga anterior, etc.).
- **Energía específica (Wh/kg) y potencia específica (W/kg):** permite conocer el peso BESS que logra los requerimientos de potencia y energía de la aplicación. Las densidades de energía y potencia, respectivamente, en Wh/l y W/l, son otras métricas representativas del aspecto del volumen.