



VIII CONGRESO INTERNACIONAL

Incorporación de **BATERÍAS** en el dimensionamiento de los sistemas, **una realidad que no se puede aplazar**

Incorporación de baterías en el dimensionamiento de los sistemas de energía: una realidad que no se puede aplazar

Rafael Moura

Head of Energy Storage



INTRODUCCIÓN

ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA EN BATERÍA



Relevancia del tema:

La transición energética está acelerándose, y el almacenamiento de energía mediante baterías juega un papel clave en este proceso.

Contexto global:

La creciente adopción de energías renovables y la necesidad de estabilizar redes intermitentes hacen del almacenamiento una prioridad.

Objetivo de la presentación:

Explicar conceptos básicos sobre baterías, compartir la experiencia de Canadian en la incorporación de baterías y explorar cómo esta realidad puede replicarse en Colombia y otros países de América del Sur.

CanadianSolar

Fundada en 2001 en Canadá, Canadian Solar Inc. (NASDAQ:CSIQ) es una de las empresas de energía solar más grandes e importantes del mundo. Como uno de los principales fabricantes de módulos, inversores, proyectos fotovoltaicos y almacenamiento de energía.



Envíos de paneles solares de **125 GW**
Envíos de baterías de **4,5 GWh**



Capacidad de Producción:
Paneles solares **61 GW**
Almacenamiento en baterías **20 GWh**



Proyectos BESS ejecutados: **5 GWh**
Proyectos BESS contratados: **12 GWh**



Ingresos de **7.500 millones** de dólares en **2023**



Filiales en **23 países**
& regiones de **6 continentes**



+26 fábricas
(Asia y América)
+18.000 empleados

Proveedor más financiable
por BNEF con 100% de bancabilidad durante 4 años consecutivos

5 GWh

Proyectos de almacenamiento de energía implementados

con

11.9 GWh

Proyectos de almacenamiento de energía contratados en

en

MERCADOS CLAVE

Canada, US, LATAM, UK, EU, India, Australia

y

725

EMPLEADOS A NIVEL MUNDIAL

372

Manufacturing

61

R&D

66

Quality & EHS

34

Engineering

59

PM & LTSA

16

Sales & Support

Propuestas de valor de e-STORAGE

e-STORAGE, subsidiaria de Canadian Solar, lidera la industria del almacenamiento de energía, especializada en el diseño, fabricación e integración de sistemas de baterías para aplicaciones a escala de servicios públicos.

SolBank 3.0 : best-in-class BESS

SolBank 3.0 establece un nuevo estándar en soluciones de almacenamiento de energía con una capacidad de 5 MWh.

Respaldada por Canadian Solar

Apoyo incomparable de un líder mundial en energía renovable.

Conocimiento profundo de la industria

Un equipo con profundos conocimientos de la industria, que impulsa la innovación y la excelencia.

Bancabilidad

Bancable en más de 100 instituciones financieras a nivel mundial.

Fabricación

La empresa opera dos plantas de fabricación totalmente automatizadas. Capacidad: 20 GWh.

Equipo de Implementación Global

Expertos posicionados estratégicamente que garantizan una ejecución perfecta del proyecto.

Excelente trayectoria

Éxito demostrado en la implementación de soluciones de almacenamiento de energía a nivel mundial.

Reputación

Superar constantemente las expectativas del cliente mientras construimos una sólida reputación en la industria.

PRODUCTOS - DESCRIPCIÓN GENERAL

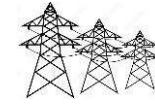
ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA EN BATERÍA



Residential
EP CUBE



C&I
KuBank



Utility-scale
SolBank



9.9

119

247

1950

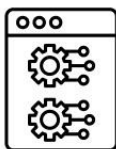
ENERGY (kWh)

Canadian Solar Inc.

¿QUÉ ES EL ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA EN BATERÍAS DE LITIO?



- ❑ **Definición:** El almacenamiento de energía con baterías de iones de litio permite acumular energía eléctrica para su uso posterior, y se utiliza ampliamente en sistemas de energía renovable y vehículos eléctricos.



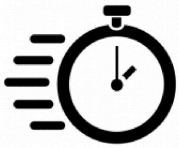
- ❑ **Funcionamiento Básico:**

- Las baterías convierten la energía eléctrica en energía química durante la carga.
- Durante la descarga, la energía química se convierte nuevamente en electricidad para ser utilizada.



- ❑ **Ventajas de las Baterías de Iones de Litio:**

- Alta densidad de energía (almacenan más energía por unidad de volumen/peso).
- Larga vida útil.
- Alta eficiencia energética.



❑ C-Rate (Tasa de Carga/Descarga):

- **Definición:** El *C-Rate* indica la velocidad de carga o descarga de una batería en relación con su capacidad nominal.
- **Ejemplo:** Una batería con un *C-Rate* de 1C puede cargarse o descargarse completamente en 1 hora. Un *C-Rate* de 0,5C significa que tomará 2 horas cargar o descargar.

❑ RTE (Round Trip Efficiency / Eficiencia de Ciclo Completo):

- **Definición:** Mide la eficiencia del proceso de carga y descarga de una batería. Es la relación entre la energía extraída de la batería y la energía que se ha introducido en ella.
- **Fórmula:**

$$\text{RTE} = \left(\frac{\text{Energía Descargada}}{\text{Energía Cargada}} \right) \times 100\%$$

- **Ejemplo:** Un RTE del 90% significa que, de cada 100 kWh cargados, se pueden utilizar 90 kWh.



❑ DOD (Depth of Discharge / Profundidad de Descarga):

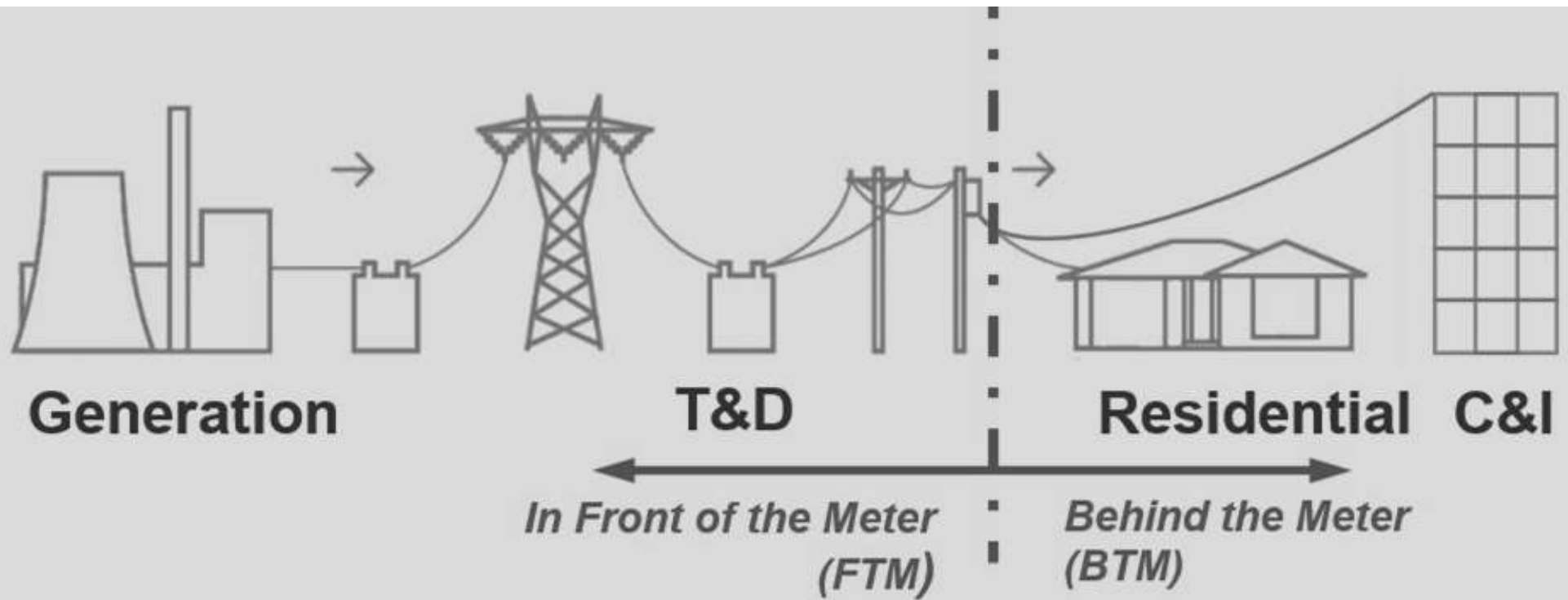


- **Definición:** El *DOD* indica la cantidad de energía utilizada en relación con la capacidad total de la batería.
- **Ejemplo:** Un DOD del 80% significa que se ha descargado el 80% de la capacidad de la batería, quedando un 20% de carga.
- **Importancia:** Controlar el DOD es esencial para prolongar la vida útil de la batería, ya que los ciclos de descarga más profundos pueden reducir su longevidad.

❑ Degradación de las Baterías:



- **Definición:** La degradación de la batería se refiere a la pérdida gradual de capacidad y eficiencia con el tiempo, debido a factores como ciclos de carga/descarga repetidos, temperatura y profundidad de descarga.
- **Impacto:** A medida que una batería se degrada, su capacidad de almacenar energía disminuye, reduciendo su rendimiento general.
- **Mitigación:** Ciclos de descarga controlados (menor DOD), evitar sobrecargas y gestionar la temperatura pueden ayudar a reducir la tasa de degradación.



Aplicaciones y Configuraciones

Almacenamiento de energía

- Proyectos a gran escala
- Transmisión
- Distribución
- Servicios adicionales
- Prosumidor
- Off-grid

APLICACIONES

FRONT OF THE METER (FTM) / BEHIND THE METER (BTM) SISTEMAS AISLADOS



FTM

BTM

PROYECTOS DE GRAN ESCALA Energy Time-Shift (arbitraje) Capacidad Adicional	TRANSMISIÓN Aplazamiento de Inversiones Alivio de la Congestión	PROSUMIDOR Calidad de energía Fiabilidad Peak Shaving Energy Time-Shift
SERVICIOS AUXILIARES Suavizado Reservas Rotativas / No Rotativas Soporte de Voltaje Regulación de Frecuencia	DISTRIBUCIÓN Aplazamiento de Inversiones Soporte de Voltaje	

CONFIGURACIONES PROYECTOS BESS FTM



	AC-Coupled	DC-Coupled	Standalone	Co-Located
Tipo de Conexión				
Cargar	Fotovoltaica o Red	Fotovoltaica o Red	Red	Red
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • Backup • Arbitraje • Aumento de capacidad • Servicios ancilares 	<ul style="list-style-type: none"> • Backup • Arbitraje • Aumento de capacidad • Servicios ancilares • Captura de clipping CC 	<ul style="list-style-type: none"> • Servicios ancilares • Reserva de capacidad • Arbitraje 	<ul style="list-style-type: none"> • Servicios ancilares • Reserva de capacidad • Arbitraje
Beneficios	<ul style="list-style-type: none"> • Conexión compartida • Integración de Energías Renováveis 	<ul style="list-style-type: none"> • Menores custos de interconexión • Integración de Energías Renováveis 	<ul style="list-style-type: none"> • Ubicación flexible • Sin restricciones de uso 	<ul style="list-style-type: none"> • Interconexión compartida

+ OFF GRID

BESS FTM APLICACIÓN REAL CANADIAN (AC-COUPLED)



SLATE PROJECT – Proyecto Integrado de una Planta Fotovoltaica

Project Highlight:

Lemoore, California USA



MW/MWH AC Usable	150MW/600MWH
MWH DC Nominal (Nameplate)	762MWH
COD	4/27/2022
AC or DC Coupled, Standalone	AC-coupled
Contract type	BESS Supply + Commissioning, LTSA
Solutions provided	System design and optimization, battery supply and commissioning, LTSA, O&M service provider, year five augmentation



- 1. Empleos locales:** Más de 400 empleos en la construcción.
- 2. Fiabilidad de la red:** Capacidad de suministrar energía durante olas de calor y picos de demanda, capturando el excedente de la planta solar fotovoltaica para utilizarlo en momentos críticos de la red local.
- 3. Reemplazo de Plantas de Gas:** Anteriormente atendido por plantas de gas, el proyecto de almacenamiento de energía reemplaza estas plantas durante las horas de alta demanda de la red.

Solución energética más económica para riego en zonas aisladas de la red

El cambio de carga a energía solar + BESS reduce el consumo de diésel en casi un 100 %

Solución usual

GENSET



Ventaja:

- Bajo CAPEX;
- Instalación rápida;

Desventaja:

- Altos gastos operativos;
- Posible escasez de combustible y gran variación de precios;
- Imprevisibilidad presupuestaria;



PIVOT SPRINKLER

Solución Canadian Solar

PV PLANT



SOLAR ENERGY

BESS



GENSET (BACK UP)



Ventaja:

- Costos de energía más económicos;
- Energía estable;
- Previsibilidad presupuestaria;
- Sostenibilidad y eficiencia
- OPEX reducidos;

Desventaja:

- Alto CAPEX;



PIVOT SPRINKLER

SISTEMAS AISLADOS CASO REAL



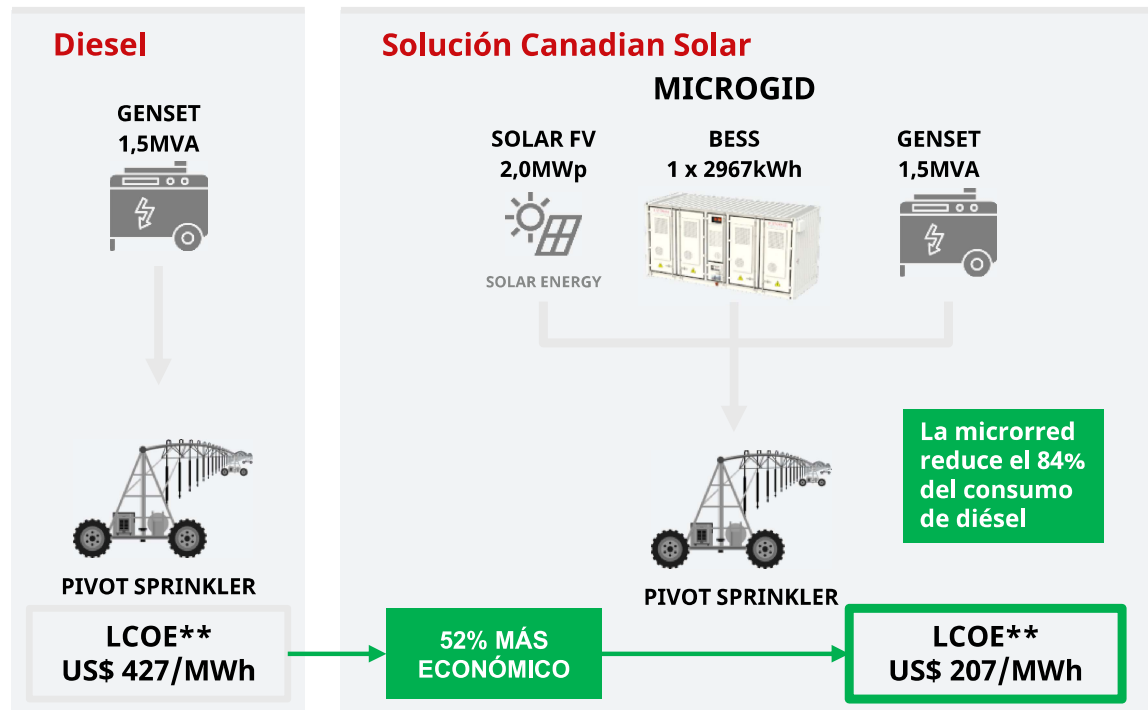
Aplicación real: Costumer Equity

Proyecto pivote de riego en Bahía / Brasil. Operación durante 9 meses al año. Carga optimizada para operar durante el horario solar.



Irrigation Area	480.0 Ha*
Power Needed	2.7 kw/Ha
Peak Power	1,300.0 kW
Operation Hours	10.0 hs/day
Energy Consumption	~11.0 MWh/day
Operating Days A Year	270.0 days/year

*for reference: 1 Ha = 1 soccer field



**Same load comparison and customer equity investment

Posibles modelos de negocio

- Capital del cliente o financiación bancaria
- Modelo como servicio: inversión y venta como servicio

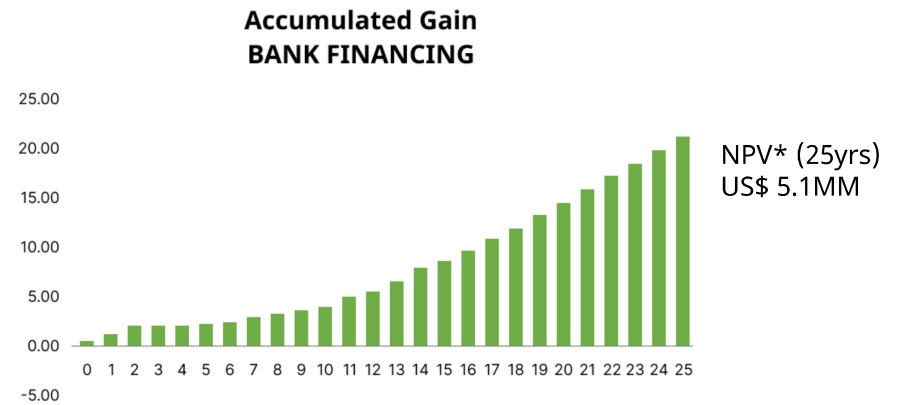
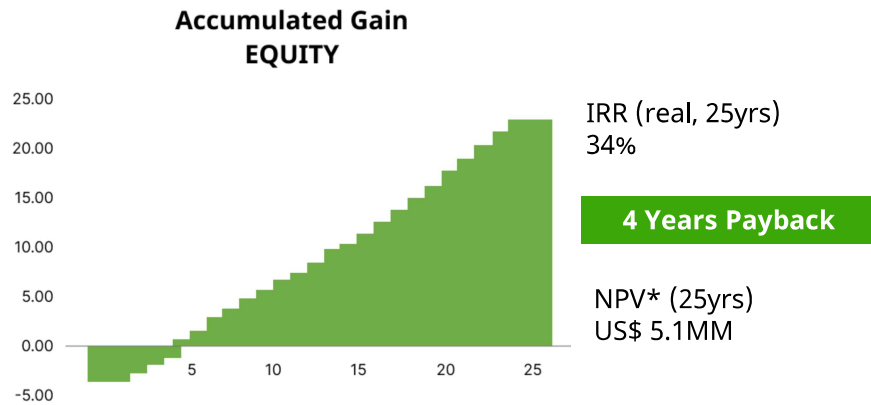
CAPEX

Equipo	Potencia/Capacidad	CAPEX
Grupo Generador	1,5 MVA	US\$ 295 k
Solar FV	2,0 MWp	US\$ 1.52 MM
BESS	2,9 MWh	US\$ 1.10 MM

Supuestos del modelo de negocio

Costo del diésel	US\$1.3/liter
Tasa de descuento	10,8%
Supuestos de financiación	8,5% per year 24 months tender 8 years payment (BNDES)

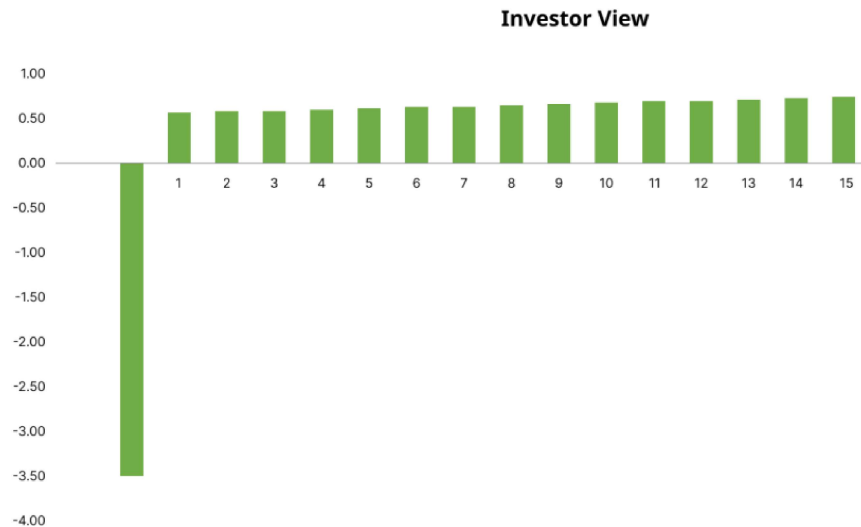
Capital del cliente y financiación bancaria
(ahorros comparando microrredes y diésel únicamente)



ITEM	DESCRIPTION	DIESEL ONLY	MICROGRID
1	CAPEX (YEAR 0)	US\$ 295k	US\$ 3.0MM
2	OPEX 25 YEARS*	US\$ 10.2MM	US\$ 2.0MM

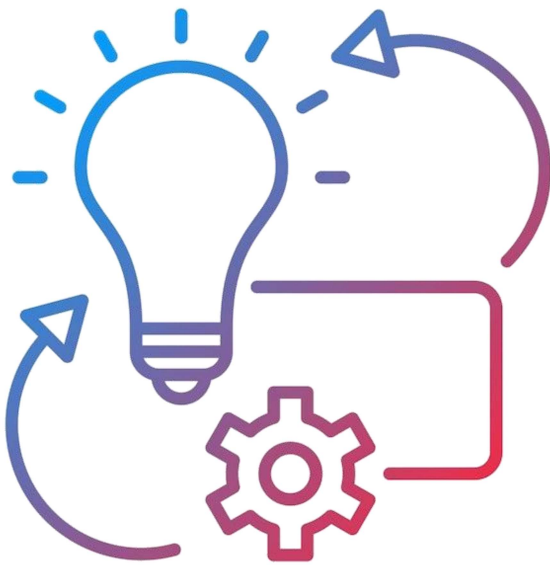
*discount rate = 10,8%

**Como Servicio / Descuento del 20% en el Precio de Generación Diesel
(Supuesto)**



10 YEARS	IRR (real)	15%
	NPV	\$ 0.56 MM
12 YEARS	IRR (real)	17%
	NPV	\$ 0.94 MM
15 YEARS	IRR (real)	19%
	NPV	\$ 1.41 MM

Primeros pasos para la implementación de sistemas de baterías



- 1. Análisis del Mercado y la Regulación**
- 2. Estudio de Viabilidad Técnica y Financiera**
 - Evaluar la demanda energética y el perfil de consumo.
 - Análisis de retorno de inversión (ROI) y beneficios económicos.
 - Dimensionamiento del sistema BESS basado en necesidades específicas.
- 3. Selección de Tecnología**
 - Definir especificaciones técnicas, capacidad y tiempo de vida útil.
- 4. Identificación de Ubicación y Logística**
 - Evaluar la viabilidad del terreno o espacio disponible.
 - Considerar acceso a la red eléctrica y permisos de conexión.
- 5. Desarrollo de Propuesta Comercial**
 - Crear un modelo de negocio atractivo para inversores y clientes.
 - Desarrollar estrategias de monetización: venta de energía, *as a service*, etc.
- 6. Obtención de Licencias y Permisos**
- 7. Implementación**

DESARROLLO DEL PROYECTO BESS EQUIPO PRINCIPAL

Es **importante** que la cadena de **suministro** esté técnicamente **preparada** para adquirir equipos **seguros**, con **mejor** calidad de **celdas** y que el **diseño** del equipo prevea el **menor trabajo** posible en campo.



Medium Voltage Transformer (MVT)

Skidded con PCS o separados.
Elevación de tensión para la interconexión con la red

Power Conversion System (PCS)

Convierte energía entre CA y CC para carga y descarga, con controles de batería integrados y funcionalidades de soporte de red.

Battery Enclosure (SolBank)

Almacena energía con batería, con BMS integrado, sistema auxiliar para mantener la seguridad y el rendimiento del producto.

Energy Management (EMS)

Monitorear el estado de los equipos en sitio y optimizar los comandos de distribución de energía entre diferentes PowerBlocks.

DESARROLLO DEL PROYECTO BESS TEMAS IMPORTANTES

- **Trabaje** con empresas de **ingeniería calificadas**, el **regulador**, el **operador** y expertos en **seguridad** para garantizar que la solución **cumpla** con todos los **requisitos** necesarios para la **aprobación** de su activo de BESS.
- El **diseño de seguridad** es **más crítico** que para otras tecnologías:
 - Plan de respuesta a emergencias
 - Análisis de mitigación de riesgos
 - Entrenamiento de primeros auxilios
 - Análisis de flujo de calor para verificar el diseño según las condiciones del sitio.



- **Contratos llave en mano** bien desarrollados con empresas **capaces** y con **experiencia** en tecnología:
 - Eliminar brechas de alcance
 - Gestionar los riesgos del cronograma del proyecto
 - Gestionar la cadena de suministro y los riesgos
- **Long Term Services Agreement** – Busque contratos **personalizados** según las **características** de su empresa



ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA EN AMÉRICA LATINA TENDENCIAS



El despertar de una gigante: LATAM



Fase **inicial**, pero con **gran potencial** de **crecimiento** conforme la región **diversifica** su **generación**.



La **reducción de costos** está haciendo el almacenamiento a **gran escala** más **competitivo** frente a plantas de pico.



Empresas y **servicios públicos** están **explorando** nuevos modelos: **modulación** de **voltaje**, **confiabilidad** renovable y **aplazamiento** de inversiones.



Nuevas **empresas** ofrecen soluciones para **reducción** de **picos**, **estabilización** solar y **optimización** con análisis de datos.



El almacenamiento **transformará** la **cadena** eléctrica, **facilitando** la integración **renovable** y **flexibilización** del sistema.

ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA EN AMÉRICA LATINA PERSPECTIVAS DEL MERCADO



El almacenamiento de energía transformará la cadena de valor de la electricidad en América Latina.

- **CHILE:** el desarrollo de sistemas BESS en Chile está avanzando rápidamente, impulsado por la creciente integración de energías renovables y la necesidad de estabilizar la red. Sin embargo, aún enfrenta desafíos regulatorios y de infraestructura para alcanzar su pleno potencial.
- **BRASIL:** El gobierno realizará una subasta exclusiva de reserva de capacidad para baterías en 2025, con la promesa de una regulación específica para principios de este mismo año.
- **COLOMBIA:** No hay una regulación clara de compensación para BESS standalone; el gobierno y la CREG están planeando marcos regulatorios para facilitar su integración en la matriz energética. Los proyectos híbridos de energía solar + BESS están avanzando.
- **MÉXICO:** El mercado de BESS FTM es prácticamente inexistente, los activos de almacenamiento de BTM son altamente rentables para los clientes comerciales e industriales.
- **REPÚBLICA DOMINICANA:** Se requiere que el almacenamiento de BESS se empareje con grandes activos solares, y existen inquietudes sobre la falta de claridad en la remuneración y los retrasos en la interconexión.
- **PERÚ:** No existe una regulación de BESS, se evalúa cómo avanzar con los proyectos de almacenamiento de baterías.
- **PANAMÁ:** Se inicia una consulta para incorporar BESS a la red de transmisión, una señal positiva para la industria.
- **URUGUAY:** Planean actualizar decreto que autoriza a consumidores de baja tensión a reinyectar energía a la red vía baterías, con limitaciones al arbitraje y rentabilidad de proyectos BESS standalone.



Conclusión / Preguntas y respuestas

Conclusión: Almacenamiento de Energía - Clave para el Futuro Energético



1.Creciente Importancia: El almacenamiento de energía, especialmente con baterías de iones de litio, es esencial para apoyar la transición hacia fuentes renovables, proporcionando estabilidad a redes intermitentes y maximizando el uso de energías renovables.

2.Competitividad en Aumento: La reducción de costos está haciendo que el almacenamiento sea cada vez más competitivo.

3.Aplicaciones Diversas: Múltiples aplicaciones del almacenamiento, como modulación de voltaje, confiabilidad de renovables, microrredes, aplazamiento de inversiones en infraestructura (“navaja suiza”)

4.Transformación del Sistema Energético: El almacenamiento de energía transformará la cadena de valor, permitiendo una mayor integración de renovables, mejorando la flexibilidad del sistema y creando nuevas oportunidades de negocio.

Muchas gracias por su atención

Rafael Moura
Head of Energy Storage

- +55 11 91310-7965
- rafael.moura@csisolar.com
- www.canadiansolar.com



VIII CONGRESO
INTERNACIONAL

Incorporación de **BATERÍAS** en el
dimensionamiento de los sistemas,
una realidad que no se puede aplazar