IX

CONGRESO INTERNACIONAL

Almacenamiento DE ENERGÍA

una **nueva era** de alta Confiabilidad

ExpoSolar® Colombia 2025

9ª VERSIÓN

Energía sin interrupciones: Soluciones BESS para cargas críticas en entornos de alta disponibilidad

Cómo los sistemas BESS pueden diseñarse e implementarse para garantizar la continuidad eléctrica en cargas críticas, abordando aspectos técnicos, operativos, normativos y de integración híbrida, con énfasis en resiliencia, confiabilidad y gestión en tiempo real.

Hacemos parte de

econexia
ECOSISTEMA DIGITAL DE CONEXIONES & NEGOCIOS
operado por corferias

Organizan:

Centro de Ciencia y Sensibilización Ambiental

corferias
Generadores de Oportunidades y Progreso

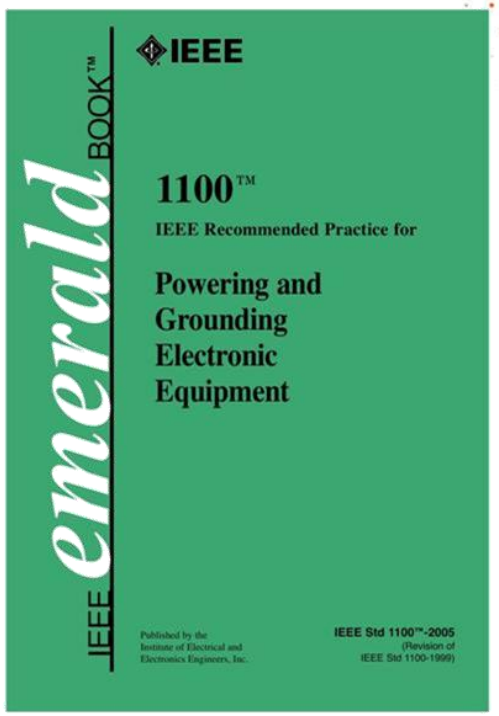
Agenda

- La Importancia de la continuidad energética
- ¿Qué ofrece un BESS frente a soluciones tradicionales?
- Aspectos técnicos claves
- Gestión de energía en tiempo real
- Casos de aplicación reales
- Consideraciones de seguridad, confiabilidad y normativas
- Rol estratégico del BESS en el ecosistema energético
- Conclusión y espacio para preguntas

La Importancia de la continuidad energética.

- ¿Qué es una “carga crítica”?

  Se define como todo equipo, sistema o proceso cuya interrupción eléctrica puede generar consecuencias severas en términos de seguridad, operación, pérdida de información o impacto económico significativo.



Las cargas críticas son aquellas que “requieren una fuente de energía ininterrumpida y con calidad dentro de límites estrictos de tensión y frecuencia, para evitar fallas funcionales o daños en los sistemas asociados”.

La Importancia de la continuidad energética.

¿Qué ofrece un BESS frente a soluciones tradicionales?

UPS

0-10 ms

minutos

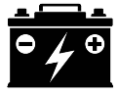
5-10 años

Pros

- Tiempo de conmutación prácticamente nulo.
- Alta calidad de energía.
- Compacto y fácil de instalar.
- Ideal para cargas electrónicas sensibles.

Contras

- Autonomía limitada.
- Costos altos por kWh disponible.
- Poca capacidad de integración renovable.
- No apto para respaldo prolongado.



¿Qué ofrece un BESS frente a soluciones tradicionales?

GENSET

10-30 s

Horas o días

15-25 años*

Pros

- Alta potencia y autonomía prolongada.
- Tecnología madura y disponible.
- Relativamente bajo costo por kWh generado.
- Capaz de soportar cargas pesadas o arranques.

Contras

- Tiempo de arranque elevado.
- Alta emisión de gases y ruido.
- Depende de logística de combustible.
- Mantenimiento frecuente (aceites, filtros, combustible).

¿Qué ofrece un BESS frente a soluciones tradicionales?

BESS

0-500 ms

Minutos a horas

10-20 años

Pros

- Soporta funciones de control.
- Cero emisiones y operación silenciosa.
- Mantenimiento reducido y alta eficiencia (>90 %).
- Integración con renovables.

- **Contras**
- Inversión inicial elevada.
- Requiere sistema de gestión y personal capacitado.
- Degradación de celdas.
- Menor densidad energética que combustibles líquidos

¿Qué ofrece un BESS frente a soluciones tradicionales?

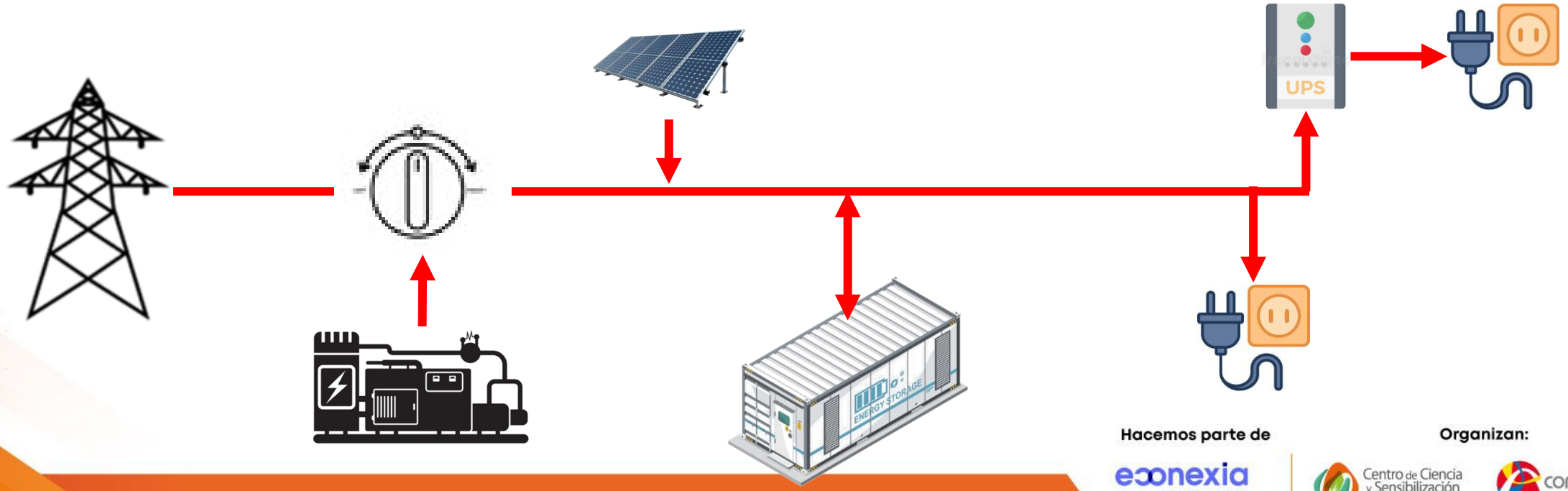
Es un sistema modular con baterías de alta capacidad, incluye inversor bidireccional y control inteligente, que brinda una autonomía extendida y gestión dinámica.

- Su objetivo principal es proveer respaldo, regulación y servicios auxiliares gracias a su capacidad de energía prolongada, control activo y gestión inteligente.
- Dispone de Supervisión y control remoto con EMS o SCADA.
- Mantenimiento Bajo (sin partes móviles significativas)

💡 *El futuro no es elegir entre ellos, sino integrarlos: UPS + BESS + Genset = Continuidad + Eficiencia + Resiliencia.*

¿Qué ofrece un BESS frente a soluciones tradicionales?

El futuro no es elegir entre ellos, sino integrarlos: UPS + BESS + GenSet = Continuidad + Eficiencia + Resiliencia.



Aspectos técnicos claves

1. Diseño e ingeniería del sistema - Criterios de dimensionamiento

- Potencia Nominal (kW)
- Capacidad energética (kWh)
- Factores de dimensionamiento
- Perfil conjunto de carga crítica

$$E = \frac{P * t}{\eta_c * \eta_d * \eta_{conv} * DOD * (1 - Deg) * FS}$$

Aspectos técnicos claves

1. Diseño e ingeniería del sistema - Autonomía requerida vs. tiempo de conmutación.

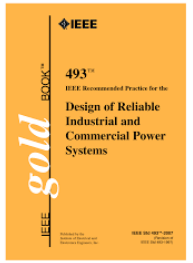
Aspectos técnicos claves

1. Diseño e ingeniería del sistema - Seguridad: redundancia, aislación, selectividad.

UL IEC IEEE

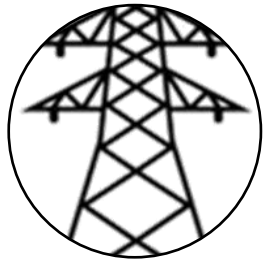
- Confiabilidad operacional
- Ubicación y segregación
- Protección contra fallas
- Gestión térmica y monitoreo
- Diseño Eléctrico Seguro

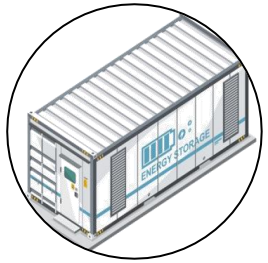
NFPA CERTIFICADO RETIE nec



Aspectos técnicos claves

2. Modos de operación





Grid-Following

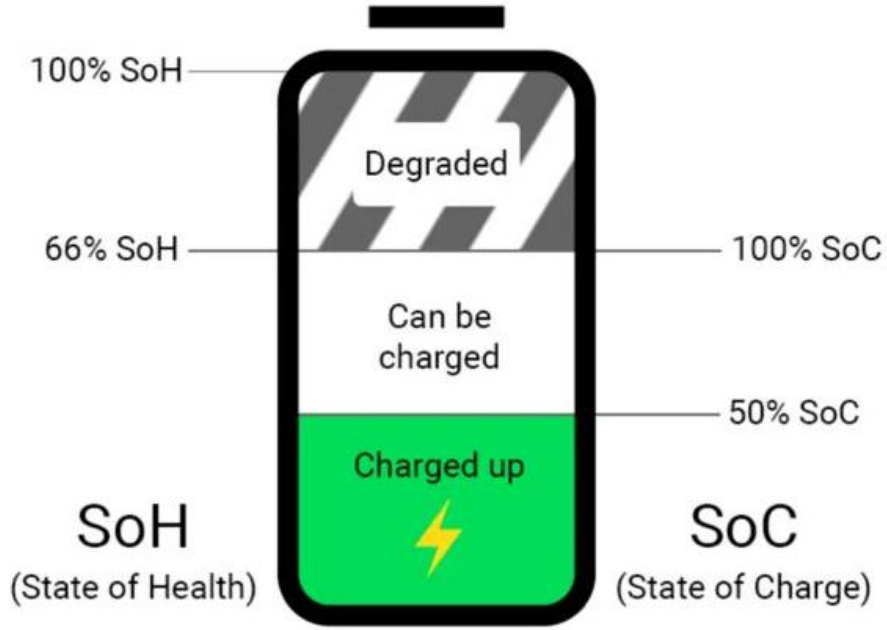
OnGrid | OffGrid | Modo UPS | Híbrido | Blackstart

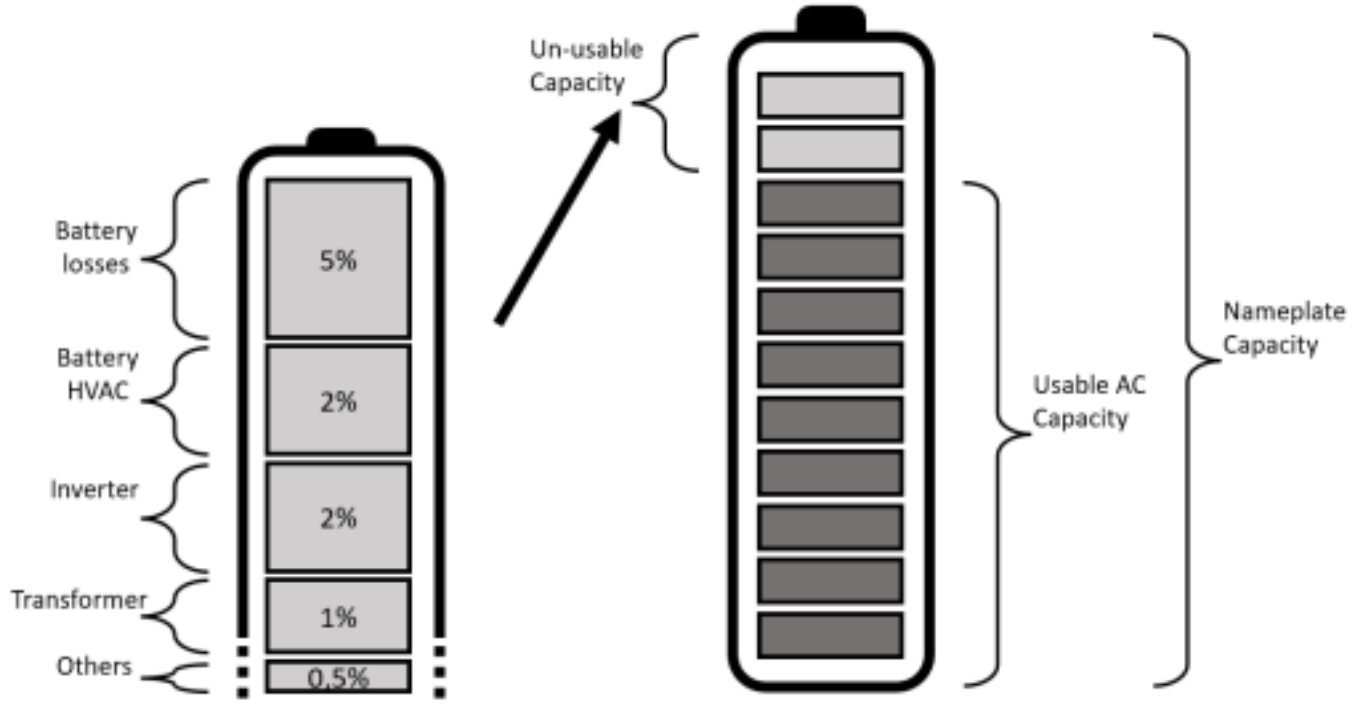
Grid-Forming

Transición seamless

Aspectos técnicos claves

3. Monitoreo y control - SoH (State of Health), RTE (Round Trip Efficiency).

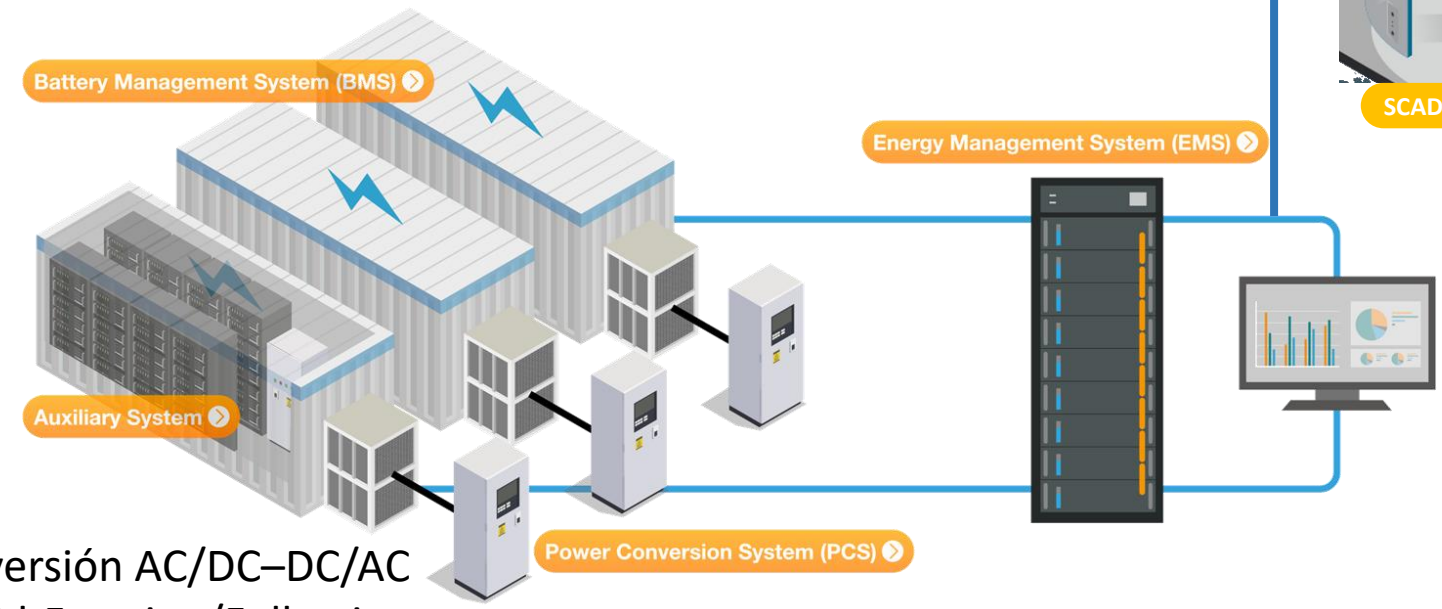




Aspectos técnicos claves

3. Monitoreo y control - Supervisión remota y local.

V-I
T
Ω
SoC/SoH
Balanceo
Alarmas y eventos



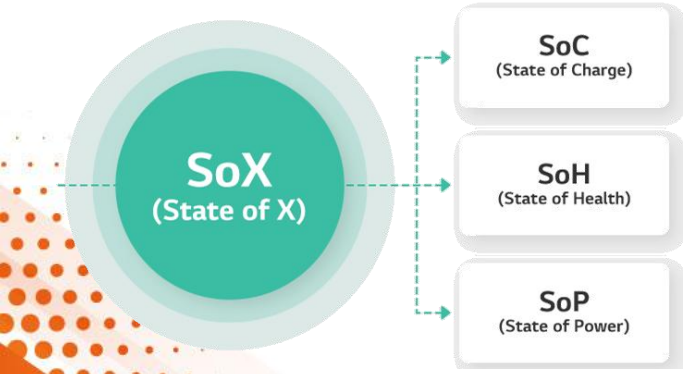
KPI
Gestión eventos

Conversión AC/DC–DC/AC
Control Grid-Forming/Following
Soporte P-Q
Sincronización

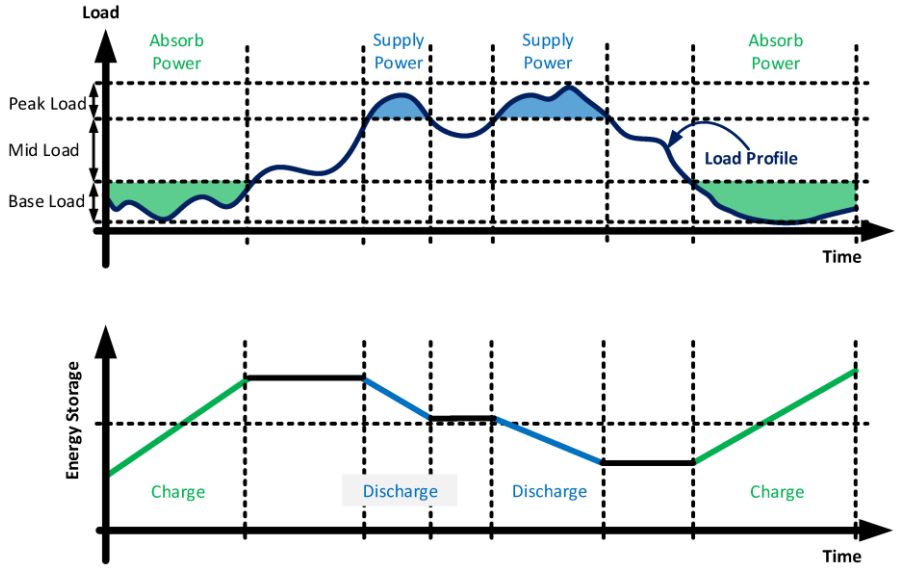
- Gestión de carga/descarga
- Load Shedding
- Algoritmos de priorización adaptativos
- Supervisión y alarmas
- Predicción e integración energética

Gestión de energía en tiempo real

- Load shedding inteligente para cargas no críticas.
- Balance dinámico generación-demanda.
- Integración con EMS / SCADA.



$$P_{gen} + P_{BESS} = P_{load} + P_{loss}$$

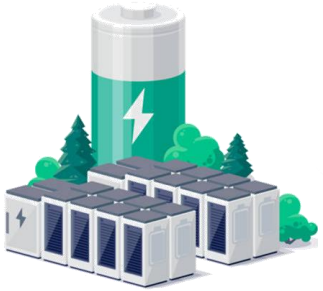


Gestión de energía en tiempo real

Hospital – Resiliencia médica ante fallas prolongadas

- **Contexto:** Hospital regional con quirófanos, UCI y sistemas HVAC críticos.
- **Arquitectura:** 200 kW/600kWh BESS + 300 kW DG.
- **Evento:** Corte de red de 8 h por tormenta.
- **Estrategia:**
  - SOC inicial 90 %.
  - EMS desconectó cargas P3 (HVAC no críticos) a las 2 h.
  - DG opera 30 % del tiempo.
  - Se logró autonomía total de 8 h sin interrupción médica.
- **Resultado:** RTE = 91 %, SoH > 90 %, 100 % continuidad en quirófanos.

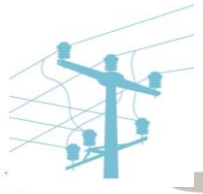
Casos de aplicación reales – Oil & Gas



1.500 kVA
1,5 MWh
480VAC

8x250 kVA
480VAC

1 MVA
480VAC



Red
13,8kV

VAC=480 ± 15% (3W)
f=60Hz (± 5Hz)
F.P=0.99
iTHD<3%
2x825 kVA
Regulación de voltaje ±1%
APF=300A
Continuo, True On Line,
Doble conversión

Rendimiento óptimo

- Eficiencia ≤96%
- Se pueden conectar en paralelo hasta 8 unidades UPS para redundancia
- Arranque en frio

Batería

LiFePO
144S12P-280Ah
BOL 01:32:53
EOL 00:51:05
1C Rate
460,8 VDC
403,2~518,4VDC

Rendimiento óptimo

- Refrigeración Liquida
- Diseño modular
- Instalación Plug&Play

Hacemos parte de

econexia
ECOSISTEMA DIGITAL DE CONEXIONES & NEGOCIOS
operado por corferias

Organizan:

Centro de Ciencia y Sensibilización Ambiental

corferias
Generadores de Oportunidades y Progreso

Casos de aplicación reales – Oil & Gas

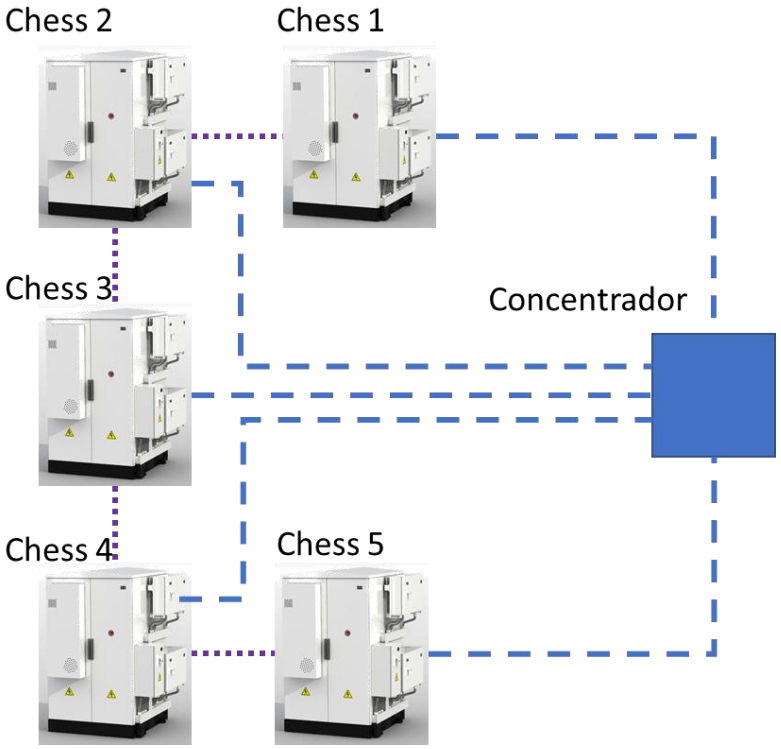
Escenario inicial

- Carga continua 800 kW (Inductiva)
- Carga discontinua 250 kW
- Genset 1 – 4*250 kW (crudo)
- Genset 2 – 4*250 kW (crudo)
- t_interrupción <~3 ciclos (50ms)

Necesidad

- F.P. >0,9
- Integración Red 34,5 kV – cola de circuito
- t_{fallas} red @5min (90%)
- Autonomía 1 hora a 1MW

Casos de aplicación reales – Oil & Gas



Referencia	OSN-P120B274-U
Tipo de Celda	LFP 330Ah
Tensión Nominal	480 V AC
Capacidad de batería	266 kWh
Energía Utilizable DC	247 kWh
Rango de Voltaje	705.6~907.2VDC
Frecuencia	57 – 60,5 Hz
Comunicación	Modbus TCP/IP

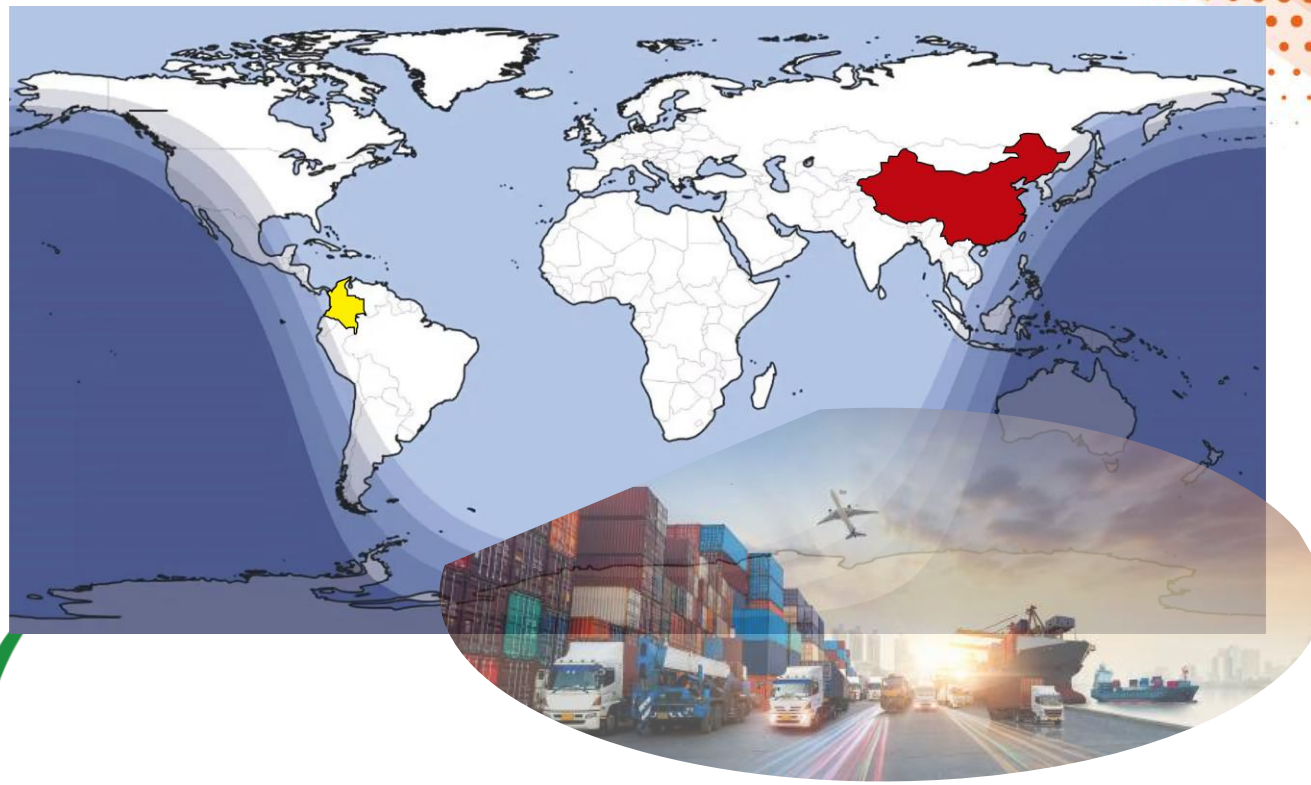
Casos de aplicación reales – Oil & Gas

Ingeniería	Compras	Pruebas FAT	Instalación	Pruebas integración
Chess ↓ BESS Serie Celdas 1C	Switchgear APF Segregar SS.AA	$t_{respuesta}$ Disipación térmica IEC 62933	Estructura elevada Distancias de seguridad	ANSI 59N Priorización

Casos de aplicación reales – Oil & Gas

- Paking List
- MSDS
- Tamaño de equipos
- Aduana
  - Tributos
  - Retie
  - Permisos Min. Defensa
  - Inspecciones detalladas
- Insurance

CERTIFICADO RETIE



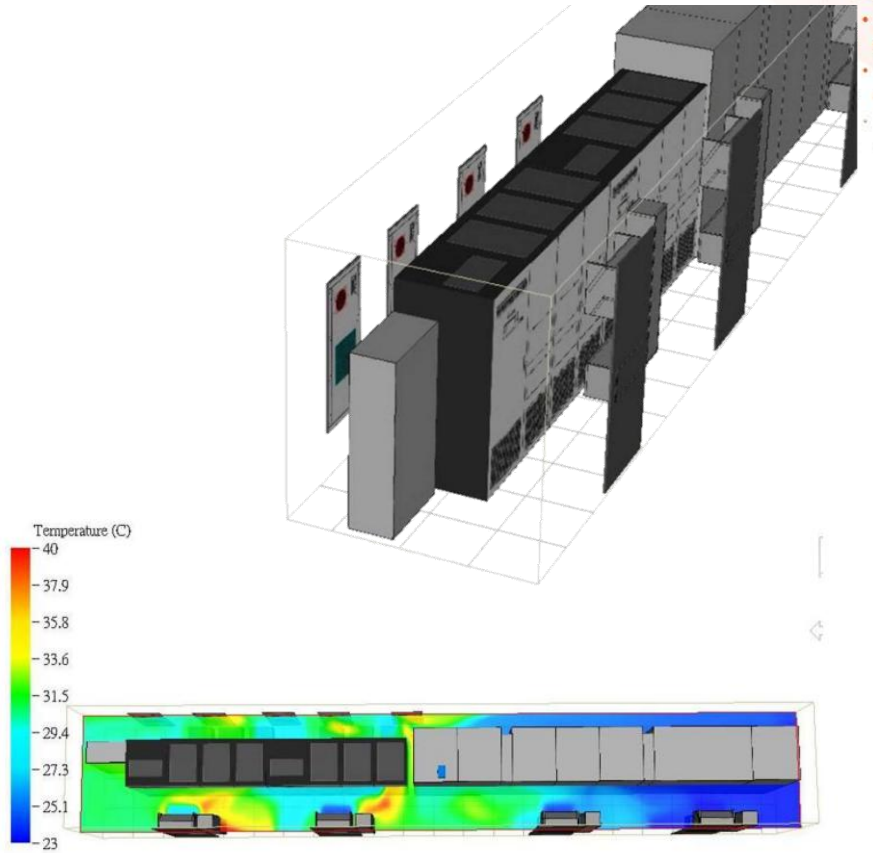
Hacemos parte de

Organizan:

Casos de aplicación reales – Oil & Gas

- BESS – Cargas en serie
- Potencia nominal 1,5MW (2PCS 3x275kVA) Escalable
- Capacidad de almacenamiento 1,54MWh (12Racks ~129kWh) Escalable
- C-rate 1C – 80% DOD – <1Ciclo/día
- Transición seamless < 1 ciclo (5ms)
- Funcionalidades:
  - Blackstart
  - Soporte P-Q - Active Power Filter 3x100A
  - Conversión AC/DC–DC/AC
  - Control Grid-Forming/Following
  - Load shedding
  - Ansi 59N

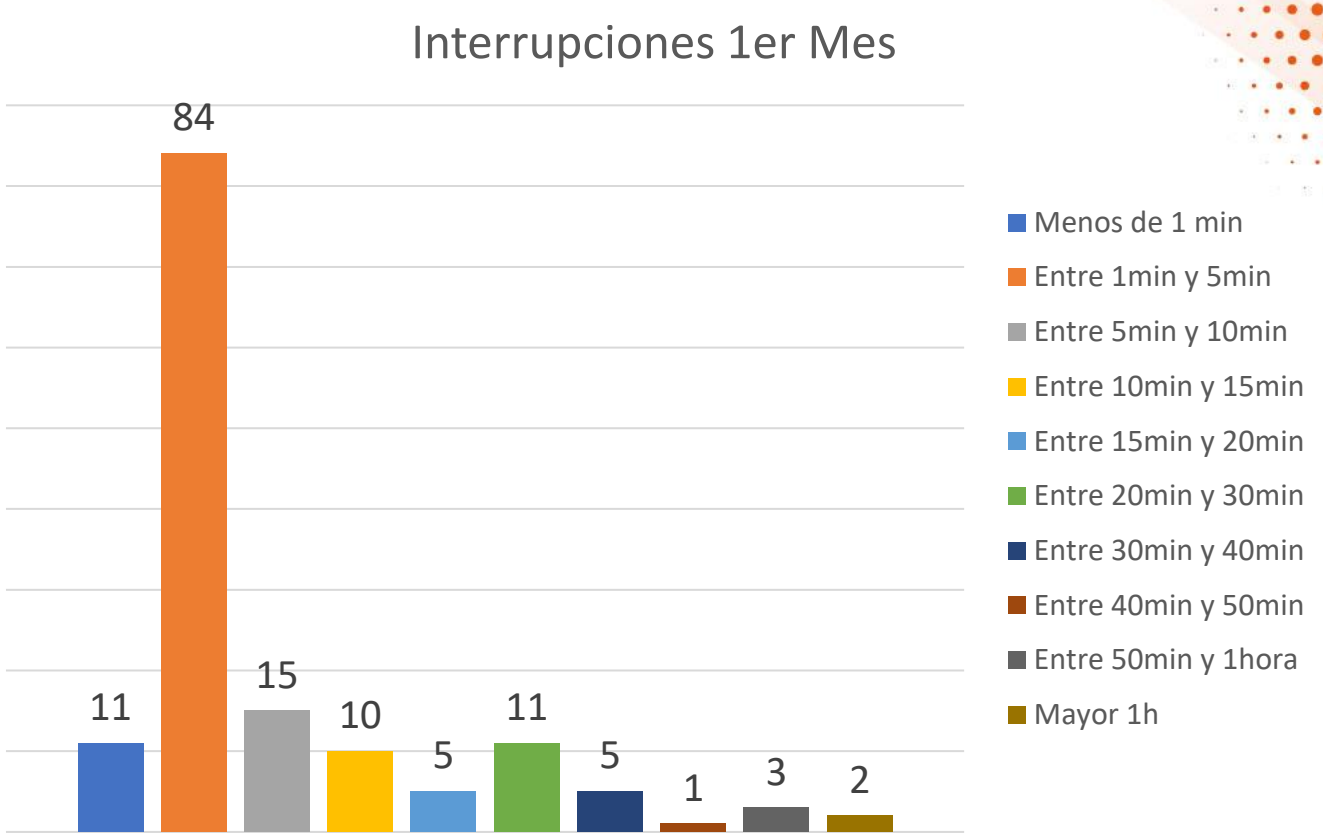
Casos de aplicación reales – Oil & Gas

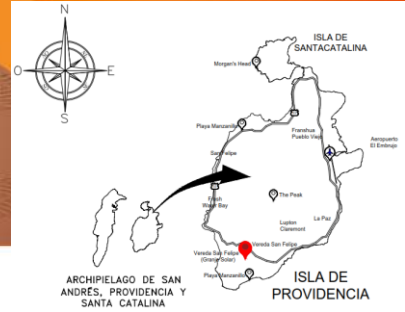


Casos de aplicación reales – Oil & Gas

Filosofía de Operación

- Operación Normal (Red+BESS)
- SOC<50% Genset Enciende
- SOC<40% Genset Conecta
- Solo Red carga el BESS
- Alarma sonora (Modo BESS)
- Mínimo 09 racks en funcionamiento
- APF activo permanentemente
- Transición con BESS

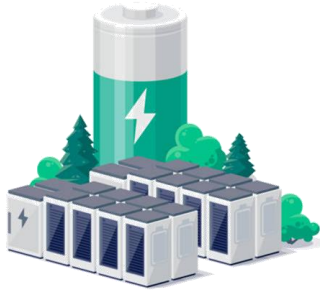




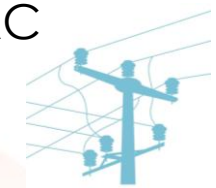
Casos de aplicación reales – MicroGrid

3,55 MW

1,8 MWp



2,5 MW
2,76 MWh
480VAC



Red
13,8kV

1,8 MW
2.452 usuarios

VAC=480 ± 10% (3W)
f=60Hz (± 1%)
F.P=0.99
THDV<3%
20x125 kVA
Regulación de voltaje <10%

Continuo, True On Line,
Doble conversión

Rendimiento óptimo

- Eficiencia ≤96%
- Arranque en frio
- Potencia reactiva en los cuatro cuadrantes
- Regulación primaria de frecuencia <20 ms.

Batería

LiFePO
288S30P-100Ah
BOL 01:27:18
EOL 00:48:01
1C Rate
921,6 VDC
806,4~1036,8VDC

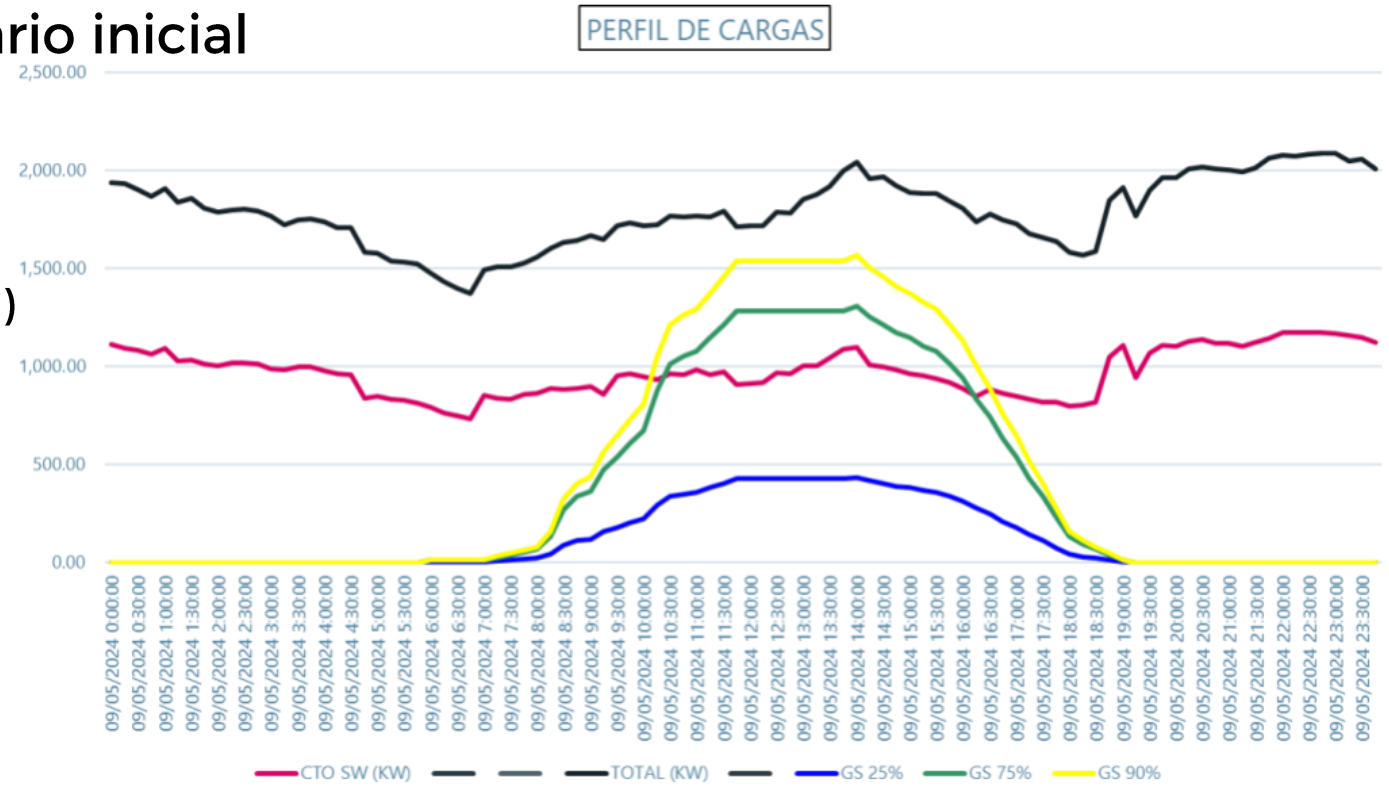
Rendimiento óptimo

- Refrigeración por aire
- Diseño modular
- Instalación Plug&Play

Casos de aplicación reales – MicroGrid

Escenario inicial

- Genset
  - 2*1.400 kW
  - 1*750 kW
  - 1*1.200 kW (2026)
- Red radial 13, kV
- SFV 1.809 kWp



Casos de aplicación reales – MicroGrid

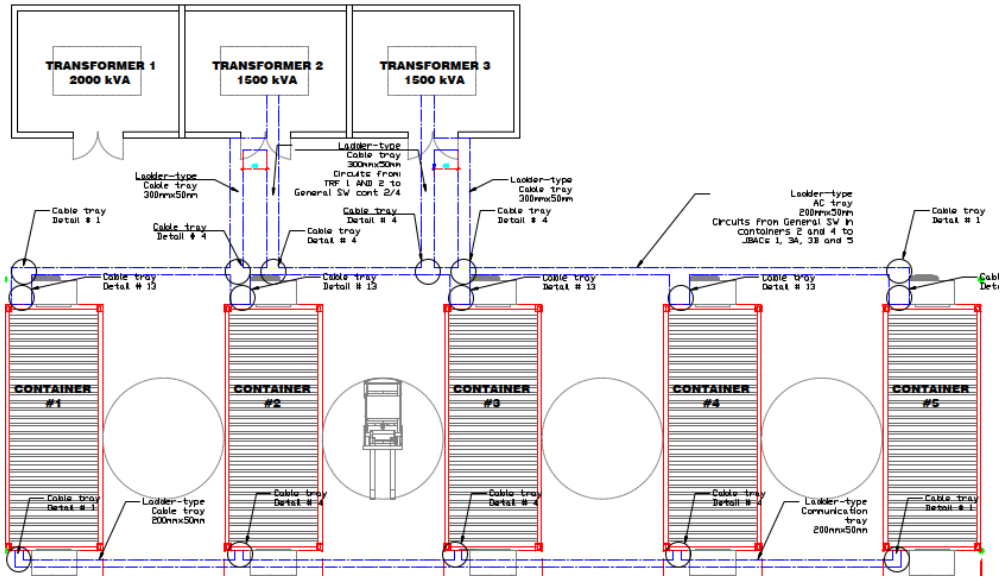
Requisitos BESS

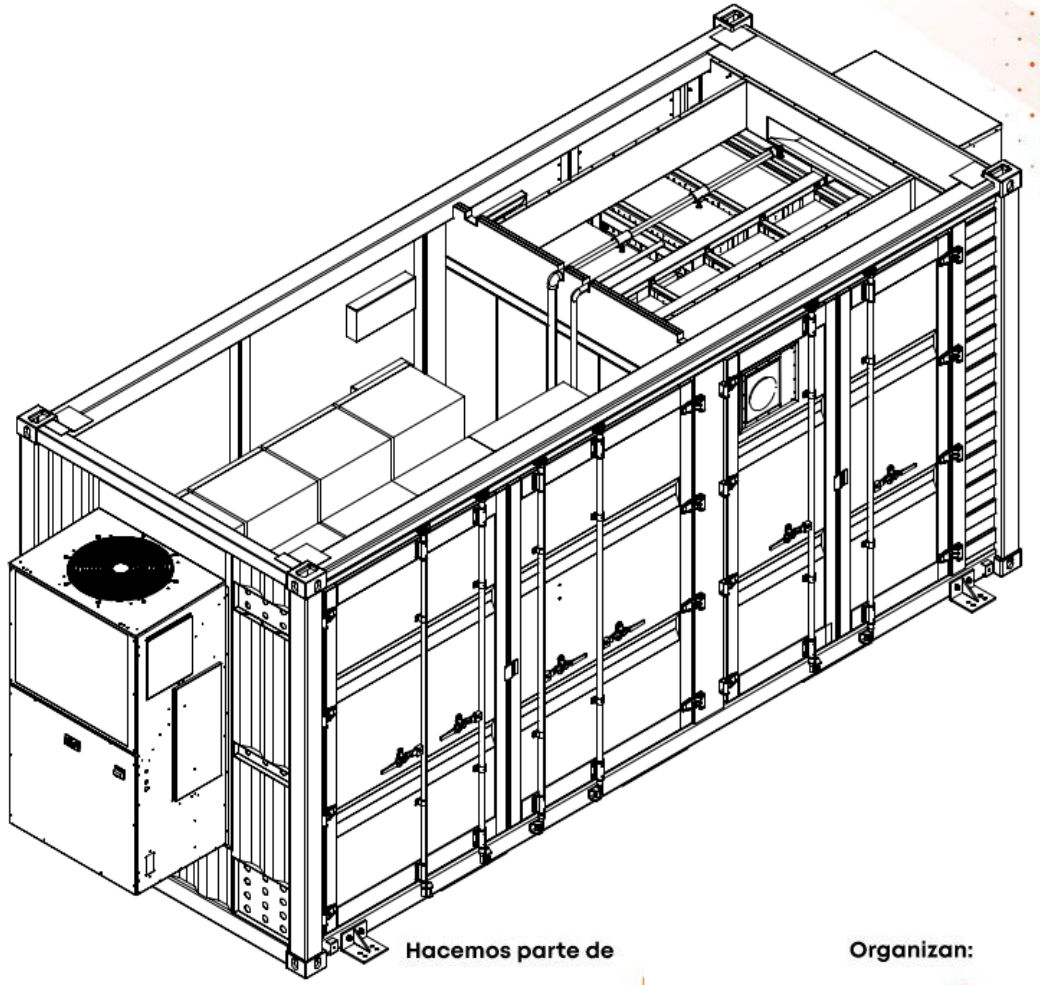
- 2,5 MW/MWh @BOL
- AC Coupling - 480 VAC
- 2 Unidades
  - ≤ 20 ft
  - ≤ 8Ton
- PCS ≤ 250kW
- Rack ≤600kWh
- 2 Salidas ≤1.500kW
- Extinción (Agua/CO2)
- Vientos huracanados 257km/h
- Regulación primaria ≤20ms
- Reducción de oscilación 5%
- Reactiva en 4 cuadrantes
- Soporte 1.8 MW @1hora
- Blackstart
- GridForming
- Regulación de voltaje
- Modularidad
- Integración SCADA - Remoto
- EMS

Casos de aplicación reales – MicroGrid

Equipo	Cant.	Peso Unit.	Contenedor 1	Contenedor 2 y 4	Contenedor 3 y 5
Contenedor 20“ HQ	1	3.700	3.700	3.700	3.700
Baterías 184,3 kWh	3	1.850	5.500	5.500	5.500
PCS 125 kW	4	300	1.200	1.200	1.200
Junction BOX AC	1	600	600	600	600
HVAC	2	250	500	500	500
FE&P	1	850	850	850	850
Canalizaciones y cableado	1	1.900	1.900	1.900	1.900
SS.AA. y Comunicaciones	2	300			600
Celdas BT	2	700		1.400	
Total			14.250	15.650	14.850

Casos de aplicación reales – MicroGrid





Consideraciones de seguridad, confiabilidad y normativas

Protocolos de seguridad eléctrica.

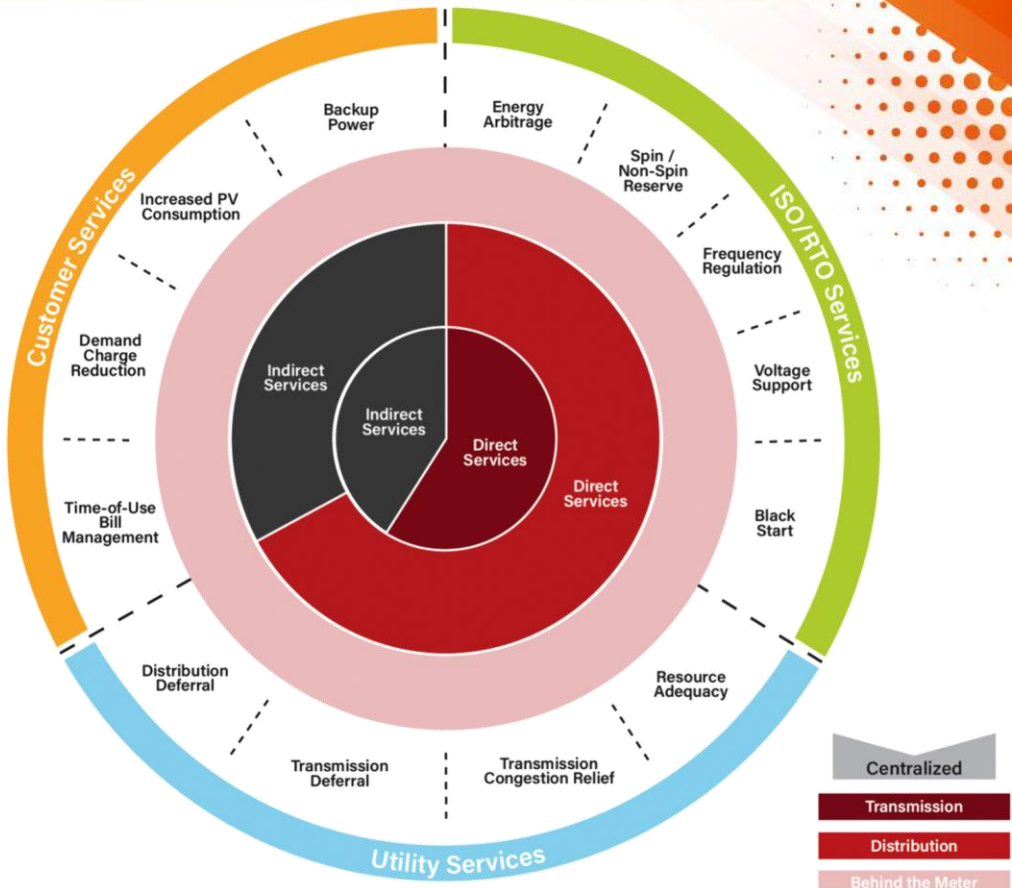
Certificaciones requeridas

Mantenimiento predictivo y diagnóstico remoto.

Vida útil de baterías y segunda vida.

Rol estratégico del BESS en el ecosistema energético

Rol del BESS	Descripción / impacto
Formación de red (Grid-forming)	El BESS genera tensión y frecuencia de referencia incluso sin red principal - “black start”.
Apoyo en eventos de blackout	Proporciona energía instantánea mientras la red se restablece o los generadores se sincronizan.
Estabilización de frecuencia y tensión	Responde en milisegundos a fluctuaciones, evitando colapsos por inercia reducida.
Integración de renovables intermitentes	Compensa variabilidad solar/eólica con potencia firme.
Soporte a cargas críticas y microredes aisladas	Mantiene la operación autónoma en puntos de consumo



https://doi.org/10.1016/j.tej.2021.107048

Rol estratégico del BESS en el ecosistema energético

- El BESS es ahora infraestructura crítica, al nivel de las subestaciones y generadores térmicos.
- Los eventos reales demuestran que los sistemas grid-forming permiten continuidad inmediata, incluso sin red.
- Su valor no se mide solo en kWh, sino **en resiliencia, seguridad y continuidad social**.
- Países como Francia, España y Chile ya integran estos sistemas como parte del plan nacional de resiliencia energética.
- En Colombia, los primeros proyectos hospitalarios, Oil&Gas y de microred industrial están sentando las bases de regulación futura para redes resilientes.

¿Están preparadas nuestras infraestructuras críticas para un mundo de incertidumbre energética?

ExpoSolar Colombia 2025
9ª VERSIÓN

¡Muchas gracias por su atención!

Cristian A. Quimbayo J.

Dir. Proyectos

+57.316.615.9244

cquimbayo@tbplusenergy.com

www.tbplusenergy.com

www.linkedin.com/in/cristian-quimbayo/

IX CONGRESO INTERNACIONAL

Almacenamiento DE ENERGÍA

una **nueva era** de alta Confiabilidad

Hacemos parte de

econexia
ECOSISTEMA DIGITAL DE CONEXIONES & NEGOCIOS
operado por corferias

Organizan:

Centro de Ciencia y Sensibilización Ambiental

corferias
Generadores de Oportunidades y Progreso