

IX CONGRESO INTERNACIONAL

Almacenamiento
DE ENERGÍA ⚡

una **nueva era** de alta Confiabilidad



Microrredes Inteligentes: la sinergia perfecta entre SIN (redes convencionales) y almacenamiento BESS para la autonomía energética

Francisco Cervantes Mayorga
17 de octubre de 2025
Bogotá, Colombia.



Hacemos parte de



Organizan:



IX CONGRESO INTERNACIONAL

Almacenamiento
DE ENERGÍA ⚡

una **nueva era** de alta Confiabilidad



Contenido

1. Antecedentes
2. La distinción entre el modelo tradicional de suministro de energía y las microrredes
3. La regulación al día de hoy
4. Casos de aplicación BESS en Colombia
5. Retos y oportunidades
6. Tendencias y casos de éxito globales en almacenamiento de energía
7. Caso de estudio
8. Preguntas y respuestas

Hacemos parte de



Organizan:





Antecedentes

Creciente demanda como tendencia (multifactorial):

- A nivel global: la demanda de energía aumentó ~2,2 % en 2024, según la Agencia Internacional de la Energía (IEA). Latam Green. (2024).
- En LATAM: la demanda creció ~ 2,3 % anual en la última década, y se proyecta que alcance un ritmo de 3,9 % anual hacia 2030, impulsado por crecimiento demográfico, electrificación y desarrollo industrial. JPMorgan Private Bank. (2025).
- En Colombia:

Crecimiento anual de la demanda de energía

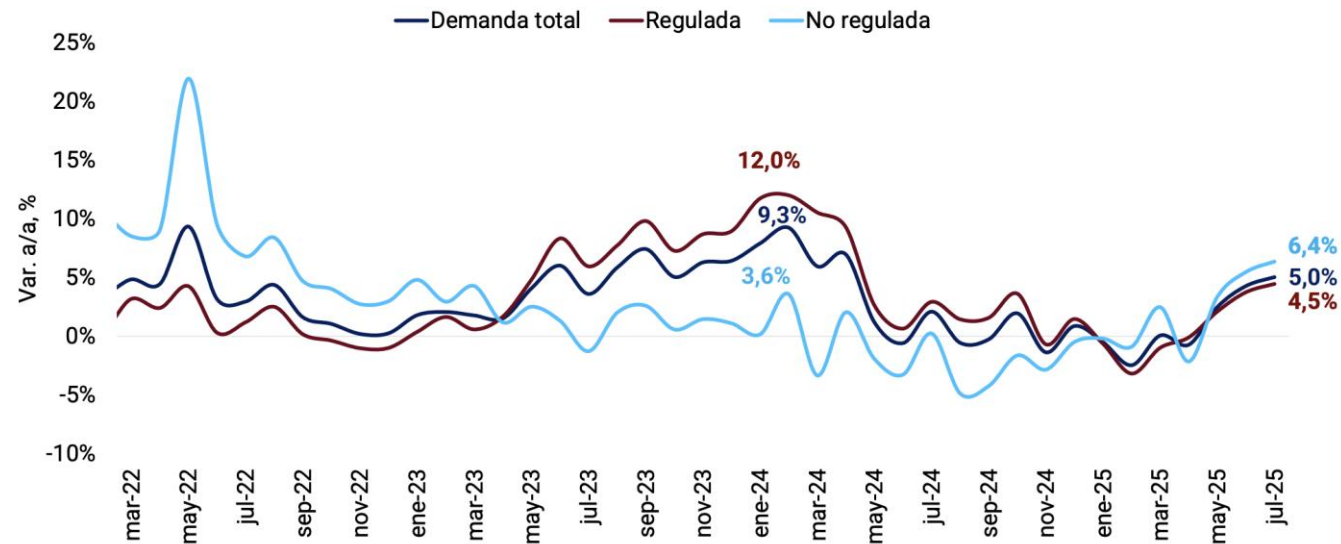


Figura 1. Corficolombiana Investigaciones (2025).

Hacemos parte de

econexia
ECOSISTEMA DIGITAL
DE CONEXIONES
A NEGOCIOS
operado por corferias

Organizan:





Antecedentes - ¿Cuál es el pronóstico de consumo?

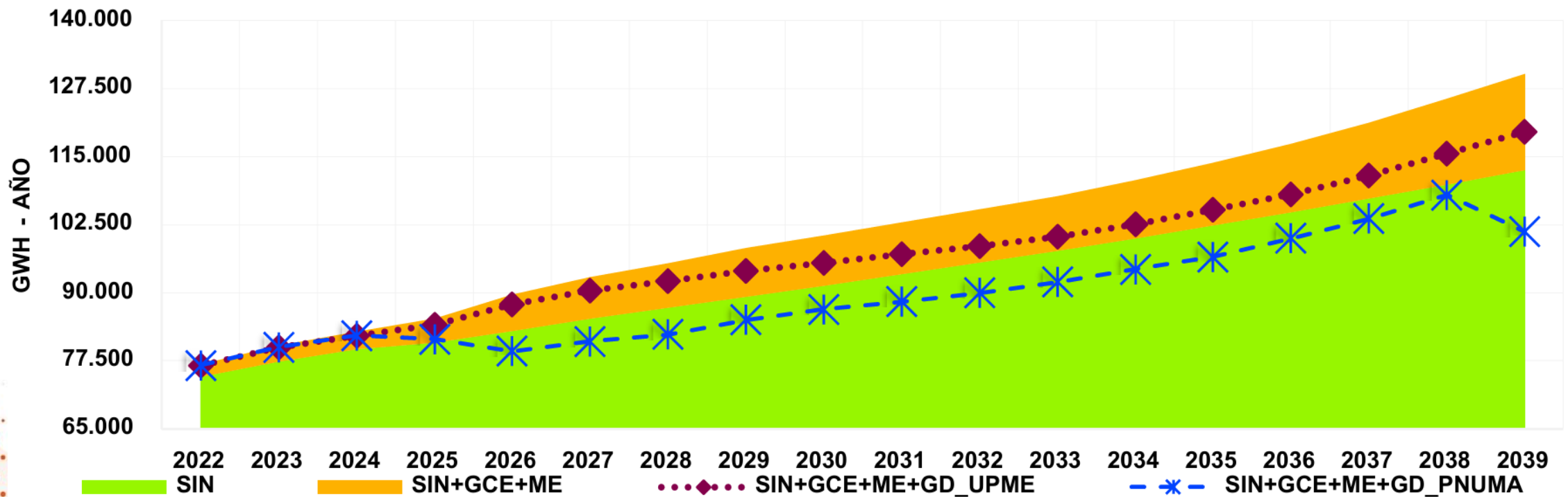


Figura 2. Proyección anual de demanda de energía eléctrica (GWh-año) - Esc. Medio

Fuente: UPME, Base de Datos XM (abril 28), 2025.

Hacemos parte de

econexia
ECOSISTEMA DIGITAL
DE CONEXIONES
A NEGOCIOS
operado por corferias

Organizan:

**Centro de Ciencia
y Sensibilización
Ambiental**

corferias
Generadores de
Oportunidades y Progreso



Antecedentes - ¿Cuál es el pronóstico de demanda?

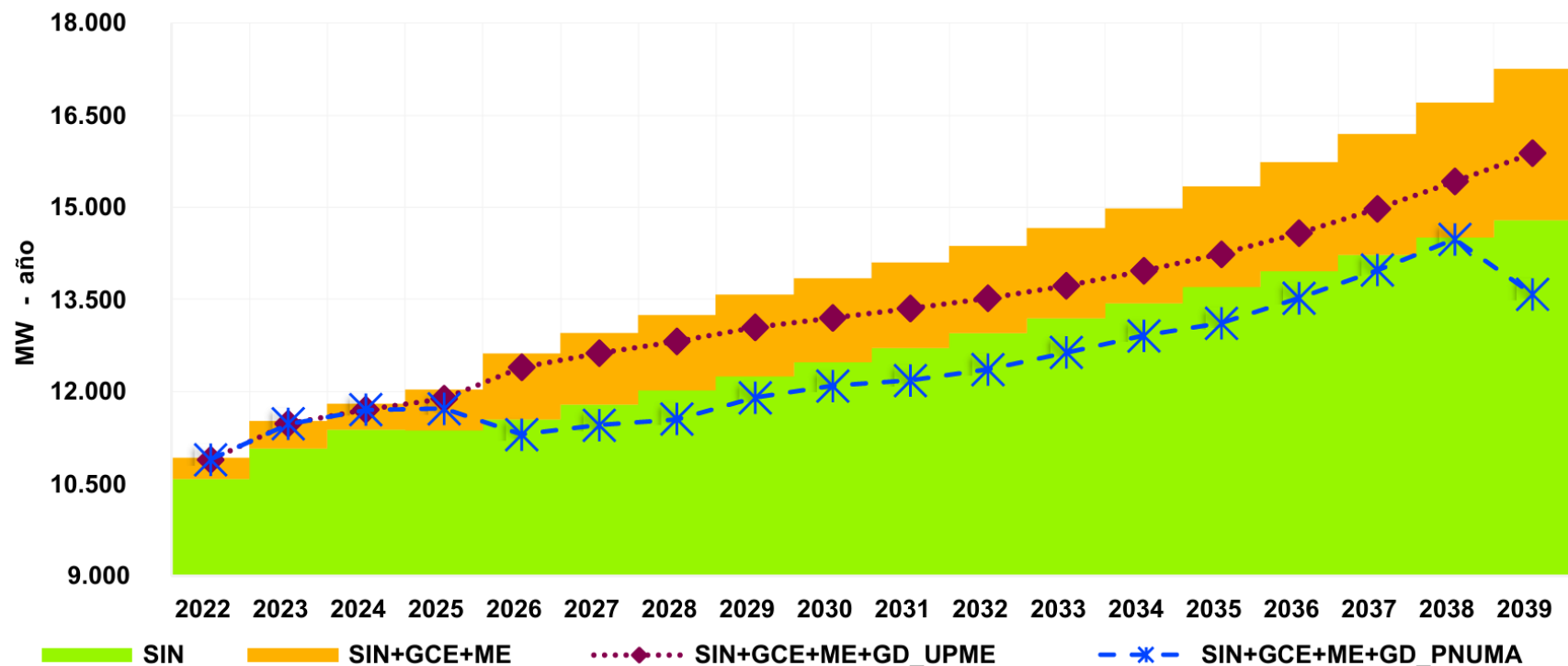


Figura 3. Proyección anual de demanda de potencia máxima (MW-año) – Esc. Medio

Fuente: UPME, Base de Datos XM (abril 28), 2025.

Hacemos parte de

econexia
ECOSISTEMA DIGITAL
DE CONEXIONES
A NEGOCIOS
operado por corferias

Organizan:

**Centro de Ciencia
y Sensibilización
Ambiental**

corferias
Generadores de
Oportunidades y Progreso



Antecedentes - ¿De qué fuentes de generación depende hoy el SIN?

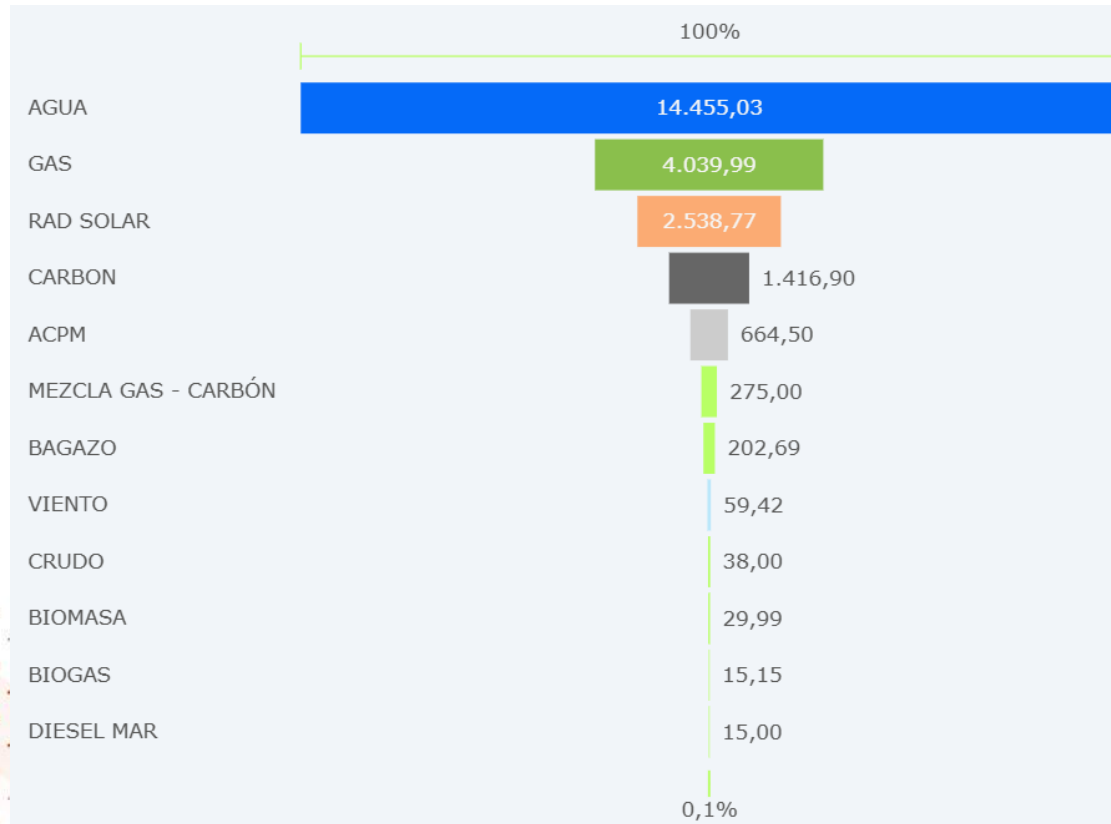


Figura 4. Capacidad de generación (MW) - Fecha de actualización: 4 de octubre de 2025.
Fuente: UPME, Base de Datos (octubre 4), 2025.

Capacidad efectiva

Total MW:

23.750,43

Hacemos parte de

econexia
ECOSISTEMA DIGITAL
DE CONEXIONES
A NEGOCIOS
operado por corferias

Organizan:

Centro de Ciencia
y Sensibilización
Ambiental

corferias
Generadores de
Oportunidades y Progreso



Antecedentes - Fenómenos climatológicos

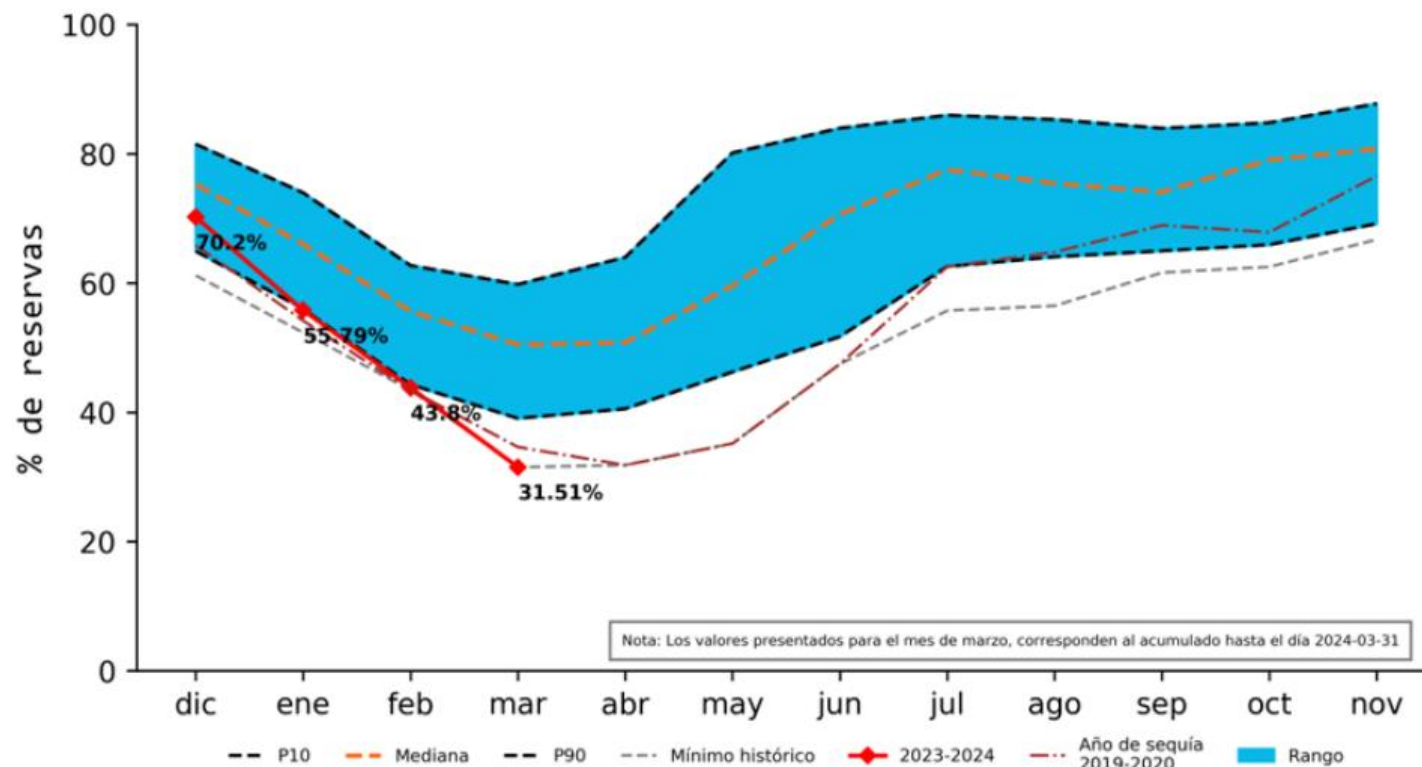


Figura 5. Comportamiento de los principales embalses del país
Fuente: UPME, Base de Datos XM (abril 11), 2024.

Hacemos parte de

econexia
ECOSISTEMA DIGITAL
DE CONEXIONES
A NEGOCIOS
operado por corferias

Organizan:

**Centro de Ciencia
y Sensibilización
Ambiental**

corferias
Generadores de
Oportunidades y Progreso



Antecedentes - Fluctuaciones de precios de los combustibles fósiles

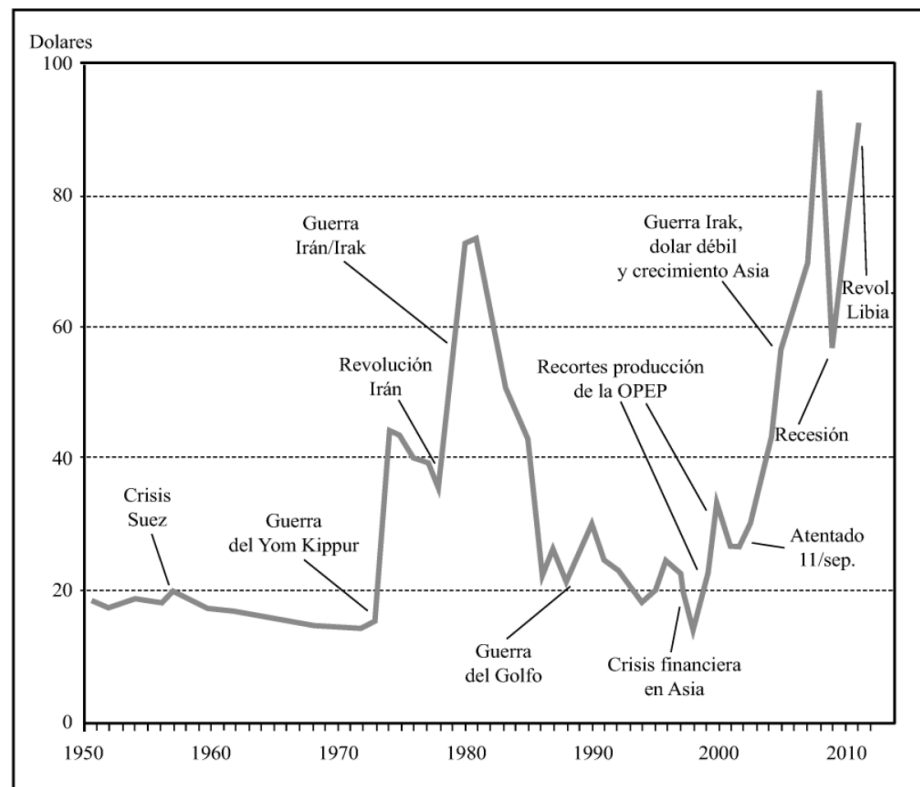


Figura 6. Evolución del precio internacional del crudo. Fuente: Fondevila, M. M. (2013).

Hacemos parte de

econexia
ECOSISTEMA DIGITAL
DE CONEXIONES
A NEGOCIOS
operado por corferias

Organizan:

**Centro de Ciencia
y Sensibilización
Ambiental**

corferias
Generadores de
Oportunidades y Progreso



Antecedentes - Apagones, un riesgo latente

Los recientes eventos en Europa y LATAM evidencian que incluso los sistemas más robustos pueden fallar

Feb 2025:



EL PAÍS

Chile

ENERGÍA ELÉCTRICA >

El Gobierno de Boric decreta el estado de excepción y toque de queda por un apagón masivo en Chile

Los cortes de electricidad han comenzado pasadas las tres de la tarde y afectan a gran parte del país. “Esto es indignante”, dice el presidente

Abr 2025:

Apagón de abril en España fue el más grave en décadas y el primero de su tipo, según expertos

Un apagón relacionado con tensiones en cascada como el de España “nunca había ocurrido antes en Europa”, dijo Cortinas. “Es un territorio nuevo”.



EL PAÍS

Sep 2025:

México

INTERNACIONAL · MÉXICO · OPINIÓN · SOCIEDAD · ECONOMÍA · CIENCIA / MATERIA · TECNOLOGÍA · CULTURA · DEPORTES · GENTE Y ESTILO DE VIDA

APAGONES EN MÉXICO >

Una falla en el suministro eléctrico al sureste de México provoca un apagón en Yucatán, Campeche y Quintana Roo

Hacemos parte de

econexia
ECOSISTEMA DIGITAL
DE CONEXIONES
A NEGOCIOS
operado por corferias

Organizan:





Antecedentes - ¿Por qué elegir baterías de entre todas las opciones para almacenamiento de energía?

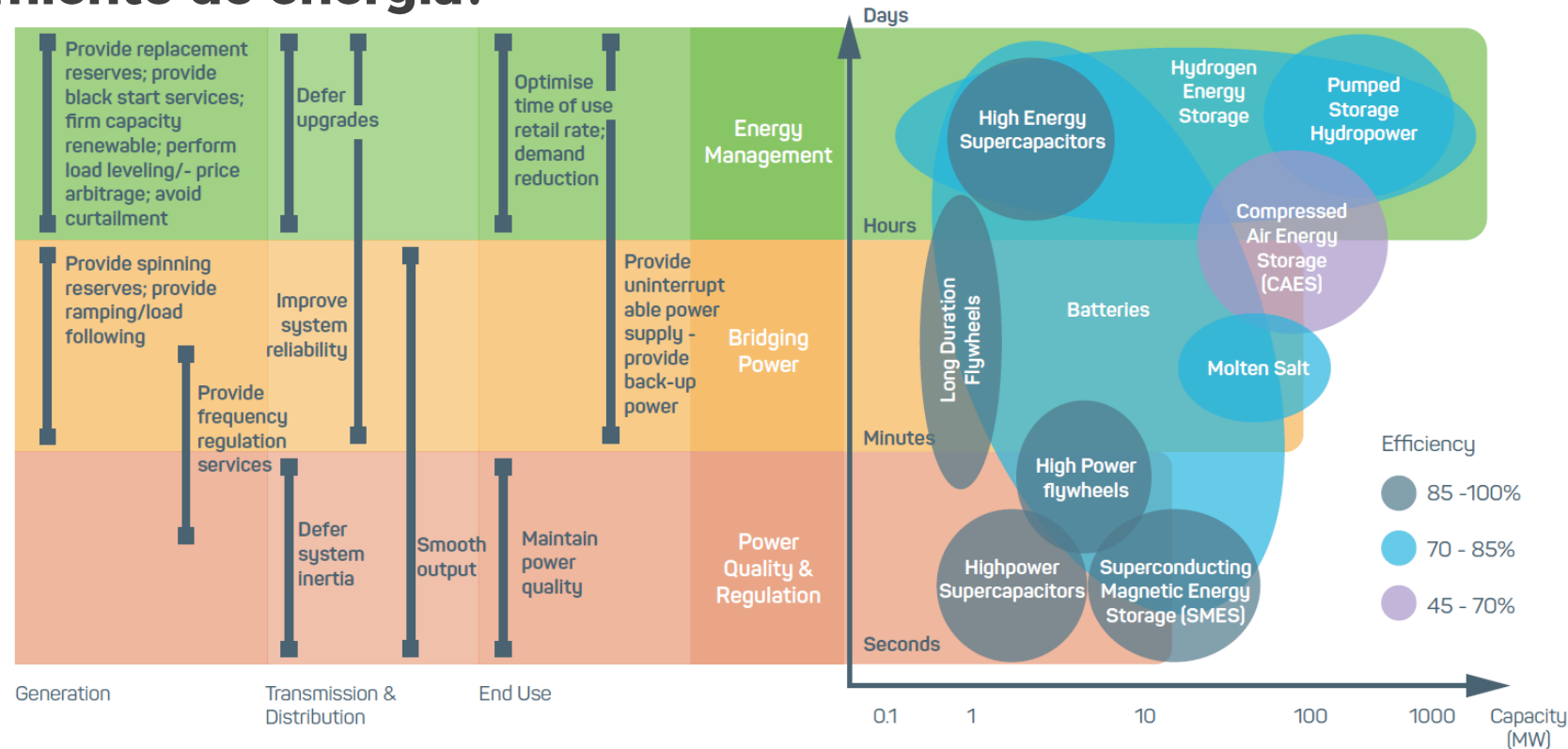


Figura 7. Múltiples cadenas de valor y capacidades de las diferentes tecnologías de almacenamiento de energía.
Fuente: Chernyakhovskiy, Ilya. (2024). Incorporating Renewable Energy in Electricity Grids, London: ImperialX.

Hacemos parte de

econexia
ECOSISTEMA DIGITAL
DE CONEXIONES
A NEGOCIOS
operado por corferias

Organizan:

Centro de Ciencia
y Sensibilización
Ambiental

corferias
Generadores de
Oportunidades y Progreso



La distinción entre el modelo convencional de suministro de energía y las microrredes

Modelo convencional

- Unidireccional
- Los consumidores son pasivos
- Monitoreo mínimo
- Propenso a fallas
- Los proyectos de construcción de nuevas centrales de generación, o líneas de transmisión son de largo plazo
- La integración de nuevas tecnologías es complicada
- Pronosticar es complejo

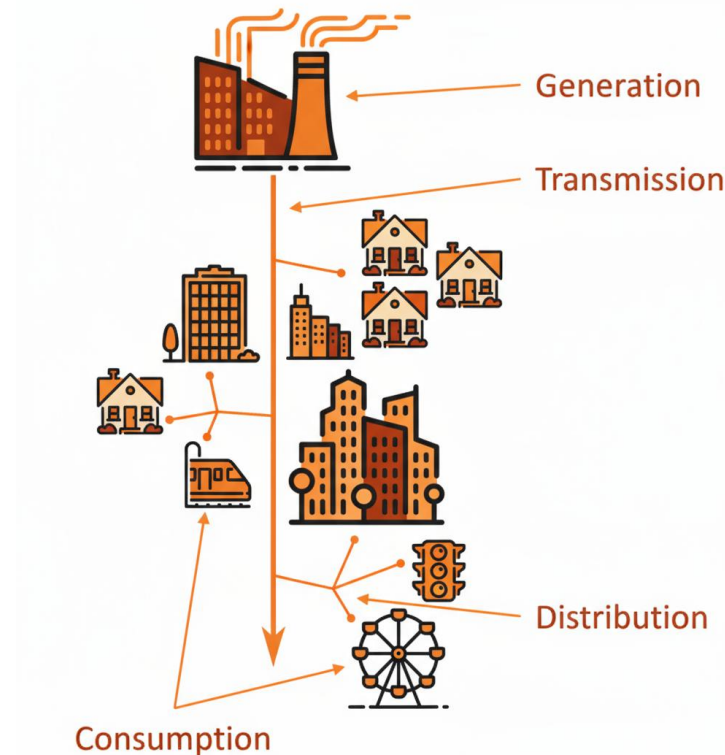


Figura 8. Topología del modelo convencional de suministro de energía
Fuente: Ibarra, L. (s.f.). The modern power grid, México: Tecnológico de Monterrey.

Hacemos parte de



Organizan:





La distinción entre el modelo convencional de suministro de energía y las microrredes

Un concepto diferente: Microrredes

- Un sistema que interactúa con la red local, ya sea interconectado o en modo isla, y que está diseñado para cubrir una **necesidad específica**
- Lo conforman “agentes” que tienen un rol activo, generando, consumiendo y **almacenando energía**
- Existe un bus bidireccional
- Cuenta con medición, control, comunicación y administración (**Energy Management System**) propia de la red, y de cada “agente”
- Incrementa la resiliencia, permite detectar fallas de manera local y brinda capacidad de aislamiento
- Está diseñado para **solucionar necesidades específicas de los “agentes”**

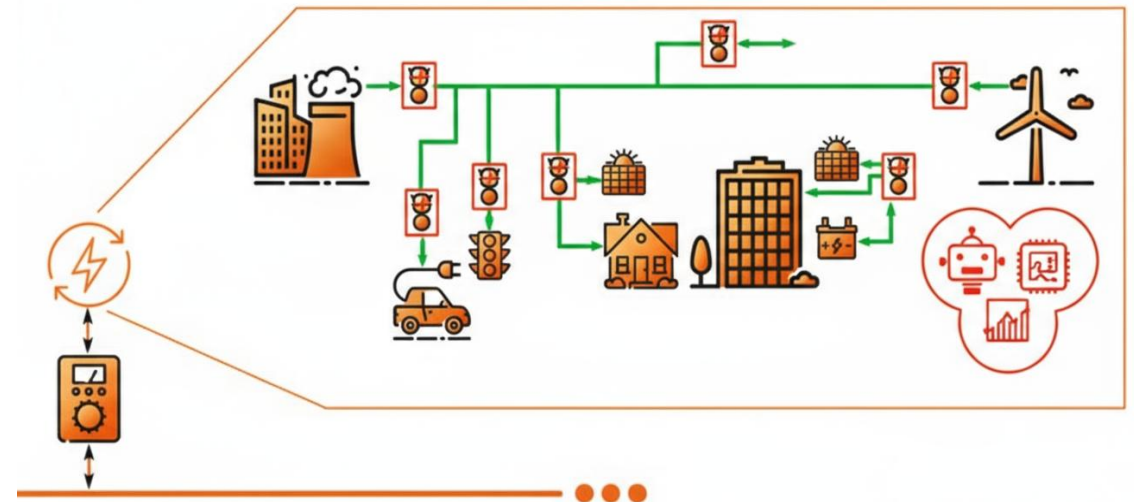


Figura 9. Topología del modelo conceptual de microrred
Fuente: Ibarra, L. (s.f.). The modern power grid, México: Tecnológico de Monterrey.

Hacemos parte de

econexia
ECOSISTEMA DIGITAL
DE CONEXIONES
A NEGOCIOS
operado por corferias

Organizan:

**Centro de Ciencia
y Sensibilización
Ambiental**

corferias
Generadores de
Oportunidades y Progreso



La distinción entre el modelo convencional de suministro de energía y las microrredes

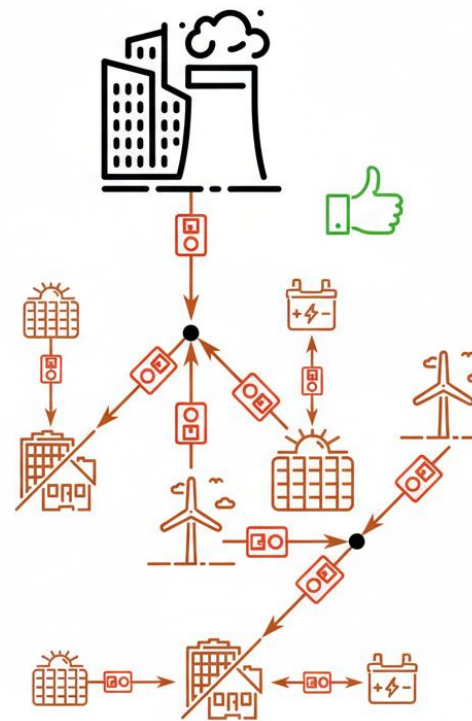
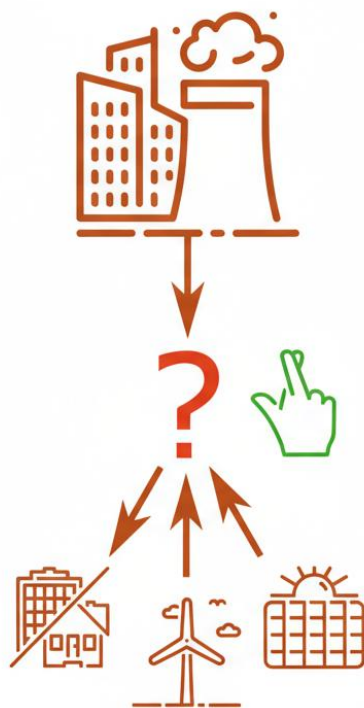


Figura 10. Un cambio en la manera de consumir energía. Fuente: Ibarra, L. (s.f.). The modern power grid, México: Tecnológico de Monterrey.

Hacemos parte de

econexia
ECOSISTEMA DIGITAL
DE CONEXIONES
A NEGOCIOS
operado por corferias

Organizan:

 Centro de Ciencia
y Sensibilización
Ambiental

 **corferias**
Generadores de
Oportunidades y Progreso



La regulación sobre Almacenamiento de Energía en Colombia

Proyecto de Resolución CREG 701 103 de 2025

Objetivo: Definir los mecanismos técnicos, comerciales y operativos para la incorporación de Sistemas de Almacenamiento con Baterías (SAEB/BESS) en el Sistema Interconectado Nacional (SIN).

Aspectos clave

• Clasificación como activos de red:

Los BESS podrán ser reconocidos como **activos estratégicos del SIN**, con propósitos como:

- Postergar o evitar nuevas inversiones en transmisión.
- Mejorar la calidad del servicio y estabilidad de voltaje.
- Gestionar congestiones y contingencias.
- Aportar soporte de frecuencia en zonas aisladas.

• Identificación y ejecución:

- En el **STN**, los proyectos serán identificados por la **UPME** e incluidos en el plan de expansión.
- En **STR/SDL**, los **Operadores de Red (OR)** podrán proponerlos y ejecutarlos directamente.

• Remuneración:

- SAEB ejecutados por convocatoria pública → remuneración por reglas de inversión (IAE – Ingreso Anual Esperado).
- SAEB ejecutados por OR → remunerados como activos de transmisión o distribución según nivel de tensión.

• Eficiencia mínima:

- Se fija en **85 %** para SAEB en STR.
- UPME podrá establecer exigencias mayores según proyecto.

• Compensaciones y disponibilidad:

- Máximo **100 h/año** de indisponibilidad programada.
- Penalización si excede **3 h/año** de indisponibilidad no programada.
- Tope de compensación mensual: **60 % del ingreso mensual**.

Hacemos parte de



Organizan:





Casos de aplicación BESS en Colombia - Aplicaciones Behind the meter (BTM)

Aplicaciones	Beneficiosos tangibles
Continuidad Operativa: Fast backup; BESS doble conversión	Reducción de merma, tiempo muerto, equipos dañados, o penalizaciones por retrasos en entrega
Gestión inteligente de energía: Peak Shaving y Load Shifting	Arbitraje de energía, reducción de demanda facturable (requiere tarifas diferenciadas)
Almacenamiento de excedentes de generación de fuentes no convencionales	Incrementar el ahorro al generar, y almacenar para usar más tarde, una mayor porción del consumo total
Soporte a microrredes (interconectadas o en modo isla) con diferentes fuentes de generación: Generadores a combustible fósil; Cogeneración; entre otros.	Reducción significativa del uso del combustible y de los gastos operativos de las centrales a combustión (incorporación de generación de energía de fuentes no convencionales)
Calidad de energía: Regulación de tensión; Regulación de frecuencia; Corrección de factor de potencia	Reducción de penalizaciones por bajo factor de potencia, reducción de merma, tiempo muerto, equipos dañados, o penalizaciones por retrasos en entrega

Hacemos parte de



Organizan:





Casos de aplicación BESS en Colombia - Aplicaciones Behind the meter (BTM) Fast backup

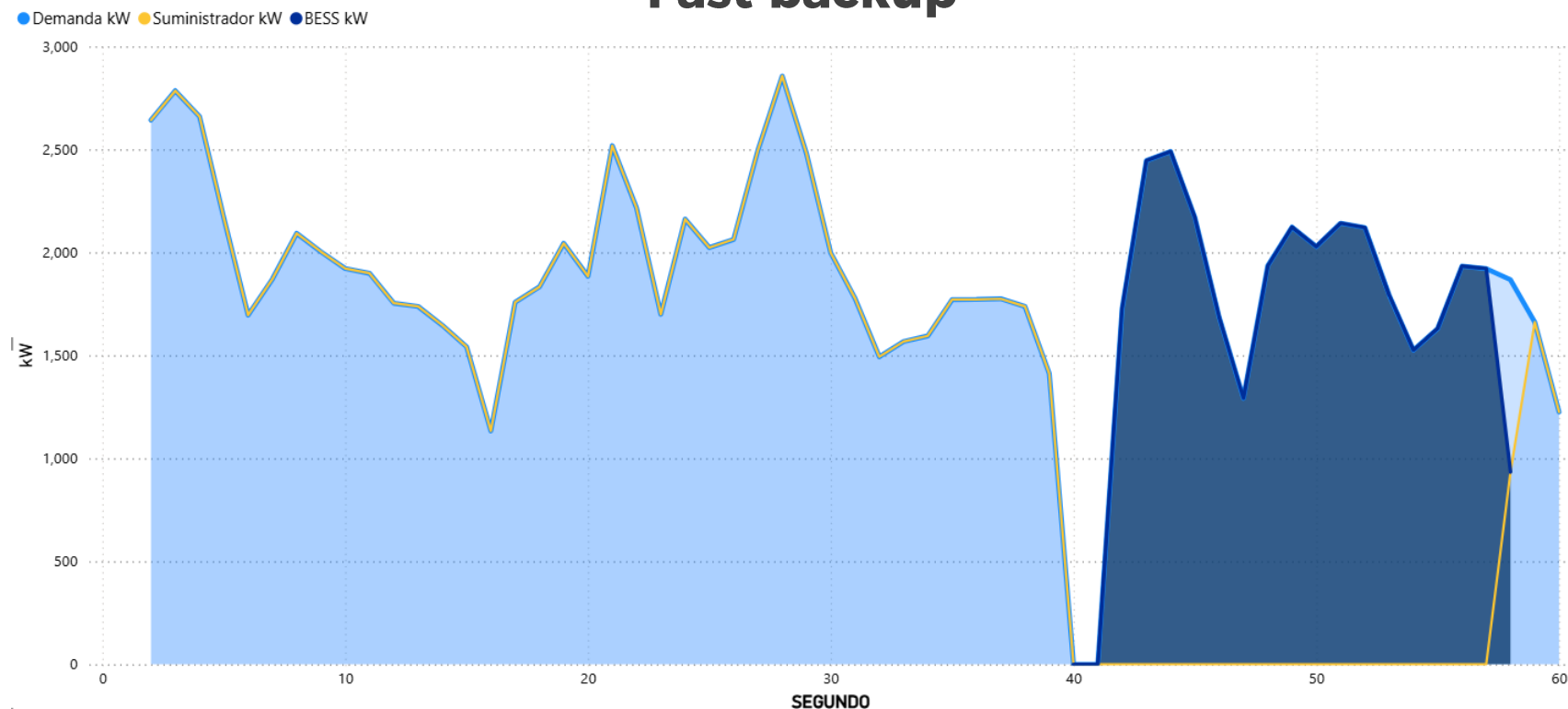


Figura 11. Aplicaciones BTM – Fast Backup. Fuente: Elaboración propia

Hacemos parte de

Organizan:



Casos de aplicación BESS en Colombia - Aplicaciones Behind the meter (BTM) Peak Shaving

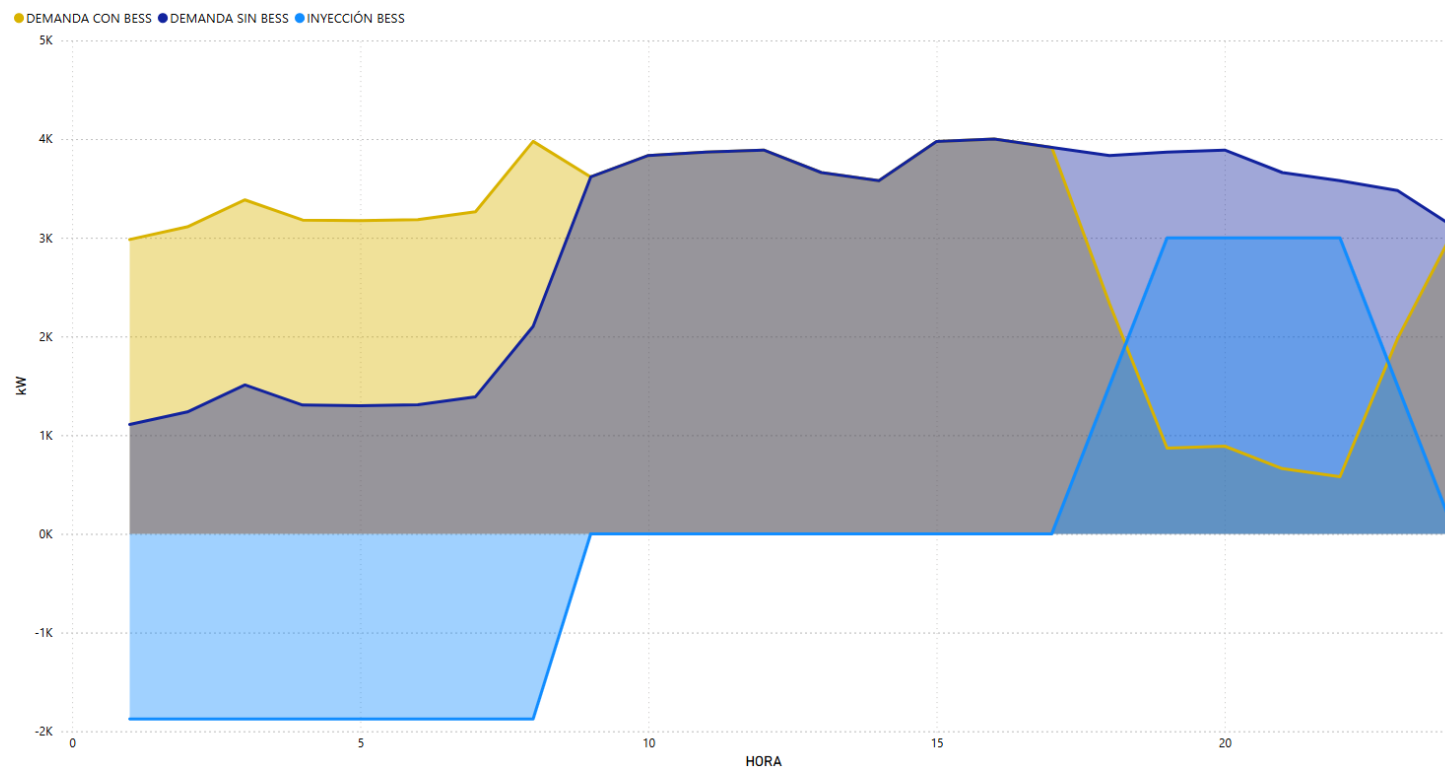


Figura 12. Aplicaciones BTM - Peak Shaving. Fuente: Elaboración propia

hacemos parte de

econexia
ECOSISTEMA DIGITAL
DE CONEXIONES
A NEGOCIOS
operado por corferias

Organizan:





Casos de aplicación BESS en Colombia - Aplicaciones Behind the meter (BTM) BESS doble conversión

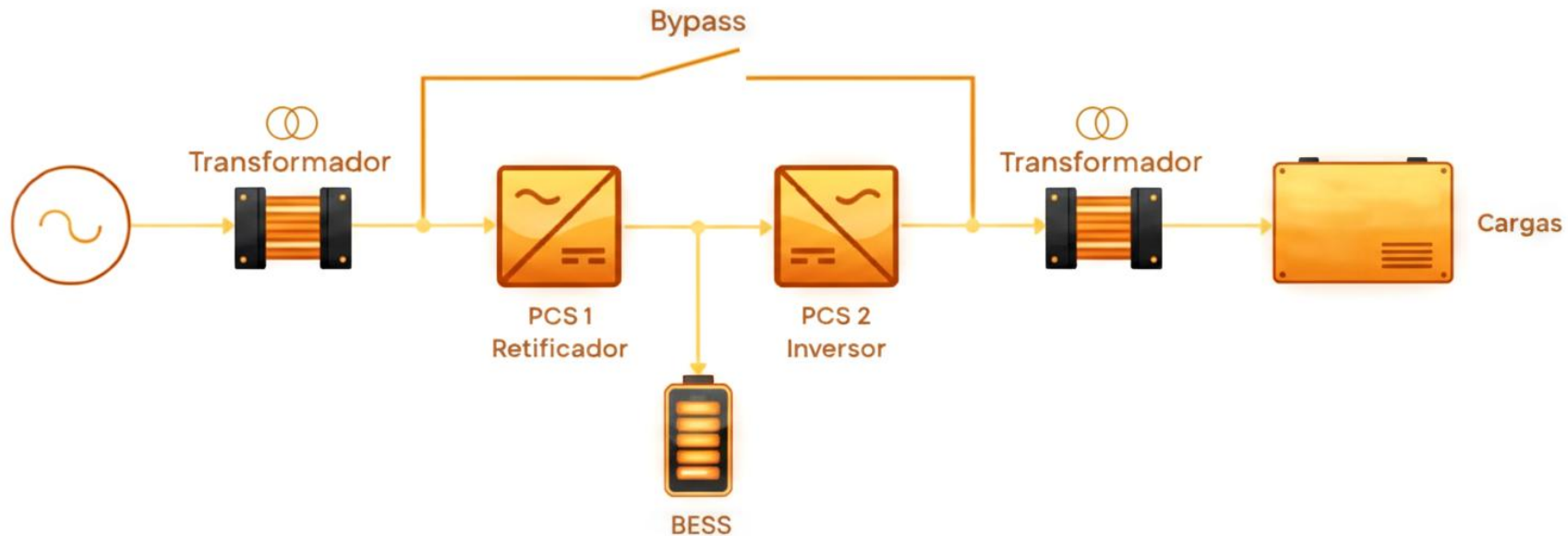


Figura 13. Aplicaciones BTM – BESS Doble Conversión. Fuente: Elaboración propia

hacemos parte de

econexia
ECOSISTEMA DIGITAL
DE CONEXIONES
A NEGOCIOS
operado por corferias

organizan:





Casos de aplicación BESS en Colombia

Aplicaciones In front of the meter (FTM) – Generación con fuentes no convencionales

- Acreditación de potencia firme
- Arbitraje de energía
- Nivelación de energía
- Reserva rodante
- Regulación de voltaje
- Regulación de frecuencia
- Reducción de *curtailment*
- Optimización del despacho entre regiones
- *Black start*

Hacemos parte de



Organizan:





Casos de aplicación BESS en Colombia - Aplicaciones In front of the meter (FTM)

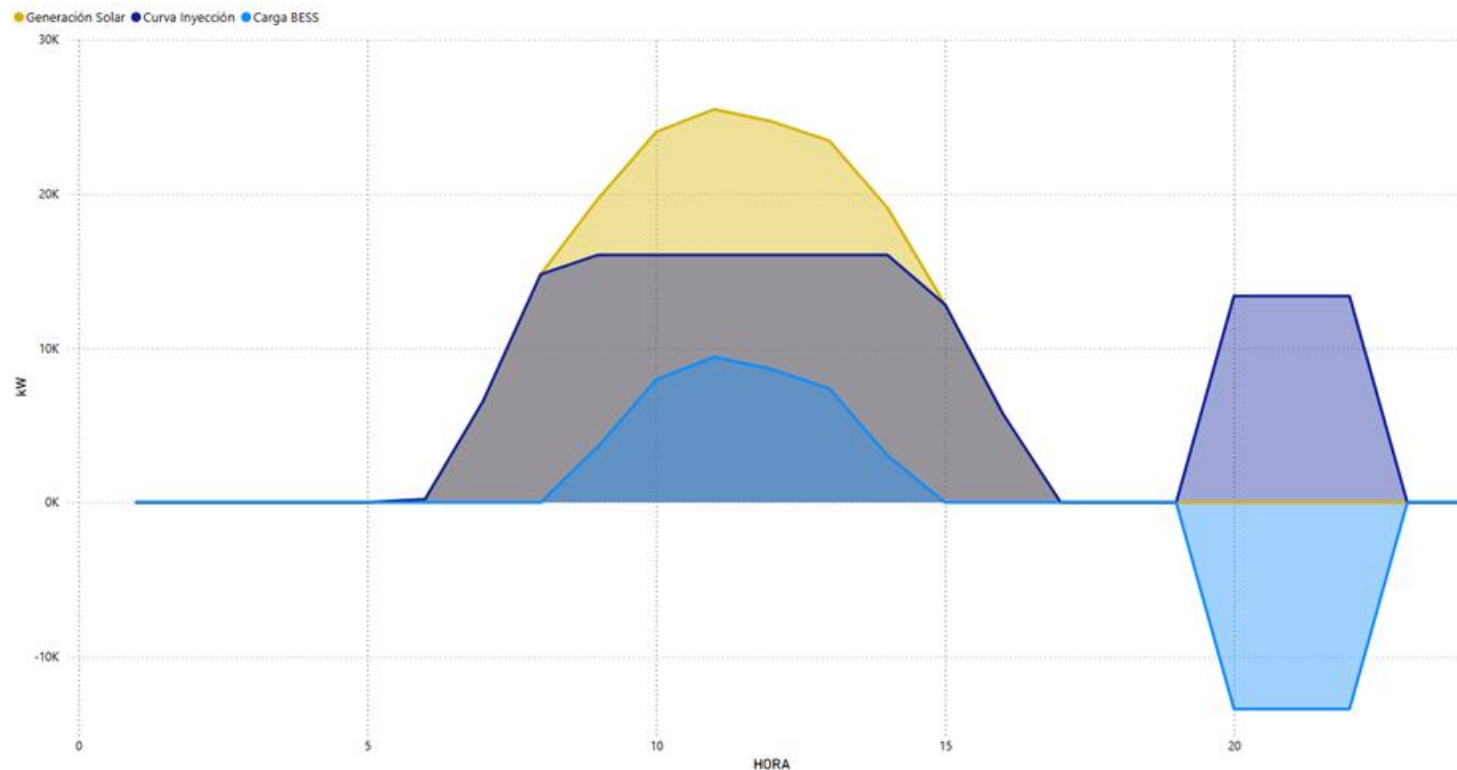


Figura 14. Aplicaciones FTM – Load Shifting. Fuente: Elaboración propia Hacemos parte de



Casos de aplicación BESS en Colombia - Aplicaciones In front of the meter (FTM) Nivelación de energía

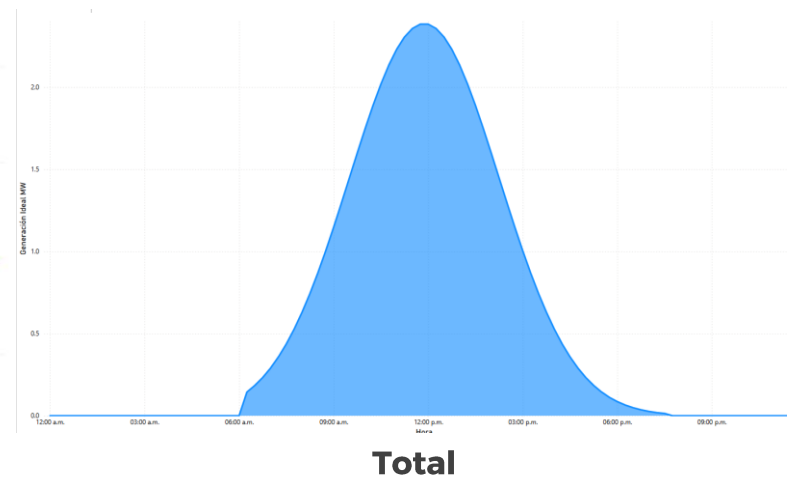
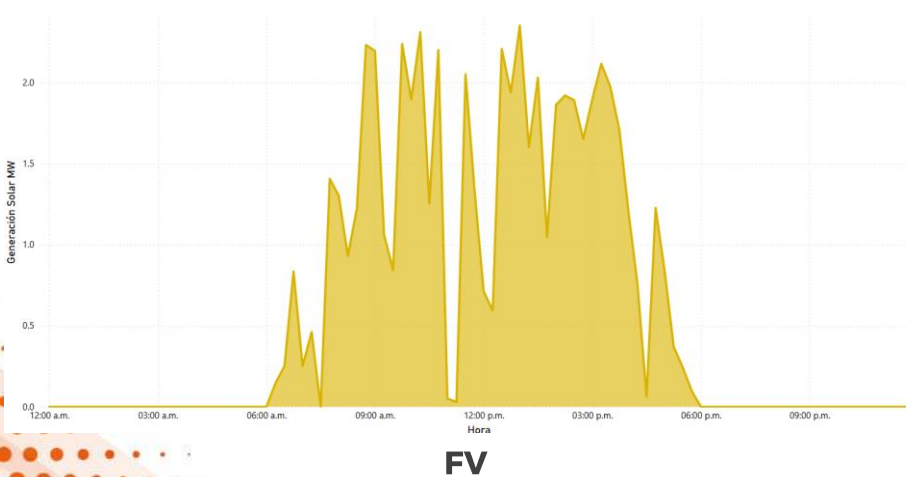


Figura 15. Aplicaciones FTM - Nivelación de energía. Fuente: Elaboración propia

Hacemos parte de

econexia
ECOSISTEMA DIGITAL
DE CONEXIONES
A NEGOCIOS
operado por corferias

Organizan:

Centro de Ciencia
y Sensibilización
Ambiental

corferias
Generadores de
Oportunidades y Progreso



Casos de aplicación BESS en Colombia

Microrredes para las ZNI:

- Las zonas no interconectadas abarcan aproximadamente el 52% del territorio nacional
- Se tienen identificadas 1.664 localidades
- La capacidad instalada en estas localidades es de 335 MW
- El 78% de la capacidad instalada proviene de sistemas de generación a diésel

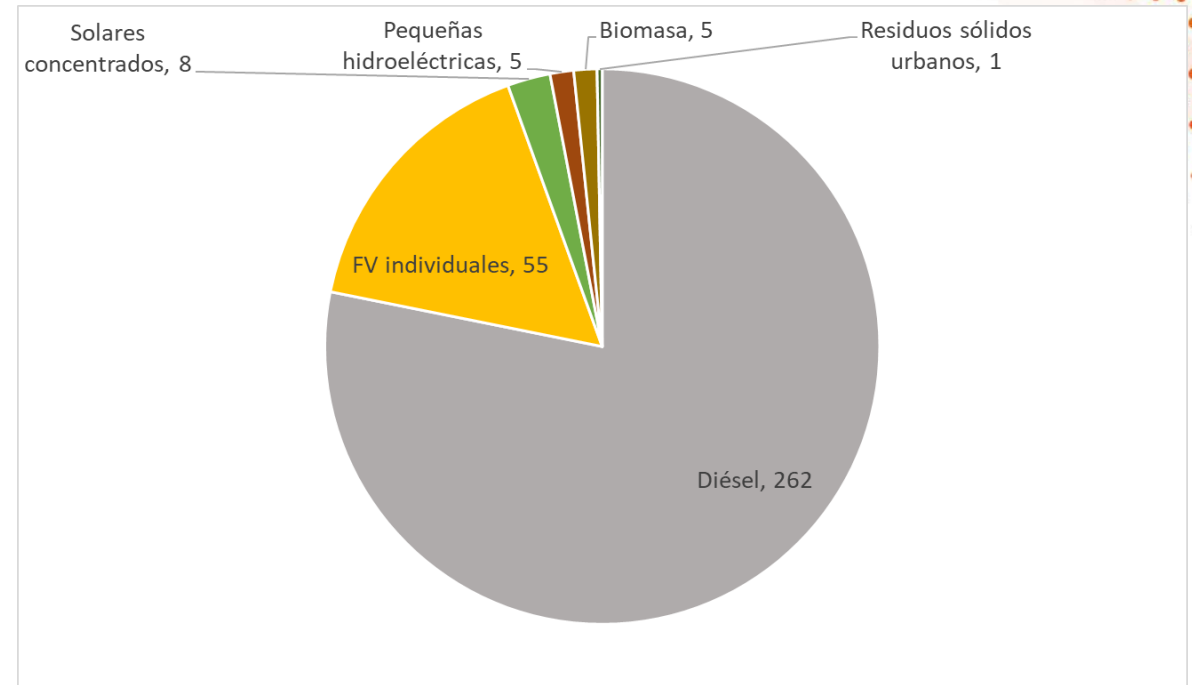


Figura 16. Distribución de la capacidad instalada en las ZNI por tipo de tecnología de generación (MW).

Fuente: Ramírez, D. (2025). Columna Del Director: Zonas No Interconectadas, La Urgencia De Una Transición Energética Con Monitoreo Inteligente, Colombia: IPSE

Hacemos parte de



Organizan:





Casos de aplicación BESS en Colombia

Estimación de potencial de capacidad BESS para las ZNI:

Consideraciones:

Capacidad de generación diésel = 262 [MW]

Factor de carga = 80%

Tipo de operación = 24 horas al día los 365 días del año

Supuestos:

- 1) Se asume un perfil de demanda constante*
- 2) Se asume un HSP de 4 constante*
- 3) Se asume que existe espacio suficiente para instalar sistemas solares fotovoltaicos y BESS*

Hacemos parte de

econexia
ECOSISTEMA DIGITAL
DE CONEXIONES
A NEGOCIOS
operado por corferias

Organizan:

 Centro de Ciencia
y Sensibilización
Ambiental

 **corferias**
Generadores de
Oportunidades y Progreso



Casos de aplicación BESS en Colombia

Estimación de potencial de capacidad BESS para las ZNI:

$$\text{Demanda estimada de las ZNI} = 262 \text{ [MW]} \times 0,80 = 210 \text{ [MW]}$$

$$\text{Propuesta de capacidad de Sistemas FV a integrar} = 800 \text{ [MWp]}$$

$$\text{Energía a generar diariamente por el sistema FV} = 800 \text{ [MWp]} \times 4 \text{ [h]} = 3.200 \text{ [MWh]}$$

$$\text{Horas de cobertura diarias del sistema FV} = \frac{3.200 \text{ [MWh]}}{210 \text{ [MW]}} = 15,2 \text{ [horas]}$$

$$\text{Cobertura de energía FV + BESS} = \frac{15,2 \text{ [h]}}{24 \text{ [h]}} = 63,3\%$$

$$\text{Excedentes de energía diarios para almacenamiento} = 3.200 \text{ [MWh]} - 210 \text{ [MW]} \times 4 \text{ [h]} = 2.360 \text{ [MWh]}$$

Hacemos parte de



Organizan:





Casos de aplicación BESS en Colombia

Estimación de potencial de capacidad BESS para las ZNI:

Excedentes de energía diarios para almacenamiento = 2.360 [MWh]

Considerando un RTE de 87%

$$\therefore$$
$$\text{Capacidad BESS} = \frac{2.360 \text{ [MWh]}}{0,87} = 2.712,6 \text{ [MWh]}$$

Inversión estimada BESS ≈ 814 millones de dólares

Inversión estimada FV ≈ 560 millones de dólares

Inversión estimada total ≈ 1.374 millones de dólares

Hacemos parte de

econexia
ECOSISTEMA DIGITAL
DE CONEXIONES
A NEGOCIOS
operado por corferias

Organizan:

 Centro de Ciencia
y Sensibilización
Ambiental

 **corferias**
Generadores de
Oportunidades y Progreso



Casos de aplicación BESS en Colombia

Estimación de reducción de uso de diésel y emisiones:

$$\text{Cantidad de energía suministrada por diésel} = 210 [MW] \times 24 [horas] \times 365 [días] = 1.839.600 [MWh]$$

$$\text{Consumo de diésel} = 1.839.600 [MWh] \times \frac{0,3 [l]}{1 [kWh]} \times \frac{1.000 [kWh]}{1 [MWh]} = 551.880.000 [l]$$

$$\text{Factor de emisiones}_1 = 10,21 \frac{[kgCO_2]}{[gal]} \times \frac{1 [gal]}{3,78 [l]} = 2,70 \frac{[kgCO_2]}{[l]}$$

$$\text{Emisiones por año} = 551.880.000 [litros] \times 2,70 \frac{[kgCO_2]}{[l]} = 1.490.660.000 [kgCO_2]$$

$$\text{Emisiones por año} = 1.490.660.000 [kgCO_2] \times \frac{1 [ton]}{1.000 [kg]} = 1.490.660 [tonCO_2]$$

Hacemos parte de



Organizan:





Casos de aplicación BESS en Colombia

Estimación de reducción de uso de diésel y emisiones:

$$\text{Emisiones por año} = 1.490.660 \text{ [tonCO}_2\text{]}$$

$$\text{Reducción de uso de generadores a diésel} \approx 60\%$$

$$\text{Reducción de uso de diésel} \approx 551.880.000 \text{ [l]} \times 0,6 = 331.128.000 \text{ [l]}$$

$$\text{Reducción de emisiones} \approx 1.490.660 \text{ [tonCO}_2\text{]} \times 0,6 = 894.396 \text{ [tonCO}_2\text{]}$$

Hacemos parte de



Organizan:





Retos y oportunidades

Reto técnico:
Una integración exitosa del sistema.

Oportunidad:
Especialización técnica, “traje a la medida” en una solución llave en mano.

Reto financiero:
El acceso a la financiación para los clientes.

Soluciones:
PPA, EaaS, ESCO, incentivos tributarios, financiamientos flexibles sin inversión inicial.

Reto de adopción:
El desconocimiento del mercado.

Enfoque informativo/educativo:
Casos de estudio, análisis financieros detallados, lenguaje centrado en negocios (continuidad operativa, ahorros garantizados, etc.)

Hacemos parte de

econexia
ECOSISTEMA DIGITAL
DE CONEXIONES
A NEGOCIOS
operado por corferias

Organizan:

 Centro de Ciencia
y Sensibilización
Ambiental

 **corferias**
Generadores de
Oportunidades y Progreso



Tendencias y casos de éxito globales en almacenamiento de energía

El potencial...



Figura 17 Proyecto Desierto – Chile Fuente: Atlas Renewable Energy (2024).

Chile

El proyecto Desierto en Chile es considerado el primer sistema *stand-alone* de BESS a gran escala en Latinoamérica, con 200 MW y 800 MWh.

La CNE ha participado activamente en reportes y en la discusión normativa del almacenamiento, apoyando el desarrollo de marcos regulatorios más robustos.



Figura 18 AES Alamos – EE. UU. Fuente: AES Corporation (2024)

California

AES Alamos BESS es un proyecto pionero, stand-alone, contratado para reemplazar planta de pico de gas con PPA.

California creó el primer mandato de almacenamiento de energía del país en 2010, y — en parte gracias al éxito del proyecto Alamos— decidió ampliar su programa de almacenamiento.



Figura 19 Waratah Super Battery – Australia Fuente: Net Zero Economy Agency (2024)

Australia

Waratah Super Battery ayuda a estabilizar la red eléctrica, evitando apagones y los costos asociados. Su capacidad es de 850 MW.

Australia ha incluido el almacenamiento en su National Battery Strategy, con metas de crecimiento para capacidad de almacenamiento como parte de la transición energética.

Hacemos parte de



Organizan:





Tendencias y casos de éxito globales en almacenamiento de energía



Figura 20. Imagen BESS. Fuente: Skysense (2025).

En LATAM ya se empieza a definir
la **participación de los BESS**
dentro de los sistemas eléctricos.

Hacemos parte de

econexia
ECOSISTEMA DIGITAL
DE CONEXIONES
A NEGOCIOS
operado por corferias

Organizan:

 Centro de Ciencia
y Sensibilización
Ambiental

 **corferias**
Generadores de
Oportunidades y Progreso



Tendencias y casos de éxito globales en almacenamiento de energía

Hotel en Los Cabos, México

- Categoría: Microrred aislada, no interconectada a la red, con operaciones 24/7
- Ubicación: Baja California Sur, México
- Capacidad BESS:
 - 4 MWh
- Integración con sistema FV:
 - 500 kWp



Figura 21. Fotografía del sistema BESS “Hotel en Los Cabos”
Fuente: Skysense (2025).

Hacemos parte de

econexia
ECOSISTEMA DIGITAL
DE CONEXIONES
A NEGOCIOS
operado por corferias

Organizan:

 Centro de Ciencia
y Sensibilización
Ambiental

 **corferias**
Generadores de
Oportunidades y Progreso



Tendencias y casos de éxito globales en almacenamiento de energía

Aeropuerto en Cancún, México

Categoría: Peak Shaving

- Ubicación: Cancún, México
- Capacidad BESS + FV:
 - 26,5 MWh
- Integración con sistema FV:
 - 2,7 MWp



Figura 22. Fotografía del sistema BESS “Aeropuerto en Cancún”
Fuente: Skysense (2025).

Hacemos parte de

econexia
ECOSISTEMA DIGITAL
DE CONEXIONES
A NEGOCIOS
operado por corferias

Organizan:

 Centro de Ciencia
y Sensibilización
Ambiental

 **corferias**
Generadores de
Oportunidades y Progreso



Tendencias y casos de éxito globales en almacenamiento de energía

Aeropuerto – San Juan, Puerto Rico

Categoría: Soporte a la red y regulación de frecuencia

- Ubicación: Puerto Rico, Estados Unidos.
- Capacidad BESS:
 - 466 kWh
- Integración con sistema FV:
 - 2 MWp



Figura 23. Fotografía de la instalación de paneles “Aeropuerto en Puerto Rico”
Fuente: Skysense (2025).

Hacemos parte de

econexia
ECOSISTEMA DIGITAL
DE CONEXIONES
A NEGOCIOS
operado por corferias

Organizan:

 Centro de Ciencia
y Sensibilización
Ambiental

 **corferias**
Generadores de
Oportunidades y Progreso



Tendencias y casos de éxito globales en almacenamiento de energía

La Toba

- Categoría: Utility Scale
- Ubicación: Baja California Sur, México
- Capacidad BESS:
 - 89,7 MWh
 - 20 MW por 4 horas
- Integración con sistema FV:
 - 39,4 MWp



Figura 24. Fotografía del sistema BESS "La Toba"
Fuente: Invenergy (2024).

Hacemos parte de

econexia
ECOSISTEMA DIGITAL
DE CONEXIONES
A NEGOCIOS
operado por corferias

Organizan:

Centro de Ciencia
y Sensibilización
Ambiental

corferias
Generadores de
Oportunidades y Progreso



Tendencias y casos de éxito globales en almacenamiento de energía

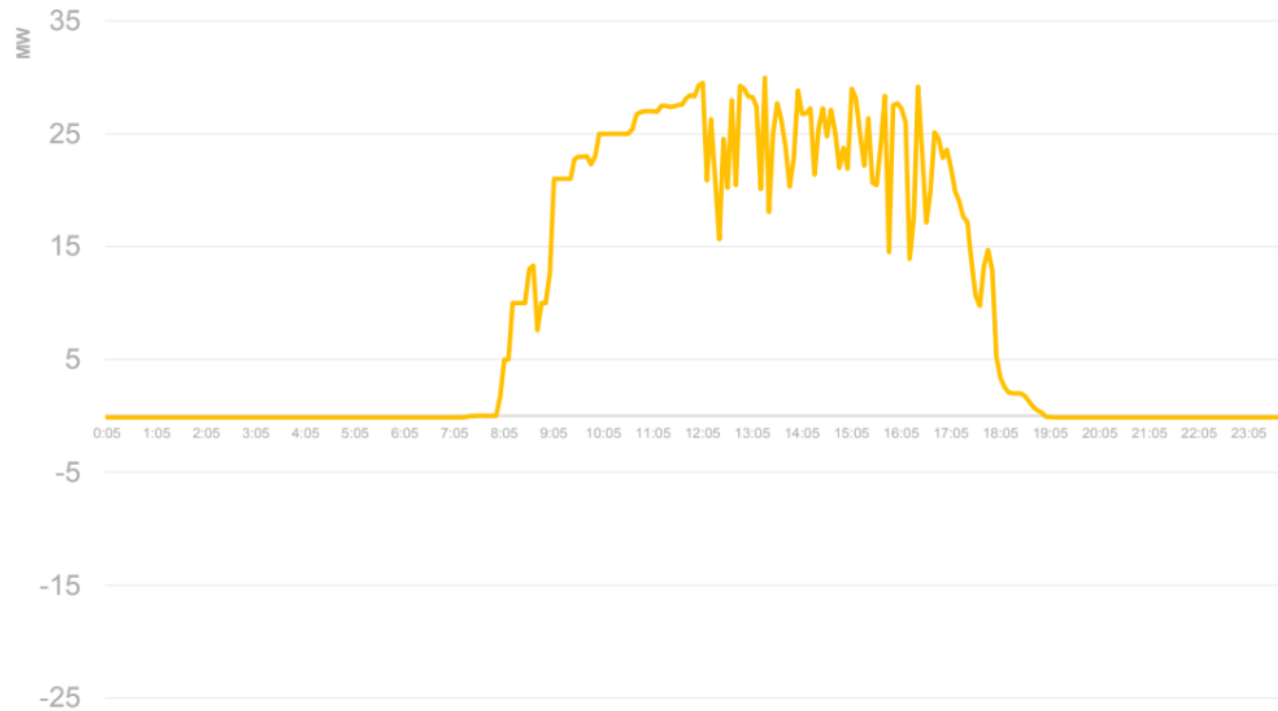


Figura 25. Curva de generación típica solar (día semi nublado)
Fuente: Invenergy (19 de noviembre de 2024). El futuro del
almacenamiento de energía en México, México: Invenergy.

Hacemos parte de

Organizan:



Tendencias y casos de éxito globales en almacenamiento de energía



Figura 26. ¿Qué hace la batería?
Fuente: Invenergy (19 de noviembre de 2024). El futuro del almacenamiento de energía en México, México: Invenergy.

Hacemos parte de

Organizan:



Tendencias y casos de éxito globales en almacenamiento de energía

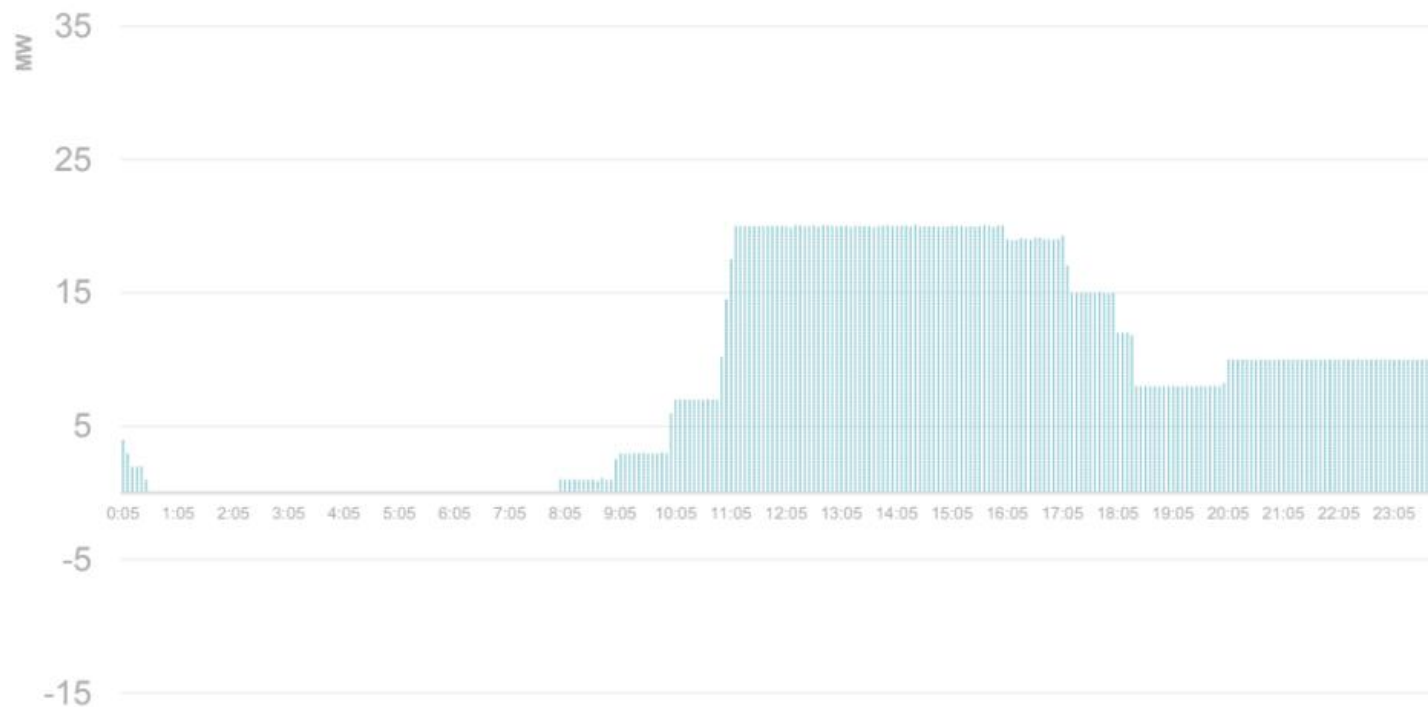


Figura 27. Inyección a la red
Fuente: Invenergy (19 de noviembre de 2024). El futuro del almacenamiento de energía en México, México: Invenergy.

Hacemos parte de



Organizan:





Caso de estudio - Microrred aislada no interconectada (25 MW)



skysense.com.mx

CURRENT SYSTEM



The electric needs of 322F+QV Concordia, Antioquia, Colombia are met with 25,000 kW of generator capacity. Your operating costs for energy are currently \$26.0M per year.

PROPOSED SYSTEM



We propose adding 33,314 kW of PV and 83,493 kWh of battery capacity. This would reduce your operating costs to \$3.82M/yr. Your investment has a payback of 2.32 years and an IRR of 43.1%.

Simple payback:	2.32 yr
Return on Investment:	40.6 %
Internal Rate of Return:	43.1 %

Net Present Value:	\$118M
Capital Investment:	\$48.7M
Annualized Savings:	\$22.2M

Hacemos parte de



Organizan:





Caso de estudio



skysense.com.mx

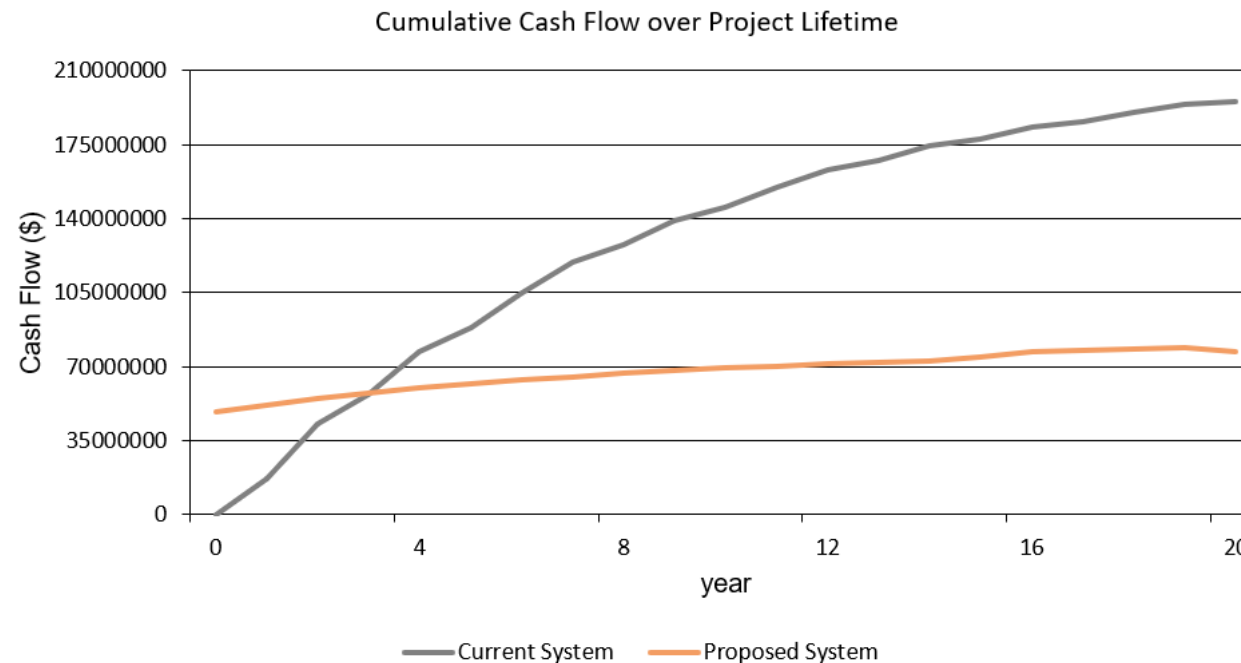


Figura 28. Flujo de efectivo acumulado.
Fuente: Elaboración propia software HomerPRO

Hacemos parte de



Organizan:





Caso de estudio



skysense.com.mx

Electric Consumption

This microgrid requires 119.994 kWh/day and has a peak of 20.059 kW. In the proposed system, the following generation sources serve the electrical load.

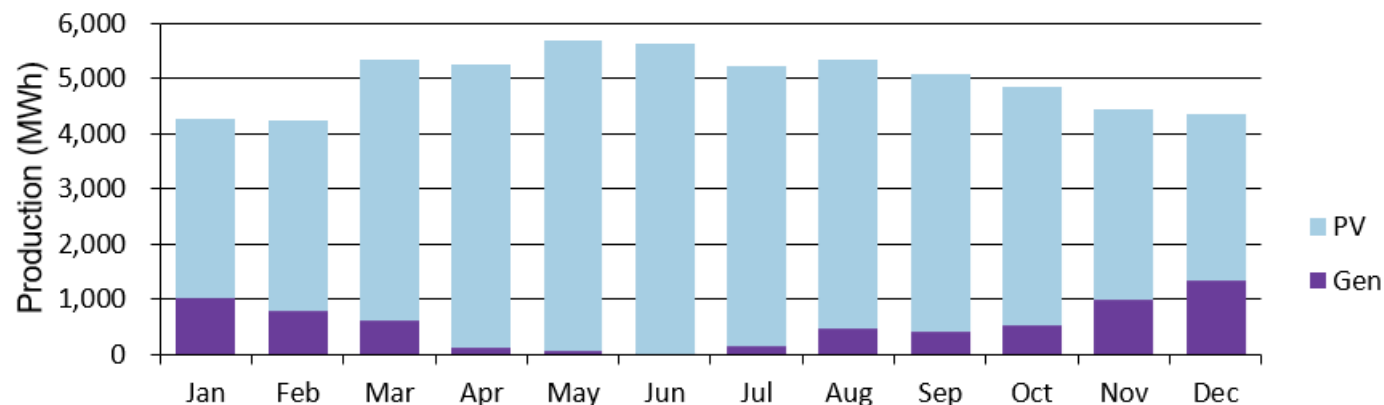


Figura 29. Producción de energía por tipo.
Fuente: Elaboración propia software HomerPRO

Hacemos parte de



Organizan:





Caso de estudio



skysense.com.mx

PV: Photovoltaic System

The Generic PV system has a nominal capacity of 33.314 kW. The annual production is 53.095.488 kWh/yr.

Rated Capacity	33.314 kW	Total Production	53.095.488 kWh
Capital Cost	\$23,3M	Maintenance Cost	666.277 \$/yr
Specific Yield	1.594 kWh/kW	LCOE	0,0698 \$/kWh
PV Penetration	121 %		

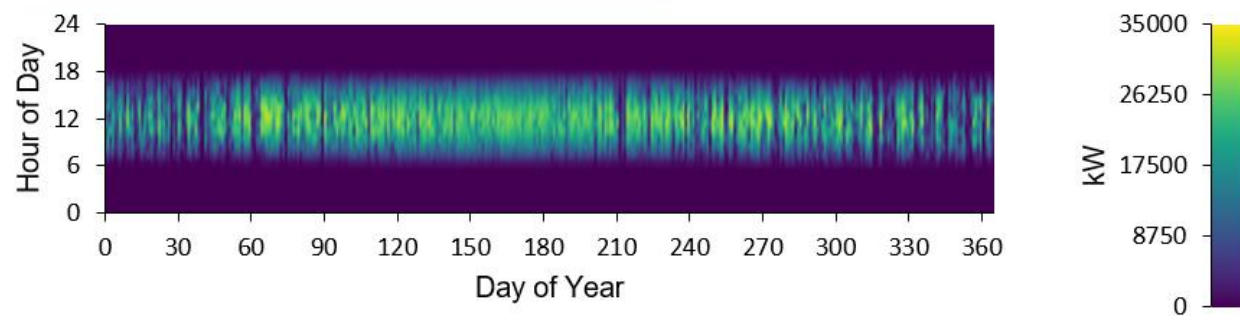


Figura 30. Uso del sistema fotovoltaico.
Fuente: Elaboración propia software HomerPRO

Hacemos parte de



Organizan:





Caso de estudio



skysense.com.mx

Generator: Genset (Diesel)

Power output from the Generic generator system, rated at 25.000 kW using Diesel as fuel, is 6.576.414 kWh/yr.

Capacity	25.000 kW	Generator Fuel	Diesel
Operational Life	15,2 yr	Generator Fuel Price	0,720 \$/L
Maintenance Cost	741.750 \$/yr	Fuel Consumption	1.914.559 L
Electrical Production	6.576.414 kWh/yr	Hours of Operation	989 hrs/yr
Marginal Generation Cost	0,170 \$/kWh	Fixed Generation Cost	1.847 \$/hr

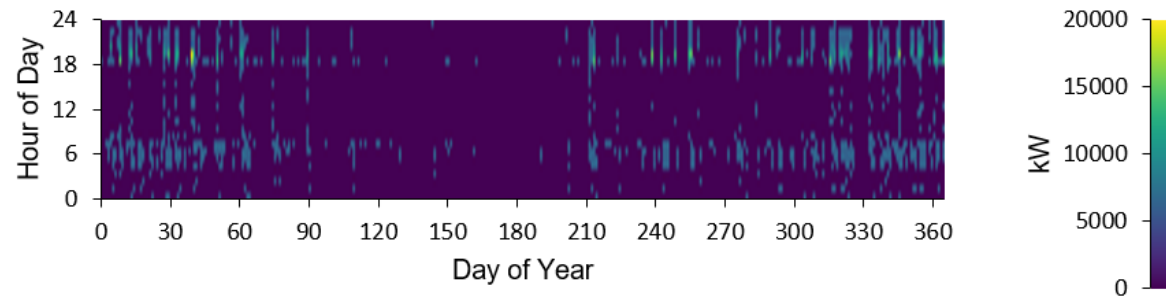


Figura 31. Uso del Genset. Fuente:
Elaboración propia software HomerPRO

Hacemos parte de



Organizan:





Caso de estudio



skysense.com.mx

Storage: Battery

The Generic storage system's nominal capacity is 83,493 kWh. The annual throughput is 21,557,066 kWh/yr.

Rated Capacity	83.493 kWh	Expected Life	20,0 yr
Annual Throughput	21.557.066 kWh/yr	Capital Costs	\$20,2M
Maintenance Cost	833.280 \$/yr	Losses	1.331.771 kWh/yr
Autonomy	15,9 hr		

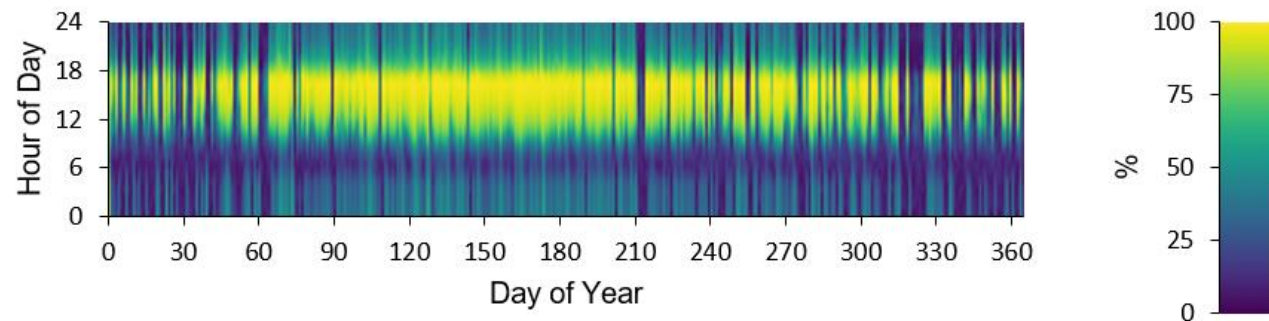


Figura 32. Estado de carga del BESS.
Fuente: Elaboración propia software HomerPRO

Hacemos parte de



Organizan:





Caso de estudio



skysense.com.mx

Converter: System Converter

Capacity	17.246 kW	Hours of Operation	8.105 hrs/yr
Mean Output	4.380 kW	Energy Out	38.368.660 kWh/yr
Minimum Output	0 kW	Energy In	40.388.064 kWh/yr
Maximum Output	15.656 kW	Losses	2.019.403 kWh/yr
Capacity Factor	25,4 %		

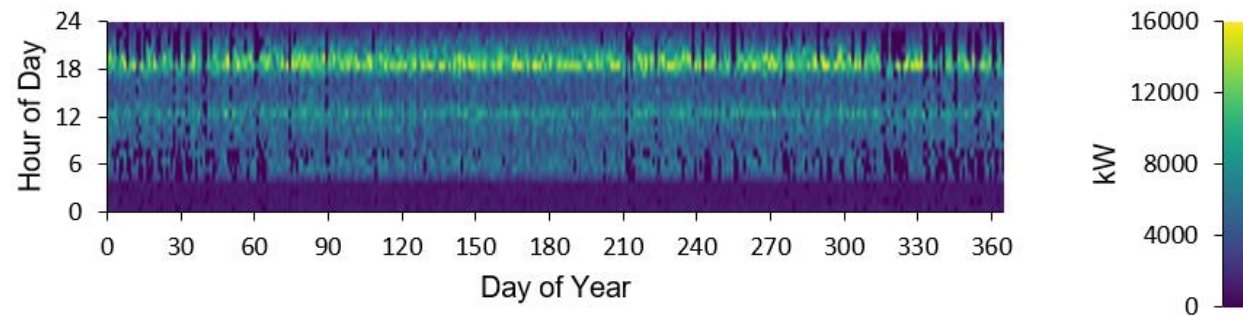


Figura 33. Potencia entregada por el PCS.
Fuente: Elaboración propia software HomerPRO

Hacemos parte de



Organizan:





Preguntas y respuestas



Hacemos parte de

econexia
ECOSISTEMA DIGITAL
DE CONEXIONES
A NEGOCIOS
operado por corferias

Organizan:

 Centro de Ciencia
y Sensibilización
Ambiental

 **corferias**
Generadores de
Oportunidades y Progreso



Referencias

- Latam Green. (2024, noviembre). Aumento de la demanda energética en Latinoamérica. Recuperado de <https://latam-green.com/aumento-demanda-energetica-en-latinoamerica>
- JPMorgan Private Bank. (2025). Empowering Growth: The Opportunity in Latin America's Energy Infrastructure. Recuperado de <https://privatebank.jpmorgan.com/latam/es/insights/markets-and-investing/ideas-and-insights/empowering-growth-the-opportunity-in-latin-americas-energy-infrastructure>.
<https://investigaciones.corfi.com/documents/38211/0/09-2025+Informe+de+din%C3%A1mica+sectorial++Energ%C3%ADa.pdf/e0a564a3-0ec1-c5a8-937d-9c375cd5d471?t=1757349126021>
- Figura 1. Corficolombiana Investigaciones. (2025). Informe de dinámica sectorial: Energía (septiembre 2025). Recuperado de <https://investigaciones.corfi.com/documents/38211/0/09-2025+Informe+de+din%C3%A1mica+sectorial++Energ%C3%ADa.pdf/e0a564a3-0ec1-c5a8-937d-9c375cd5d471?t=1757349126021>
- Figura 2. Proyección anual de demanda de energía eléctrica (GWh-año) – Esc. Medio. Fuente: UPME, Base de Datos XM (abril 28), 2025. Recuperado de: https://docs.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/Proyecciones_de_demanda_2025-2039_v4.pdf
- Figura 3. Proyección anual de demanda de potencia máxima (MW-año) – Esc. Medio. Fuente: UPME, Base de Datos XM (abril 28), 2025. Recuperado de: https://docs.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/Proyecciones_de_demanda_2025-2039_v4.pdf
- Figura 4. Capacidad de generación (MW) – Fecha de actualización: 4 de octubre de 2025. Fuente: UPME, Base de Datos (octubre 4), 2025. Recuperado de: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrJoiOTQzMDFjZjUzM2I0Yy00OTMyLWFjNmItMDU4OGZlNmMzMdhhliwidCI6IjMzZWYwNmM5LTBiNmMtNDg3MC1hNTY1LWlZyZc5NWlxNmE1MyIsImMiOiR9>
- Figura 5. Comportamiento de los principales embalses del país. Fuente: UPME, Base de Datos XM (abril 11), 2024. Recuperado de: <https://www.xm.com.co/noticias/6754-en-marzo-los-embalses-de-energia-del-pais-cerraron-en-un-3151>
- Figura 6. Fondevila, M. M. (2013). Guía de mercados energéticos: (ed.). Zaragoza, España: Prensas de la Universidad de Zaragoza.
- El País. (2025, 25 de febrero). Un apagón masivo deja sin luz a Santiago de Chile y amplias zonas del país. Recuperado de <https://elpais.com/chile/2025-02-25/un-apagon-masivo-deja-sin-luz-a-santiago-de-chile-y-amplias-zonas-del-pais.html>
- Bloomberg Línea. (2025). Apagón de abril en España fue el más grave en décadas y el primero de su tipo, según expertos. Recuperado de <https://www.bloomberglinea.com/mundo/apagon-de-abril-en-espana-fue-el-mas-grave-en-decadas-y-el-primero-de-su-tipo-segun-expertos/>
- El País. (2025, 26 de septiembre). Una falla en el suministro eléctrico al sureste de México provoca un apagón en Yucatán, Campeche y Quintana Roo. Recuperado de <https://elpais.com/mexico/2025-09-26/una-falla-en-el-suministro-electrico-al-sureste-de-mexico-provoca-un-apagon-en-yucatan-campeche-y-quintana-roo.html>
- Figura 7. Múltiples cadenas de valor y capacidades de las diferentes tecnologías de almacenamiento de energía. Fuente: Chernyakhovskiy, Ilya. (2024). Incorporating Renewable Energy in Electricity Grids, London: ImperialX.
- Figura 8. Topología del modelo convencional de suministro de energía. Fuente: Ibarra, L. (s.f.). The modern power grid, México: Tecnológico de Monterrey.
- Figura 9. Topología del modelo conceptual de microrred. Fuente: Ibarra, L. (s.f.). The modern power grid, México: Tecnológico de Monterrey.
- Figura 10 Un cambio en la manera de consumir energía. Fuente: Ibarra, L. (s.f.). The modern power grid, México: Tecnológico de Monterrey.
- Proyecto de Resolución CREG 701-103 de 2025. Disponible en el Gestor Normativo de la CREG: https://gestornormativo.creg.gov.co/gestor/entorno/docs/originales/Proyecto_Resolucion_CREG_701_103_2025
- Figura 11. Aplicaciones BTM – Fast Backup. Fuente: Elaboración propia

Hacemos parte de



Organizan:





Referencias

- Figura 12. Aplicaciones BTM – Peak Shaving. Fuente: Elaboración propia
- Figura 13. Aplicaciones BTM – BESS Doble Conversión. Fuente: Elaboración propia
- Figura 14. Aplicaciones FTM – Load Shifting. Fuente: Elaboración propia
- Figura 15. Aplicaciones FTM – Nivelación de energía. Fuente: Elaboración propia
- Figura 16. Distribución de la capacidad instalada en las ZNI por tipo de tecnología de generación (MW). Fuente: Ramírez, D. (2025). Columna Del Director: Zonas No Interconectadas, La Urgencia De Una Transición Energética Con Monitoreo Inteligente, Colombia: IPSE. Recuperado de: <https://ipse.gov.co/blog/2025/05/15/columna-del-director-zonas-no-interconectadas-la-urgencia-de-una-transicion-energetica-con-monitoreo-inteligente/#:~:text=Actualmente%2C%20la%20capacidad%20instalada%20total,en%20sistemas%20solares%20fotovoltaicos%20individuales>
- Atlas Renewable Energy. (2024, abril). Proyecto Desierto: primer sistema stand-alone de BESS a gran escala en Latinoamérica. Recuperado de <https://es.atlasrenewableenergy.com/se-inaugura-el-primer-sistema-bess-stand-alone-a-gran-escala-de-chile-y-latinoamerica>
- AES Corporation. (2024, febrero). AES Alamitos Battery Energy Storage System made history – here's why it matters. Recuperado de <https://www.aes.com/energy-insights/aes-alamitos-battery-energy-storage-system-made-history-heres-why-it-matters>
- Australian Government – Net Zero Economy Agency. (2024, noviembre). Waratah Super Battery connected to the grid as battery storage demand grows. Recuperado de <https://www.netzero.gov.au/most-powerful-battery-connected-grid-battery-storage-demand-grows>
- Figura 20. Imagen BESS. Fuente: Skysense (2025).
- Figura 21. Fotografía del sistema BESS “Hotel en Los Cabos”. Fuente: Skysense (2025).
- Figura 22. Fotografía del sistema BESS “Aeropuerto en Cancún”. Fuente: Skysense (2025).
- Figura 23. Fotografía de la instalación de paneles “Aeropuerto en Puerto Rico”. Fuente: Skysense (2025).
- Figura 24. Fotografía del sistema BESS “La Toba”. Fuente: Invenergy (2024).
- Figura 25. Curva de generación típica solar (día semi nublado). Fuente: Invenergy (19 de noviembre de 2024). El futuro del almacenamiento de energía en México, México: Invenergy.
- Figura 26. ¿Qué hace la batería? Fuente: Invenergy (19 de noviembre de 2024). El futuro del almacenamiento de energía en México, México: Invenergy.
- Figura 27. Inyección a la red. Fuente: Invenergy (19 de noviembre de 2024). El futuro del almacenamiento de energía en México, México: Invenergy.
- Figura 28 a 33. Varias. Elaboración propia con HomerPRO (2025).
- United States Environmental Protection Agency. (2025). Simplified GHG Emissions Calculator. Recuperado: <https://www.epa.gov/climateleadership/simplified-ghg-emissions-calculator>

Hacemos parte de

econexia
ECOSISTEMA DIGITAL
DE CONEXIONES
A NEGOCIOS
operado por corferias

Organizan:



¡Muchas gracias por su atención!

Francisco Cervantes Mayorga

Director Comercial - Skysense

 +52 81 10 19 57 03

 f.cervantes@skysense.com.mx

 skysense.com.mx



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

