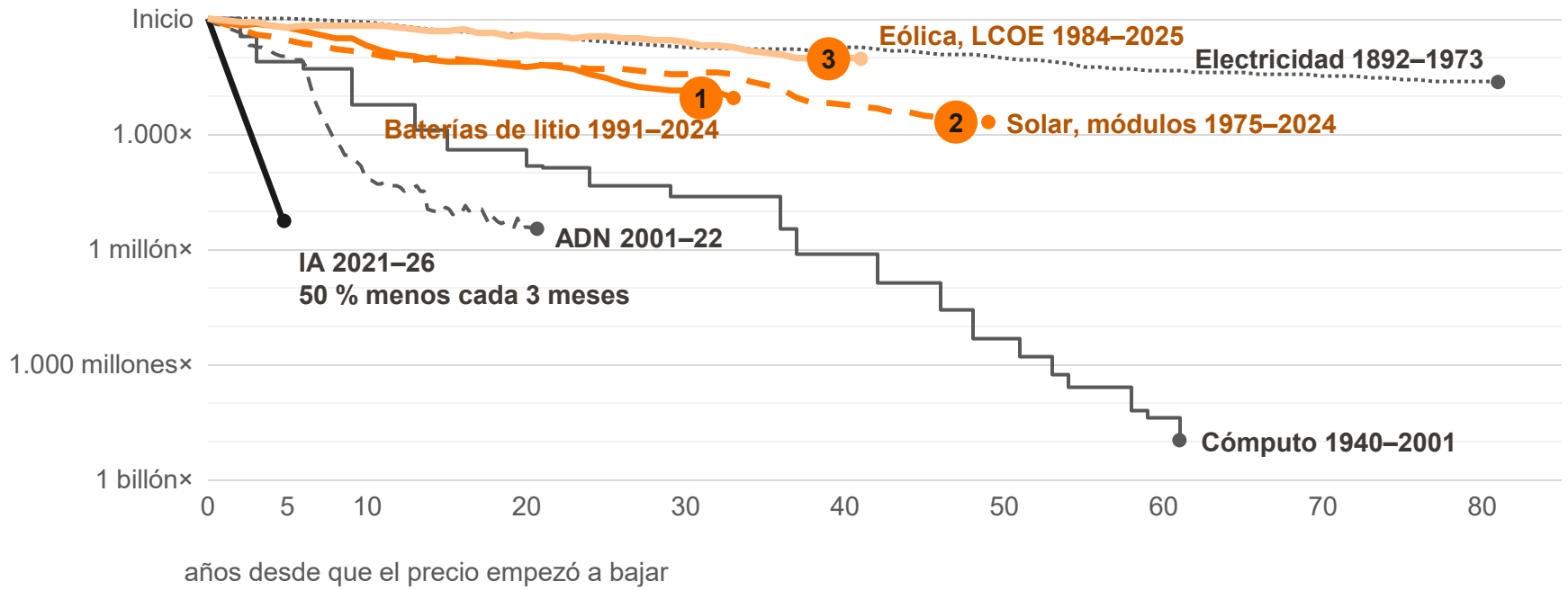
En energía, la batería es la curva más parecida al software



Fuente: Epoch AI, «The plunging price of thought» (2026) para IA, cómputo, ADN y electricidad; Our World in Data con IRENA (2025), Ziegler y Trancik (2021) y BNEF para baterías, solar y eólica. Dólares constantes; cada serie indexada a su primer año.

LA TESIS

La oportunidad nace de los dolores del sistema…y de la tecnología

Cinco señales que ya están en los datos, y una sola respuesta: la batería dentro de la planta solar

01

La noche sin generación nueva

Desde 2024 entraron 2.360 MW solares y solo 136 MW despachables de noche. La rampa de la noche la hacen los embalses, y antes de 2030 no cabe en ellos.

02

El precio ya lo dice

El precio de bolsa cambió de forma: valle solar al mediodía y máximo entre 18 y 22 h en el 99 % de los días de 2026. El spread diario de 4 h se triplicó: la batería que cubre la punta es la que lo captura.

03

El mercado ya lo pidió

En la subasta CLPE 2026 la demanda por solar + baterías fue 12,6 veces la oferta, y el producto 100 % nocturno cerró en cero.

04

El cliente B2B lo paga

La bolsa cobra la noche 49 % más cara que el día. Quien firma solo solar queda expuesto en la punta.

05

La regulación abrió

CREG 101 113: tres modalidades de almacenamiento desde junio.

No es una apuesta tecnológica, es la respuesta a un problema que ya está ocurriendo.

01 · LA NOCHE SIN GENERACIÓN NUEVA

2025 ya lo mostró: la hidráulica no alcanzó de noche y entró la térmica

Martes 23 de septiembre de 2025 (generación real) y lunes 28 de septiembre de 2026 (despacho programado) · GW por tipo de recurso

−1,8 GW

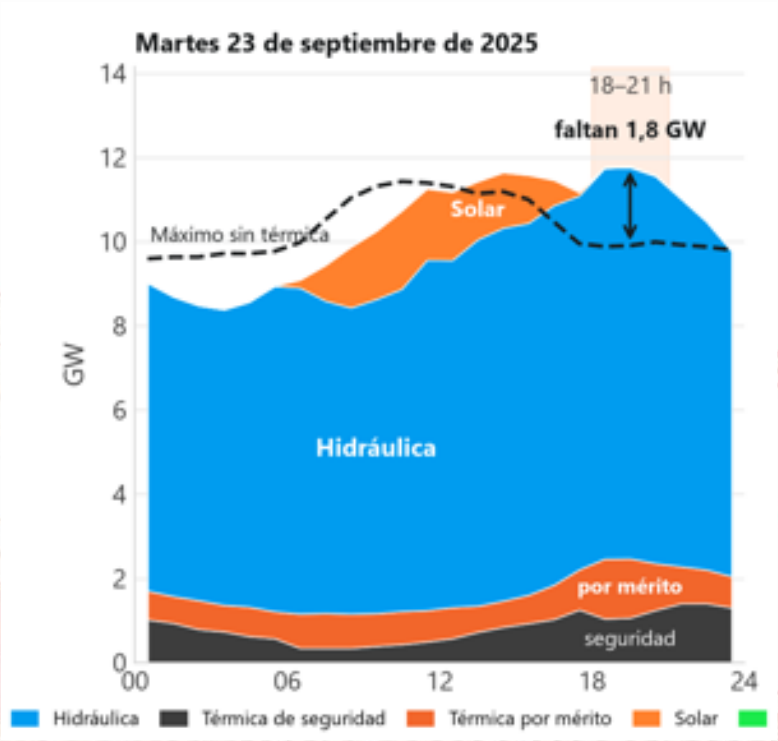
le faltaron a la hidráulica disponible entre 18 y 21 h: demanda de 11,7 GW frente a 9,4 GW de embalses, más sol y viento.

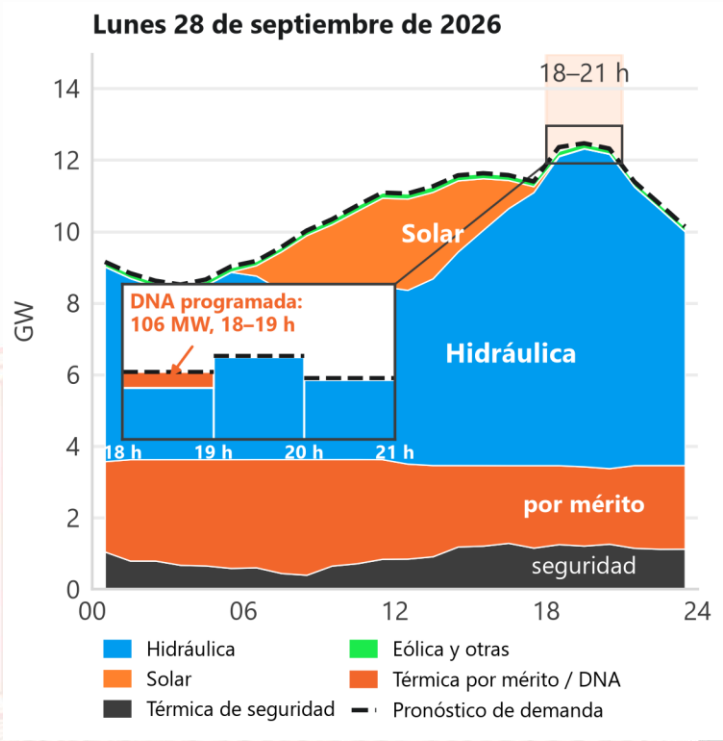
2,0 GW

de térmica programó el CND esa noche: 1,1 GW por seguridad y 1,3 GW por mérito. Marginó las 3 horas; bolsa a 784 $/kWh.

82 %

tenían los embalses: no faltó agua, faltó potencia. Esa semana, 4 noches seguidas; en 2025, 175 noches con brecha.





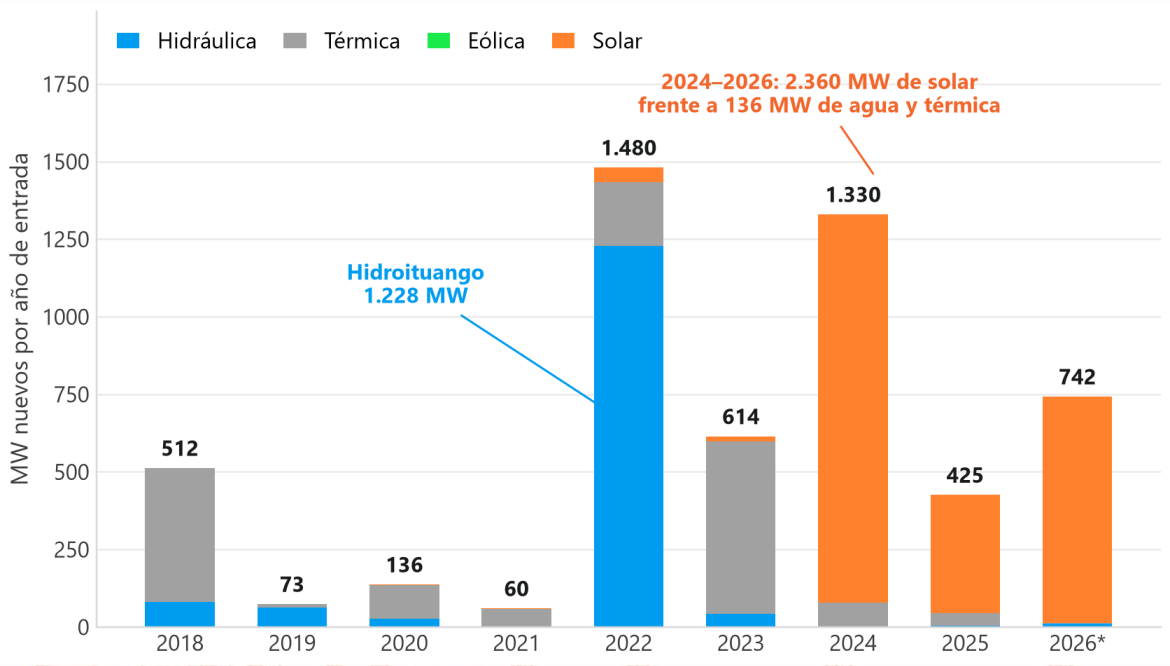
Hacemos parte de econexia
Organiza Centro de Ciencia y Sensibilización Ambiental | corferias

Fuente: XM: API pública, SiMEM y despacho del CND. Elaboración propia, Celsia.

01 · LA NOCHE SIN GENERACIÓN NUEVA

Desde Hidroituango, lo nuevo es energía de mediodía

Capacidad efectiva del parque vigente del SIN, por año de entrada en operación y por fuente, MW



17 a 1

MW solares por cada MW despachable de noche (agua + térmica) que entró al sistema desde 2024.

2.360 MW

de solar nueva entre 2024 y septiembre de 2026, 729 MW solo en lo corrido de 2026. Frente a 136 MW de agua y térmica.

+20 %

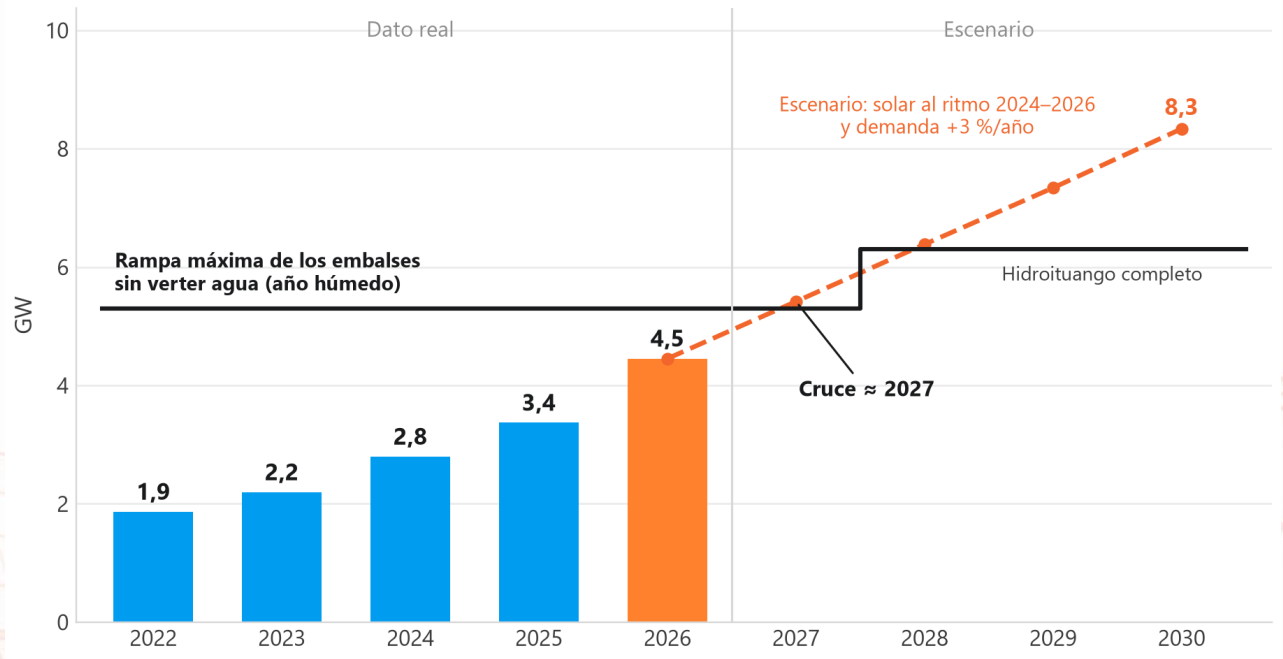
creció el pico de demanda desde 2018; la capacidad despachable de noche quedó plana desde 2023 (836 vs 135 MW).

Fuente: XM, API pública

01 · LA NOCHE SIN GENERACIÓN NUEVA

Antes de 2030, la rampa de la noche no cabe en los embalses

Rampa de la carga neta en un día exigente (percentil 90 del año), GW · dato real 2022–2026 y escenario 2027–2030



1,9 → 4,5 GW

creció la rampa de la noche entre 2022 y 2026: 2,4 veces en cuatro años.

8,3 GW en 2030

de rampa si la solar sigue al ritmo actual (~0,9 GW/año), frente a 6,3 GW que pueden dar los embalses.

≈ 2027

año en que la rampa del día exigente supera lo que los embalses pueden rampear sin verter agua.

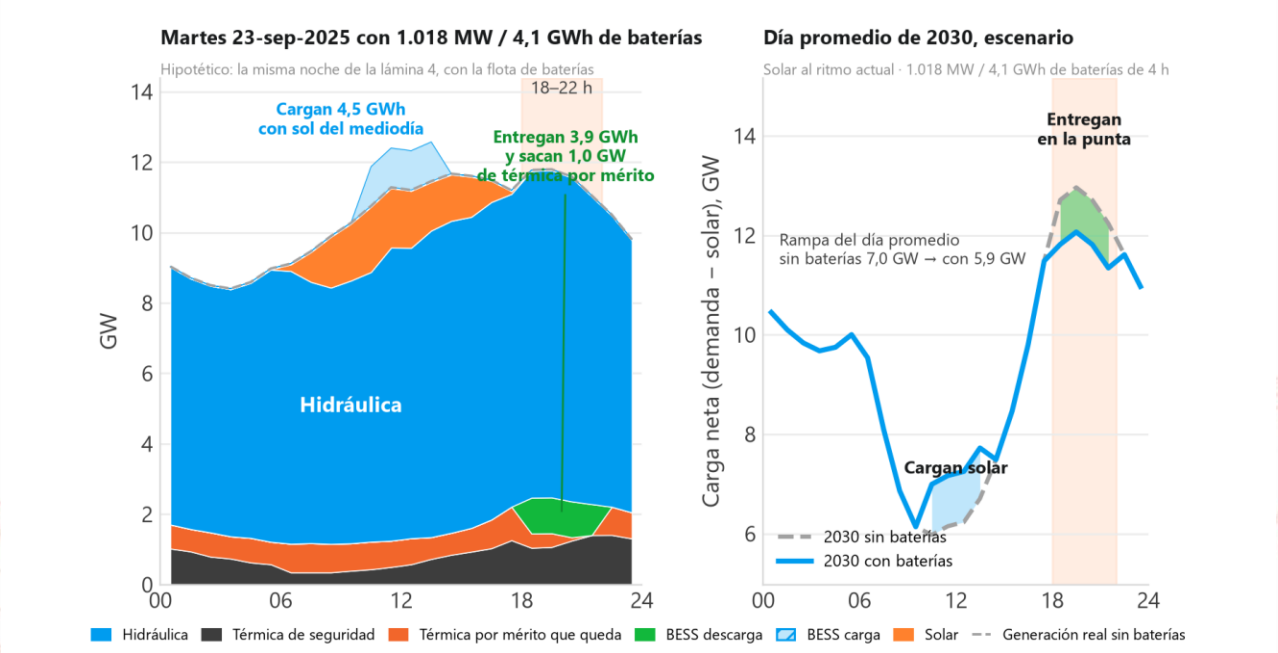
Fuente: XM, API pública

Hacemos parte de econexia operado por corferias
Organiza Centro de Ciencia y Sensibilización Ambiental | corferias | Empresa B Certificada

01 · LA NOCHE SIN GENERACIÓN NUEVA

Solar con batería: el sol del mediodía cubre la punta y baja la rampa

Qué harían las baterías en esas horas: la noche real del 23 de septiembre de 2025 con una flota hipotética de baterías de 4 h (izquierda) y el día promedio de 2030 con y sin baterías (derecha)



~4,1 GWh

de baterías de 4 h (~1.000 MW) cierran la brecha de rampa de 2030: es el tamaño mínimo del mercado híbrido que el sistema necesita antes de 2030.

~2,0 GWac

de solar nueva para cargarlas en híbridos como Andrómeda (2 MWh de batería por MWac). Si la solar solo cargara baterías bastarían ~750 MWac: 4,6 GWh de sol al día.

579 GWh

de térmica en la punta en las 175 noches de 2025 en que la hidráulica no alcanzó. Baterías cargadas con sol la habrían entregado; esta flota cubre el 84 %.

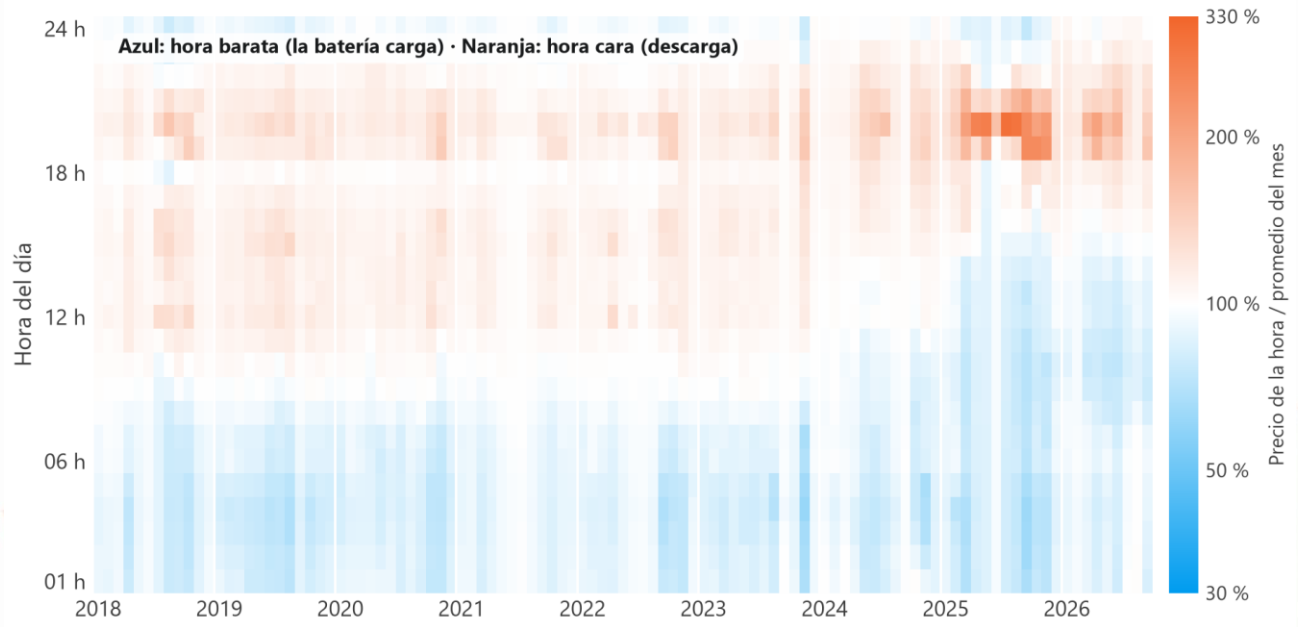
Fuente: XM, API pública

Hacemos parte de econexia
Organiza Centro de Ciencia y Sensibilización Ambiental | corferias

02 · EL PRECIO YA LO DICE

La bolsa cambió de forma: valle solar al mediodía, pico a las 19 h

Precio de cada hora como porcentaje del promedio de su mes, enero 2018 a septiembre 2026



99 %

de los días de 2026 el máximo diario cae entre 18 y 22 h. En 2018 era el 45 %.

34 %

de los días de 2026 el mínimo cayó entre 9 y 15 h, en pleno sol. Hasta 2023 era menos del 1 %.

1,9 % → 11 %

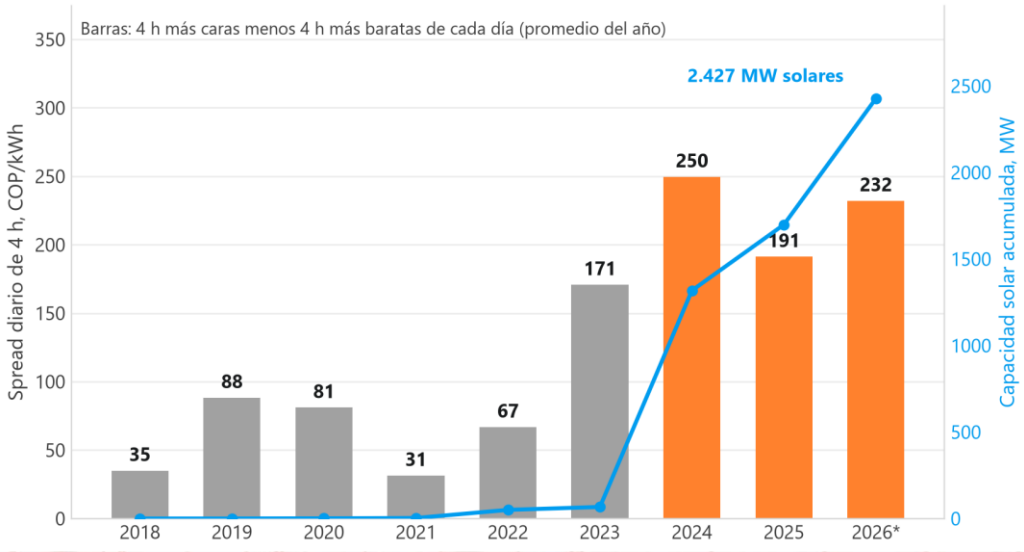
de los días una térmica fijó el precio entre 19 y 22 h: promedio 2018–2024 frente a 2025. Seis veces más.

Fuente: XM, API pública (PrecBolsNaci, 3.186 días). Escala logarítmica 30–330 %. Recurso marginal: análisis Celsia sobre IndRecMargina y ListadoRecursos (XM), 2018–jul 2026.

02 · EL PRECIO YA LO DICE

El spread diario se triplicó con la solar, y no depende de El Niño

Spread diario de 4 horas del precio de bolsa por año (COP/kWh) y capacidad solar acumulada (MW)



La misma batería, dos servicios: cubre la punta y baja la rampa (hipótesis 1) y, con la energía que no está contratada, compra el valle solar y vende la punta. El spread es el precio que el mercado ya le pone a ese servicio.

60 → 224

COP/kWh de spread diario de 4 h: promedio 2018–2022 frente a 2024–2026. Se multiplicó por 3,7.

× 2,8

creció el ingreso teórico de arbitraje de un BESS de 4 h.

R^2 0,23 vs 0,02

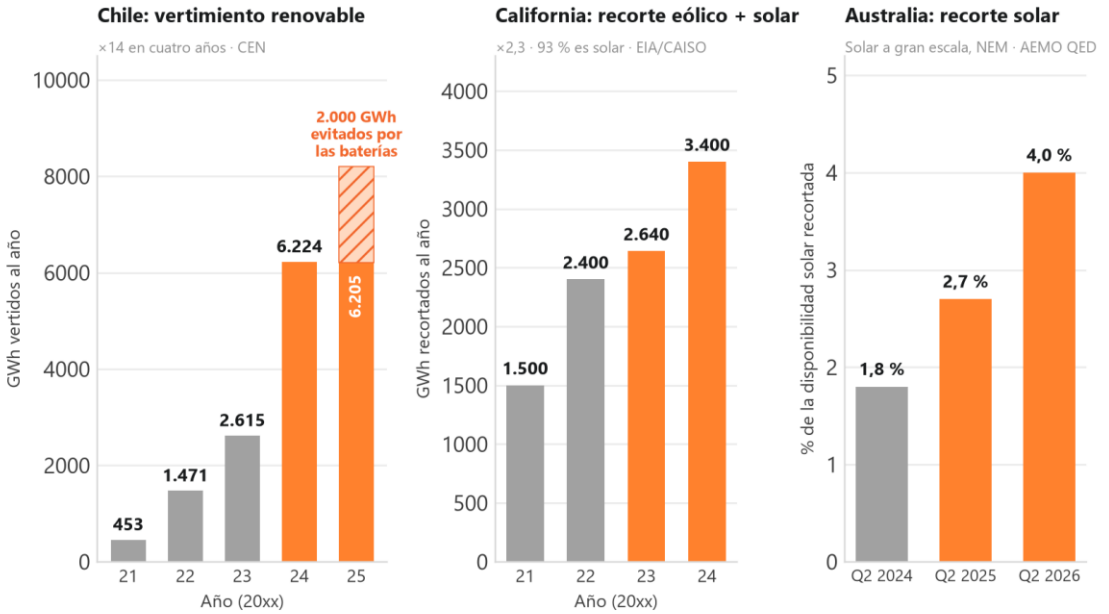
la capacidad solar explica la variación mensual de ese ingreso; el índice ONI (El Niño / La Niña), casi nada. El motor es la solar, no la hidrología.

Fuente: XM, API pública (PrecBolsNaci 2018–sep 2026): ventana de 4 h contiguas más barata y más cara de cada día, promedio del año. Capacidad solar: ListadoRecursos y CapEfecNeta por fecha de entrada. Ingreso teórico y regresión: análisis Celsia (RTE 88 %, un ciclo diario, OLS mensual n=104). * 2026 hasta el 21 de septiembre.

02 · EL PRECIO YA LO DICE

En los mercados que fueron adelante, el sol que sobra ya se pierde

Recorte (curtailment) de renovables en Chile, California y Australia, y lo que las baterías ya evitan · Colombia llega al mismo punto en 2030 si el híbrido no entra



×14

creció el vertimiento renovable de Chile entre 2021 y 2025 (6.205 GWh). Sin las baterías ya instaladas habría sido de 8.200 GWh: evitaron 2.000 GWh en un año.

×2,3

el recorte de California entre 2021 y 2024 (3.400 GWh, 93 % solar); en Australia el recorte solar pasó de 1,8 % a 4,0 % de la disponibilidad en dos años.

2033 (Simulado)

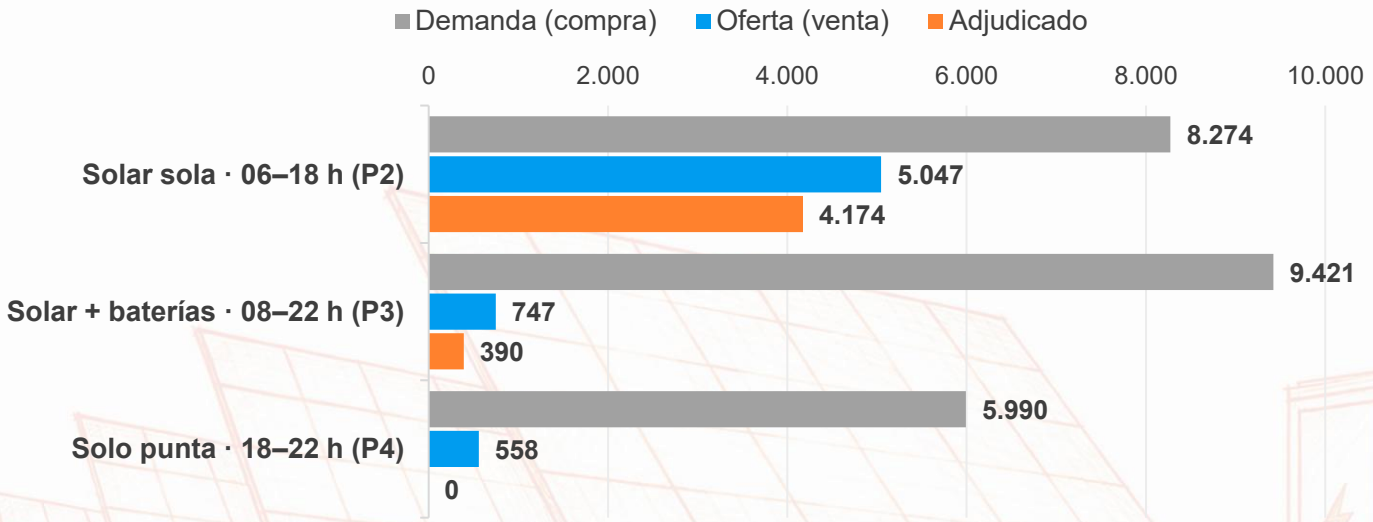
Varios escenarios con diferentes hidrologías que podrían llevar a vertimientos de 1000 GWh/año.

Fuente: Chile: Coordinador Eléctrico Nacional, Reporte de Desempeño 2024 y cifras 2025 citadas por prensa especializada (2024 derivado); California: EIA con datos de CAISO (2021 y 2023 derivados de variaciones interanuales); Australia: AEMO Quarterly Energy Dynamics Q2 2024–2026 (solar a gran escala, % de la disponibilidad). Colombia 2030: estimación previa del equipo de Almacenamiento de Celsia. Reportes de trazabilidad en Repositorio Info.

03 · EL MERCADO YA LO PIDIÓ

La demanda existe y quedó sin cubrir: hacen falta nuevas rondas híbridas

Subasta de largo plazo CLPE-MME 2026 (28–30 de julio) · energía diaria por producto, MWh-día · contratos a 15 años desde 2030



12,6 ×
fue la demanda frente a la oferta en solar + baterías (1,6 × en solar sola). El solo punta cerró desierto por falta de vendedores.

13.131 MWh-día
de compra sin adjudicar entre P2 y P3 (9.031 del híbrido): ≈ 4,8 TWh/año, casi tres veces lo firmado. Esa demanda sigue ahí.

479 $/kWh
vale la noche implícita del híbrido (1,9 veces el día). El mercado le puso precio a la punta y solo contrató ~30 MW de baterías.

Hacen falta nuevas rondas CLPE con productos híbridos en el mediano plazo. Son la respuesta más rápida a la hipótesis 1: energía con firmeza para la punta, con dos años entre adjudicación y operación (Andrómeda: jul-2026 → Q3 2028) frente a los cuatro a ocho de una térmica o una hidroeléctrica nueva. La demanda que los compradores manifestaron y quedó sin cubrir hay que satisfacerla en el próximo mecanismo.

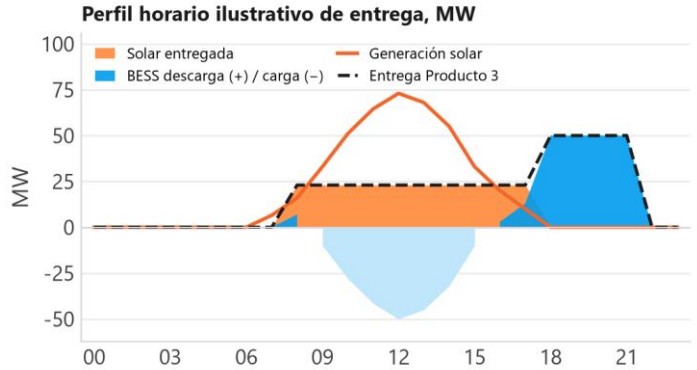
Fuente: BMC, Boletines de resultados 8 y 9 e Informe de cierre CLPE-MME 2026 (30-jul-2026); Res. MME 40208 y 40178 de 2026; Res. CREG 101 109 de 2026, art. 9. Precios sin CERE. Compra sin adjudicar = compra menos adjudicado en P2 y P3. ~30 MW: derivado de 390 MWh-día con reparto 70/30 y 4 h. ~1.000 MW: cálculo propio (lámina 7). Tiempos de desarrollo: Andrómeda (adjudicada jul-2026, FPO Q3 2028) frente al orden de magnitud usual de térmicas e hidráulicas nuevas.

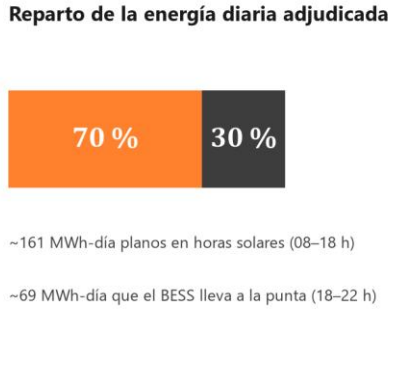
03 · EL MERCADO YA LO PIDIÓ

Andrómeda: el híbrido de Celsia adjudicado en la CLPE 2026

Solar de 130 MWp / 100 MWac con BESS de 75 MWh mínimo requerido y hasta 200 MWh en estructuración · Producto 3, ~230 MWh-día · en desarrollo, entrada en operación en el tercer trimestre de 2028

130 MWp	**~230 MWh-día**	**75 MWh**	**hasta 200 MWh**	**Q3 2028**
Solar FV · 100 MWac	Energía · Producto 3	BESS mínimo requerido	BESS en estructuración	Entrada en operación (FPO)





Bloque solar plano: el BESS recorta el pico del mediodía y entrega el 70 % de la energía de forma constante entre 08 y 18 h.

30 % a la noche: el BESS desplaza esa energía a las horas de la punta, entre 18 y 22 h.

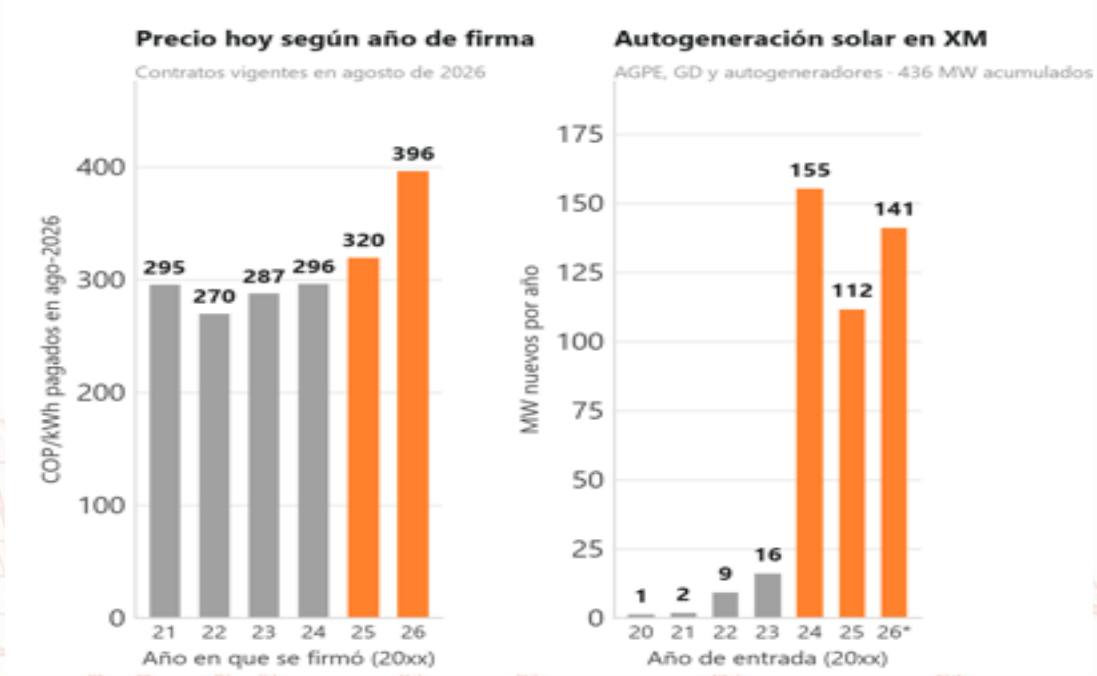
Andrómeda ya está en desarrollo, con FPO en el tercer trimestre de 2028. Celsia estructura además otro proyecto solar + BESS con una capacidad de almacenamiento similar.

Fuente: Celsia, Desarrollo de Negocios: Parque Solar Andrómeda, adjudicado en la subasta CLPE-MME 2026 (Producto 3; BMC, Informe de cierre del 30-jul-2026); perfil horario ilustrativo de entrega; reparto 70/30 de la energía diaria según el Anexo 11 del pliego.

04 · EL CLIENTE B2B

Los contratos se encarecen y el cliente responde con autogeneración

Contratos entre agentes (mercado no regulado) en pesos de agosto de 2026 · lo que se paga hoy según el año de firma · autogeneración solar registrada ante XM por año de entrada



+47 %

más paga hoy quien firmó en 2026 que quien firmó en 2022 y aún tiene contrato: 396 frente a 270 COP/kWh en agosto de 2026. Cada renovación llega más cara.

+11 %

subió el precio medio del no regulado entre 2022 y 2026 en pesos de 2026 (IPP): 272 → 301 COP/kWh. 11 de 12 grandes comercializadores compran más caro.

×15

creció la autogeneración solar registrada ante XM: 408 MW entrados desde 2024 frente a 27 MW en 2021–2023. 28.226 AGPE solares suman 581 MW.

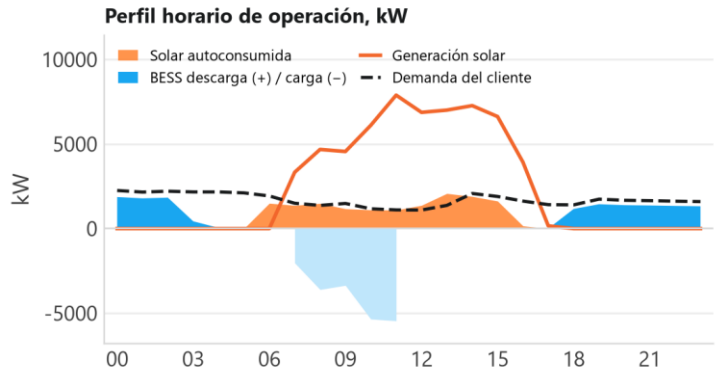
Fuente: XM SiMEM, contratos entre agentes (precio promedio ponderado mensual por comercializador y por año de suscripción, versión más madura), ene-2022 a ago-2026, referenciados a ago-2026 con el IPP total (DANE, Banco de la República). XM API: ListadoRecursos y CapEfecNeta (AGPE, GD y autogeneradores solares con capacidad reportada; * 2026 a septiembre) y ListadoAGPE. Benchmark mensual de precios de contratos del equipo de Almacenamiento (Celsia).

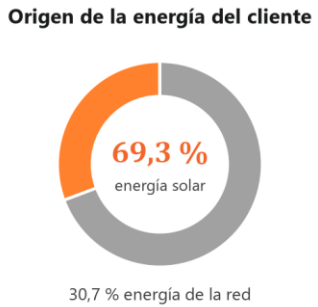
04 · EL CLIENTE B2B

Autogeneración B2B: toda granja solar que Celsia cierra ya lleva batería

Proyecto tipo: 12,2 MWp / 9,9 MWac de solar y BESS de 5 MW / 20 MWh · perfil horario de operación, kW · más de 130 MWh de este tipo cerrados comercialmente, algunos con FPO a finales de 2027

12,2 MWp	20 MWh	25,8 GWh/año	17,9 GWh/año	1.937 t CO_2
Solar FV · 9,9 MWac	BESS · 5 MW	Demanda promedio del cliente	Energía autogenerada (~70 %)	Emisiones evitadas por año





Autoconsumo de ~70 %: el BESS guarda los excedentes solares del mediodía y los entrega en la noche.

Consumo de red cercano a cero en los picos: el cliente deja de usar generación con combustible líquido ante fallas de red.

Desde 2024, toda granja solar B2B que Celsia cierra comercialmente se construye con almacenamiento. Baterías desde 5 MWh hasta 80 MWh, este último en Centroamérica.

Fuente: Celsia, Desarrollo de Negocios: proyecto tipo de autogeneración B2B solar + BESS (simulación horaria de la operación del cliente); emisiones evitadas con el factor de emisión del SIN. Proyectos SFV + BESS con baterías desde 5 MWh hasta 80 MWh, este último en Centroamérica.

05 · LA REGULACIÓN ABRIÓ

Tres años sin reglas para baterías, hasta la CREG 101 113 de 2026

Expedida el 19 de junio de 2026: marco definitivo para Sistemas de Almacenamiento de Energía con Baterías (SAEB) en el SIN, con tres modalidades

2019
CREG 098
Primera regulación SAEB en Colombia (activos de red).

dic 2022
Expira
Colombia queda sin marco activo por más de tres años.

abr 2026
Decreto 0393
Ordena a la CREG expedir la regulación en 12 meses.

19 jun 2026
CREG 101 113
Resolución definitiva: tres modalidades de SAEB.

01 Activo de red

STN · STR · SDL · convocatoria UPME u OR, remuneración por tarifa

02 SAEB independiente

Mercado de energía · 5 MW mínimo · se activa por circular, hasta 12 meses

03 Recurso híbrido: el camino del solar + BESS hoy

Planta + SAEB en una sola frontera comercial · habilitado desde la entrada en vigor · lo que hay que resolver en estructuración y desarrollo

- **Figura y registro.** Una sola frontera; el conjunto se registra, despacha y remunera como la planta primaria. Agregar SAEB a una planta existente sin subir su capacidad exige concepto de la UPME.
- **Carga solo con energía propia.** No puede cargar de la red: el control de planta debe demostrarlo y eso define la economía (el excedente del mediodía es el combustible).
- **Requisitos técnicos (arts. 58 y 71).** RPF obligatoria; grid-forming obligatorio para SAEB ≥ 1 MW en híbridos nuevos desde 2030 (inercia sintética, corriente de falla ≥ 3×, FRT, control de tensión): la selección del inversor se decide hoy.
- **Conexión y modelos.** Estudio de conexión con modelos EMT, PMU y SCADA supervisado por el CND; acuerdo CNO de conexión, operación y pruebas.
- **Incentivos y ambiental.** Ley 1715 / 2099 con certificación UPME (exclusión de IVA y aranceles, deducción de renta, depreciación acelerada); el SAEB entra en el instrumento ambiental de la planta.

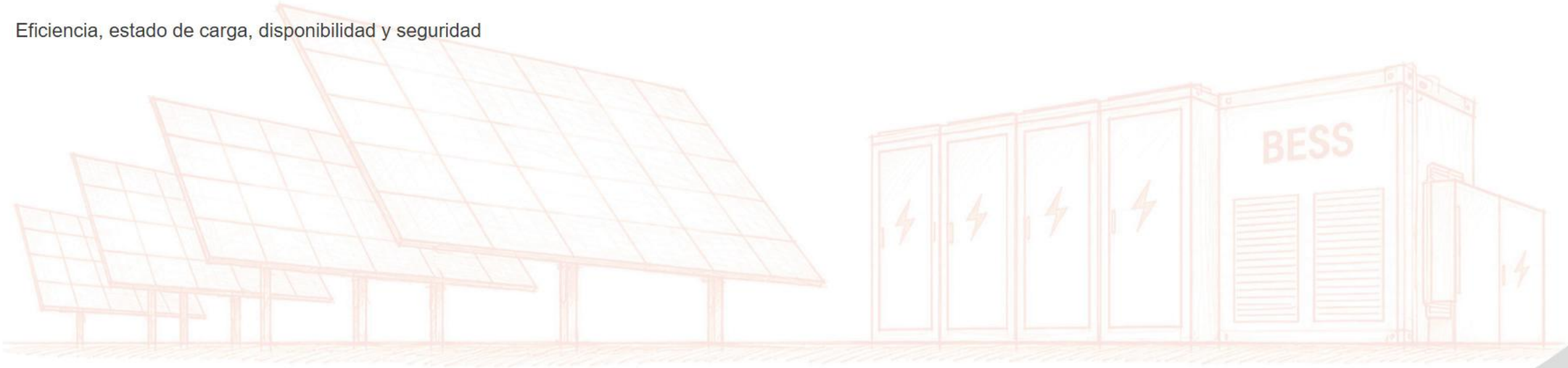
Fuente: Resolución CREG 101 113 de 2026 (arts. 46, 58 y 71); Decreto 0393 de 2026; Res. CREG 098 de 2019 y 101 023 de 2022; análisis del equipo de Almacenamiento de Energía de Celsia (jun-2026).

Hacemos parte de econexia operado por corferias
Organiza Centro de Ciencia y Sensibilización Ambiental | corferias | Empresa B Certificada

PARA EL DESARROLLADOR

Cuatro datos de la operación de BESS

Eficiencia, estado de carga, disponibilidad y seguridad



X CONGRESO INTERNACIONAL
SISTEMAS BESS Y MINIGRANJAS SOLARES

10 ANIVERSARIO ExpoSolar® Colombia 2026
Energía renovable, futuro imparable

Muchas gracias por su atención

Hacemos parte de
econexia
ECOSISTEMA DIGITAL DE CONEXIONES & NEGOCIOS
operado por corferias

Organiza
Centro de Ciencia y Sensibilización Ambiental
corferias Generadores de Oportunidades y Progreso
Empresa B Certificada

