



*Capturar y maximizar el valor del
almacenamiento en un mercado complejo:
rentabilidad, riesgo y financiación*



Market Modelling & Simulation: Storage

*Planificación para el éxito financiero de su proyecto de
almacenamiento de energía.*

"Prediction is very difficult, especially if it's about the future"

Niels Bohr, Nobel de Física

Agenda

Fundamentales del mercado e interés por el almacenamiento

Optimización técnico económica de proyectos de almacenamiento en desarrollo

Casos de uso y análisis ilustrativos

Financiación de proyectos de almacenamiento

Conclusiones

Principales cifras

+€600m

Asesoramiento
deuda/equity

+20GW

Asesorados entre
deuda y equity

+80

Operaciones
cerradas

+€4,000m

Enterprise value
combinado asesorado

+25 años

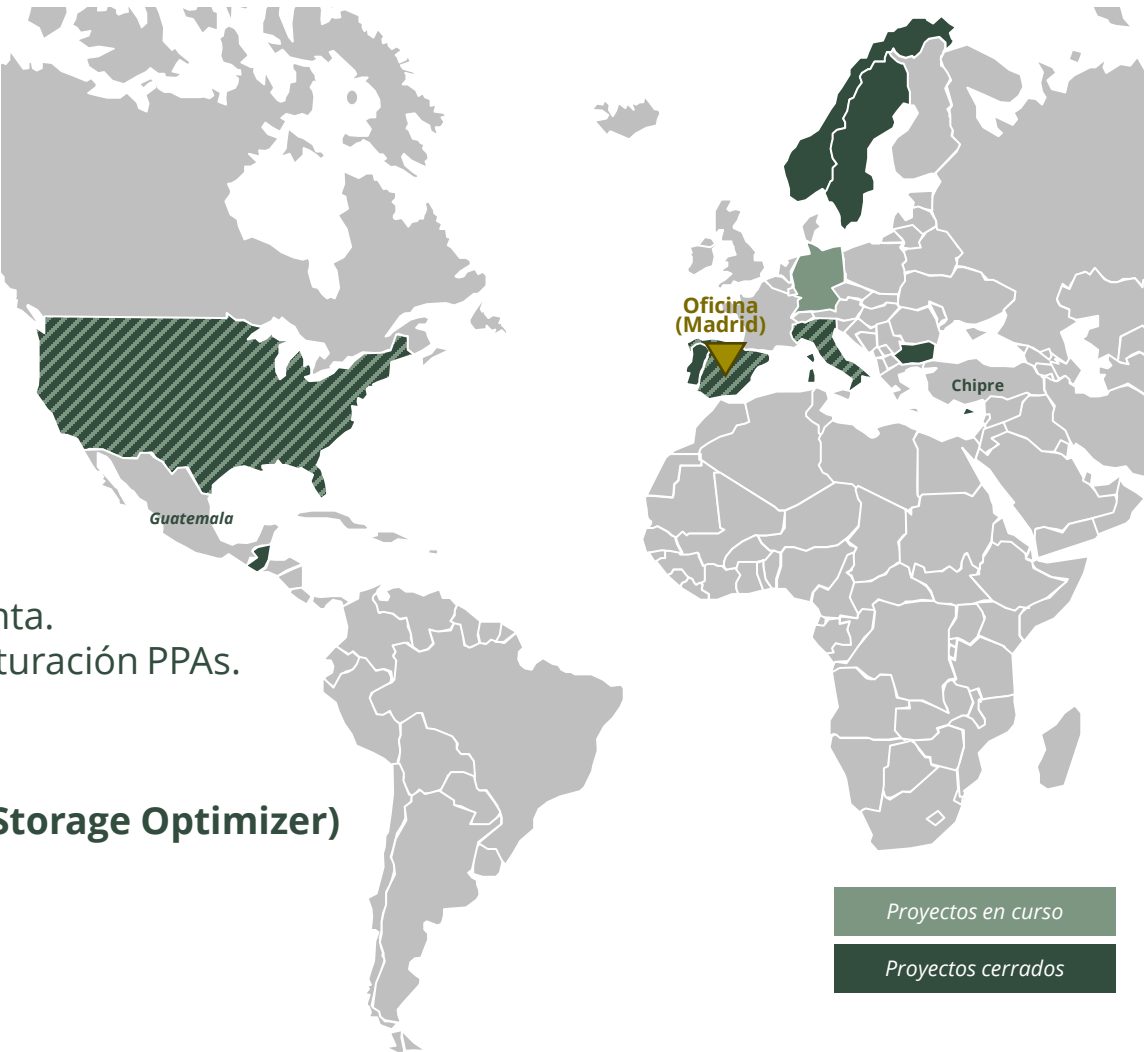
Experiencia promedio
del management team

M&A y Financiación

Deuda: estructuración cualquier tipo de financiación.
Capital: M&A asesoramiento procesos de compra o venta.
Modelización financiera y análisis. Negociación y estructuración PPAs.

Consultoría

Consultoría estratégica, mercado y negocio.
Consultoría almacenamiento BESO (Battery Energy Storage Optimizer)
Preparación licitaciones y subastas

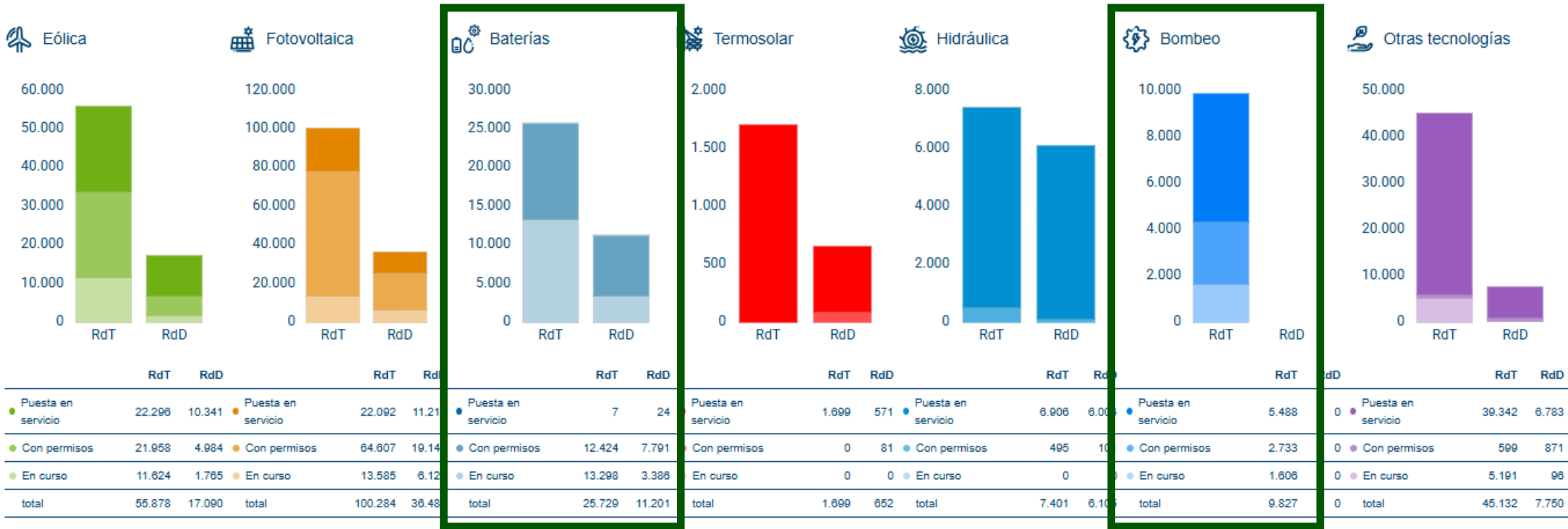


El interés de nuevos proyectos de almacenamiento en España triplica la potencia necesaria para alcanzar el objetivo en 2030

Existen **~41GW** de solicitudes de acceso y conexión de proyectos de almacenamiento, baterías y bombeo, representando **casi x3 la nueva potencia requerida para alcanzar el objetivo de 2030**, aunque de forma desigual, **~37GW** se corresponden con **baterías (x5** vs la nueva potencia para el objetivo de 2030) y **~4GW** con **bombeos (x1,2)**.

El estado de madurez **con permisos de acceso y conexión** representan **23GW** y con solicitud en curso 18GW.

Datos de potencia de módulos (MW)^(*)



(*) Fuente: REE a 30/09/25

Racional y fundamentales del mercado en Iberia y retos actuales del mercado de sistemas de almacenamiento



Incremento de la volatilidad del mercado

- Fluctuaciones bruscas
- Precios cayendo a cero
- Oscilaciones capitalizables



Discrepancia entre curvas de predicción y realidad

- Baja granularidad de las curvas (diarias, mensuales o anuales)
- Curvas horarias más planas que el comportamiento del mercado



Fuentes de ingresos diversificadas pero limitadas

- Alta dependencia en el arbitraje
- Fuentes de ingresos poco diversificadas (pagos por capacidad, servicios auxiliares)



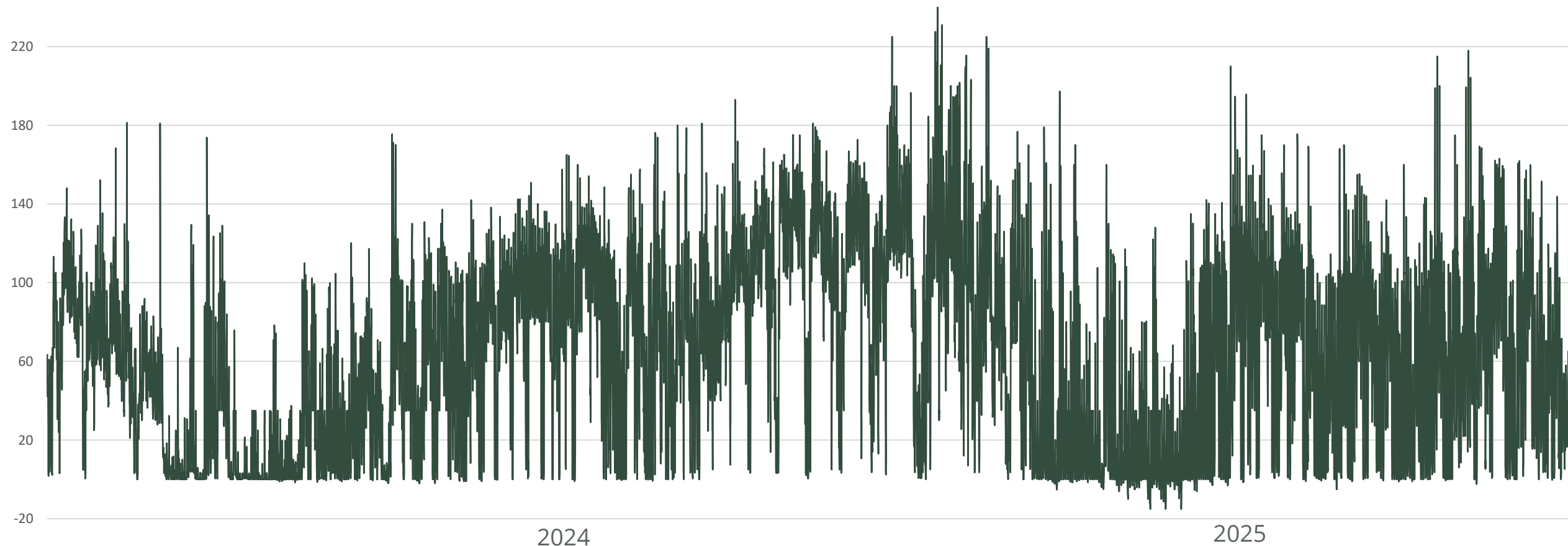
Impacto en la rentabilidad del almacenamiento

- Reflejar con precisión la variabilidad de los precios es crucial para optimizar el retorno

La volatilidad del mercado se ha incrementado notablemente y ha venido para quedarse, los fundamentales auguran igual o mayor volatilidad futura

En los últimos dos años se ha producido un **incremento muy relevante de la volatilidad del mercado eléctrico**, especialmente horaria, con fluctuaciones bruscas y mayor de frecuencia de precios bajos y negativos por la mayor presencia de las energías renovables en el mix eléctrico. El almacenamiento necesita de volatilidad, **mayor volatilidad más almacenamiento**.

Precio spot €/MWh 2024 – YTD 2025^(*)

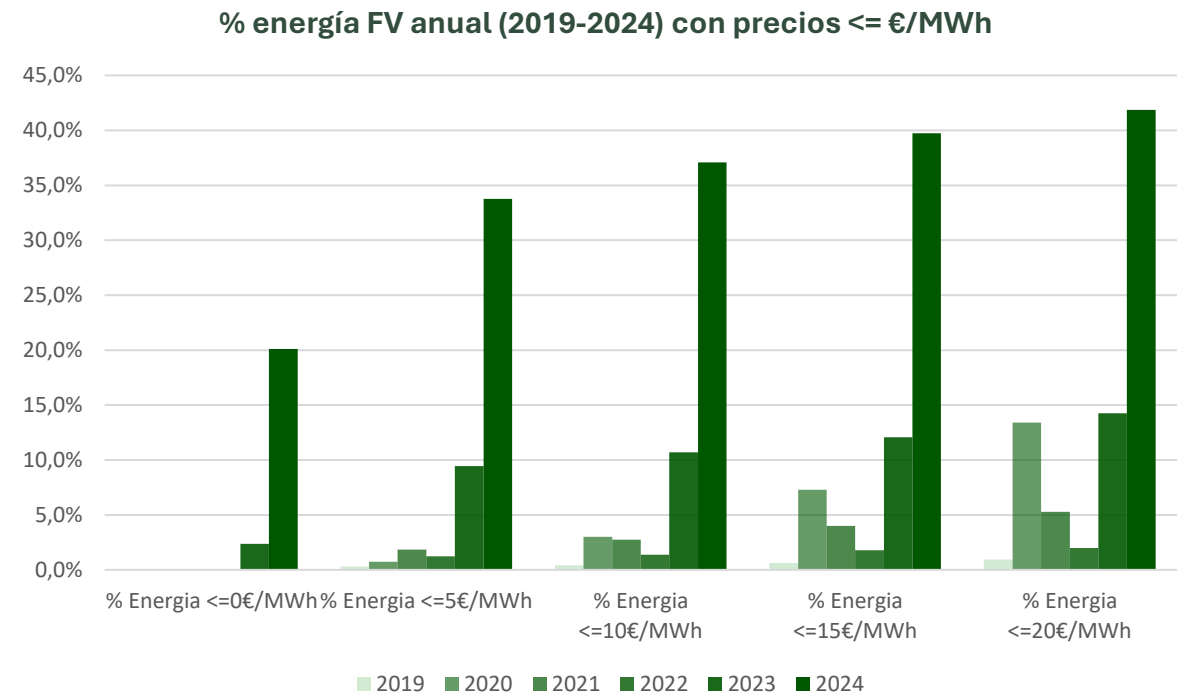
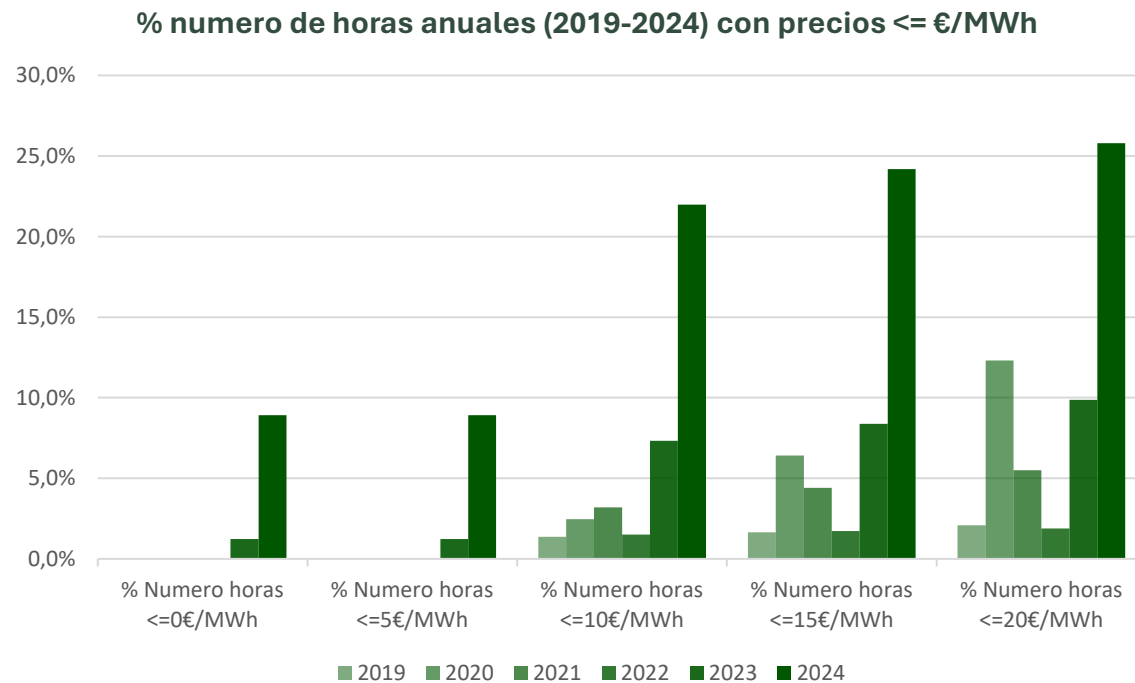


(*) YTD hasta 15/11/25

En los últimos años se ha producido un incremento significativo y estructural de la frecuencia de precios bajos en el mercado diario

En 2024 la frecuencia de precios bajos p.ej. $\leq 10\text{€}$ fue de 1.931 horas representando el 22% del total de horas del año, concentrándose especialmente en **horas diurnas y en fines de semana** (estructural con ~50% de las horas con situaciones de precios bajos), y **precios altos** p.ej. $\geq 80\text{€}$ fue de 2.228 horas (31% del total), siendo el promedio del **spread diario 103€** en 2024.

El **impacto en volumen de energía fue superior** ya que p.ej. ese 22% de horas del año 2024 de precios bajos $\leq 10\text{€}$ supusieron un 37% del total de la energía FV producida en el año.

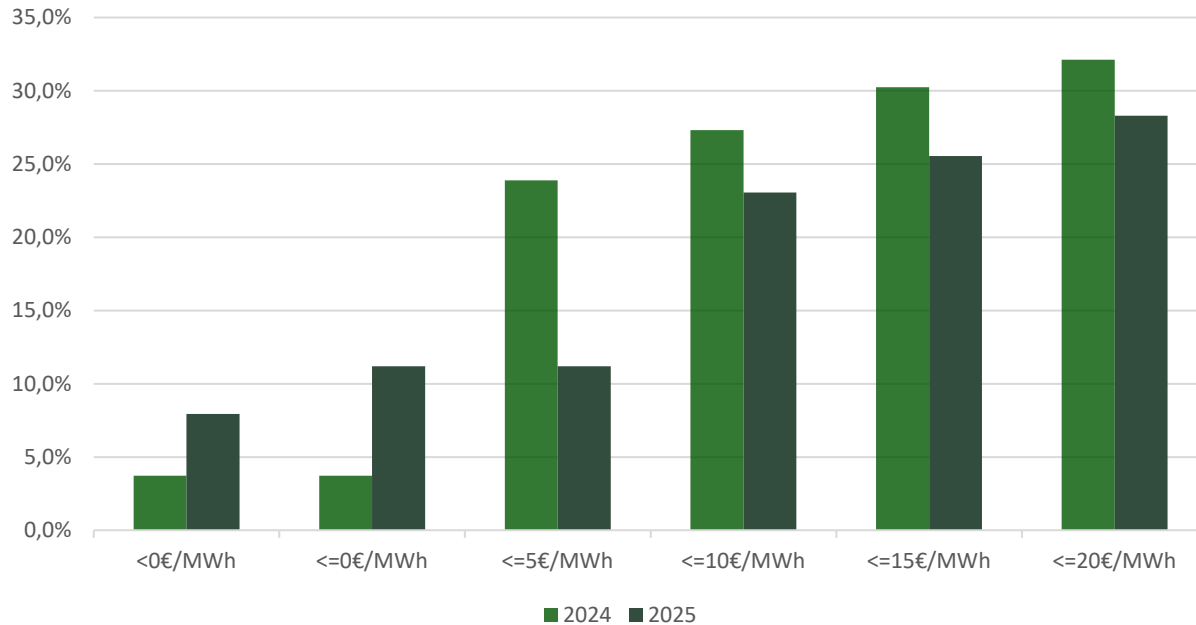


YTD 2025(*) un 28% del total horas del mercado <=20€/MWh (53% de energía FV)

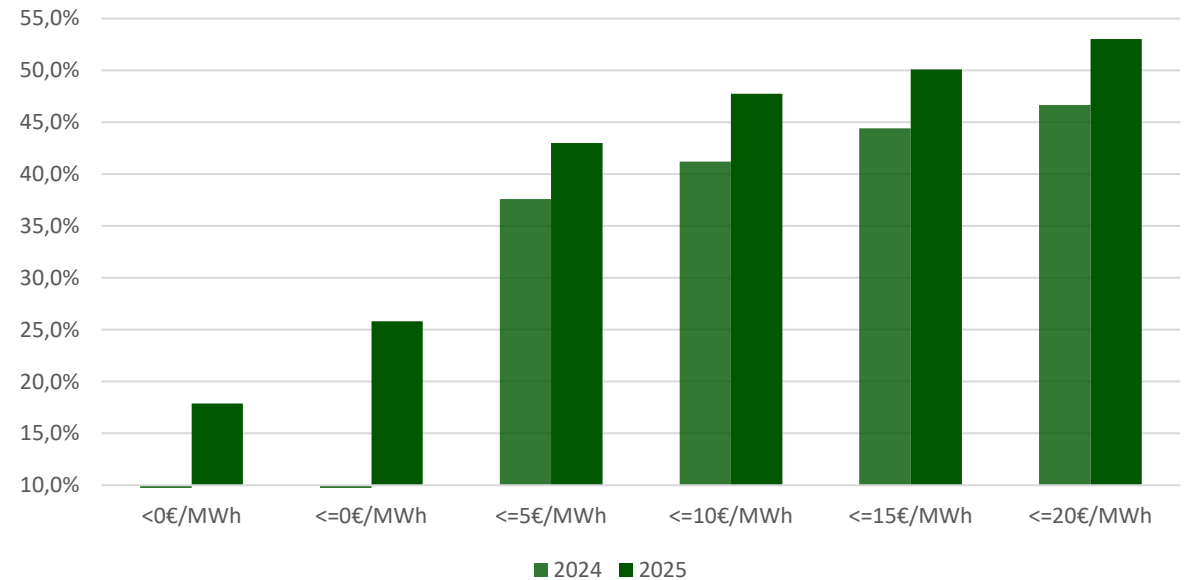
El pool promedio en YTD 2025(*) fue ~64€ (vs YTD 2024(*) ~53€(**)) mostrando **gran volatilidad**(***):

- 773 horas con precios <=0€, más de 1.500 horas <=10€,
- 28% de las horas precios bajos <=20€ representando un 53% de la energía FV y 47% horas >=80€ (16% de energía FV),
- un 26% de la energía FV promedió -1,3€/MWh y en primavera capturó ~7€ abril y ~2€ mayo,

% horas 2024 - YTD 2025 con precios <= €/MWh



% energía 2024 - YTD 2025 con precios <= €/MWh



(*) YTD hasta 15/10/25

(**) principalmente 2025 gas más caro, CO2 algo más caro, y el inicio de frecuencia precios bajos en 2024 ~mitad de febrero y 2025 ~mitad de marzo

(***) enero y febrero ~100€, marzo ~50€, abril ~27€, mayo ~17€, junio ~73€, julio ~70€, agosto ~68€, septiembre ~61€, , octubre ~76€

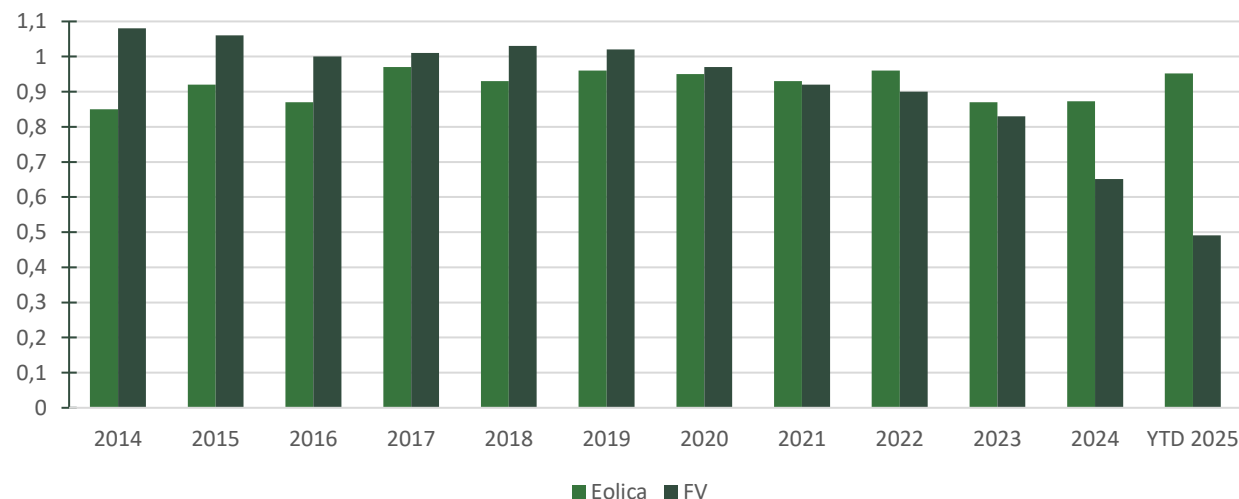
Desde 2020 se ha incrementado la capacidad FV x5 impactando en apuntamientos decrecientes alcanzando 64% en 2024 y 49% YTD 2025(*)

El **apuntamiento FV** ha tenido una **tendencia decreciente** en los últimos años a medida que ha ido creciendo su **instalación**, mientras que el **eólico** se ha mantenido estable dentro de un rango en un contexto de menor instalación.

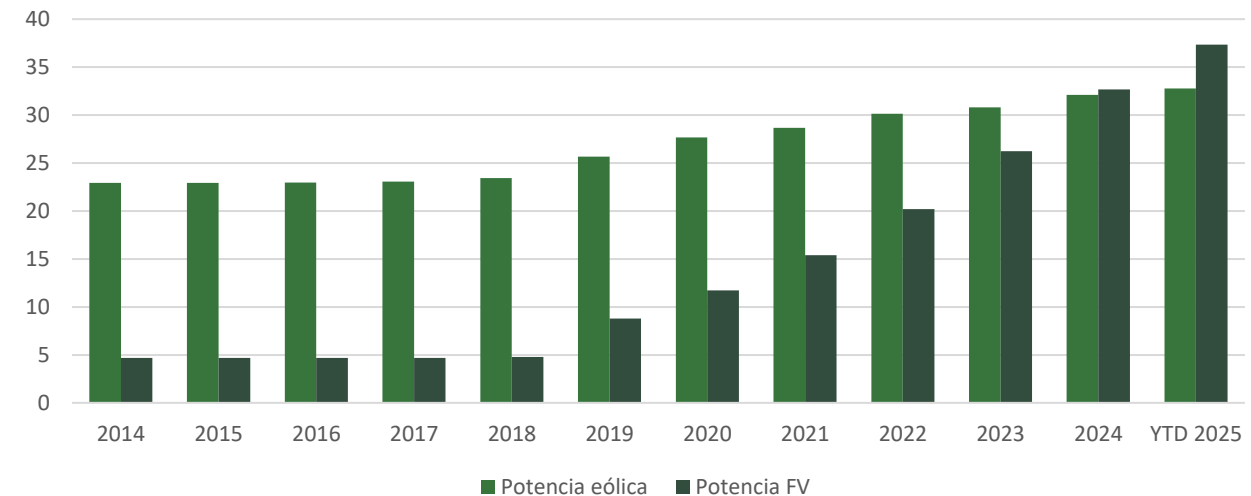
La **FV** ha **incrementado x4 su capacidad (x5 incl. autoconsumo)** desde 2020 pasando de casi 9GW en 2020 a actualmente **~39GW (más ~9GW de autoconsumo adicionales)**, observando desde entonces valores decrecientes <1. En **2024** fue **0,65 (41€ capturados)** y actualmente **YTD 2025(*) 0,49 (33€ capturados)** mostrando **gran volatilidad** diaria, semanal y mensual.

Sin embargo la **eólica** con mayor potencia instalada históricamente y un perfil de generación diferente, su **crecimiento ha sido muy moderado x1,3** desde 2020 con 25,7GW a actualmente ~33GW, oscilando su apuntamiento entre ~0,85 y 0,95.

Factor de apuntamiento eólico y FV 2014 - YTD 2025



Potencia instalada eólica y FV (GW) 2014 - YTD 2025

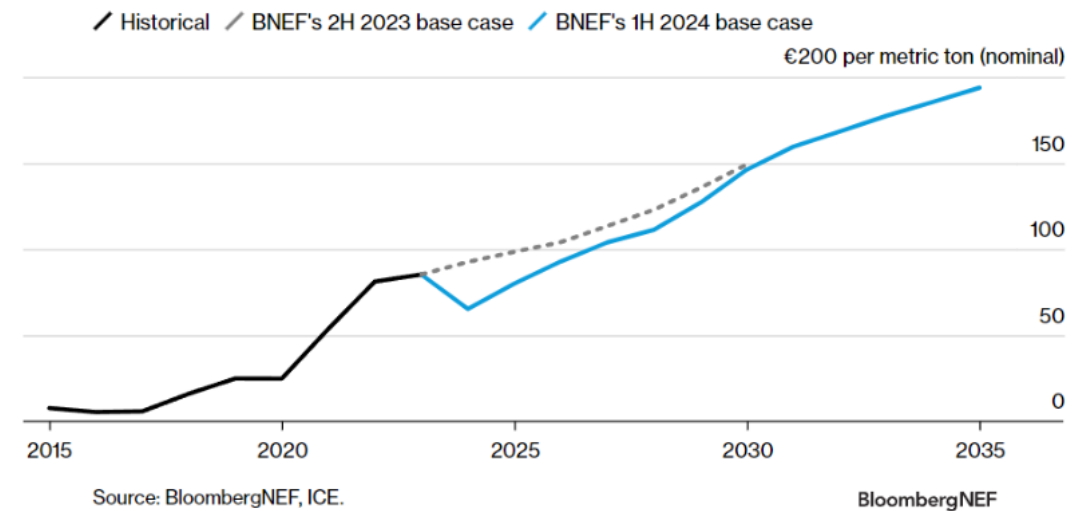


(*) YTD hasta 15/10/25

El marginal a futuro será similar o superior por el mayor coste del CO2

El **marginal de precios** está determinado principalmente por el **hueco térmico** y las **commodities (gas y en menor medida el CO2)**. Las perspectivas de **los fundamentales a futuro apuntan:**

- demanda → crecimiento moderado en los próximos años ~2% anual,
- más renovables → igual o mayor frecuencia de precios bajos, ~7,5GW adicionales FV 2025 y ~4-5GW en 2026
- marginal → similar o se incrementará y estará mayormente ligado al CO2:
 - gas: spot ~30€/MWh actualmente, los futuros apuntan a ~25€ a 2030 (ICE y EEX),
 - CO2 actualmente ~75-80€/tonCO2 apuntando los futuros ~90-100€ en 2030 y según BNEF(*) a ~150€ en 2030 y ~200€ en 2035.



A medio/largo plazo (más renovables) similar o mayor frecuencia de precios bajos y marginales similares o más altos (mayor coste CO2), **es previsible que la volatilidad tienda a ser similar o mayor → más volatilidad, más almacenamiento → más almacenamiento, menos volatilidad.**

Optimización técnica económica de proyectos de almacenamiento en desarrollo

Integramos “all-in-one” la **previsión del mercado, la volatilidad del mercado y el arbitraje, y la planificación financiera**, de forma ágil, transparente y “user friendly”.

Integra de forma ágil, transparente y sencilla la previsión de mercados, la volatilidad y el arbitraje, y otros mercados e ingresos, junto con su planificación financiera



Precios horarios multi escenario que reproduce con mayor precisión y realismo la volatilidad del mercado, adaptable a otras curvas de predicciones

Simulación de inputs*

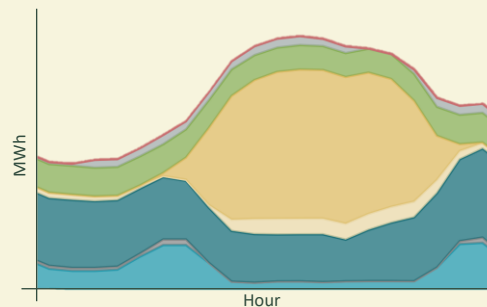
Montecarlo

-  Demanda
-  Costes de combustible
-  Nueva capacidad
-  Recurso renovable

(*) más de 160 variables que afectan al mercado y su volatilidad

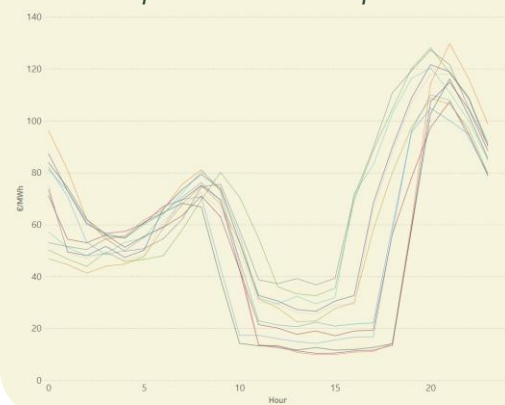
Coordinación hidrotérmica

- Optimiza la cobertura de la demanda
- Considera operación de activos flexibles



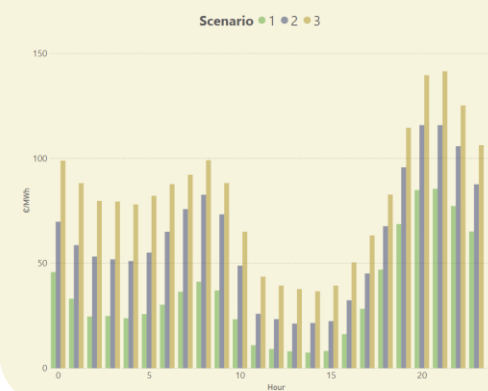
Repositorio de precios bruto

Múltiples escenarios de precios



Escenarios de precios

+100 escenarios de precios horarios

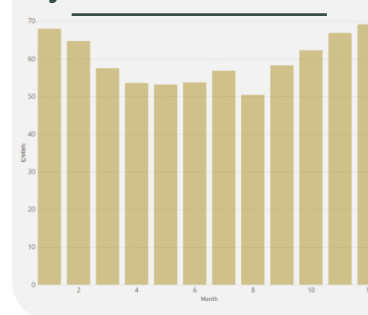


No asumimos un futuro único: **simulamos miles de escenarios de precios horarios** basados en curvas de predicción de terceros o la nuestra propia, con el objetivo de reproducir la volatilidad del mercado.

Mejor alineación con la volatilidad real del mercado.

Mejor evaluación de riesgos y toma de decisiones, optimizando de forma **más precisa y realista** los ingresos futuros.

Ajuste a curva externa



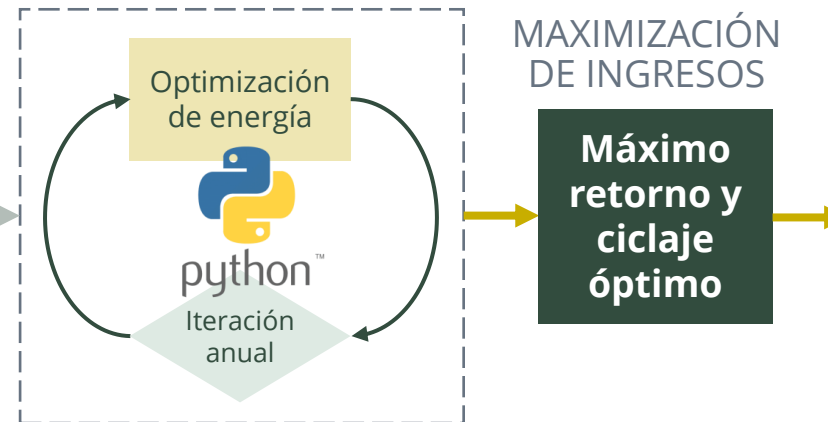
Opcional

Generamos **200 escenarios horarios** para capturar todas las posibles evoluciones razonables.

Inputs:

-  **Curva horaria de precios**
(de VIVO Price u otros)
-  **Parámetros técnicos**
 - Capacidad
 - Duración
 - Degradación
 - Eficiencia carga/descarga
 - Límites máx/mín
 - Acceso a red
 - Demanda firme/flexible
 - Tri-Hibridación
 - Eólica+FV+BESS
-  **Parámetros financieros**
 - CAPEX
 - OPEX
 - Vida útil
 - Financiación

Mayor precisión y realismo de múltiples de volatilidad e ingresos, maximizando el beneficio mediante funciones avanzadas de optimización del arbitraje y otros ingresos



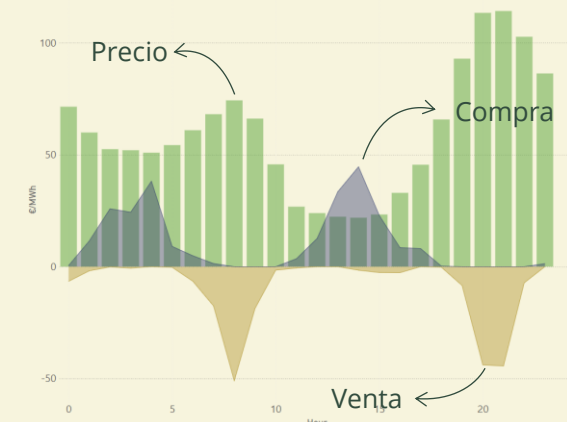
Franja de ingresos y percentiles

Franja de posibles ingresos, no un ingreso fijo. Elección del percentil (P90, P50, ...). Mayor control y adaptación a criterios conservadores u optimistas.

Autonomía y trazabilidad

Simulación ilimitada sin coste extra por iterar. Transparencia total en cálculos. Exporta todos los resultados horarios (Excel o CSV).

Outputs:



Simulación de operación

Línea de ingresos óptimo por escenario

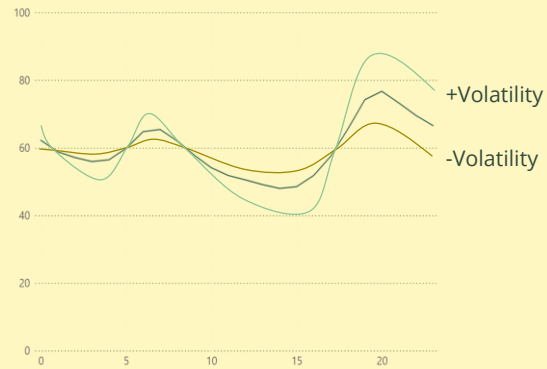
- Mercado diario
- Mercado intradiario
- Mercados de balance

Análisis financiero

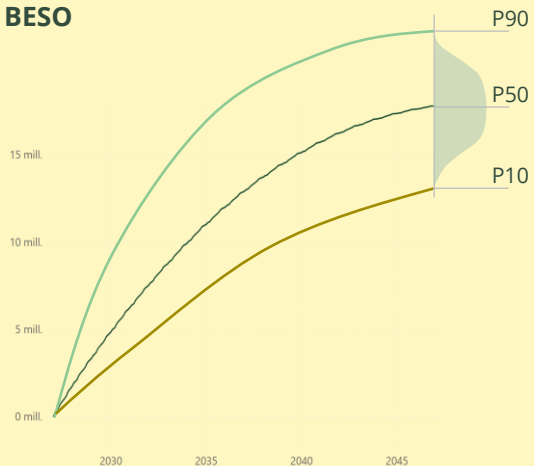
Modelo financiero completo (VAN, TIR, payback, precio capturado...)

¿Qué aporta BESO?

VIVO Price



BESO



Franja de ingresos y percentiles

- No un número fijo, sino una **franja de posibles ingresos**.
- El usuario elige el **percentil** (P90, P50...) según su estrategia financiera.
- Mayor control y **adaptación a criterios** conservadores u optimistas.



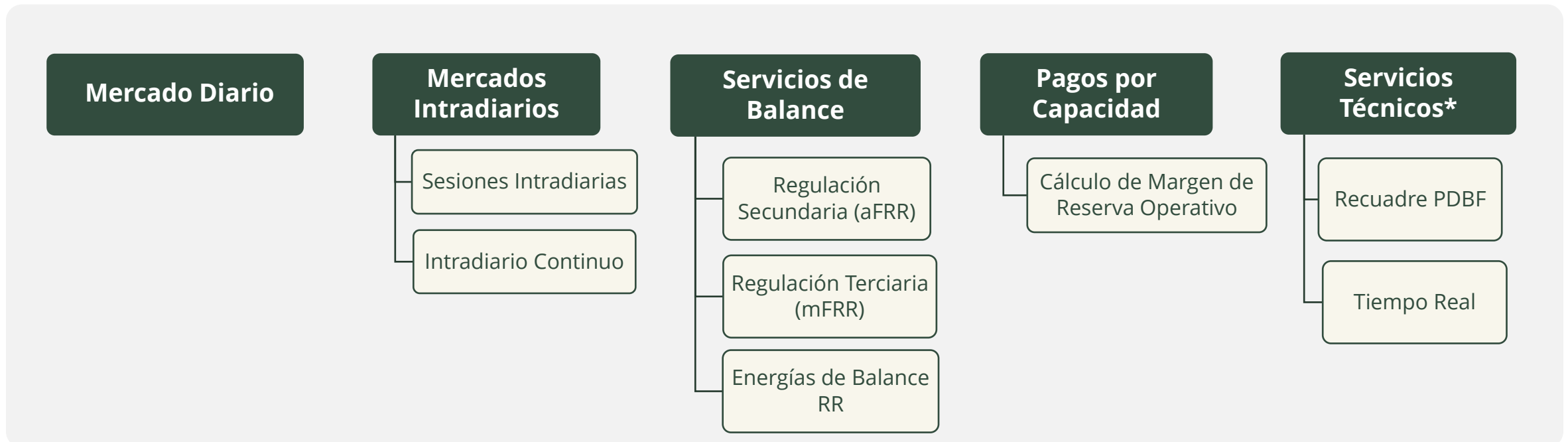
Autonomía y trazabilidad

- **Simulación ilimitada** sin coste extra por iterar.
- **Transparencia** total en cálculos y posibilidad de auditoría.
- Exporta todos los **resultados horarios** (Excel o CSV).

Entender la volatilidad es complejo, en economía volatilidad se refiere a la fluctuación de precios de un activo o mercado financiero, cuán rápidamente y en qué medida cambian estos precios. **Mayor volatilidad significa mayor riesgo. La volatilidad nunca fue apreciada en las renovables, sin embargo el almacenamiento necesita volatilidad.**

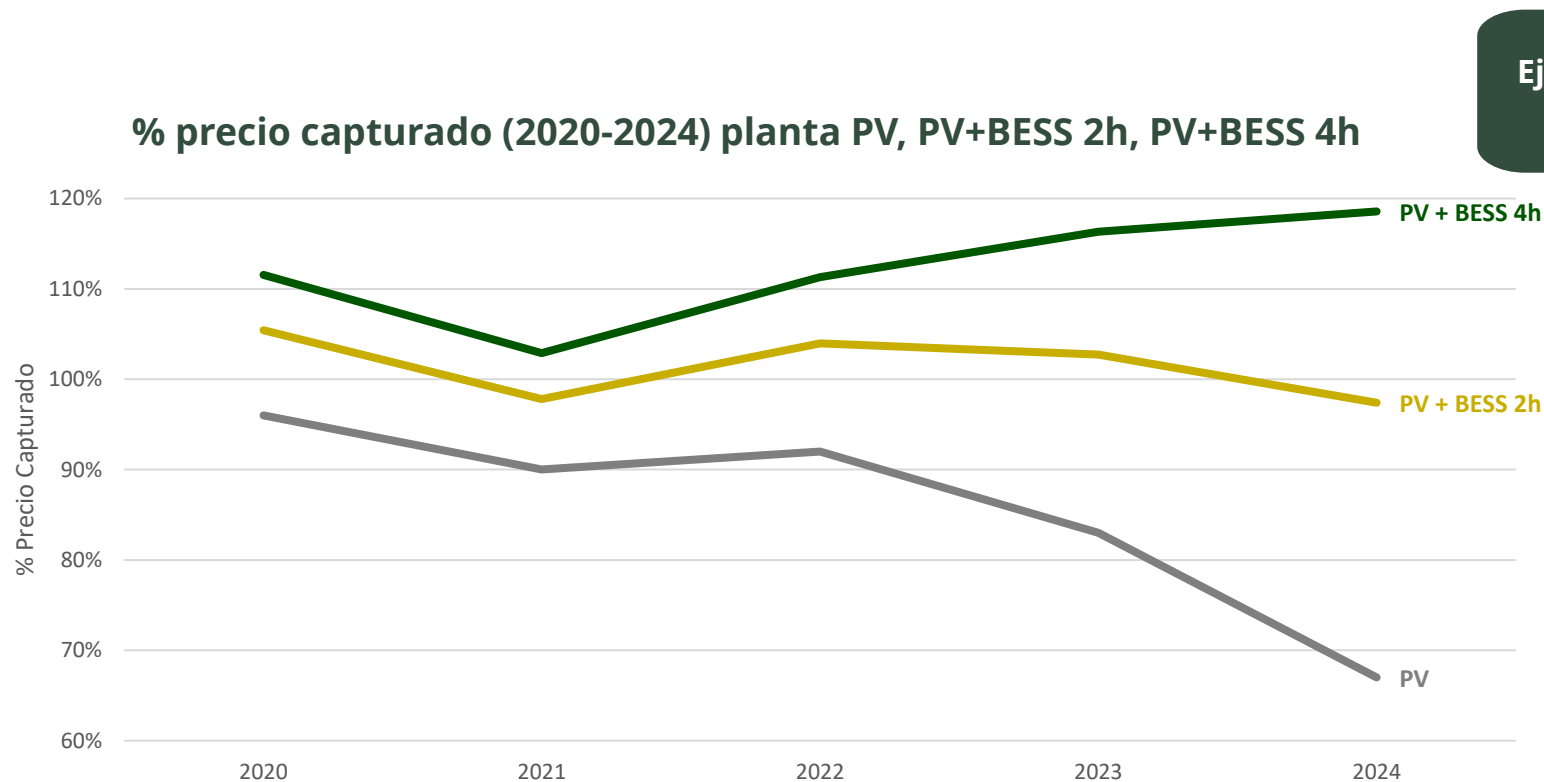
Históricamente han existido discrepancias entre predicción y realidad, acostumbrados a pensar **a largo plazo ingresos recurrentes, predecibles** y flujos de caja estables, financiando bajo mecanismos tipo project finances.

Las fuentes de ingresos son varias y su incertidumbre significativa, impactando en la rentabilidad del almacenamiento. Analizar con precisión estas cuestiones es fundamental para determinar la rentabilidad esperada.



Caso de uso: caso real planta FV en Andalucía

Caso real de una planta FV en Andalucía que capturó en 2024 un precio de 42€/MWh, caso de que hubiera hibridado PV+BESS de 2 horas su total de energía habría capturado un promedio 62€, y si hubiera hibridado PV+BESS de 4 horas habría capturado un promedio 75€, considerando únicamente arbitraje sin incluir otros ingresos como p.ej. secundaria.



Ejemplo ilustrativo proyecto real BESS 2 y 4 horas

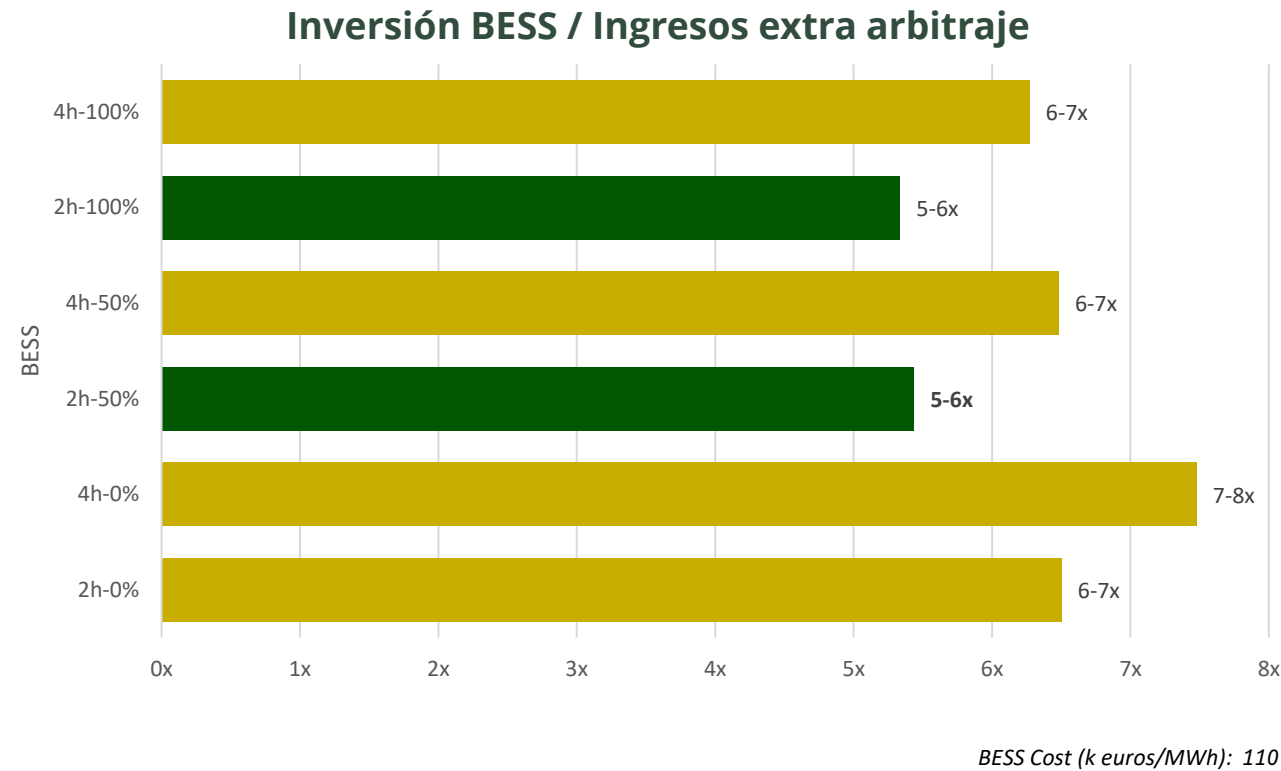
BESS MW / PV MW: 100,0% BESS MW / PV MWp: 86,3%

Capacidad de demanda: 50% PV MW

El ratio inversión BESS vs ingresos adicionales(*) de una planta FV+BESS

2 horas y 50% de demanda estaría ~5-6x con datos reales de 2024

Comparando el **ratio inversión / ingresos adicionales por arbitraje** que tendría una **planta FV hibridada con baterías**, con **datos reales del pasado año 2024**, con diferentes configuraciones de duración y carga de demanda de la red encontraríamos el **óptimo en 2 horas y 50% de capacidad de demanda**.



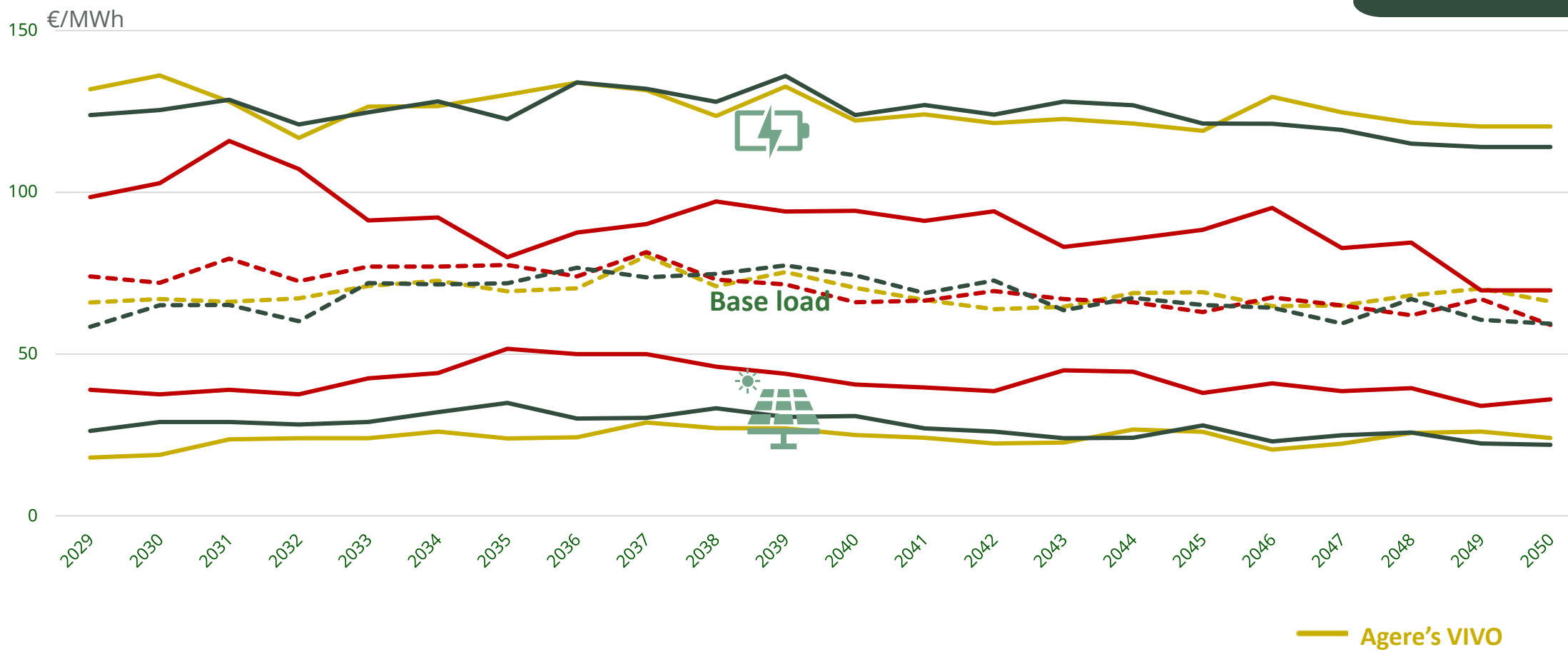
**Ejemplo
ilustrativo**

(*) solamente considerando ingresos por arbitraje sin optimizar ingresos por otros mercados

Precios capturados

Capture prices^(*) PV+BESS 4h

Ejemplo y números
ilustrativos



(*) Precios reales, solo ingresos por arbitraje.

Precios capturados BESS únicamente BESS (no el conjunto PV+BESS), precios BESS a partir de ingresos netos (venta – compra)

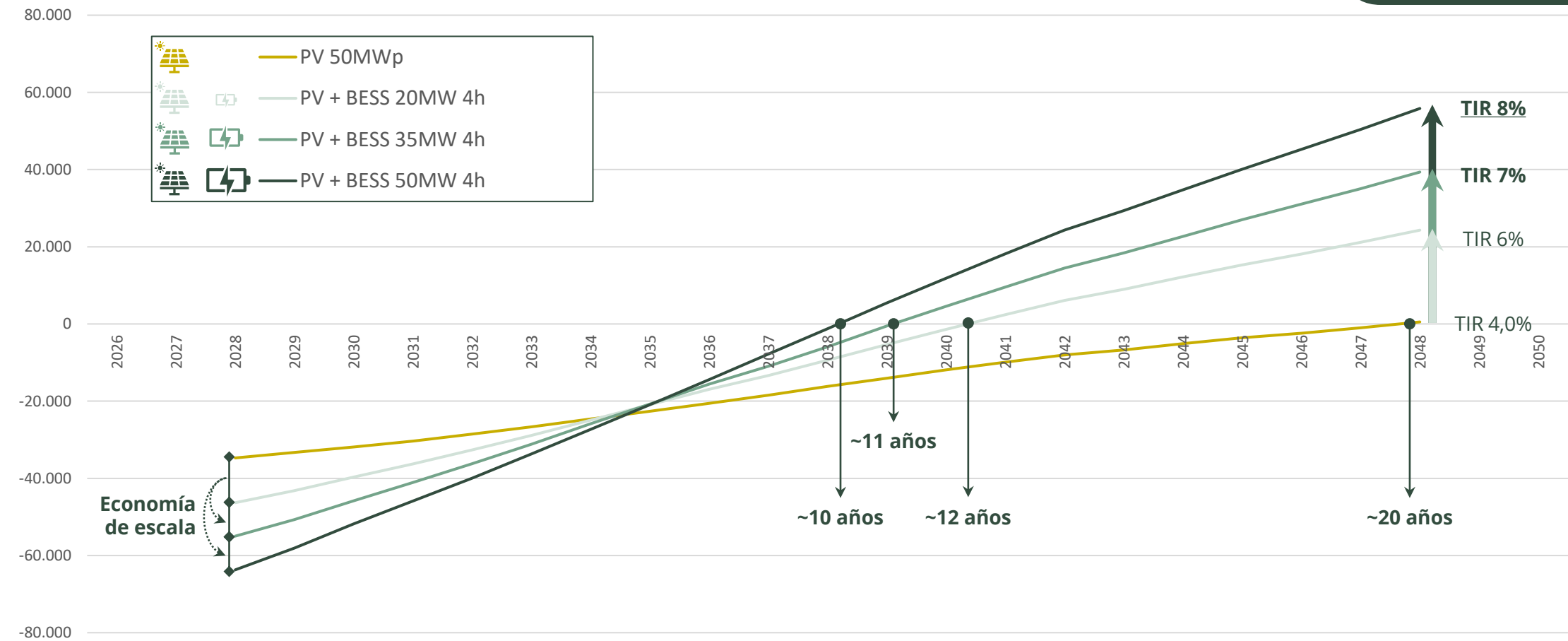
Dimensionamiento y TIR Capacidad (MW)

¿Cómo afecta la **capacidad** de la BESS a la **TIR** en una **hibridación PV+BESS**?

Project Cash Flow BESS Capacity Sizing

€k

Ejemplo y números
ilustrativos

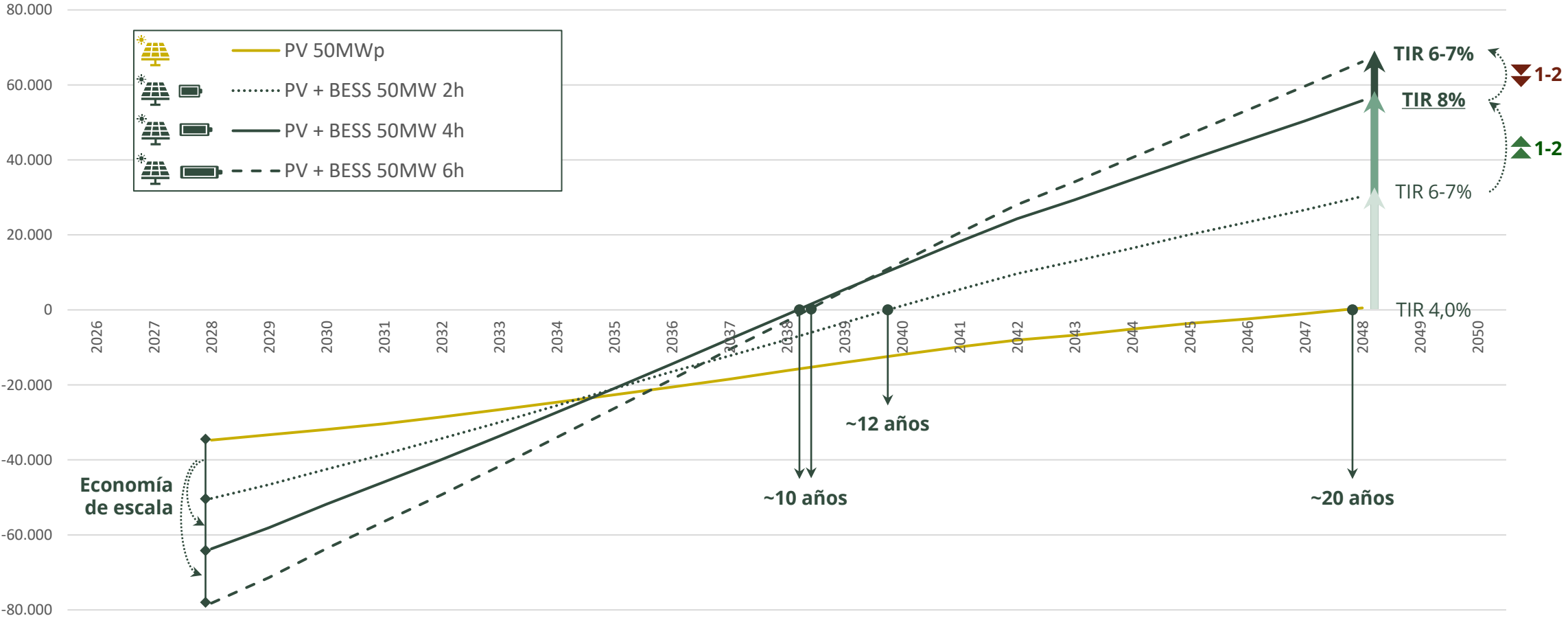


¿Y la duración?

Project Cash Flow BESS Duration Sizing

€k

Ejemplo y números
ilustrativos



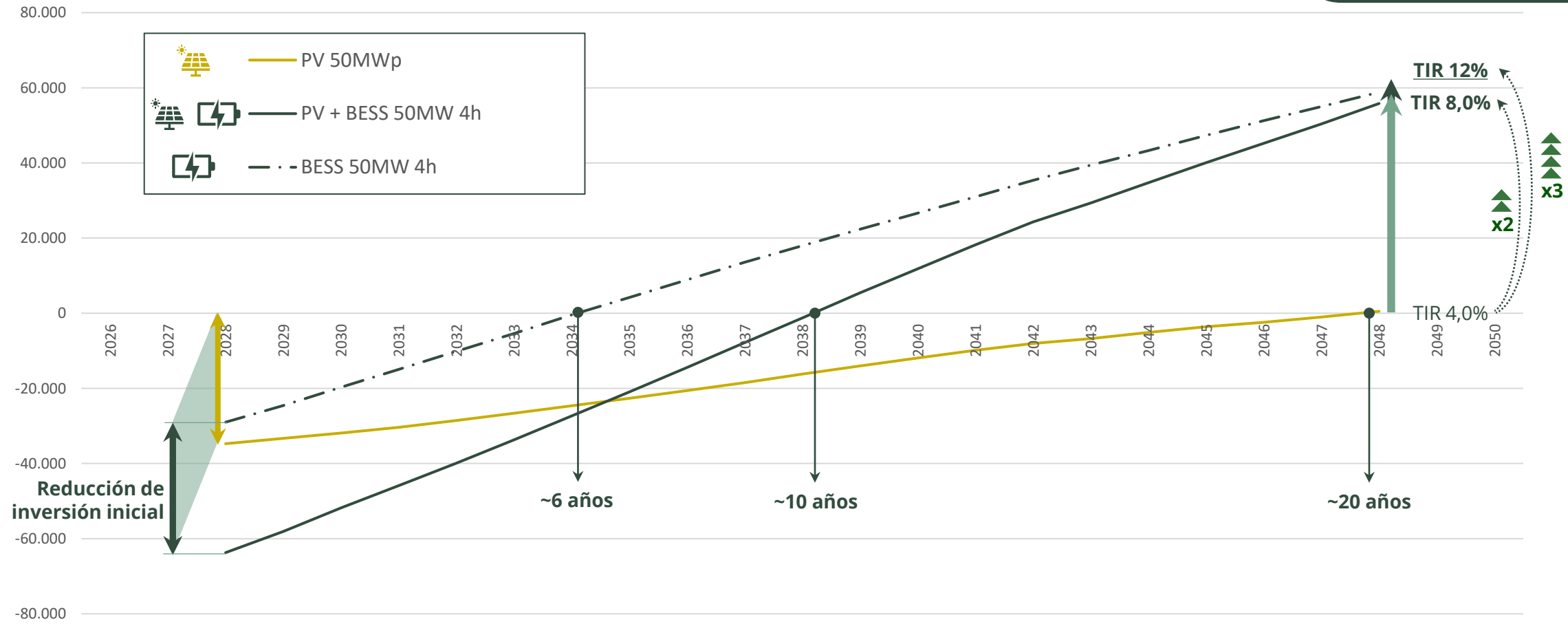
Dimensionamiento y TIR Hibridación vs. Stand Alone

¿Y si es **stand-alone**?

Project Cash Flow BESS Duration Sizing

€k

Ejemplo y números
ilustrativos



Financiación de proyectos de almacenamiento

Evolución del mercado de financiación en España en 2026

		Bancos	Fondos de deuda	Dificultad
Proyectos Co-colocated	Ya financiados	No merchant	Merchant	Alta
	Sin financiación	PPA-h Tolling Agreement Pagos por capacidad	Merchant	Baja
Proyectos Stand-Alone		No merchant	Sí	

Financiación de proyectos de almacenamiento

Condiciones de financiación estimadas

	Banca	Fondos deuda
Apalancamiento	70%-80%	60-70%
Coste Euribor +	135-200 bps	500-800 bps
Plazos	Hasta 18 años	Hasta 5 años
Repago	Amortizable	Bullet
Estrategia	Finalista	A corto plazo

Conclusiones

Actualmente un proyecto FV ha perdido su valor, su hibridación con almacenamiento se presenta como la única alternativa para recuperar y optimizar dicho valor.

El dimensionamiento optimizado de sistemas de almacenamiento considerando todos sus condicionantes técnicos económicos, de cualquier tecnología y standalone o co-located, durante la fase de desarrollo es fundamental para obtener los mayores ingresos, rentabilidades y valor.

La medición de la volatilidad, la incertidumbre y el riesgo del mercado, conjuntamente con otros riesgos, es fundamental para gestionar el riesgo y tomar decisiones en función de futuros escenarios y diferentes aversiones al riesgo, más conservadores, típicamente de lenders, o más realistas, típicamente de sponsors y equity.

Nuevos mecanismos como la nueva generación de PPA híbridos o tolling agreements, serán fundamentales para facilitar la financiación de proyectos de almacenamiento.

El futuro es incierto "*Prediction is very difficult, especially if it's about the future*"^(*) por ello realizar análisis basados en metodologías y herramientas robustas serán fundamentales para la adecuada toma de decisiones.

(*) Niels Bohr, Nobel de Física



Vicente Jorro
Socio Fundador

Tel.: +34 669 706 467
Email: vjorro@agereinfra.com



David Pérez
Director Energy Consulting

Tel.: +34 660 612 610
Email: dperez@agereinfra.com

www.agereinfra.com



Gracias