



JORNADA DE ALMACENAMIENTO HIDRAULICO DE ENERGIA

# EL ALMACENAMIENTO HIDRÁULICO CENTRALES REVERSIBLES

Fco. Javier Enseñat y Berea  
Comité Técnico de Presas y Energía. SPANCOLD  
Madrid, 25 de Marzo de 2021

# Necesidad de Almacenamiento de Energía

1

# Almacenamiento hidráulico por bombeo

## 1.- Necesidad de Almacenamiento de Energía

El Almacenamiento de Energía es una prioridad para la Comisión Europea.

- Componente clave para **proporcionar flexibilidad y apoyar la integración de energía renovable** en el sistema de energía.
- Puede **equilibrar la generación de electricidad centralizada y distribuida**, puede reducir las **fluctuaciones extremas de los precios**, al tiempo que contribuye a la **seguridad energética**.
- Puede **contribuir a la descarbonización de otros sectores económicos** y respaldar la **integración de mayores porcentajes de energía renovable variable** en el transporte, los edificios o la industria.



# Almacenamiento hidráulico de energía

## 1.- Necesidad de Almacenamiento de Energía

- Descarbonización

> Acuerdo de París (COP21) en 2015, estableció los objetivos para mitigar el calentamiento global, la reducción de los gases de efecto invernadero e impulsar **la generación de energía renovable**, lo que necesariamente viene emparejado con **una creciente necesidad de almacenamiento de energía**.

- Objetivos Europeos

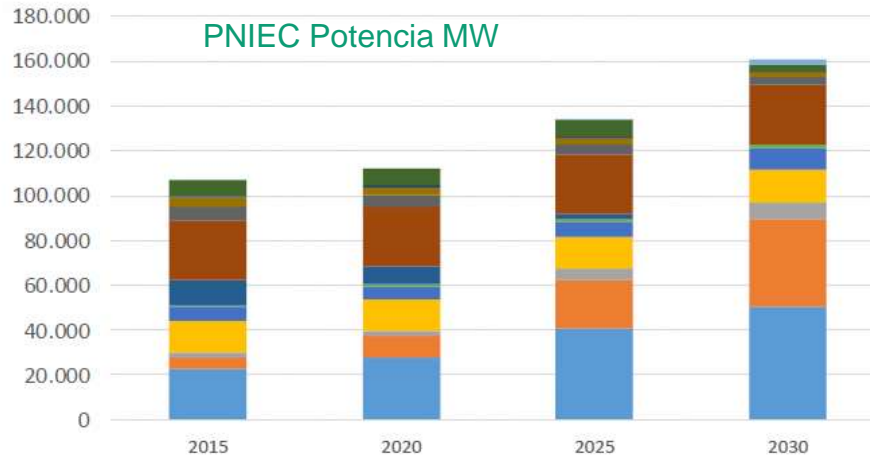
2020	-20% GEI	20% ER	20% EE	10% interconexión
2030	Min. -40% GEI	Min. 32%* ER	Min. 32,5%* EE	15% interconexión
	-43% ETS	-30% no-ETS Objetivos nacionales vinculantes	*Nuevos objetivos tras Acuerdo en la EU (junio 2018)	
	Planes nacionales	Nuevo Sistema de Gobernanza		Seguimiento
		Indicadores comunes		

> 2050 Estrategia a largo plazo = Neutralidad en carbono

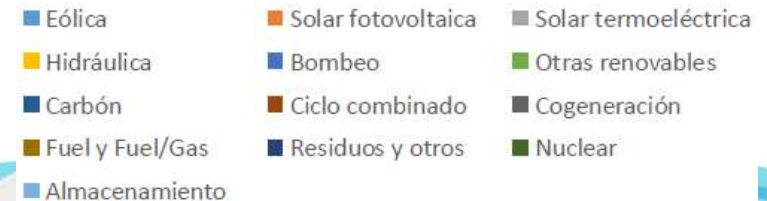
# Almacenamiento hidráulico de energía

## 1.- Necesidad de Almacenamiento de Energía

- El Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 prevé para 2030:
  - Reducir 21% GEI, mejorar 39,6% de eficiencia energética y demanda final renovable min. 42%.
  - Un 74% de energía renovable en la generación eléctrica (*actualmente 38%*)
  - *59 GW nuevos de potencia renovable (30GW solar FV, 22 GW eólicos, 5 GW solar termoeléctrica, 0,8 GWh biomasa)*
  - una capacidad de **almacenamiento hidráulico adicional de 3,5 GW y 2,5 GW de baterías**, aportando una mayor capacidad de gestión a la generación



GW	2015	2020	2025	2030
Eólica	22,9	28,0	40,2	50,2
Solar fotovoltaica	4,8	8,4	23,4	36,9
Solar termoeléctrica	2,3	2,3	4,8	7,3
Hidráulica	14,1	14,1	14,3	14,6
Bombeo Mixto	2,7	2,7	2,7	2,7
Bombeo Puro	3,3	3,3	4,2	6,8
TOTAL Sistema	105,6	113,5	137,1	157,0



# Almacenamiento hidráulico de energía

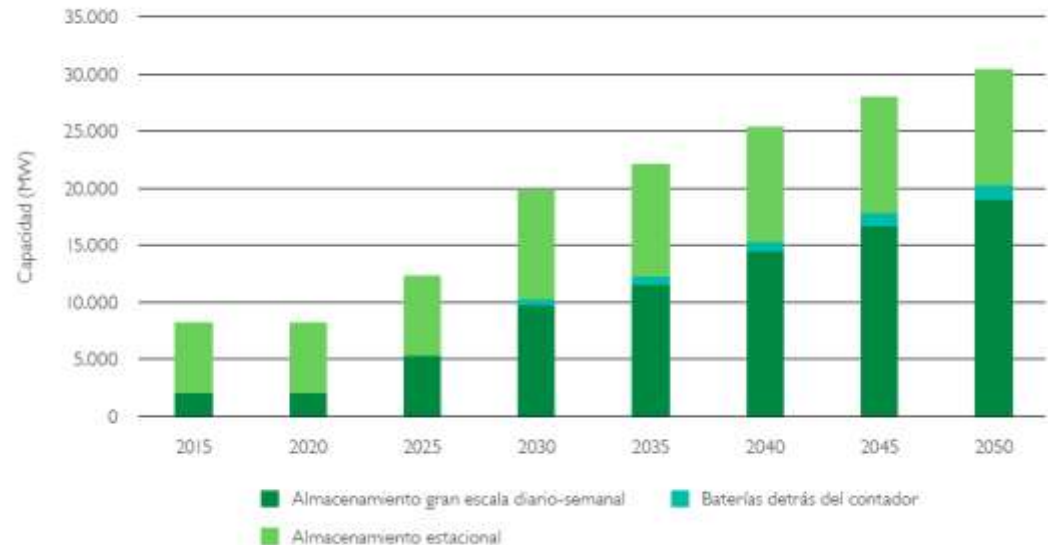
## 1.- Necesidad de Almacenamiento de Energía

- Estrategia de Almacenamiento Energético (2021)

Establece las bases para dar respuesta a las necesidades de almacenamiento y actúa como herramienta impulsora del despliegue del almacenamiento de energía en España

Las necesidades mínimas de almacenamiento para España, derivadas de los objetivos del PNIEC y de la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo (ELP) 2050 se han cuantificado en esta Estrategia, pasando de los 8,3 GW disponibles en la actualidad, a un valor de alrededor de 20 GW en 2030 y 30 GW en 2050, de potencia de almacenamiento total disponible en esos años.

FIGURA 16. Previsión de necesidades de almacenamiento energético



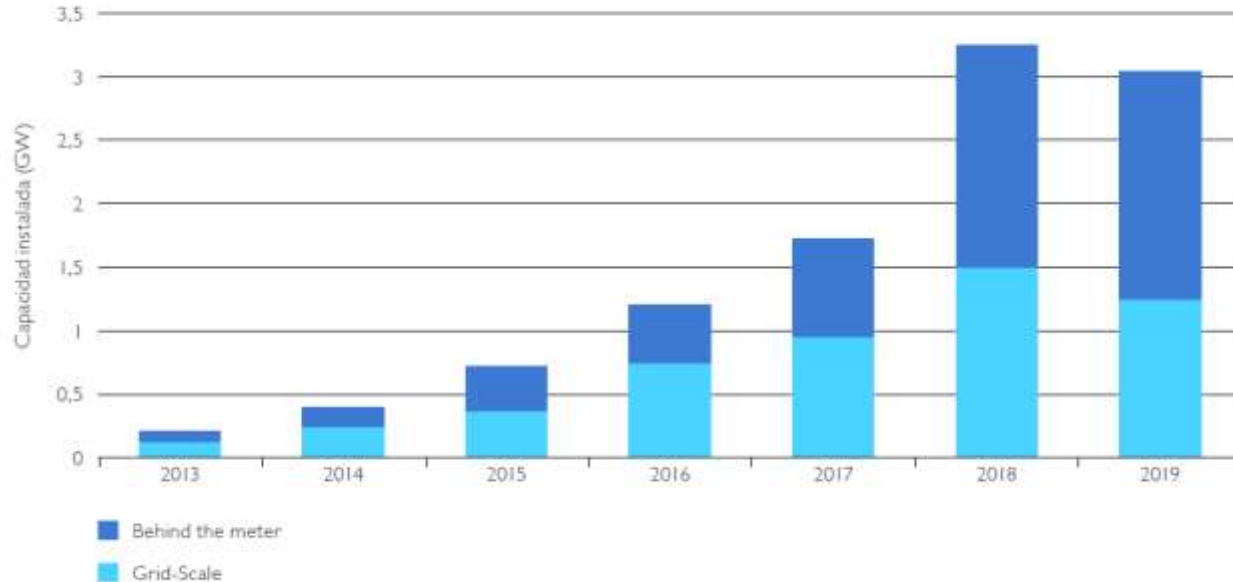
# Almacenamiento hidráulico de energía

## 1.- Necesidad de Almacenamiento de Energía

- Contexto Internacional: incremento de potencia instalada en sistemas de almacenamiento

La integración de las renovables ha incrementado notablemente a nivel mundial los **desarrollos de sistemas de almacenamiento tanto a gran escala como “behind the meter”** (2,9 GW en 2019, según AIE)

FIGURA 1. Evolución anual de la nueva potencia instalada mundialmente



Fuente: Agencia Internacional de la Energía, 2020.

# Centrales Hidráulicas de Bombeo

2



# Almacenamiento hidráulico de energía

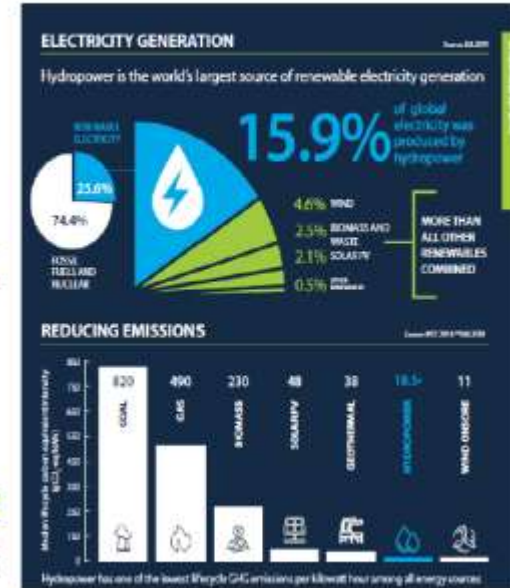
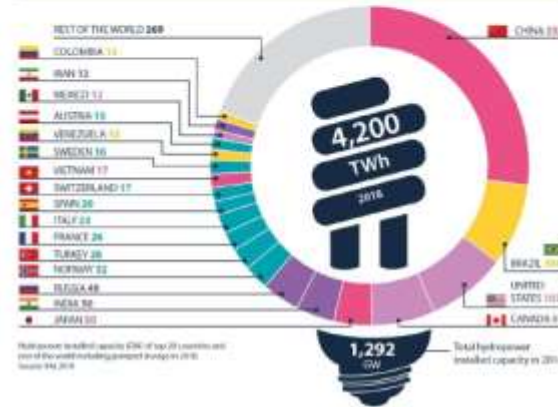
## 2.- Centrales hidráulicas de bombeo

- Centrales Hidráulicas en España
- España tiene más de 1.000 grandes presas, que regulan las aportaciones naturales, y en particular las de uso hidroeléctrico cuentan con una potencia instalada de 20,4 GW (19% potencia instalada), y debe ponerse en valor la importancia de la capacidad de regulación y almacenamiento en sus embalses.
- Esta capacidad es propia de las centrales hidráulicas de embalse, que se da ya por descontada, y de la cuál carecen otras Energías Renovables.
- Las Centrales hidráulicas con embalse, contribuyen a la regulación horaria, regulación semanal, y estacional, además de prestar otros servicios auxiliares al sistema como la regulación de potencia-frecuencia.

### Energía hidroeléctrica instalada a 31/12/2018

	Mundial	España
Potencia (GW)	1.292	20,4
Producción (TWh)	4.200	34,1
Horas funcionamiento	3.250	1.670

### HYDROPOWER INSTALLED CAPACITY WORLDWIDE

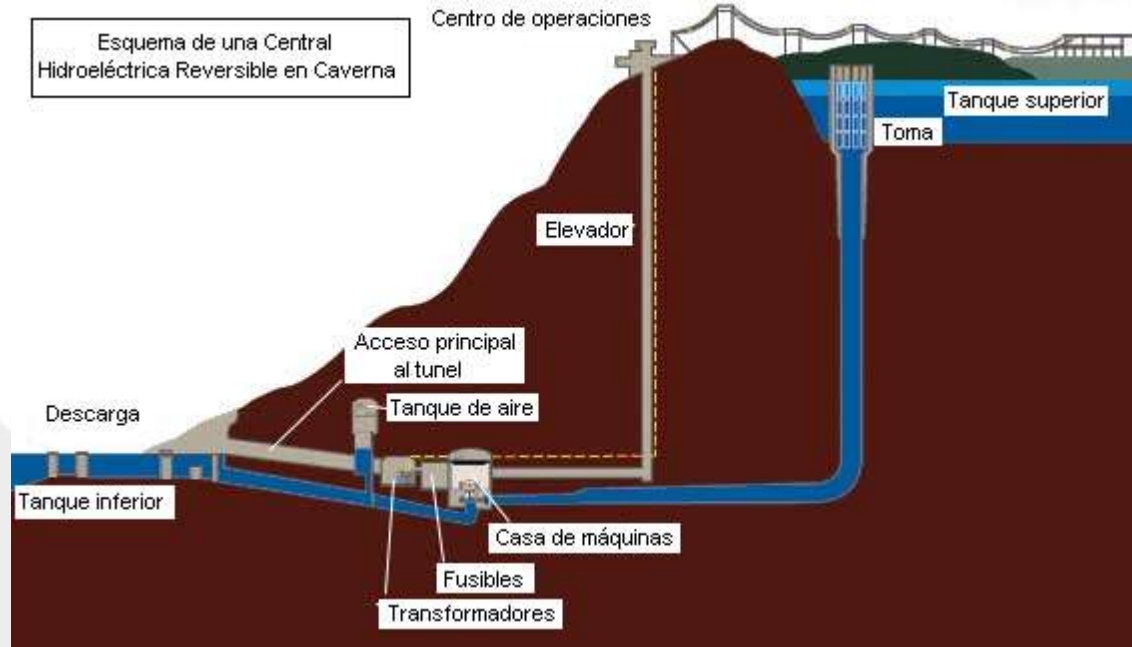


# Almacenamiento hidráulico de energía

## 2.- Centrales hidráulicas de bombeo

### > Fundamento de las centrales de almacenamiento y bombeo

Las centrales hidroeléctricas reversibles o de almacenamiento por bombeo (PSP Pumped Storage Plants, o PHS Pumped Hydropower Storage) permiten el almacenamiento de energía mediante el bombeo de agua desde un embalse inferior a otro embalse superior próximo, y su conversión de nuevo en energía eléctrica por turbinación.



# Almacenamiento hidráulico de energía

## 2.- Centrales hidráulicas de bombeo

### Tipología aprovechamientos hidroeléctricos reversibles

#### BOMBEO PURO



Ludington (Lago Michigan) 1.872 MW

#### BOMBEO MIXTO



Torrejón Tajo y Tietar 140 MW



Goldishtal (Alemania) 1.060 MW



Guandong (China) 2.400 MW

### Tipología central hidroeléctrica reversible



#### Generador/motor y turbina-bomba

Generador/motor, una turbina y una bomba acopladas sobre el mismo eje

Velocidad fija (potencia constante)

Velocidad variable (potencia de 0 a 100%)

# Almacenamiento hidráulico de energía

## 2.- Centrales hidráulicas de bombeo

- Potencia instalada

- En el mundo 158 GW. Prevista la puesta en servicio de 78 GW adicionales antes de 2030
- En Europa la capacidad alcanza los 57 GW
- En España actualmente 3,3 GW de bombeo puro + 2,7 GW mixto

- Energía almacenada

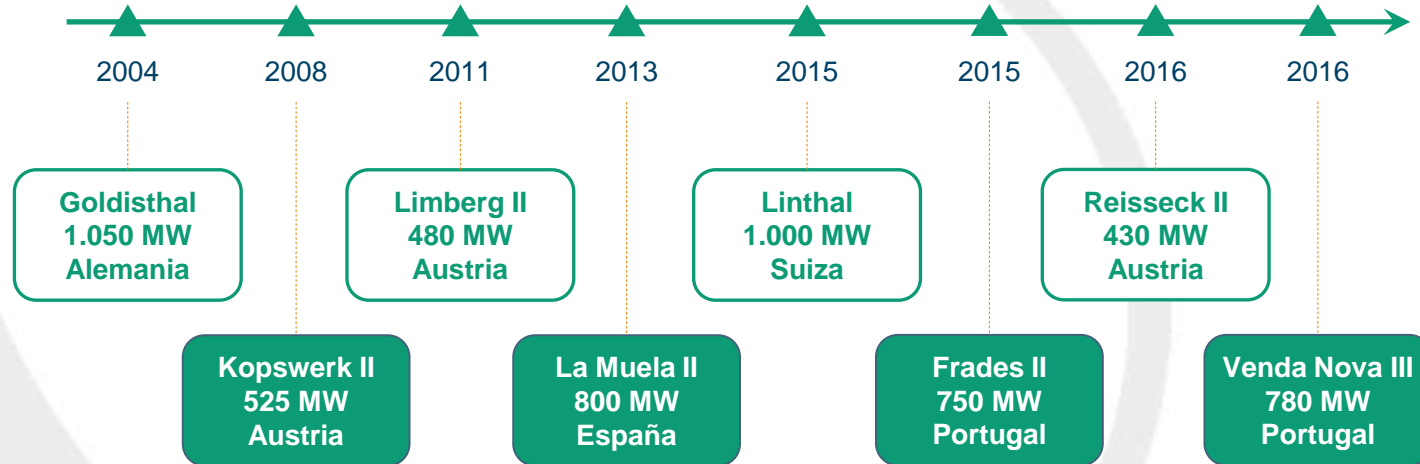
- De acuerdo a IHA, existen en el mundo 9 000 GWh de almacenamiento por bombeo, frente a los 7 GWh en almacenamiento de baterías.
- En 2016 se estima que en Europa la capacidad alcanza los 3 TWh (55 horas de almacenamiento medio), siendo una cifra habitual que una central reversible pueda almacenar entre 5 y 25 GWh. Se encuentran en distintas fases de proyecto 1 TWh adicional.



# Almacenamiento hidráulico de energía

## 2.- Centrales hidráulicas de bombeo

- Instalaciones recientes en Europa



En los últimos años en Europa se han construido varias centrales hidráulicas de bombeo que han añadido capacidad de almacenamiento unos 500 GWh desde el 2011 al 2016

# Almacenamiento hidráulico de energía

## 2.- Centrales hidráulicas de bombeo

### ➤ Proyectos de Interés Común para la UE

La red de operadores de los sistemas eléctricos europeos (ENTSO-e) ha propuesto su nueva lista de proyectos de interés común de almacenamiento para los próximos 10 años, el conocido **Ten-Year Network Development Plan (TYNDP)**. Esta propuesta ahora tiene que obtener el visto bueno de ACER (el gran regulador europeo) y de Bruselas. **España cuenta con cinco de los doce proyectos de almacenamiento** que han obtenido el permiso para ser considerados proyectos de interés común (PIC) para la Unión Europea.

Central Reversible	Ubicación	Pot. Turb (MW)	Caudal (m3/s)	H neto (m)	Promotor	Almacenamiento	
Navaleo	León	552	90	710	Grupo Lamelas Vitoria	2,22 Hm3	Depuración mina Carbón Navaleo
Gironés y Raimats	Cataluña	3.400	762	70	Grupo Romero & Polo	34,9 GWh	Embalse de RibaRoja
Cúa	Castilla y León			322			Depuración mina metales
Mont Negro	Zaragoza	3.300			Ingeniería Pontificia	75,11 GWh 118 Hm3	
Velilla del Río Carrión	Palencia	143,81	47,43	363,9	CDR Tremor		
Mar de Aragón (*)	Aragón	318	136			8 Hm3 (diario)	Embalse Mequinzena
Los Guajares (*)	Granada	356	66,24		Grupo Villar Mir	1427 MWh 1,0 Hm3 (4 horas)	Reservorio de Reglas (Embalse Rules)



# Almacenamiento hidráulico de energía

## 2.- Centrales hidráulicas de bombeo

- **Ubicación e impacto ambiental**

- No consumen agua en el proceso, por lo que **no están ligadas a la hidrología** y por tanto puede ubicarse en zonas muy áridas (p.ej. PHS en desarrollo en Israel, Arabia Saudí) o incluso **fuera de los cauces de ríos (próximos a centros de consumo)**.

- Permiten la **instalación de grandes potencias** (200-1.500 MW-3.000 MW), sólo condicionadas por el **desnivel topográfico** (100-1000 m), los **diámetros constructivos** de las conducciones, tiempo de **almacenamiento** (diario/semanal – estacional), **tiempo de respuesta** y el **volumen máximo de las balsas** requeridas.

- También **es posible la instalación de proyectos de menor potencia** en ubicaciones más **próximas a los centros de consumos**, lo que puede ser un factor de competitividad.

- Para reducir su **impacto ambiental**, es posible aprovechar **embalses existentes para la toma inferior**, con la construcción de **una balsa en puntos altos del valle**. En ocasiones pueden aprovecharse **dos embalses próximos** existentes.

- **Papel fundamental en sistemas aislados e islas**, aportando seguridad y estabilidad de la red, permitiendo un gran desarrollo de centrales eólicas y fotovoltaicas, reduciendo o eliminando la operación de plantas térmicas, haciendo el almacenamiento de energía **compatible con el turismo y el medioambiente**.

- Proyecto Hidro-eólico de El Hierro
- Proyecto Chira-Soria

- Solución balance energético **en regiones con capacidad de evacuación con restricciones**.

# Almacenamiento hidráulico de energía

## 2.- Centrales hidráulicas de bombeo

- Flexibilidad operativa

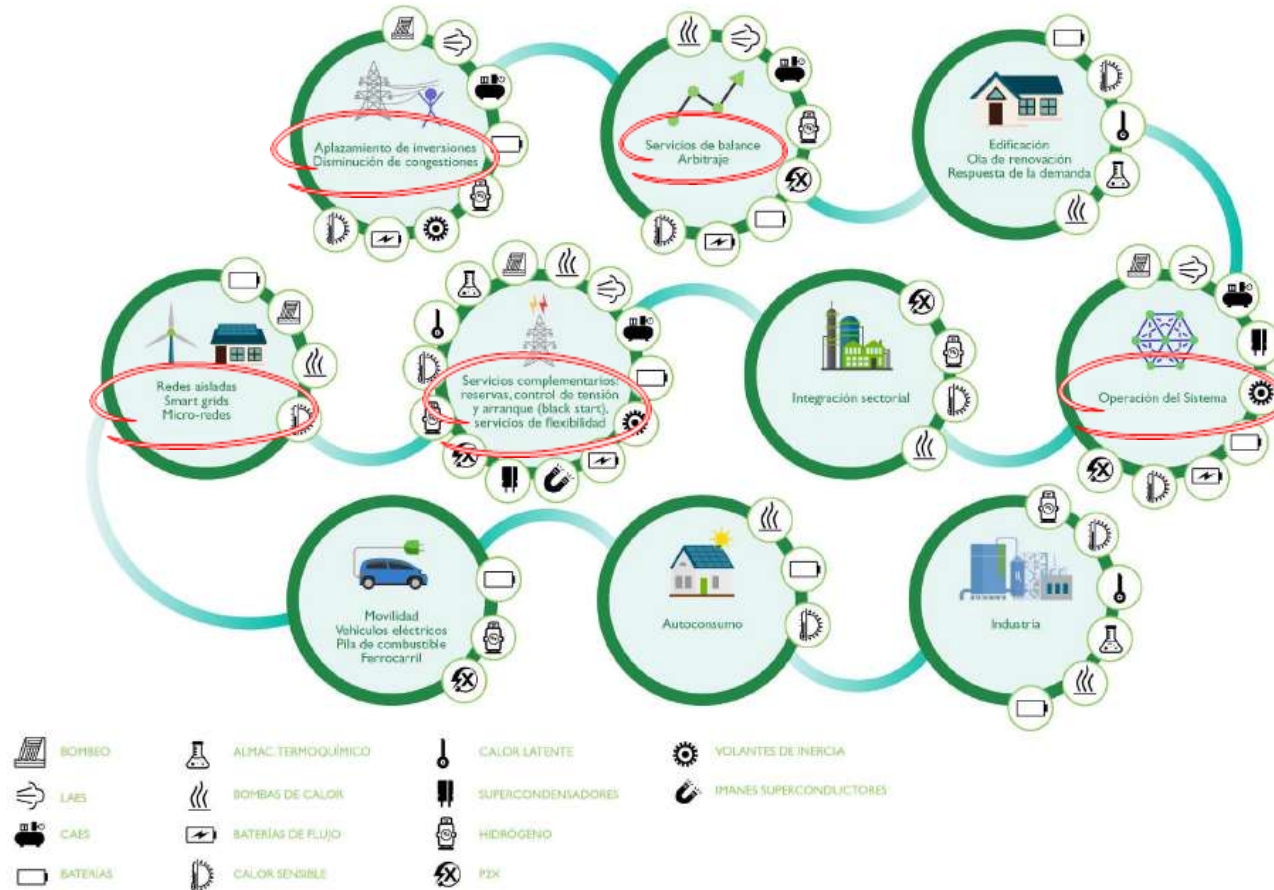
- **Almacenamiento de energía: Bombeo** en horas valle con precios más bajos y **Turbinación** en horas punta con mayores precios. De esta manera contribuyen en la **Regulación de la curva diaria de demanda**, consumiendo excedentes nocturnos y aportando potencia en puntas sin consumo de combustibles fósiles
- **Facilita la integración de las energías renovables** gestionando su variabilidad diaria, semanal y en ocasiones, estacional.
- Las centrales de bombeo contribuyen a la **seguridad energética y estabilidad de la red**, disminuyendo el riesgo de apagones y black-out compensando las grandes diferencias entre oferta y demanda de energía.

- Prestación de Servicios Auxiliares a la red

- Las Centrales de almacenamiento por bombeo aportan una alta flexibilidad operativa ya que **pueden arrancar y alcanzar la plena carga en cuestión de pocos minutos, así como cambiar de turbinación a bomba.**
- Aportan a la red la capacidad de **regular frecuencia y tensión.**
- Los nuevos diseños de velocidad variable permiten **regular potencia en modo bomba.**
- Existen soluciones técnicas probadas para **regulación de potencia en modo bomba, facilitar arranque en bomba, reducción mínimos técnicos y mejora de rendimientos:** Cortocircuito hidráulico, Circuito hidráulico duplicado, Variación de velocidad de rotación con electrónica de potencia



FIGURA 4. Aplicaciones de las tecnologías de almacenamiento: usos y tecnologías asociadas



Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2021.



# Almacenamiento hidráulico de energía

## 2.- Centrales hidráulicas de bombeo

- Vida útil

- > La vida útil de la **obra civil es muy elevada (100 años)**
- > La vida útil de los **equipos (turbo-bomba, generador, transformador, etc.) alcanza los 50 años** sin apenas deteriorar su rendimiento, siendo necesario un mantenimiento muy reducido.
- > **No se deteriora su capacidad** de almacenamiento.

- Madurez de la tecnología

- > El almacenamiento hidráulico por bombeo (PHS) es la tecnología más madura, con **158 GW** representa el **94% de la potencia del almacenamiento de energía eléctrica** a nivel mundial.
- > **Fiabilidad demostrada en funcionamiento más de 50 años (construcción masiva décadas de los 70 y 80's).**
- > Incluso los **últimos desarrollos con velocidad variable** cuentan con más de 10 años de funcionamiento
- > Empleo de **tecnología punta de bajo riesgo**

- Eficiencia en el ciclo carga descarga

- > La **eficiencia del ciclo bombeo-turbinación** siendo habitual que se encuentre entre **70 y 80 %**, lo cual depende de forma muy importante de la longitud de las conducciones requeridas en relación con el salto obtenido (gradiente topográfico).

# Almacenamiento hidráulico por bombeo

## 2.- Centrales hidráulicas de bombeo

- CAPEX y OPEX

- > Los costes de inversión dependen mucho de la existencia de los vasos superior e inferior, pendiente hidráulica existente lo que influye en la longitud de las conducciones necesarias, condiciones geológicas y topográficas.
- > Las grandes centrales son en caverna y con conducciones en túnel de grandes diámetros con objeto de maximizar la potencia instalada.
- > El coste de instalación en términos de potencia puede oscilar dependiendo del emplazamiento entre los 500–1.500 €/kW, muy inferior a una hidráulica convencional
- > El coste de instalación en términos de energía almacenada puede oscilar dependiendo de la capacidad de los embalses entre los 50–200 €/kWh almacenado
- > Los costes de operación y mantenimiento son bajos en comparación con la alta potencia instalada y el alto volumen de energía almacenado

# Otros Sistemas de Almacenamiento

3

# Almacenamiento hidráulico por bombeo

## 3.- Otros Sistemas de Almacenamiento

FIGURA 2. Clasificación de las tecnologías de almacenamiento energético

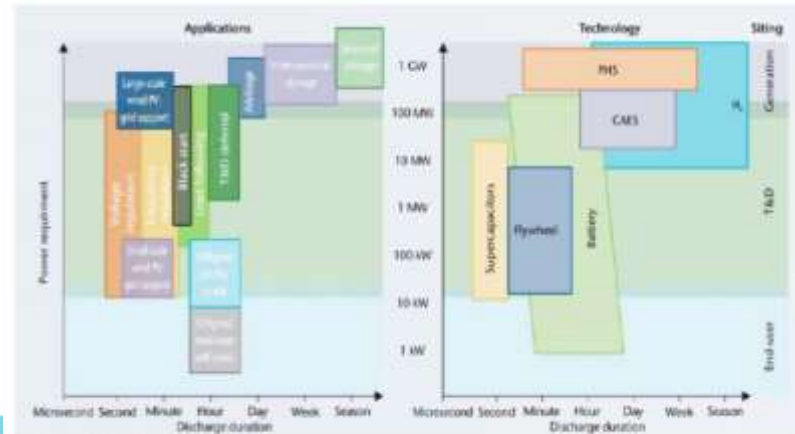
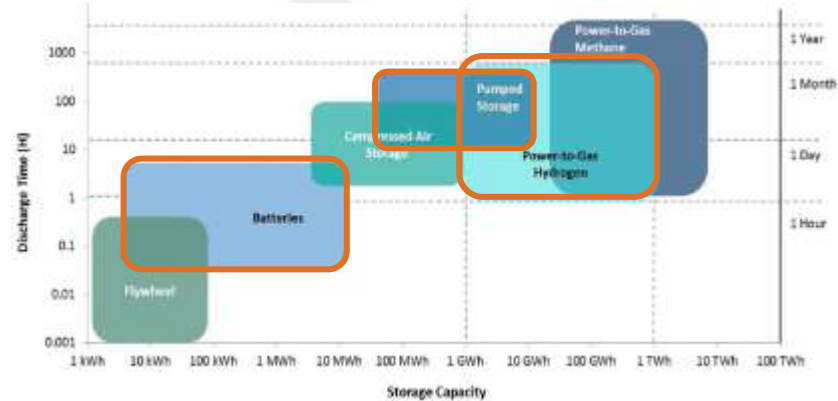


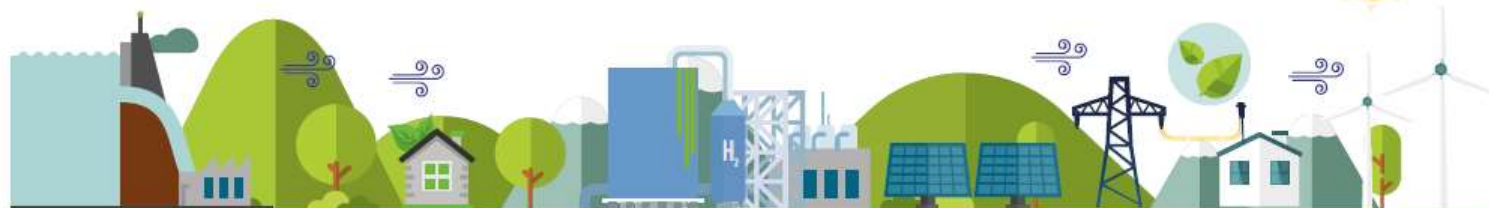
Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2021.  
 Adaptación de European Association for Storage of Energy (EASE).

# Almacenamiento hidráulico por bombeo

## 3.- Otros Sistemas de Almacenamiento

- Los rangos de aplicación según capacidad de almacenamiento, tiempo de descarga y potencia requerida **varían según la tecnología de almacenamiento**
- El **conjunto de servicios** que una tecnología de almacenamiento puede proporcionar en una ubicación definida determina **qué solución es la más adecuada**.
- Por lo que aun cuando compiten todas las tecnologías son **complementarias en el tipo de servicio que pueden proporcionar y de su ubicación en la red**.
- El **tiempo de respuesta es una variable importante** a considerar en el nuevo diseño de los sistemas hidráulicos, que aunque no llega a ser tan inmediato como los sistemas de baterías, alcanzan valores de segundos.





TECNOLOGÍA	CAPACIDAD ENERGÉTICA	EFICIENCIA DE CICLO COMPLETO	NIVEL DE MADUREZ
MECÁNICA	Bombeo (PHS)	1-100 GWh	80%
	Bombas de calor (PHES)	500 kWh - 1 GWh	70 - 75%
	Aire comprimido adiabático (ACAES)	10 MWh - 10 GWh	> 70%
	Aire comprimido (CAES)	10 MWh - 10 GWh	45 - 60%
	Aire líquido (LAES)	10 MWh - 8 GWh	50 - 100%
	Volante de inercia	5 - 10 kWh	85%
ELECTROQUÍMICA	Baterías ión-litio	<10 MWh	86%
	Baterías de flujo (V, Zn, Fe, Zn Br)	<100 MWh	70%
ELÉCTRICA	Imanes superconductores (SMES)	1 - 10 kWh	>90%
	Supercondensadores	1 - 5 kWh	90%
QUÍMICA	Power to gas (H2)	Hasta 100 GWh	20- 40%
	Power to X (P2X)	1 MWh - varios GWh	50%
TÉRMICA	Calor sensible: Sales fundidas	100 MWh - 10GWh	40 - 60%
	Calor sensible	10 - 50 kWh	50 - 90%
	Calor latente (PCM)	50 - 150 kWh	75 - 90%
	Termoquímico (TCS)	12 - 250 kWh	75 - 100%

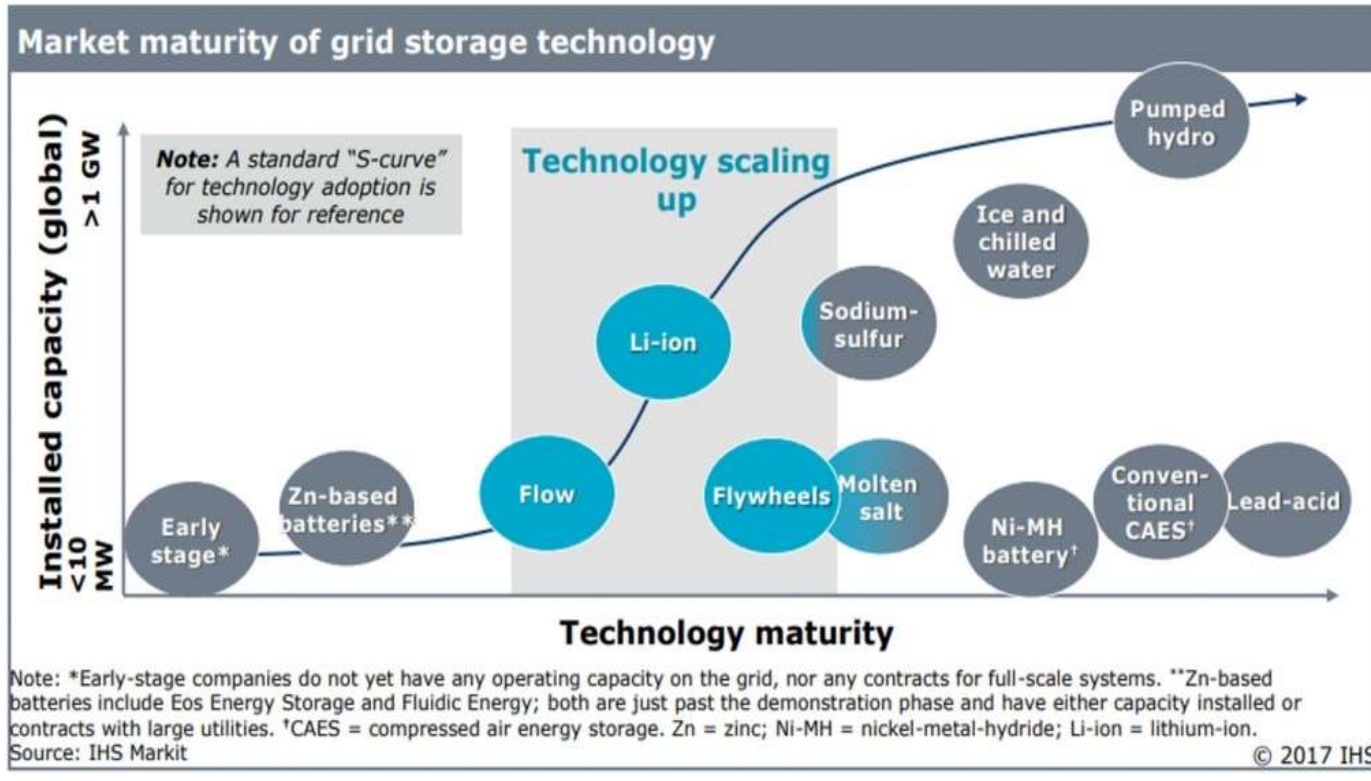
MUY MADURO

NO MADURO

Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2021.



# Energy Storage Technologies





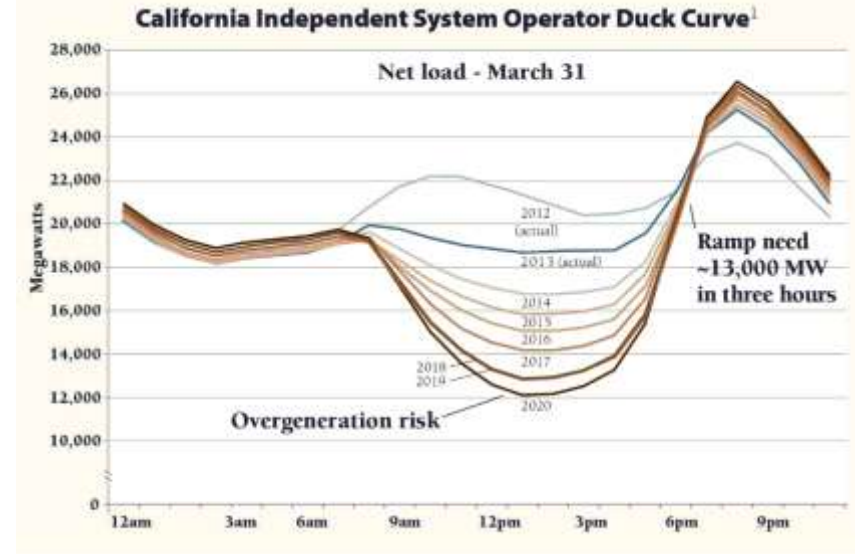
# Comparación centrales reversibles vs Sistemas de Baterías

4

# Almacenamiento hidráulico por bombeo

## 4.- Comparación Centrales de Bombeo vs BESS

- El almacenamiento por bombeo hidráulico (PHS) y por baterías (BESS) son las dos tecnologías que compiten actualmente por el almacenamiento de energía. En el futuro se espera que la tecnología de almacenamiento a gran escala será el **Hidrógeno**.
- El **impresionante crecimiento de la generación renovable** se ha debido a la reducción de costes de generación por **reducción de CAPEX y mejora eficiencia** de las plantas eólicas y fotovoltaicas, y adicionalmente por **la futura puesta fuera de servicio de centrales de carbón y nucleares**.
- La concentración de energía fotovoltaica puede crear el **efecto de pico de pato**, lo que provoca exceso de generación del resto de energías, caída de precios (incluso negativos), rampas de entrada del resto de tecnologías muy fuertes, e inestabilidad de frecuencia de la red.



# Almacenamiento hidráulico por bombeo

## 4.- Comparación Centrales de Bombeo vs BESS

### Relevant large-scale BESS projects worldwide

	País	CoD	Tamaño	Tech.
<b>Hornsedale Power Reserve - NEOEN</b>	Australia	2017	Fase 1: 100 MW Fase 2: +50 MW 193.5 MWh	Li-ion
<b>Escondido Facility – San Diego Gas &amp; Electric</b>	USA	2017	30 MW/ 120 MWh	
<b>Glasenbury Battery Storage – LOW CARBON</b>	UK	2018	40 MW/ 28 MWh	
<b>SOUTHERN CALIFORNIA EDISON 7 - proyectos</b>	USA	2021	700MW/ 3080MWh	
<b>Geelong - NEOEN</b>	Australia	n.a.	600 MW	

Fuente: IRENA (2020), IRENA (2019)



Hornsedale Power Reserve (Australia)



# Almacenamiento hidráulico por bombeo

## 4.- Comparación Centrales de Bombeo vs BESS

### > Comparación PHS vs BESS

- Sin embargo, estas energías renovables no pueden, sin otra tecnología que le aporte **respaldo y regulación**, y **satisfaga las fluctuaciones de la demanda** que se producen a lo largo del día sin una cierta regulación sobre su acceso a la red. El **almacenamiento contribuye a que la energía renovable sea gestionable y despachable**, esto es, esté disponible cuando se necesita.

Característica	Bombeo PHS	Baterías BESS
Madurez tecnología	Muy madura	Gran desarrollo vehículo eléctrico. <b>En sus comienzos</b> a escala utility
Plazo de Desarrollo y Construcción	Muy Largo 6-8 años	Corto 18-24 meses
Tiempo de respuesta (variación de carga y modo carga/descarga)	Rápido (segundos/minutos)	Inmediato (mili segundos)
Rendimiento ciclo carga/descarga	75%	85%
Rango de funcionamiento	Modo turbina y modo bomba (con o sin regulación de potencia) independientes	Rango +100% a -100% de potencia en milisegundos

# Almacenamiento hidráulico por bombeo

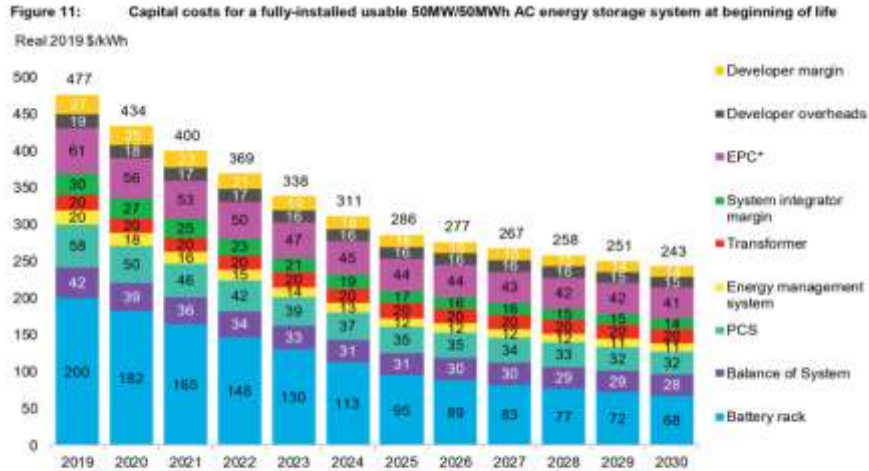
## 4.- Comparación Centrales de Bombeo vs BESS

Característica	Bombeo PHS	Baterías BESS
Servicios a la red	Generación síncrona acoplada a la red, que proporciona <b>servicios auxiliares críticos (inercia, la frecuencia y la tensión de apoyo y soporte suficiente al nivel de fallo)</b>	En fase de desarrollo. <b>Pueden proporcionar 'inercia sintética' respuesta de frecuencia rápida es</b> alto, pero dependiendo de la fuerza del sistema. Apoyo mínimo con niveles de fallo. Capacidad para apoyo a <b>la frecuencia y la regulación de voltaje.</b>
Inversión por MWh almacenado	<b>sensiblemente más bajo, entre 100 y 250 USD/MWh.</b> Este coste baja rápidamente para grandes tiempos de almacenamiento.	Oscilan entre 350 USD/MWh (energía) y 900 USD/MWh (potencia), aunque los costes <b>se van reduciendo mucho y muy rápidamente.</b> Solo en 2016 los costes se redujeron un 25%.
Vida útil	<b>50-100 años. No se degrada</b>	Alta degradación <b>10-12 años</b> dependiendo número de ciclos de carga/descarga.
Ubicación	<b>Grandes centrales de regulación</b> de la generación en ubicaciones topográfica favorables. En desarrollo soluciones de menos potencia próximas al consumo.	Más aplicaciones en micro redes o sitios aislados, mejoras <b>redes de distribución y transporte</b> , próxima a los <b>centros de consumo</b> , garantía de <b>potencia crítica, ...</b>
Tiempos de almacenamiento	Amplio rango desde <b>8 horas a varios días</b>	0,5 h (potencia) – 6 horas (energía)
Campos de aplicación	Más rentable en el <b>almacenamiento y entrega de grandes volúmenes de energía</b>	Más rentables <b>en la entrega de pequeñas cantidades de energía</b> durante un breve periodo de tiempo a <b>niveles de potencia elevados.</b>

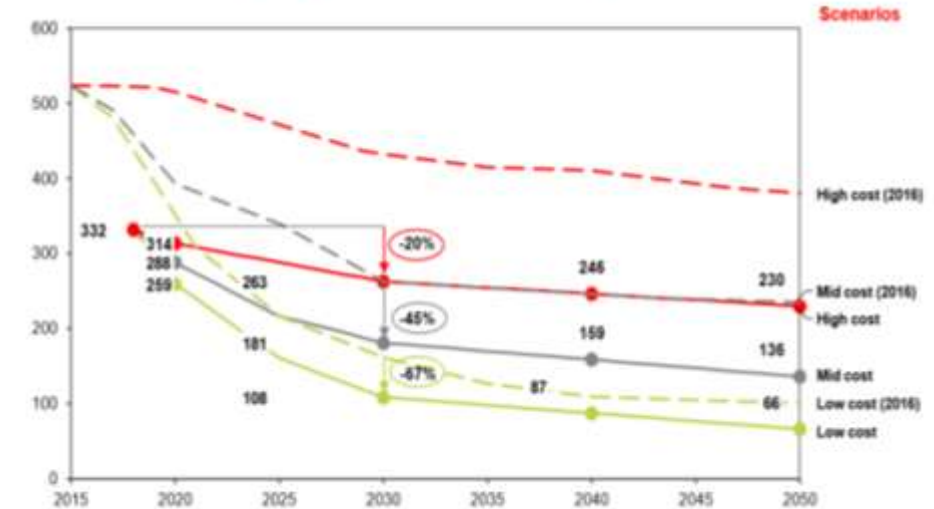
# Almacenamiento hidráulico por bombeo

## 4.- Comparación Centrales de Bombeo vs BESS

### ➤ CAPEX BESS



Source: Source: BloombergNEF. Note: Excludes warranty costs, which are often paid annually rather than as part of the initial capital expenditure. These costs do not explicitly include any taxes, although due to a lack of transparency in the market, some may be unknowingly included. This is for a brownfield development so excludes grid connection costs. Includes a 5% EPC margin. Does not include salvage costs or project augmentation.



Fuente: AREI (2018)

Evolución prevista para el Coste por Kwh almacenado de baterías 1 hora. Estos costes pueden reducirse entre el 25-30% cuando se considera almacenamientos de 4 horas.

La reducción del coste (EUR/kWh) de las baterías de Ión-Litio en los últimos 5 años ha sido mucho más rápido que lo previsto



# Conclusiones

5

# Almacenamiento hidráulico por bombeo

## 4. Conclusiones

- El impresionante crecimiento de la **generación renovable** ha sido posible gracias a la reducción de costes de generación por **reducción de CAPEX y mejora eficiencia** de las plantas eólicas y fotovoltaicas, y adicionalmente por el **inicio de la puesta fuera de servicio de centrales de carbón y nucleares**.
- Sin embargo, estas energías renovables no pueden desarrollarse completamente, sin otra tecnología que le aporte **respaldo, regulación y satisfaga las fluctuaciones de la demanda** que se producen a lo largo del día. El **almacenamiento contribuye a que la energía renovable sea gestionable y despachable**, esto es, esté disponible cuando se necesita.
- El **almacenamiento por bombeo hidráulico (PHS) y por baterías (BESS)** son dos de las tecnologías que jugarán un **papel importante en el desarrollo y la expansión de una red mayoritariamente alimentada por energía renovable**.
- Hay **espacio para las dos tecnologías** y pueden **complementarse entre sí**. La solución de almacenamiento óptima dependerá del **mejor ajuste para la ubicación de la instalación y a la funcionalidad** requerida.
- El bombeo hidráulico sigue siendo un punto de referencia, una tecnología probada y fiable, capaz de satisfacer las necesidades de la red y que debe adaptarse para prestar los servicios auxiliares y rapidez de respuesta que demanda la red.
- Ambas tecnologías requieren apoyo para la eliminación de barreras de mercado, regulatorias y administrativas para su desarrollo y el reconocimiento económico de la importante misión que desempeñarán en el futuro.

**El almacenamiento mediante centrales de bombeo es una excelente opción de elevadas prestaciones, riesgo tecnológico nulo, impacto ambiental mínimo y larga vida útil a un coste altamente competitivo**







JORNADA DE ALMACENAMIENTO HIDRAULICO DE ENERGIA

MUCHAS GRACIAS