



JORNADA DE PRESAS Y GREEN DEAL

CENTRALES REVERSIBLES

Javier Baztán

Secretario General SPANCOLD

CENTRALES REVERSIBLES

Las **centrales hidroeléctricas reversibles o de almacenamiento por bombeo** 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.

El almacenamiento de energía por bombeo es imprescindible para la transición energética fiable y un sistema eléctrico basado en energías renovables

- Clave para garantizar la **seguridad del suministro**.
- **Respaldo del despliegue renovable**, aportando flexibilidad al sistema y estabilidad a la red.

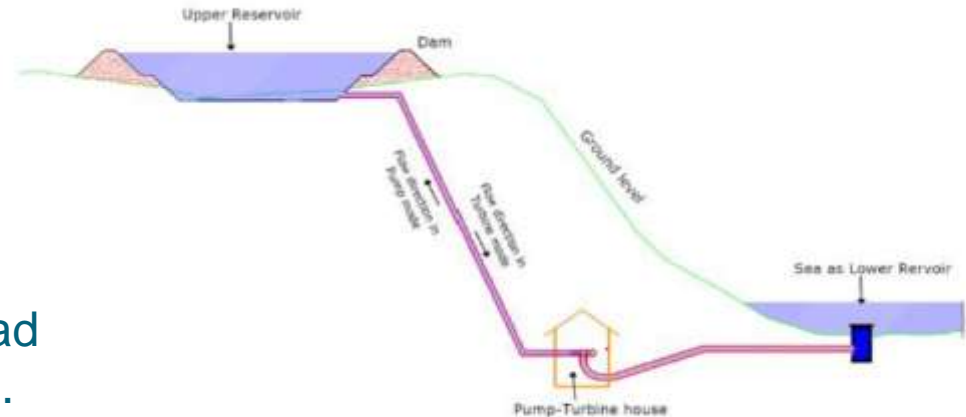


Figure A4-1: Typical sketch of seawater pumped storage system

CENTRALES REVERSIBLES. EL PNIEC

> Objetivo para UE en 2030 en su paquete de invierno (2016)

40% de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero respecto a 1990

32% de renovables sobre el consumo final de energía.

32,5% de mejora en eficiencia energética

15% interconexión eléctrica de estados miembros

Objetivo revisado de la Comisión europea en 2018 descarbonización sistemática de la economía para convertir a la Unión Europea en neutra de carbono en 2050

> PNIEC 2021- 2030 España 42% de renovables sobre el consumo final de energía

Generación eléctrica renovable el 74% del total en 2030, 100% en 2050

Previsión de potencia instalada en 2030 de 157 GW (50GW eólicos, 37 GW Fotovoltaicos , 27 GW ciclos, 16 Hidráulicos y 8 GW bombeos , 7 GW solar térmica y 3 GW nuclear).

Implica 6 GW adicionales de almacenamiento (Bombeo y bateras)

> Estrategia de almacenamiento. 09/02/2021 Construir un mercado de capacidad mediante subastas para fomentar las inversiones. 20 GW en 2030, 30 GW en 2050

> Ayudas PERTE 12/21 para proyectos innovadores de almacenamiento energético (hasta 150 millones de euros)

CENTRALES REVERSIBLES: AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA

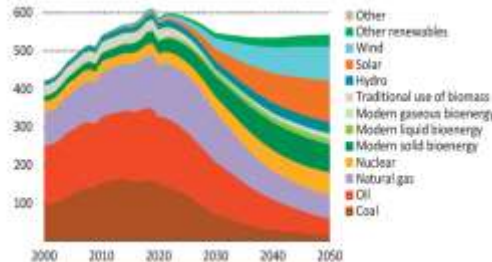
EL INFORME 'Net Zero' DE LA AIE PIDE DUPLICAR LA CAPACIDAD HIDROELÉCTRICA PARA 2050

El histórico informe de la Agencia Internacional de la Energía 'Net Zero by 2050', publicado el 19 de mayo de 2019, indica que la energía solar fotovoltaica y eólica generarán la gran mayoría de la electricidad, la capacidad hidroeléctrica global también necesitará crecer significativamente, **“duplicándose para 2050”**.

El informe afirma que la energía hidroeléctrica de almacenamiento **“ofrece un medio atractivo para brindar flexibilidad en cuestión de horas y días”**.

“Dado el largo tiempo de espera para el desarrollo de la energía hidroeléctrica, hacemos **una llamada a los gobiernos** para que creen un **entorno propicio para la energía hidroeléctrica sostenible** a fin de optimizar la generación a partir de energías renovables bajas en carbono ahora”.

“La energía hidroeléctrica **es el gigante olvidado** de la electricidad limpia, y **debe volver a colocarse de lleno en la agenda energética y climática si los países** se toman en serio el cumplimiento de sus objetivos de cero emisiones”, AIE, Fatih Birol, (2021).



CENTRALES REVERSIBLES EN EL MUNDO

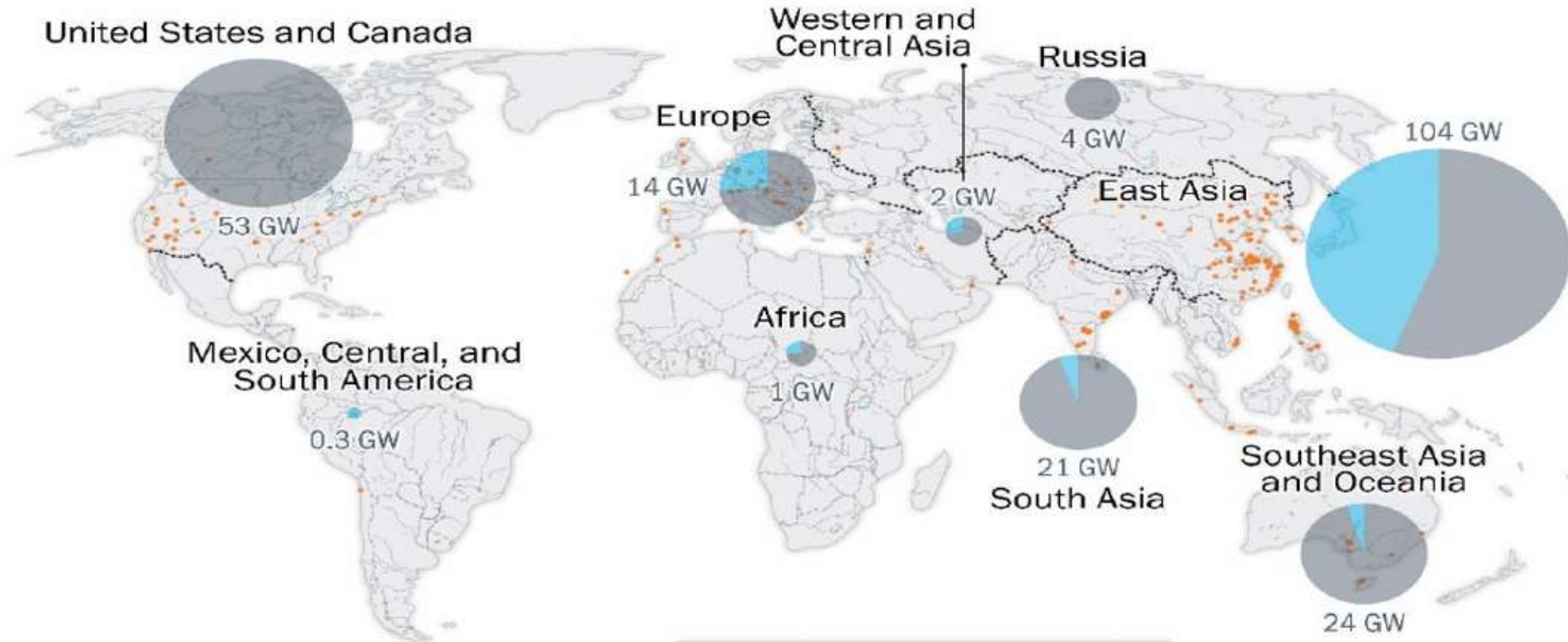


158 GW potencia instalada
(94% capacidad almacenamiento)

9.000 GWh almacenamiento
(97% energía almacenada)

En Europa la capacidad alcanza los 57 GW
En España actualmente 3,3 GW de bombeo puro +
2,7 GW mixto

CENTRALES REVERSIBLES EN EL MUNDO



Note: Geolocated points and pie charts only include projects ≥ 10 MW.

Development Stage

- Permitting and Development
- Under Construction

CENTRALES REVERSIBLES: CARACTERÍSTICAS

- **Ubicación e impacto ambiental**

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

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 muchas ocasiones pueden aprovecharse dos embalses próximos.

- **Potencia instalada**

Permiten la instalación de grandes potencias (200-1.500 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.

CENTRALES REVERSIBLES: CARACTERÍSTICAS

- **Madurez de la tecnología**

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

- **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.



CENTRALES REVERSIBLES: CARACTERÍSTICAS

- **CAPEX y OPEX**

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

- **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

CENTRALES REVERSIBLES: CARACTERÍSTICAS

- **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** disminuyendo el riesgo de apagones y black-out.



CENTRALES REVERSIBLES: BARRERAS Y DESAFÍOS

Lentitud administrativa

Largo período de construcción

Incertidumbre en la retribución

El proceso de aprobación administrativa de las nuevas inversiones y el desarrollo de la nueva regulación del mercado eléctrico se configuran como los mayores riesgos

Gran incertidumbre sobre la rentabilidad de las inversiones futuras

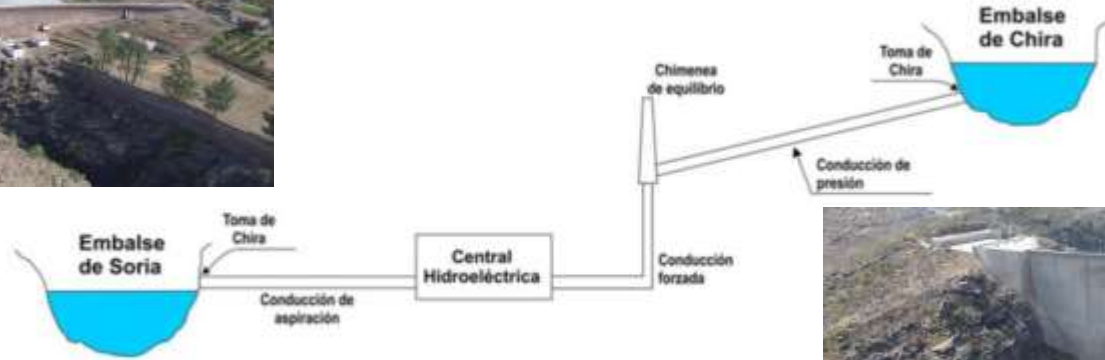
- ✓ Desempeñarán un papel distinto al actual en un sistema eléctrico “renovable”
- ✓ Ingresos inciertos , ligados a nuevas regulaciones y servicios que presten
- ✓ Incremento previsible del costes de equipos y materiales.

> **24 nuevos proyectos de centrales hidroeléctricas reversibles (>19.000 MW).**

Centrales Reversibles en desarrollo (2021)			
Central	Ubicación	Potencia (MW)	Promotor
Navaleo	Leon	552	Lamelas Vitoria
Gironés	Cataluña	3400	Romero & Polo
Mont Negre	Zaragoza	3300	Ingeniería Potificia
Velilla del río	Palencia	144	CDR Tremor
Mar de Aragón	Aragón	318	
Los Guajares	Granada	356	Villar Mir Energía
Doiras	Asturias	400	Magtel
La Barca	Asturias	300	Magtel
Salime	Asturias	265	Magtel
El Batán	Navarra	2160	Atalaya Generación
La Serrana	Cuenca	1456	Atalaya Generación
Gavilán 3	Teruel	652	Atalaya Generación
La Barca	Asturias	453	EDP
Meirama	A coruña	366	Capital Energy
Saltos del Navia	Asturias	300	Capital Energy
Prada	Ourense	160	Magtel
As pontes	A coruña	570	Reganosa y EDP
As pontes	A coruña	500	Endesa
Vilariño de Conso	Ourense	900	Iberdrola
Chira-Soria	Gran Canaria	200	REE
Aguayo II	Cantabria	994	Repsol
El atazar	Madrid	125	Magtel
O Valadouro	Lugo	936	Atalaya Generación
Salas - Conchas	Ourense	375	Naturgy

JORNADA DE PRESAS Y GREEN DEAL

SALTO DE CHIRA

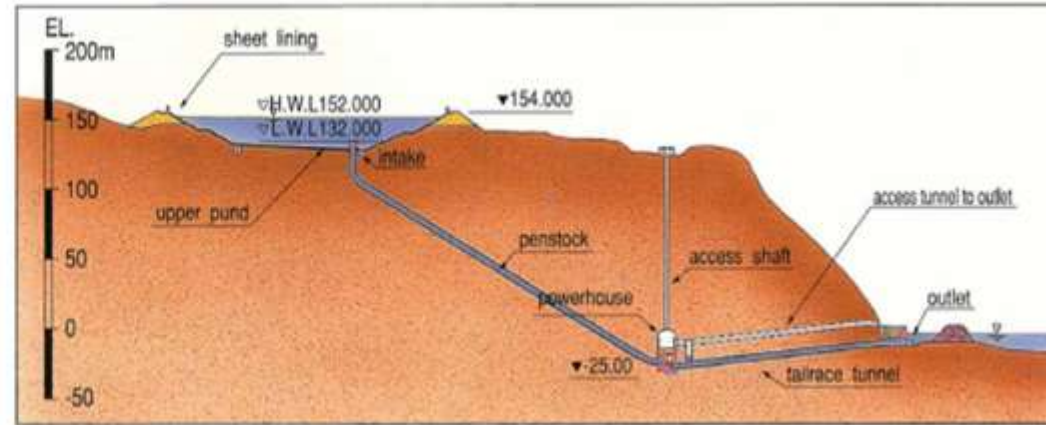


- Potencia nominal en turbina 200 MW
- $Q=68,4 \text{ m}^3/\text{s}$
- Salto Bruto: 357,23 m

CENTRALES REVERSIBLES. CONFIGURACIONES INNOVADORAS

Sistemas de almacenamiento por bombeo de agua de mar situado en sitios costeros que usan el mar como embalse inferior, muy adecuado para áreas costeras escarpadas como islas grandes aisladas.

Hidrocaleras

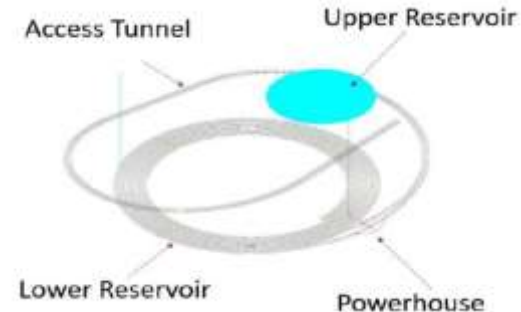
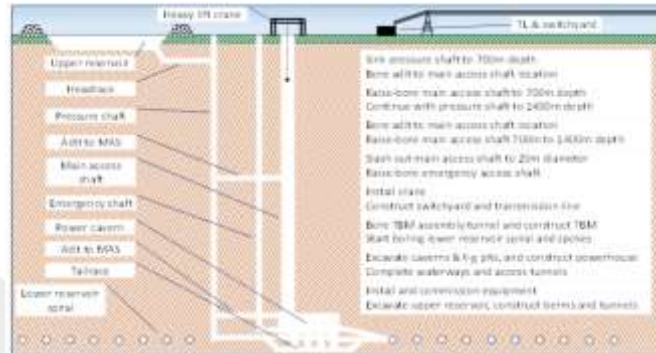


Potencia Total en Turbinado 49 MW

CENTRALES REVERSIBLES. CONFIGURACIONES INNOVADORAS

Almacenamiento de energía hidroeléctrica por **bombeo fuera de los ríos** con pocas necesidades de agua y un impacto mínimo en los flujos de agua naturales.

Un atlas global de reversibles fuera del río ha identificado **616.000 sitios potenciales de almacenamiento en todo el mundo** con un potencial de almacenamiento combinado de 23.000 TWh. Depósito superior a nivel de la superficie conectado a un depósito inferior subterráneo que puede construirse en cualquier lugar, independientemente de la topografía

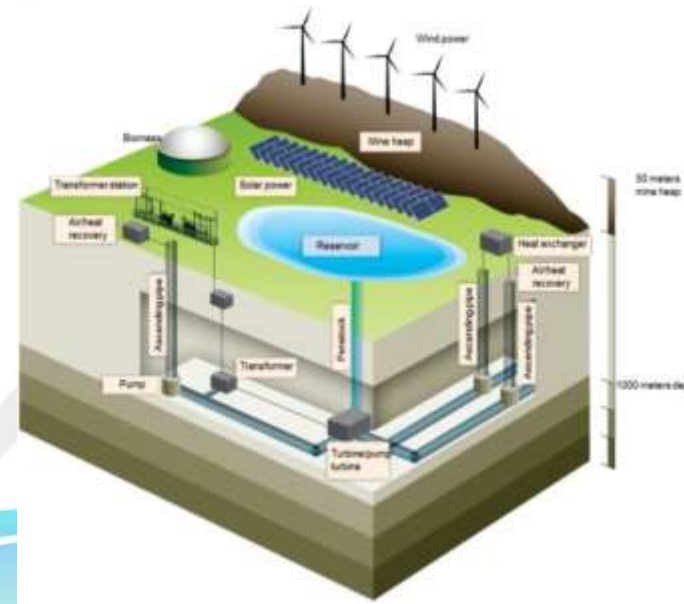


CENTRALES REVERSIBLES. CONFIGURACIONES INNOVADORAS

Utilización de **las minas a cielo abierto** existentes como depósitos inferiores

Utilizando **minas subterráneas** abandonadas como depósitos inferiores. El impacto medioambiental es menor ya que el depósito inferior es subterráneo y el superior puede construirse en una zona industrial existente.

- Alemania va a transformar en una central de almacenamiento (200 MW) la antigua mina de Prosper-Haniel (1974), con objeto de **integrar diferentes fuentes de energía renovable (solar, eólica y biomasa)**.
- El proyecto aprovecha las **galerías (más de 26 km) y cavidades subterráneas como gran depósito inferior** para elevar y almacenar en un depósito superior ubicado en la superficie, **el cual está elevado más de 1.200 m sobre las cavernas de bombas y turbinas**.
- Este proyecto es parte del Plan de Alemania para que en 2050 el 80% de su energía provenga de fuentes renovables.
- Se espera que el proyecto entre en funcionamiento en el año 2025.

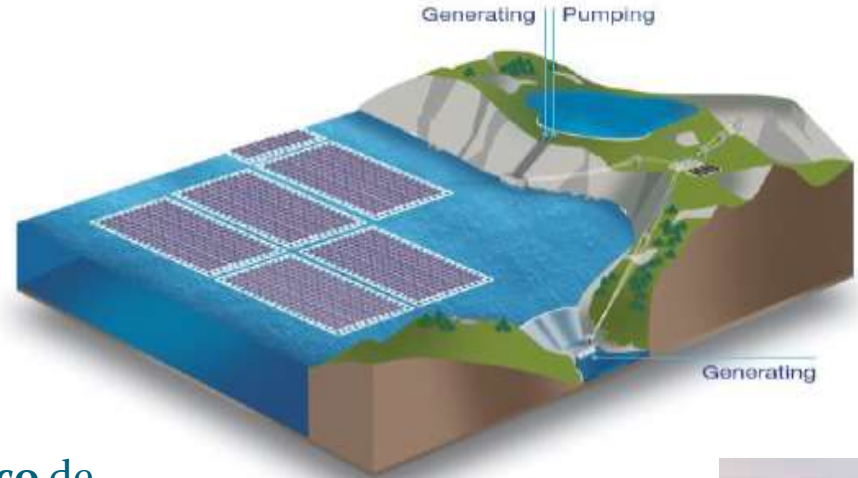


CENTRALES REVERSIBLES. CONFIGURACIONES INNOVADORAS

Híbridación de energía solar fotovoltaica
Con energía solar para proporcionar energía con mínimo impacto ambiental.

El MITECO ha sacado a información pública el Real Decreto que regulará la instalación de plantas fotovoltaicas flotantes (Marzo 2022)

El **proyecto de hibridación eólico-hidráulico** de Gaildorf, ubicado en el bosque de Swabian Franconian de Alemania en las tierras altas de Limburger Berge entró en servicio en Enero de 2018. Es un buen ejemplo de dos tecnologías **físicamente integradas** para suministrar energía renovable confiable, y con **muy buena integración medioambiental**.



CENTRALES REVERSIBLES. CONFIGURACIONES INNOVADORAS

Combinar el almacenamiento de larga duración de la energía hidroeléctrica por bombeo con otras tecnologías de sistemas de almacenamiento de energía de acción rápida y menor duración para proporcionar capacidades y servicios complementarios



CENTRALES REVERSIBLES. CONFIGURACIONES INNOVADORAS

Ampliación de la gama de funcionamiento del almacenamiento por bombeo - Alqueva

Cortocircuito hidráulico - Grand Maison La adición de un cortocircuito hidráulico para el **funcionamiento simultáneo de las unidades de bombeo y turbina** para proporcionar la regulación de la frecuencia, en el caso de Grand Maison, proporcionará la mitad de la necesidad total de Francia para el control de la frecuencia

