



Almacenamiento con centrales hidroeléctricas reversibles: clave para la transición energética

Almacenamiento Distribuido *BlueStorage*®



Tecnología para el desarrollo sostenible

Magtel



- 1. Somos Magtel**
- 2. PNIEC**
- 3. Cartera de Proyectos**
 - a) Justificación
 - b) Metodología
 - c) Implantación
 - d) Resumen
- 4. Tramitación**
 - a) Punto de Acceso y Conexión
 - b) Dominio Público Hidráulico
- 5. Retribución**
- 6. Conclusiones**

Somos Magtel

□ **Más de 30 años** de innovación y tecnología al servicio del cliente



TELECOMUNICACIONES



ENERGÍA



INFRAESTRUCTURAS



FERROCARRILES



MINERÍA



SOSTENIBILIDAD



I+D+I



+850
PROFESIONALES

27
SEDES



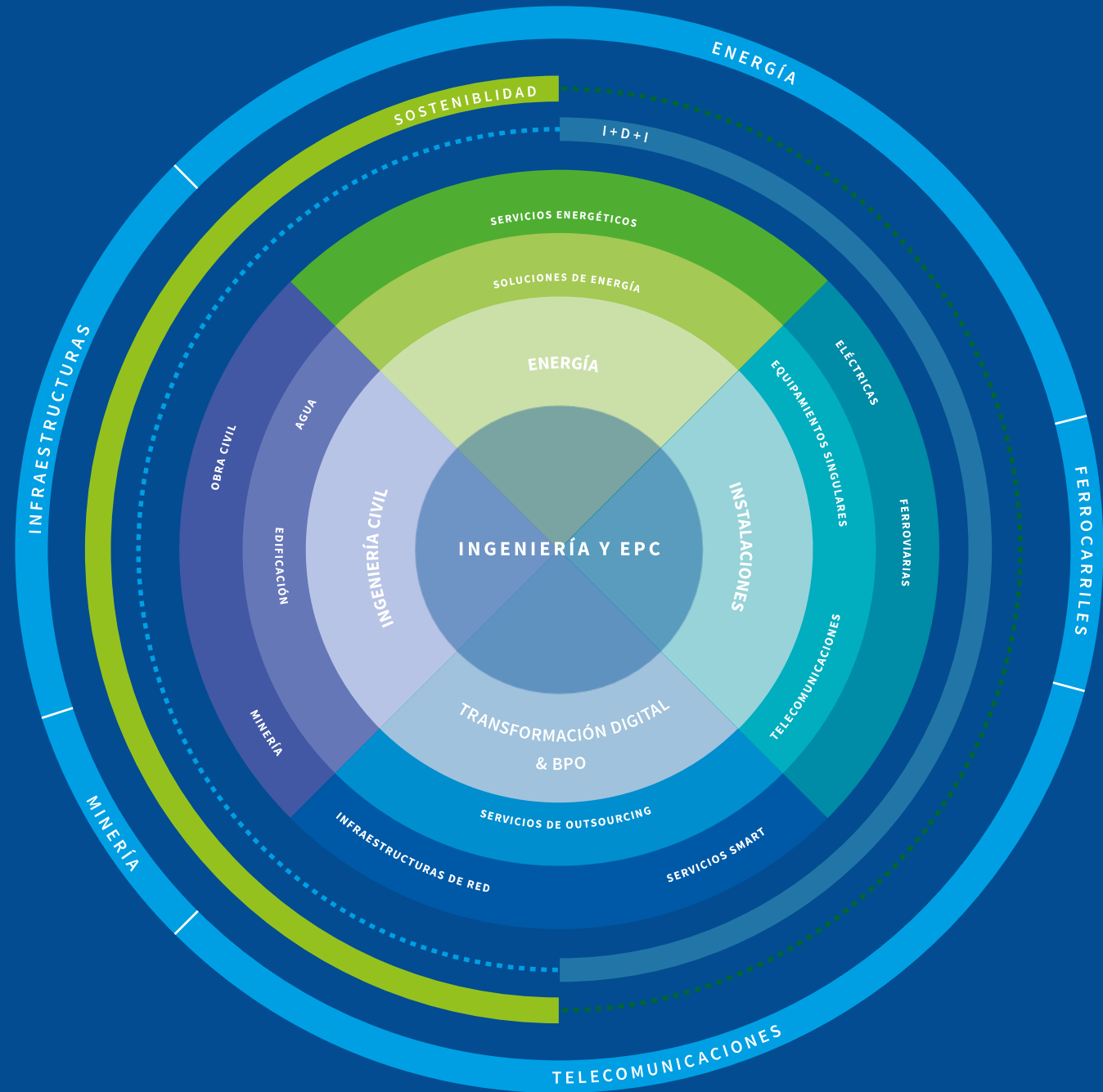
+1.300
EMPLEOS INDIRECTOS

España

- Madrid
- Extremadura
 - » Badajoz
 - » Cáceres
- Andalucía
 - » Almería
 - » Cádiz
 - » Córdoba
 - » Granada
 - » Huelva
 - » Jaén
 - » Málaga
 - » Sevilla

Internacionales

- Paraguay
- Perú
- Portugal
- Marruecos



Somos Magtel

Energía Sostenible



Magtel

DESARROLLO E INGENIERÍA DE PROYECTO



+4.200MW

Bombeo reversible



+1.000MW

Fotovoltaica flotante



+2.400MW

Fotovoltaica terrestre



+400MW

Eólica marina



+200Hm³

Desalación renovable

INGENIERÍA DE DETALLE Y CONSTRUCCIÓN



+40

Proyectos



+450MW

Potencia instalada

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO



+25

Proyectos



+300MW

Gestionado

PRESENTES EN TODA LA CADENA DE VALOR

> INGENIERÍA DE PROYECTO

- ASESORAMIENTO
- CONSULTORÍA Y ANÁLISIS DE VIABILIDAD
- DESARROLLO

> INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

- GESTIÓN. PLANIFICACIÓN. CONTROL
- SISTEMAS DE GESTIÓN CERTIFICADOS
- SEGURIDAD Y SALUD
- INSPECCIÓN Y AUTOCONTROL
- PUESTA EN MARCHA

> OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

- CONTROL Y SUPERVISIÓN
- MONITORIZACIÓN Y CONTROL
- ANÁLISIS PREDICTIVO
- OPTIMIZACIÓN
- INSPECCIÓN

Datos 2022

CENTRALES HIDROELÉCTRICAS REVERSIBLES

- > Desarrollo de 24 proyectos para integrar en el sistema 4,2 GW y 57 GWh

DESALACIÓN RENOVABLE

- > Tramitación, coordinación de colaboradores y trabajos de ingeniería para el desarrollo de cuatro plantas desaladoras de agua de mar en Andalucía, con una capacidad superior total de 200 Hm3 anuales

INFRAESTRUCTURAS ELÉCTRICAS

- > Gran experiencia en la instalación de Líneas de Alta Tensión y Subestaciones eléctricas colectoras en todo el territorio nacional

FOTOVOLTAICA TERRESTRE

- > Ingeniería de líneas, subestaciones y construcción de plantas fotovoltaicas terrestres para energías renovables, acumulando más de 2.400 MW en los proyectos desarrollados

FOTOVOLTAICA FLOTANTE

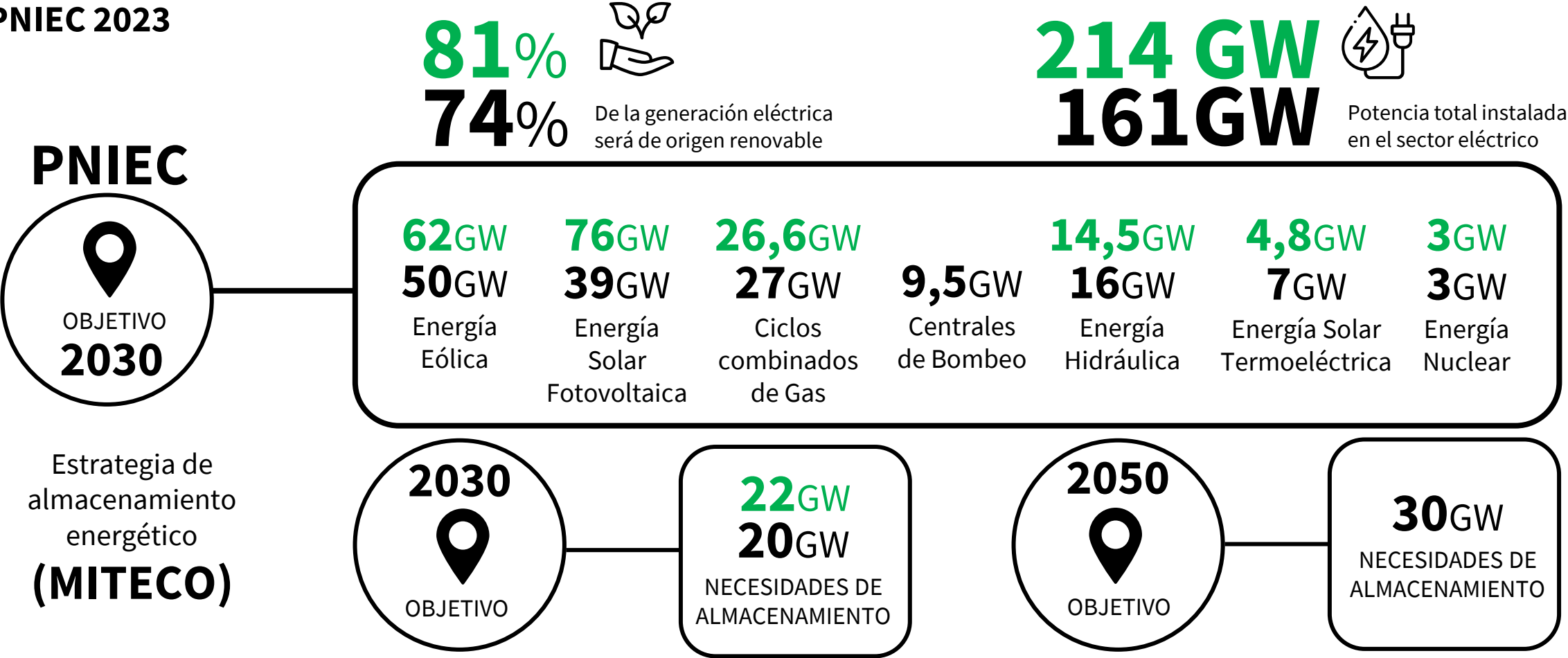
- > Ingeniería para el desarrollo de 18 proyectos con el fin de integrar en el sistema 1 GW

AUTOCONSUMO

- > Diseño, montaje de estructuras y módulos, conexión, pruebas y puesta en marcha de instalaciones de autoconsumo eléctrico
- > Amplia experiencia en su instalación en equipamientos singulares y en su aplicación a diferentes sectores como el industrial o el agrícola



- BORRADOR 2023
- PNIEC 2023





Almacenamiento Distribuido **BlueStorage**®
Cartera de Proyectos



- **Imprescindible** como instrumento en la **Transición Ecológica** para cumplir los objetivos del **PNIEC** y evitar vertidos de EERR (**curtailment**).
- **Servicios de Balance:** Regulación Primaria, Secundaria, Terciaria y Gestión de Desvíos.
- **Incremento de la Capacidad de Transporte.**
- **Servicios Auxiliares de no frecuencia:**
 - Control de Tensión.
 - Control de Reactiva.
 - Inercia.
 - Inyección rápida de corrientes ante faltas.
 - *Black-Start*.
 - Amortiguación de oscilaciones de potencia.
- **Servicios en los que el almacenamiento también podría contribuir:**
 - Gestión de Congestionamientos (Gestión de Restricciones Técnicas).
 - Gestión de la Energía (Integración de Renovables y Optimización Económica).



CRITERIOS TÉCNICOS

1. Depósito inferior

- Análisis de depósitos con volumen útil $\geq 15 \text{ hm}^3$ → no afección significativa al recurso hídrico.

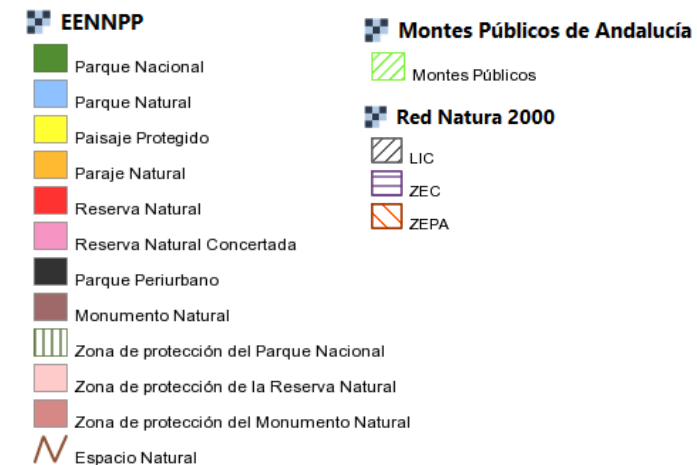
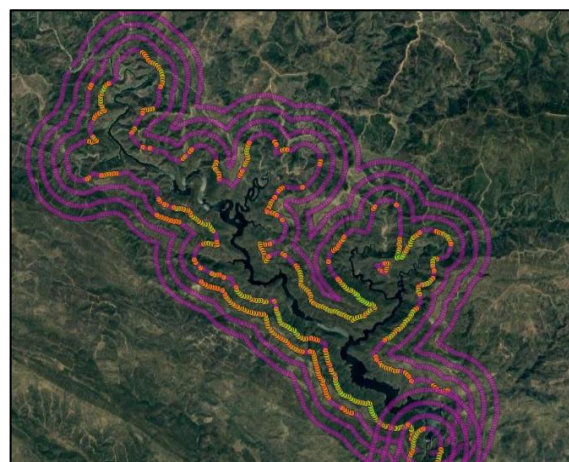
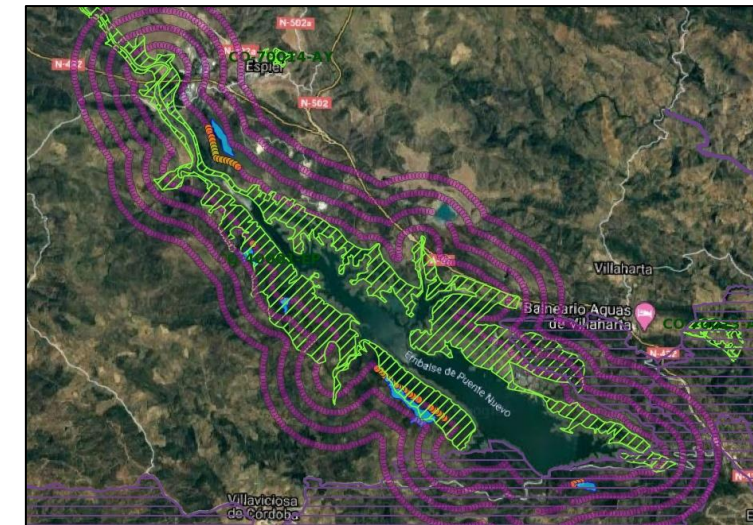
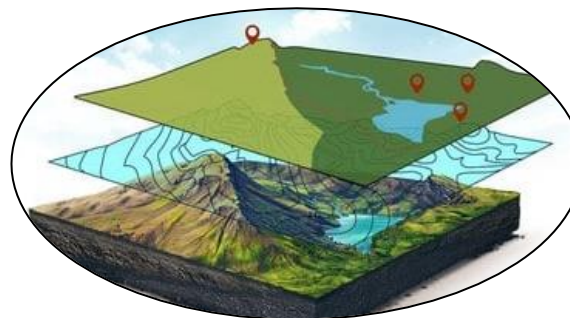
2. Depósito superior

- Ratio H:V < 3,5 → Relacionado con el Índice de Estabilidad de la CHR.
- Distancia < 2.000 m → Límite hidráulico y ambiental.
- Superficie máxima 100 Ha → Límite técnico civil y ambiental.
- Profundidad de la balsa $\leq 20 \text{ m}$ → Límite técnico civil, ambiental y económico.
- Desmante $\leq 30 \text{ m}$ → Límite técnico civil, ambiental y económico.

3. Hidráulicos

- T_b : Tiempo de retención del vaso superior con $Q_{\text{bombeo}} = 22 \text{ horas}$.
- η_b : Rendimiento bombeo = 85%.
- T_t : Tiempo de retención del vaso superior con $Q_{\text{turbinado}} = 15 \text{ horas}$.
- η_t : Rendimiento turbinado = 88%.
- $\eta_{\text{por inclinación (H:V)}}$ → pérdidas hidráulicas.

SISTEMA DE INFORMACIÓN
GEORREFERENCIADA (GIS)

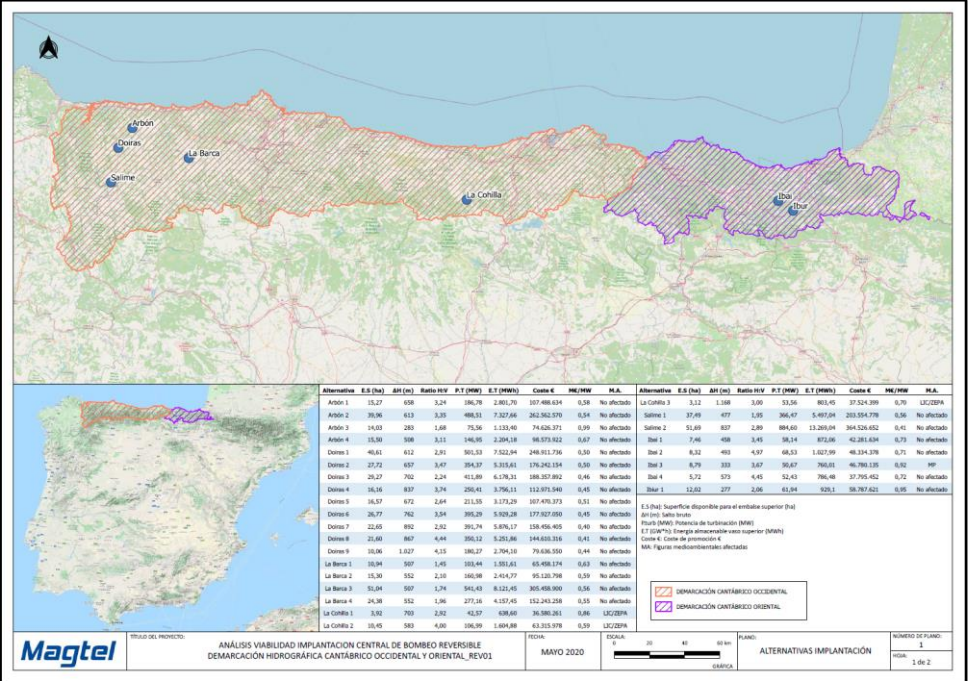




1. Búsqueda de alternativas en el territorio peninsular español.

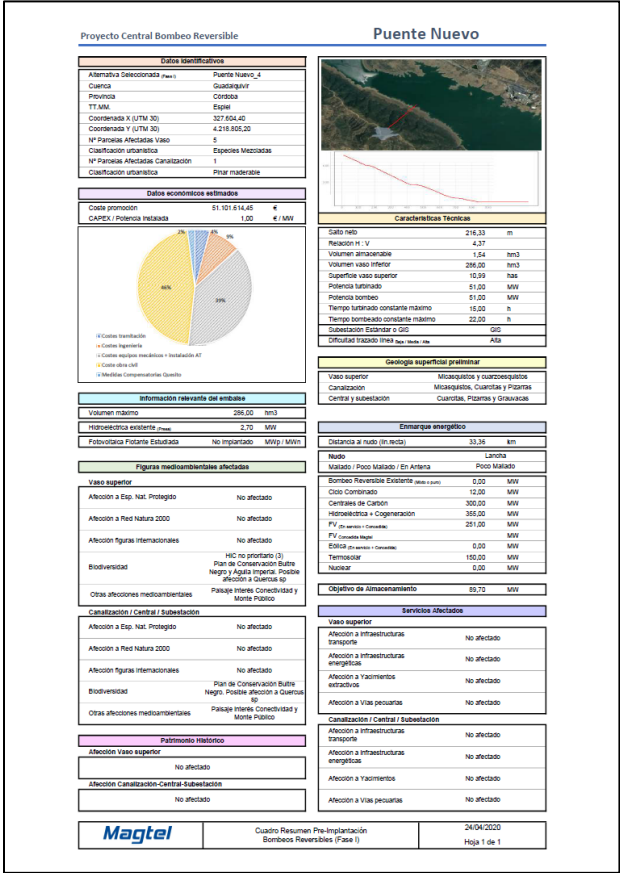
Cuenca	NºEmbalses	NºAlternativas	Potencia Estimada de Turbinado (MW)	Energía estimada almacenada (MW*h)
Tajo	22	84	15.536	233.047
Guadalquivir	26	94	7.170	107.551
Mediterránea Andaluza	11	40	2.510	37.655
Guadiana	4	12	1.361	20.409
Segura	6	23	1.666	24.984
Guadalete y Barbate	4	24	1.186	17.784
Tinto y Odiel	1	1	39	581
Miño-Sil	16	52	9.750	146.250
Galicia Costa	1	3	204	3.060
Cantabrico Occidental	5	22	6.473	97.095
Cantabrico Oriental	2	5	292	4.380
Ebro	19	41	6.360	95.400
Duero	1	3	180	2.700
Cuenca Catalana	4	16	1.490	22.350
Júcar	8	15	2.898	43.470
TOTAL	130	435	57.114	856.716

2. Ponderación de las alternativas resultantes. Análisis multicriterio.

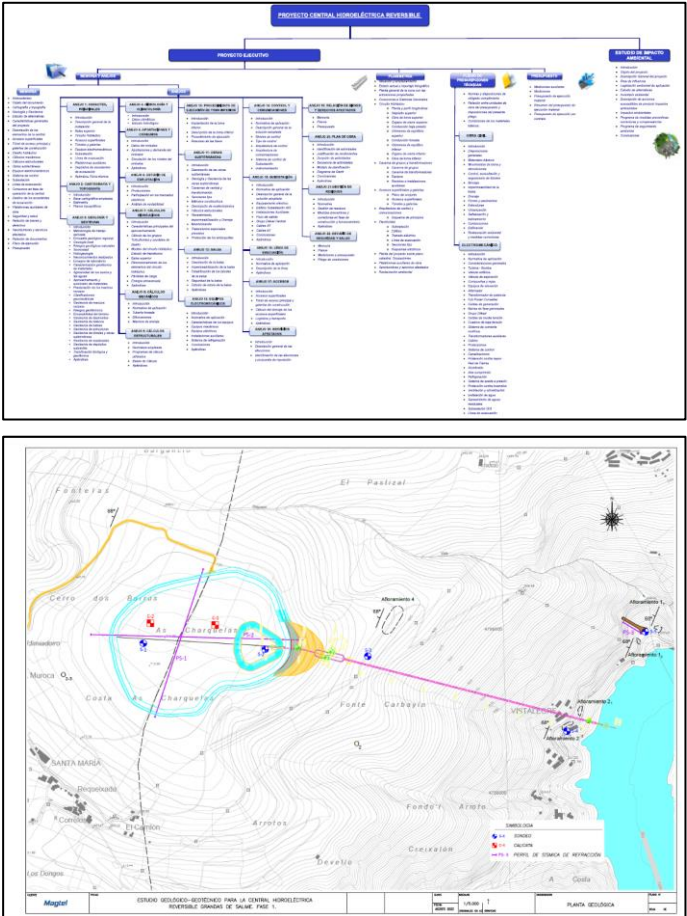
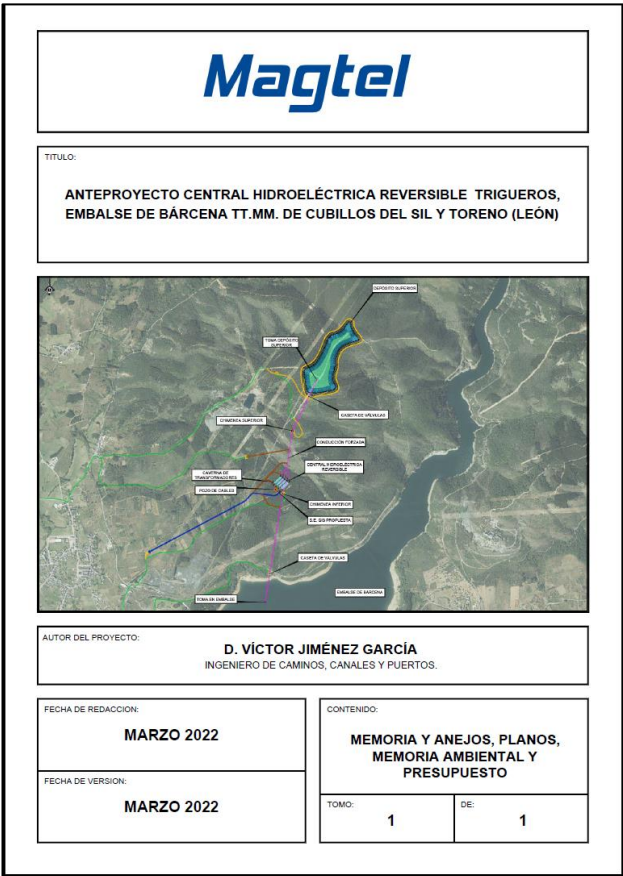


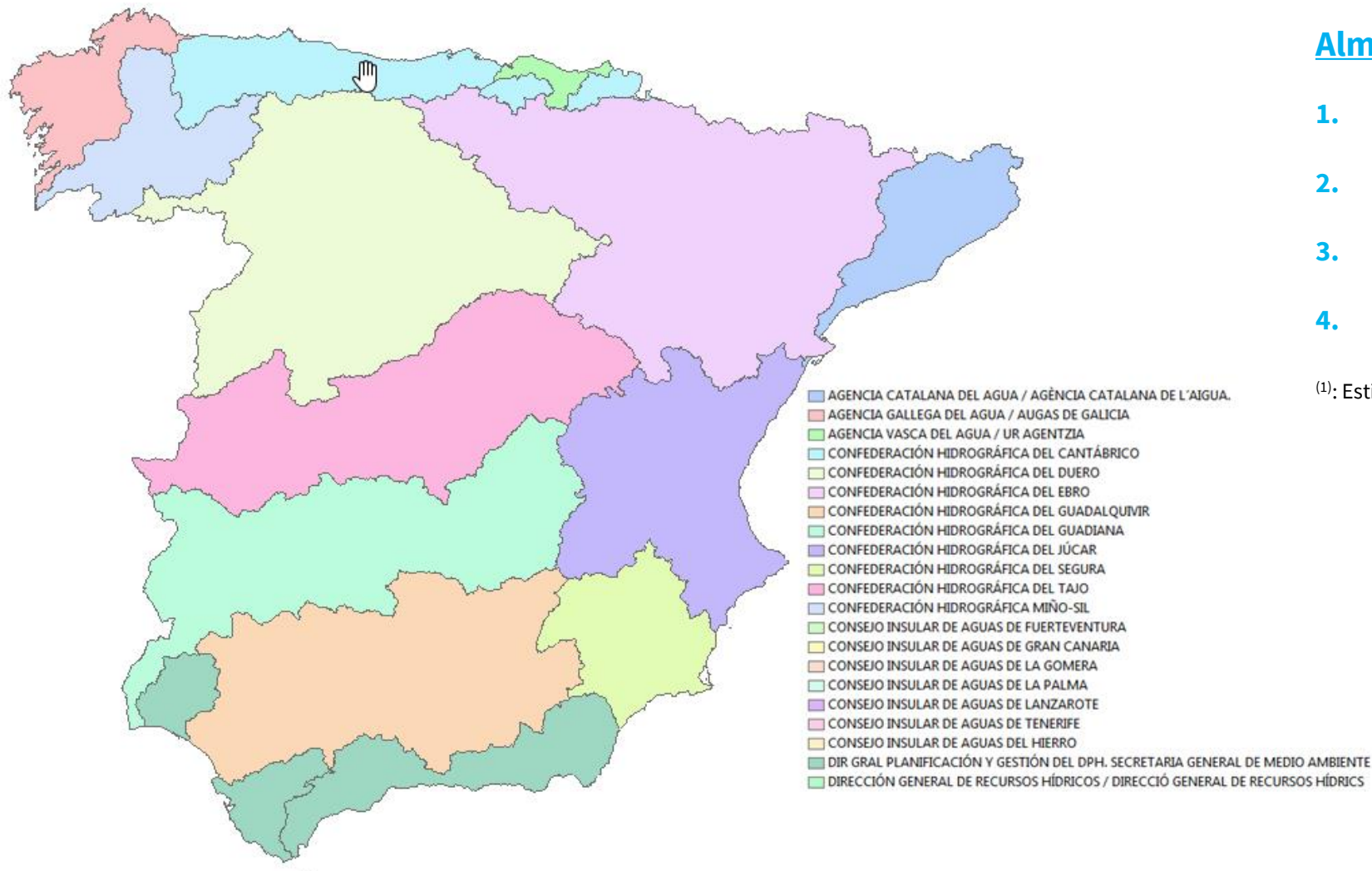


3. Elaboración ficha de viabilidad de las alternativas mejor puntuadas.



4. Redacción de los anteproyectos y solicitud del DPH.





Almacenamiento Distribuido BlueStorage®

1. **Proyectos en Promoción: 24**
2. **Potencia total: 4,2 GW**
3. **Energía total almacenable: 57 GWh**
4. **Energía total generada anual⁽¹⁾: 11,4 TWh/año**

⁽¹⁾: Estimación en base a Estudio de Simulyde y G-Advisory



Generación Renovable⁽¹⁾ 2022

- Eólica: **61 TWh/año**
- Fotovoltaica: **28 TWh/año**
- Eólica + Fotovoltaica: **89 TWh/año**

Generación Total⁽¹⁾ 2022

- Total: **276 TWh/año** [32,3 % E+FV]

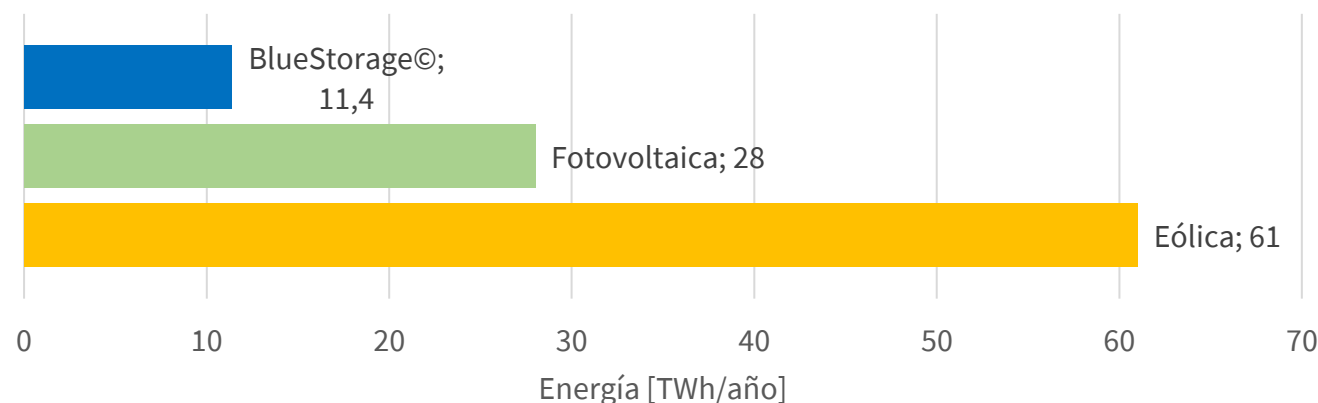
(1): [Fuente Red Eléctrica](#)

Almacenamiento Distribuido BlueStorage[®]

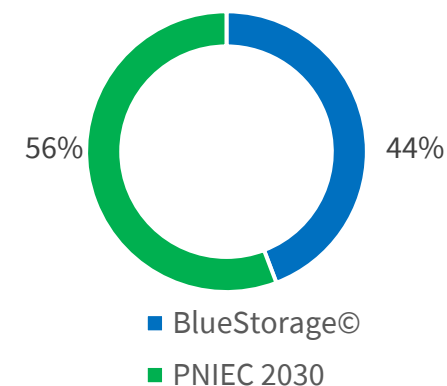
1. Potencia total: **4,2 GW** [44% de los 9,5GW indicados en el PNIEC 2030]
2. Energía total almacenable: **57 GWh**
3. Energía total generada anual⁽²⁾: **11,4 TWh/año** [12,8% de la Generación Eólica + Fotovoltaica]
[4,1% de la Generación Total]

(2): Estimación en base a Estudio de Simulyde y G-Advisory

BlueStorage[®] vs Eólica vs Fotovoltaica [TWh/año]

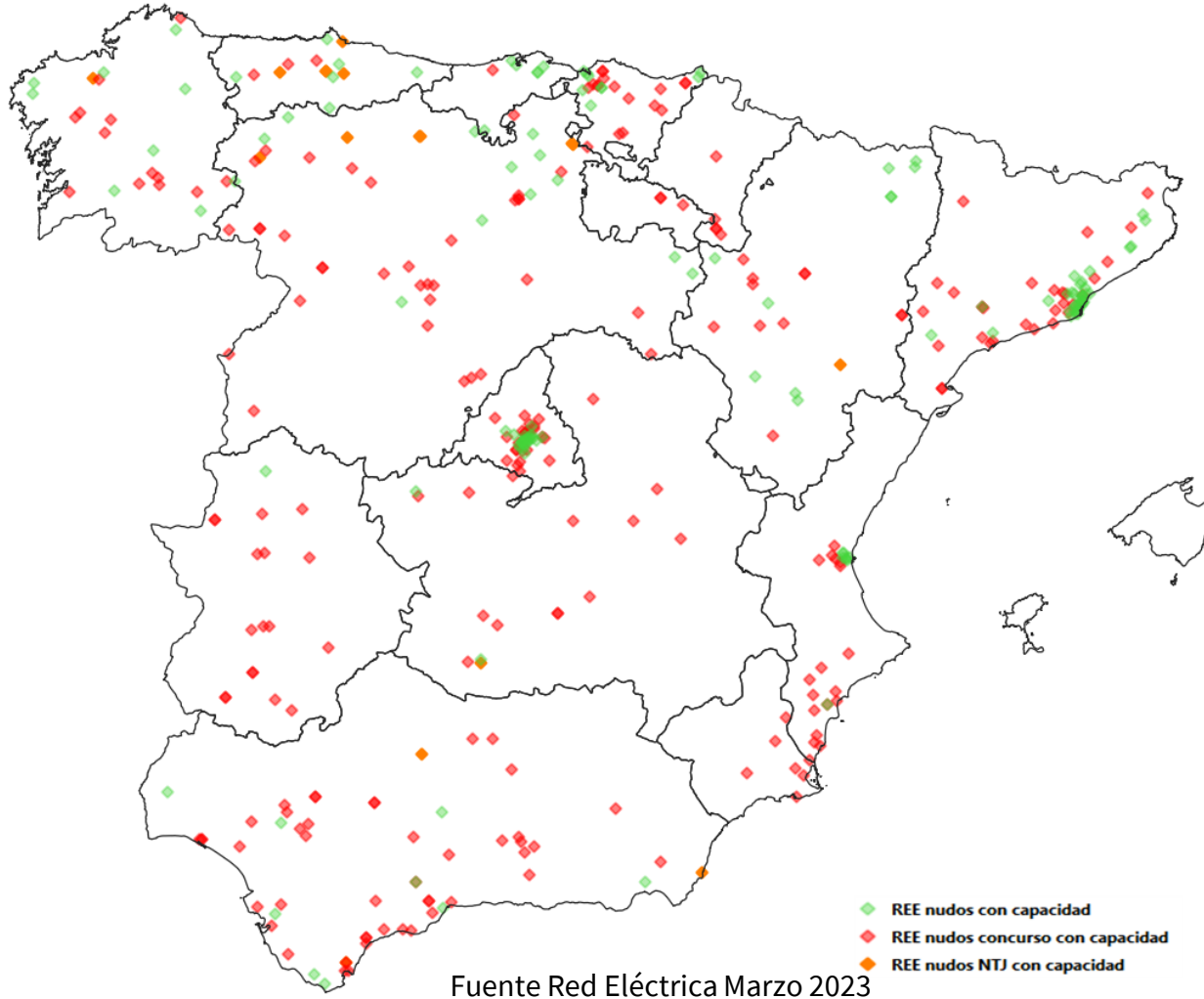


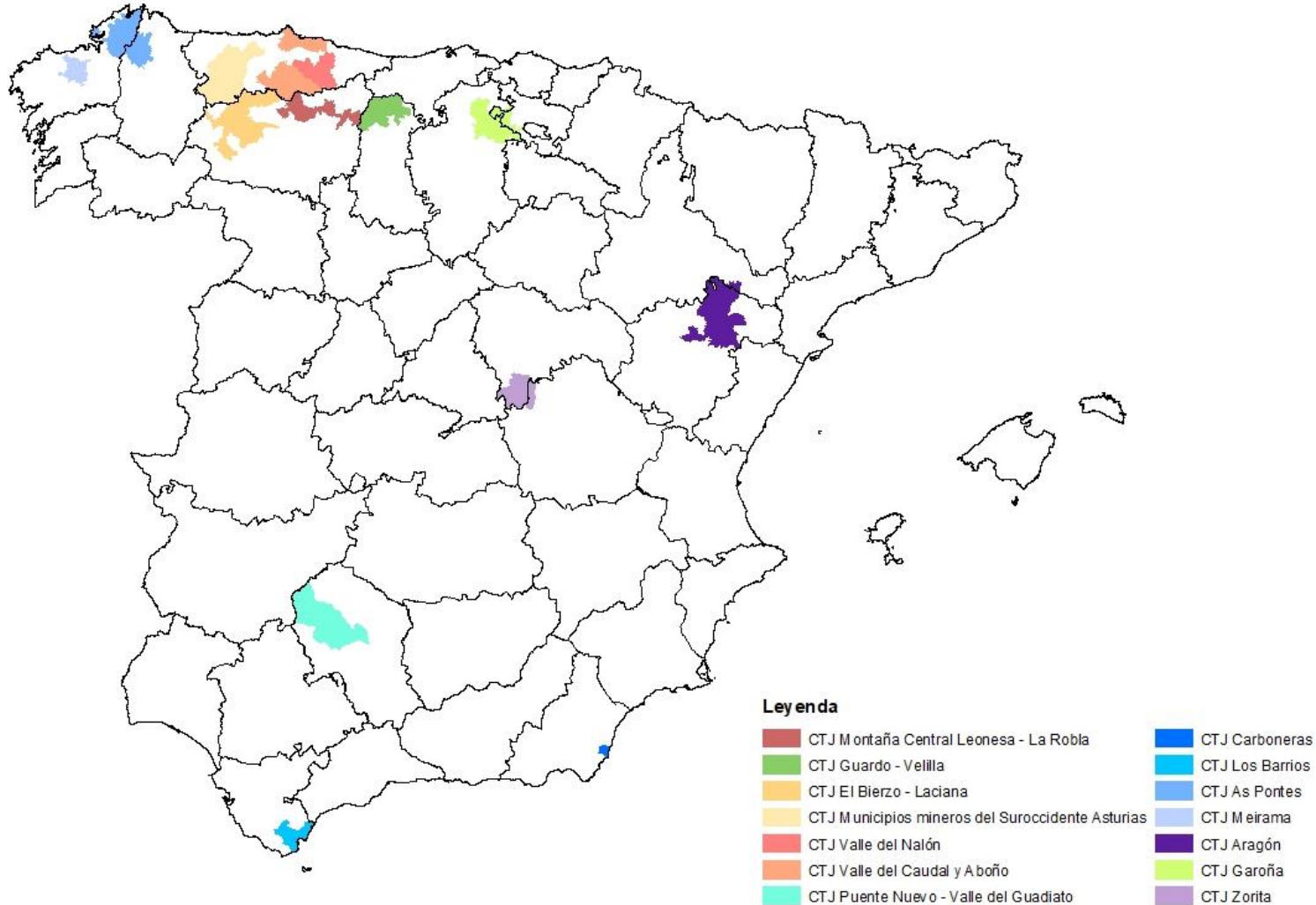
BlueStorage[®] vs PNIEC 2030 [GW]

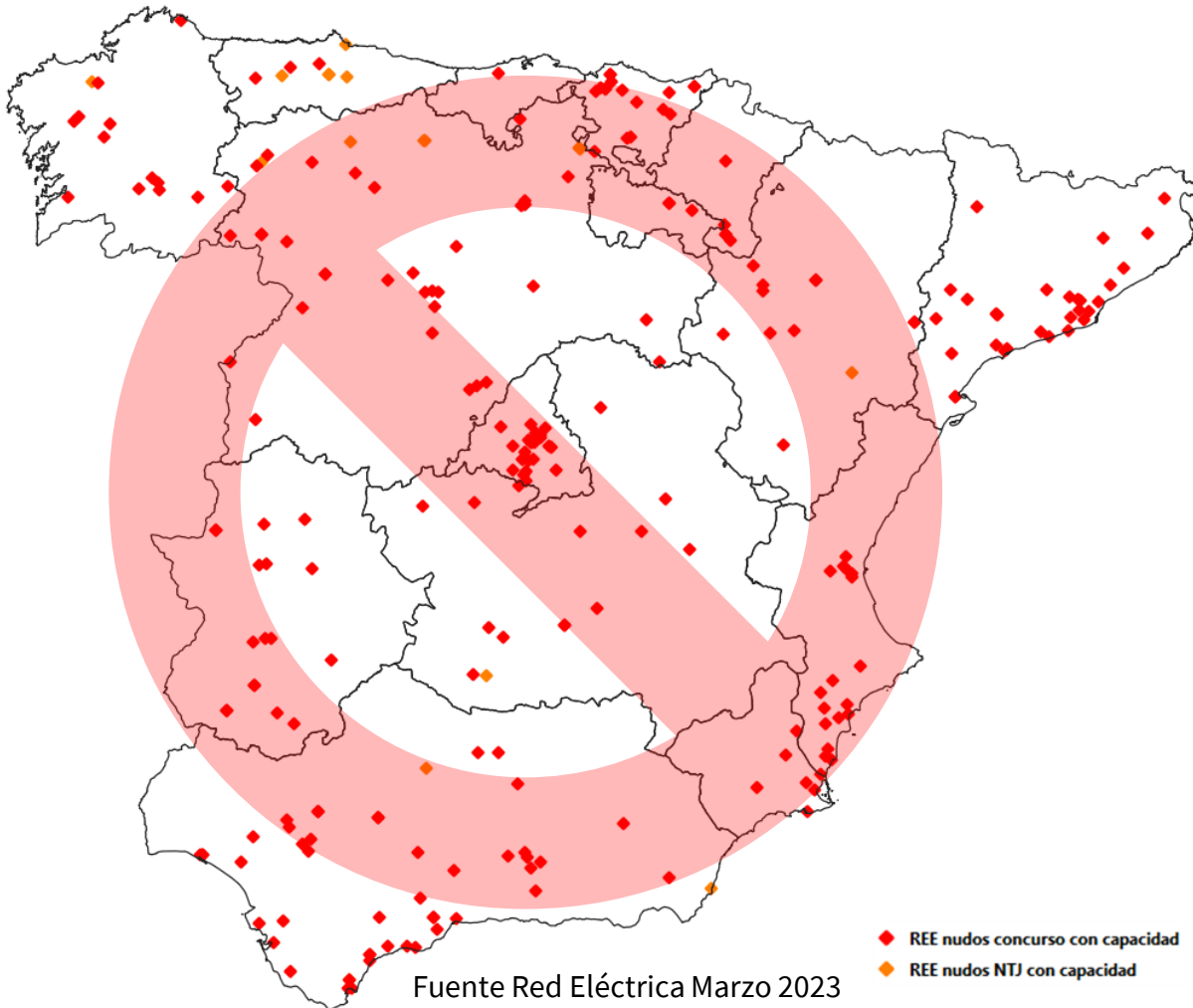


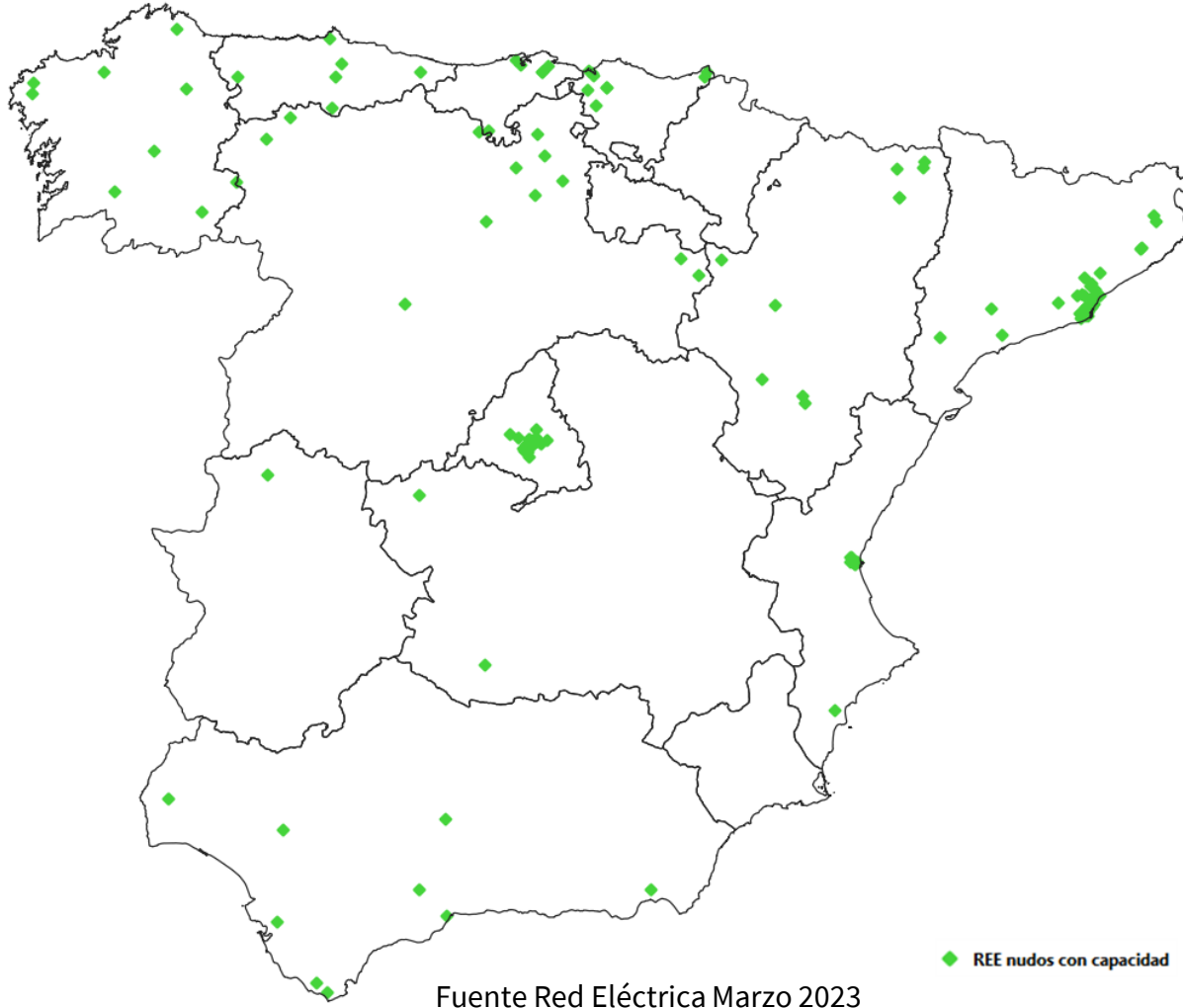


Almacenamiento Distribuido **BlueStorage**®
Tramitación









PAyC - Nudos con Capacidad

- La ubicación de las Centrales Hidroeléctricas Reversibles está condicionada por la disponibilidad de recurso hídrico y desnivel geométrico.
- Los PAyC actuales son insuficientes para una transición renovable real.
- Se requiere desarrollo y mallado de la red al menos para buscar los emplazamientos donde el almacenamiento masivo es posible.



Almacenamiento Distribuido **BlueStorage**®
Retribución

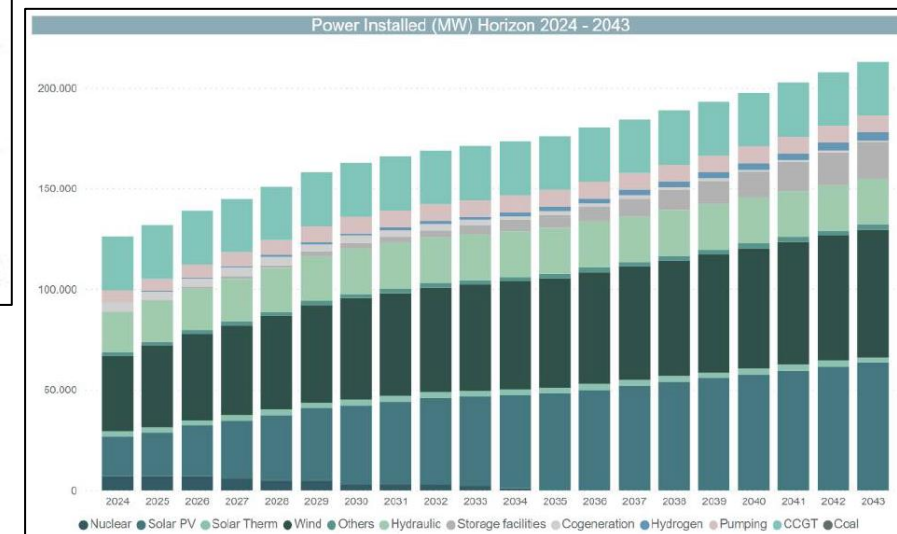
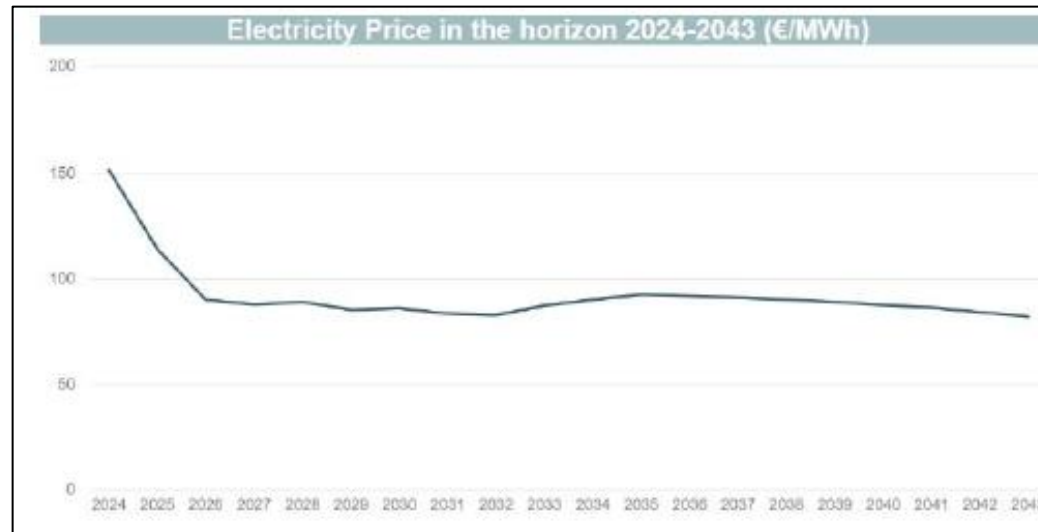
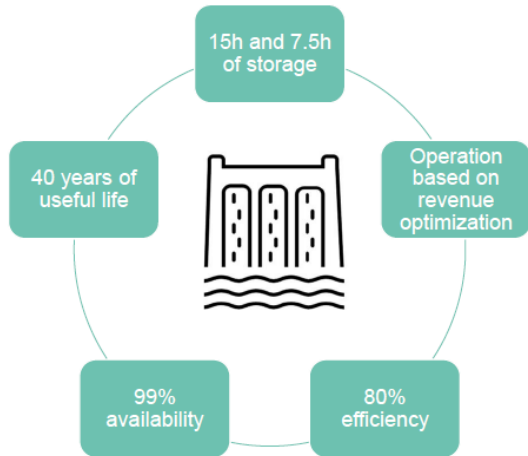
Retribución

Estudio Técnico y Económico de ASEALEN & g-advisory & Simulyde



Magtel

Pumping storage (100 MW and 200 MW)





Remuneration mechanisms

Direct subsidy

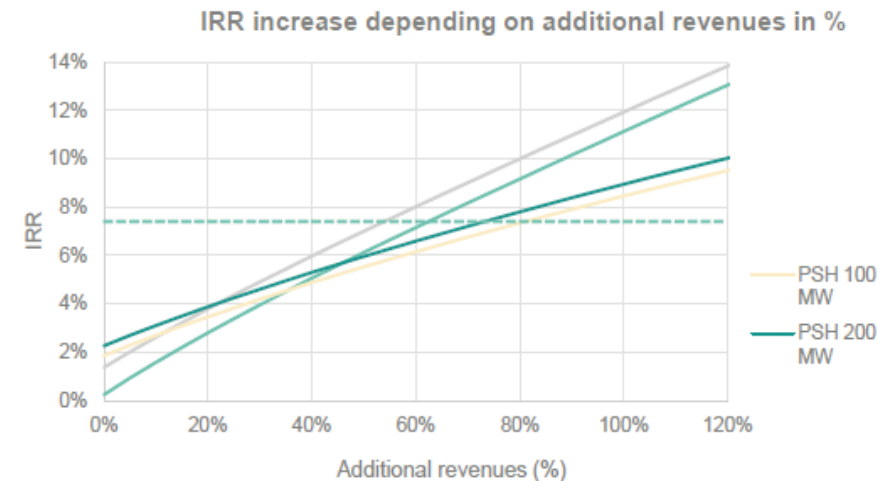
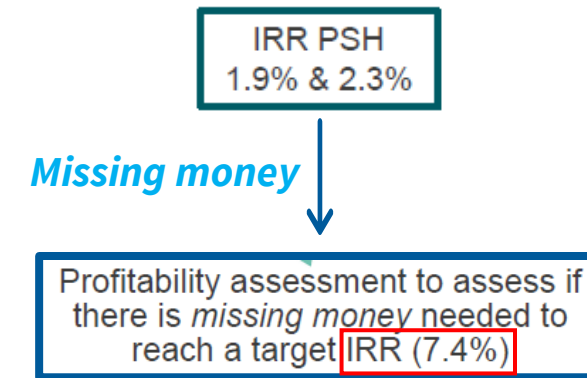
- **One-off upfront payment.**
- Calculated in MEUR, as % CAPEX, in kEUR/MW and kEUR/MWh (MWh of storage capacity)

Specific remuneration (kEUR/MW/yr)

- **Annual payment**
- Rinv as for the regulated renewable energy assets, considering a regulatory life equal to the useful life.

Capacity payment (kEUR/MW/yr)

- Similar to the draft of the order for creating a capacity market in Spain published in 2021.
- Annual payment for the first 5 years of operation.





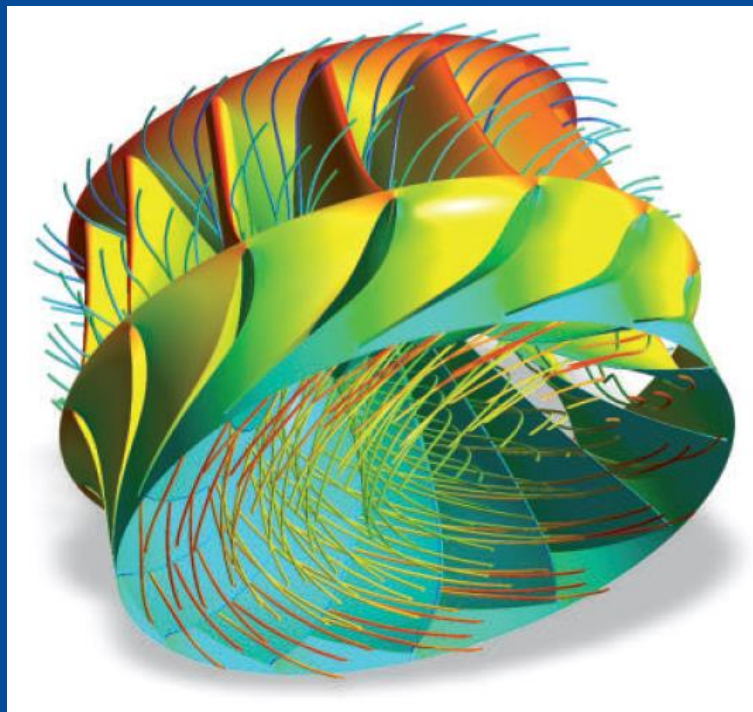
Almacenamiento Distribuido **BlueStorage**®
Conclusiones



- 1) **Almacenamiento, imprescindible para la transición a un sistema eléctrico sostenible y descarbonizado.**
- 2) **BlueStorage® listo y al servicio de la sociedad.**
- 3) **Tramitación, necesidades:**
 - a) Puntos de Acceso y Conexión
 - b) Desarrollo de la red eléctrica (interconexión EU).
 - c) Gestión optimizada del Dominio Público Hidráulico (las CHR uso no consuntivo del agua).
- 4) **Retribución (TIR 7,4%)**
- 5) **Centrales Hidroeléctricas Reversibles, imprescindibles:**
 - a) para el Sistema Eléctrico, facilitando su gestión y seguridad,
 - b) para los generadores de Energías Renovables, maximizando su penetración y evitando *curtailment*, y
 - c) para la sociedad, minimizando los costes de electricidad, dinamizando la competitividad y mejorando la economía.

Magtel

RENMAD
ALMACENAMIENTO



Gracias

Andrés Zapico Martín
andres.zapico@magtel.es / +34 654 041 617
azapicom@gmail.com / +34 691 582 832
info@magtel.es
magtel.es