

La Batería Azul de la Maxorata: Una Propuesta Integral de Resiliencia Hídrica y Energética para Fuerteventura en el Horizonte 2030

1. Introducción: La Urgencia de un Nuevo Metabolismo Insular

En la latitud subtropical, donde el alisio esculpe la orografía y el sol dicta el ritmo de la vida, Fuerteventura se erige no solo como un destino turístico de primer orden, sino como un laboratorio vivo de los desafíos climáticos del siglo XXI. La isla, caracterizada por su aridez extrema y su belleza geológica desnuda, se enfrenta a una paradoja existencial: posee recursos renovables (viento y sol) en abundancia, pero su supervivencia depende umbilicalmente de la importación de combustibles fósiles para garantizar su recurso más crítico, el agua.

Este informe técnico, redactado desde una perspectiva que combina la ingeniería de sistemas aislados con una profunda conciencia ambiental, propone una intervención quirúrgica en el metabolismo insular: la implementación imperiosa de una **Central de Bombeo Reversible con Agua de Mar** de 50 MW de potencia y 800 MWh de capacidad de almacenamiento (16 horas). Esta infraestructura no debe concebirse meramente como una obra civil o eléctrica, sino como la piedra angular de la seguridad hídrica de la isla para las próximas generaciones.

El análisis se fundamenta rigurosamente en los **Documentos Iniciales del Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica de Fuerteventura (2027-2033)** ¹, un texto que, si se lee con la profundidad adecuada, no es solo un trámite administrativo, sino un mapa de riesgos que grita la necesidad de soluciones disruptivas. La urgencia climática no permite planificaciones lineales; exige saltos cualitativos hacia la circularidad y la autosuficiencia.

1.1. La Vulnerabilidad del Sistema Aislado

Fuerteventura opera como un sistema eléctricamente aislado (aunque interconectado con Lanzarote), lo que implica una fragilidad intrínseca. La estabilidad de la frecuencia de red (50 Hz) depende de la inercia que, hasta ahora, solo han proporcionado los grupos térmicos convencionales. La penetración masiva de renovables, aunque deseable y necesaria, introduce una volatilidad que el sistema actual no puede gestionar sin desperdiciar energía

limpia (vertidos) o poner en riesgo el suministro.

La propuesta de 50 MW y 16 horas de almacenamiento no es arbitraria. Responde a la necesidad de cubrir no solo los picos de demanda nocturna, sino de garantizar la continuidad del suministro de agua desalada —el soporte vital de la isla— durante eventos de "calma eólica" prolongada o fallos en la interconexión submarina. Es la transición de un modelo de gestión de oferta a un modelo de gestión de almacenamiento masivo.

2. Análisis del Marco de Planificación: El Plan Hidrológico 2027-2033

Para justificar la necesidad de esta infraestructura, es imperativo diseccionar el instrumento legal y técnico que regirá la gestión del agua en la isla: el Plan Hidrológico de Fuerteventura (PHF) para el cuarto ciclo de planificación.¹

2.1. El Diagnóstico del Marco Físico y la Escasez Estructural

El PHF, en su sección 4.1.2 sobre el **Marco Físico**, describe una realidad hidrografía marcada por la ausencia de cursos de agua permanentes y una geología dominada por el Complejo Basal y series volcánicas antiguas.¹ La sección 4.1.4, referente al **Inventario de Recursos Hídricos Naturales**, confirma una tendencia decreciente en las precipitaciones y un aumento en la evapotranspiración, exacerbado por el cambio climático (Sección 4.1.7).¹

Esta realidad física impone una restricción de diseño fundamental para cualquier proyecto de almacenamiento hidroeléctrico en la isla: **no existe agua dulce excedente para llenar embalses**. A diferencia de los sistemas peninsulares o de islas más húmedas como Gran Canaria, donde el proyecto Chira-Soria puede aprovechar escorrentías puntuales ², Fuerteventura debe mirar al océano. La central debe ser, obligatoriamente, de agua de mar o circuito cerrado alimentado por desalación, desacoplándose completamente de los acuíferos naturales que, según la sección 4.1.8.2 del PHF, sufren presiones significativas.¹

2.2. La Demanda Hídrica y el Nexo Agua-Energía

El análisis de las "Demandas de Agua" (Sección 4.2.1 del PHF) revela que la práctica totalidad del consumo urbano, turístico e industrial proviene de la desalación.¹

- **Uso Urbano y Turístico:** La caracterización económica (Sección 4.3.2) muestra que el turismo y el abastecimiento poblacional son los motores de la demanda. Esta demanda es inelástica; la isla no puede permitirse cortes de agua.
- **Coste Energético:** La sección 4.3.1.1, que analiza los costes financieros, evidencia que el

coste de la energía es el componente más volátil y pesado en la factura del agua.¹

Aquí reside la justificación económica de la Central de Bombeo: al almacenar energía renovable barata (que de otro modo se vertería) y liberarla para alimentar las desaladoras en horas punta o de baja producción renovable, se estabiliza el coste de producción del agua (€/m³). La central actúa como un amortiguador financiero para el Consejo Insular de Aguas y, por extensión, para toda la sociedad mayorera.

2.3. Objetivos Ambientales y Limitaciones

El PHF establece en su sección 1.2.1 los "Objetivos Medioambientales", que incluyen la no deterioración de las masas de agua y la protección de ecosistemas.¹ Esto implica que la ubicación de la central de bombeo debe ser exquisitamente seleccionada. No se puede plantear, por ejemplo, el uso de la presa de Los Molinos para un ciclo de bombeo diario agresivo, ya que, además de sus problemas de aterramiento y capacidad reducida (apenas 0,2 hm³ útiles según fuentes externas ³), es un refugio de avifauna protegido (ZEPA). La infraestructura debe ser un "depósito fuera de cauce" (off-stream), artificial y estanco, para no interferir con la dinámica natural de los barrancos ni con las especies protegidas identificadas en el Marco Biótico (Sección 4.1.3).¹

3. Justificación Técnica: La Dimensión de la Batería (50 MW / 800 MWh)

La elección de una potencia de 50 MW y una capacidad de almacenamiento de 800 MWh responde a un análisis detallado de la curva de carga y la generación renovable de Fuerteventura.

3.1. Potencia: 50 MW para la Estabilidad

La demanda punta de Fuerteventura oscila, dependiendo de la estación y la ocupación turística, en valores que superan los 100-120 MW. Una central de 50 MW tiene la capacidad de:

1. **Sustituir Bloques Térmicos:** 50 MW equivalen a la producción de varios motores diésel de la central de Las Salinas. Su entrada en funcionamiento permite apagar estos grupos contaminantes sin perder garantía de potencia.
2. **Absorción de Vertidos:** Durante las horas de madrugada, cuando el viento es fuerte y la demanda baja, los parques eólicos de la isla se ven obligados a limitar su producción. Una bomba de 50 MW (o dos de 25 MW) puede absorber este excedente instantáneo, convirtiendo electricidad "basura" en energía potencial de alto valor.

3.2. Capacidad: 16 Horas (800 MWh) para la Resiliencia

El mercado actual de almacenamiento tiende a baterías de Litio-Ion con duraciones de 2 a 4 horas. Esto es suficiente para el arbitraje diario o la regulación de frecuencia, pero insuficiente para la seguridad de suministro en un sistema aislado.

- **El concepto de LDES (Long Duration Energy Storage):** Fuerteventura necesita cubrir periodos de "calma eólica" que pueden extenderse durante 12 o 18 horas.
- **Autonomía Hídrica:** Si el sistema eléctrico colapsa (cero energético), 800 MWh permiten mantener operativas las desaladoras críticas y los bombeos de distribución durante casi 24 horas, evitando que el colapso energético derive en una crisis sanitaria por falta de agua.
- **Comparativa:** Mientras que proyectos como el de Chira-Soria en Gran Canaria apuntan a capacidades masivas (3.5 GWh) ⁴, la escala de 800 MWh para Fuerteventura es proporcional a su demanda, ofreciendo un equilibrio óptimo entre coste de inversión (CAPEX) y seguridad operativa.

4. Ingeniería de Detalle: La Solución con Agua de Mar

Dada la inexistencia de grandes masas de agua dulce utilizables (las presas de Las Peñitas y Los Molinos son inviables por aterramiento y protección ambiental, respectivamente ³), la solución técnica obligada es el uso de agua de mar.

4.1. El Desafío de la Corrosión y la Biología Marina

El uso de agua de mar introduce complejidades técnicas que deben resolverse con ingeniería de materiales avanzada:

- **Materiales:** Las tuberías forzadas, válvulas y rodets de turbina deben fabricarse en aleaciones de alto rendimiento, como el acero inoxidable Super Duplex o recubrimientos cerámicos avanzados, para resistir la agresividad clorurada del Atlántico.⁶
- **Biofouling (Incrustaciones biológicas):** La toma de agua debe contar con sistemas de cloración controlada o recubrimientos anti-incrustantes no tóxicos para evitar que organismos marinos colonicen las conducciones, reduciendo la eficiencia hidráulica.⁷ La experiencia de la central de Okinawa (Yanbaru), aunque desmantelada, ofrece lecciones valiosas sobre la gestión de estos riesgos.

4.2. Ubicación: La Geografía como Aliada

Para obtener 50 MW con caudales razonables, necesitamos un salto hidráulico (desnivel) de entre 300 y 400 metros. Analizando la topografía de Fuerteventura (Sección 4.1.2.2 del PHF ¹ y datos topográficos ⁸):

- **Opción Oeste (Barlovento - Betancuria):** Ofrece los desniveles más abruptos y cortos hacia el mar. Sin embargo, esta zona coincide con el Parque Rural de Betancuria y áreas de alta sensibilidad paisajística y ecológica (ZEPA). Aunque técnicamente superior, la viabilidad ambiental es compleja.
- **Opción Este (Sotavento - Cuchillos de Vigán / Entallada):** Presenta acantilados y mesetas cercanas a la costa con alturas suficientes (400-500 m). Esta zona, aunque protegida en partes (Monumento Natural de los Cuchillos de Vigán), podría ofrecer enclaves donde la integración paisajística sea más factible, aprovechando la orografía de "cuchillos" para ocultar conducciones.

Recomendación: Se propone una ubicación en la **costa este**, aprovechando la proximidad a los nudos de consumo y transporte eléctrico (eje Puerto del Rosario - Gran Tarajal), minimizando las pérdidas de transporte eléctrico y facilitando la logística de construcción.

4.3. Obra Civil: Depósitos y Conducciones

1. **Depósito Superior:** Se diseñará una balsa artificial de aproximadamente 1 hm³ excavada en terreno natural y revestida con lámina de polietileno de alta densidad (PEAD) para garantizar la estanqueidad absoluta y evitar la salinización del suelo subyacente, un riesgo crítico identificado en la literatura técnica.⁶
2. **Depósito Inferior:** El Océano Atlántico. Esto elimina la necesidad de construir una segunda presa, reduciendo el coste y el impacto visual a la mitad en comparación con sistemas cerrados.
3. **Conducción Forzada:** Deberá ser subterránea en su totalidad para cumplir con los estándares de protección del paisaje (Sección 4.1.2.3 del PHF ¹). Un túnel blindado que conecte la balsa superior con la casa de máquinas.

4.4. La Casa de Máquinas: Tecnología Reversible

Se optará por **grupos reversibles síncronos de velocidad variable**. A diferencia de las máquinas convencionales, la velocidad variable permite regular la potencia consumida en modo bombeo. Esto es vital para un sistema eólico como el de Fuerteventura: permite que la central ajuste su consumo "a la carta" para seguir las fluctuaciones del viento, estabilizando la frecuencia de red de manera dinámica y precisa.

5. Integración Ambiental y Paisajística: Respetando la Reserva de la Biosfera

La condición de Fuerteventura como Reserva de la Biosfera exige que esta infraestructura sea un modelo de integración. El PHF, en su sección 2.5, detalla el proceso de Evaluación

Ambiental Estratégica ¹, que será la hoja de ruta para la validación del proyecto.

5.1. Impacto Visual Cero

La central no debe verse.

- **Soterramiento:** La sala de máquinas se ubicará en una caverna subterránea o en una estructura semienterrada cubierta con vegetación autóctona (tabaibal-cardonal), restaurando la topografía original.
- **Mimetismo del Depósito Superior:** Los taludes exteriores de la balsa superior se suavizarán y cubrirán con piedra local ("pedraplén") para integrarse en la textura cromática del paisaje árido. No se permitirá hormigón visto.

5.2. Interacción con el Medio Marino

La sección 4.1.3.3 del PHF destaca la riqueza de la flora y fauna marina.¹

- **Toma de Agua:** Se diseñará con velocidades de entrada extremadamente bajas (< 0.1 m/s) y rejillas de paso fino para evitar la succión de ictiofauna y plancton.
- **Vertido:** El agua turbinada se devolverá al mar mediante difusores que eliminen la energía cinética y favorezcan la mezcla inmediata, evitando plumas de turbidez que puedan afectar a los sebadales (*Cymodocea nodosa*), hábitats clave protegidos. A diferencia de las desaladoras, esta agua no tiene salmuera química ni térmica, por lo que su impacto es puramente físico y mitigable.

6. Viabilidad Económica y Financiación: Hacia la Soberanía

La inversión estimada para un proyecto de 50 MW / 800 MWh con tecnología de agua de mar oscila entre los **90 y 120 millones de euros**, basándonos en ratios de inversión de proyectos similares y ajustes por insularidad.¹⁰

6.1. Análisis Coste-Beneficio

Aunque el CAPEX es alto, el análisis debe considerar el OPEX evitado.

- **Ahorro en Combustible:** Cada MWh bombeado con viento y turbinado desplaza un MWh generado con gasoil/fueloil. Con los precios actuales de los combustibles y los derechos de emisión de CO₂, el ahorro operativo es masivo.
- **Reducción de Costes del Agua:** Al desacoplar la desalación del precio marginal del mercado eléctrico (marcado por el gas), se puede reducir y estabilizar la tarifa del agua para agricultores y hogares, cumpliendo con el objetivo de recuperación de costes del

6.2. Financiación y Fondos Europeos

El momento es propicio. El Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PERTE-ERHA) y las convocatorias específicas del MITECO para almacenamiento innovador y bombeo reversible ¹¹ ofrecen subvenciones que pueden cubrir porcentajes significativos de la inversión. Proyectos como "BOREAL" en Alcántara o "Navaleo" han recibido ayudas millonarias.¹² Fuerteventura debe presentar este proyecto no solo como una central eléctrica, sino como un **proyecto de innovación en almacenamiento marino y seguridad hídrica**, elegible para fondos FEDER y NextGenerationEU destinados a regiones ultraperiféricas.

7. Hoja de Ruta Administrativa: De la Planificación a la Ejecución

El PHF 2027-2033 está en fase de inicio. Es la ventana de oportunidad crítica.

7.1. Inclusión en el Esquema de Temas Importantes (ETI)

El Consejo Insular de Aguas debe incluir explícitamente el "Almacenamiento Energético Masivo para la Garantía del Ciclo del Agua" como uno de los Temas Importantes en el documento que se someterá a consulta pública (Sección 2.2 del PHF).¹ Sin este reconocimiento explícito en la planificación hidrológica, la tramitación ambiental posterior será mucho más ardua.

7.2. Coordinación Interadministrativa

Como se detalla en la sección 1.3 del PHF (Autoridades Competentes) ¹, este proyecto requiere una coordinación sin precedentes entre:

- **Consejo Insular de Aguas:** Promotor de la seguridad hídrica.
- **Red Eléctrica (Operador del Sistema):** Garante de la estabilidad de la red e integración de renovables.
- **Demarcación de Costas:** Autorización de la toma y vertido en dominio público marítimo-terrestre.
- **Consejería de Transición Ecológica:** Evaluación ambiental estratégica.

7.3. Fases del Proyecto

1. **2025-2026:** Estudios de viabilidad, anteproyecto y tramitación ambiental integrada en el PHF. Solicitud de fondos europeos.

- 2. **2027:** Licitación y adjudicación (coincidiendo con la aprobación del PHF).
- 3. **2028-2030:** Construcción y puesta en marcha.

8. Conclusión: Un Legado de Futuro

Instalar esta central de bombeo reversible en Fuerteventura no es una opción; es un imperativo categórico dictado por la física y la ética. La isla no puede seguir vertiendo viento mientras quema petróleo para producir agua.

Esta infraestructura, la "Batería Azul", representa la madurez tecnológica puesta al servicio del territorio. Es la herramienta que permitirá a Fuerteventura cumplir sus compromisos climáticos, asegurar el agua para su gente y su agricultura, y protegerse ante la volatilidad de los mercados energéticos globales. Es un proyecto de ingeniería, sí, pero sobre todo es un proyecto de soberanía y respeto por la isla.

Utilizando el Plan Hidrológico 2027-2033 como marco legal y la innovación como motor, Fuerteventura tiene la oportunidad de convertirse en un referente mundial de sostenibilidad en entornos áridos. No dejemos pasar el viento.

Anexo Técnico: Datos Clave y Comparativas

A continuación, se presentan tablas técnicas que sintetizan la propuesta y la comparan con la situación actual, facilitando la comprensión de la magnitud y beneficios del proyecto.

Tabla 1: Ficha Técnica de la Propuesta

Parámetro	Valor Propuesto	Justificación Técnica
Tecnología	Bombeo Reversible Agua de Mar	Independencia de recursos hídricos dulces; inagotabilidad del recurso.
Potencia Turbinación	50 MW	Cobertura de grupos térmicos base y picos de demanda insular.

Potencia Bombeo	50 MW (Velocidad Variable)	Capacidad de regulación de frecuencia y absorción de vertidos eólicos.
Capacidad Almacenamiento	800 MWh (16 horas)	Seguridad de suministro ante fallos de interconexión y cobertura nocturna total.
Volumen Depósito Superior	1.000.000 m ³	Necesario para almacenar la energía potencial requerida (considerando $\eta \approx 0.85$).
Desnivel (Salto Neto)	300 - 350 m	Optimización de la ratio energía/volumen y costes de obra civil.
Ubicación Preferente	Costa Este (Entallada/Vigán)	Orografía favorable, menor impacto en Parque Rural, cercanía a red de transporte.

Tabla 2: Impacto en el Sistema Eléctrico e Hídrico

Indicador	Situación Actual (2024-2025)	Situación Futura con CHR (2030)
Dependencia Fósil	Alta (Generación base térmica)	Media-Baja (Sustitución por renovable almacenada)
Vertidos Renovables	Crecientes (Curtailment nocturno)	Mínimos (Absorción por bombeo)

Seguridad Hídrica	Vulnerable a fallos eléctricos	Robusta (Reserva energética dedicada)
Estabilidad de Red	Dependiente de inercia térmica	Proporcionada por inercia hidráulica y electrónica de potencia.
Coste Producción Agua	Volátil (Ligado al petróleo/gas)	Estable y predecible (Ligado a amortización infraestructuras).

Tabla 3: Alineación con el Plan Hidrológico (PHF 2027-2033)

Sección del PHF	Contenido Relevante	Aportación de la Central Reversible
4.1.7 Cambio Climático	Previsión de sequías y aumento de Tº.	Mitigación directa de emisiones (\$CO_2\$) y adaptación (garantía de agua).
4.2.1 Demandas de Agua	Dependencia total de la desalación.	Garantiza la energía para desalar sin huella de carbono.
4.3.1 Recuperación de Costes	Costes energéticos elevados en el ciclo del agua.	Reducción del coste operativo (OPEX) del agua a largo plazo.
4.1.8 Masas de Agua	Sobreexplotación y riesgo cualitativo.	Evita el uso de agua subterránea; alivia la presión sobre acuíferos.

2.4 Programa de Medidas	Necesidad de infraestructuras sostenibles.	Proyecto tractor para solicitar fondos europeos (NextGen/FEDER).
--------------------------------	--	--

Tabla 4: Comparativa de Tecnologías de Almacenamiento para Fuerteventura

Tecnología	Capacidad Típica	Ventajas	Desventajas para Fuerteventura
Baterías (Li-Ion)	1 - 4 horas	Respuesta rápida, modularidad.	Degradación, vida útil corta (10-15 años), coste alto para LDES.
Bombeo Agua Dulce	10 - 24 horas	Tecnología madura, larga vida útil.	Inviabile: Requiere agua dulce inexistente o ocupar presas protegidas/aterradas.
Bombeo Agua de Mar (Propuesta)	10 - 24 horas	Recurso infinito, sin consumo de agua dulce, vida útil >50 años.	Retos técnicos (corrosión), tramitación ambiental costera estricta.
Hidrógeno Verde	Estacional	Almacenamiento a muy largo plazo.	Eficiencia baja ("round-trip" approx 30-40%), tecnología menos madura y costosa hoy.

Nota: La opción de Bombeo con Agua de Mar se presenta como la única alternativa capaz de

ofrecer almacenamiento masivo y duradero sin comprometer los escasos recursos hídricos de la isla, alineándose con la filosofía de "cero impacto hídrico" del PHF.

Obras citadas

1. Plan Hidrológico Fuerteventura 2027 2033.pdf
2. Central hidroeléctrica reversible de Chira-Soria en las Islas Canarias - 200 MW - IDOM, fecha de acceso: enero 17, 2026, <https://www.idom.com/proyecto/central-hidroelectrica-reversible-de-chira-soria-200-mw/>
3. Pantano Los Molinos , Embalse Los Molinos , Presa Los Molinos - Embalses.net, fecha de acceso: enero 17, 2026, <https://www.embalses.net/pantano-1349-los-molinos.html>
4. Instalación hidroeléctrica de bombeo reversible en Salto de Chira - Sener, fecha de acceso: enero 17, 2026, <https://www.group.sener/proyecto/instalacion-hidroelectrica-bombeo-reversible-salto-chira/>
5. ¿Qué visitar en Fuerteventura? - Presa de las Peñitas - Betancuria, fecha de acceso: enero 17, 2026, <https://fuerteventuraenimagenes.com/presa-de-las-penitas/>
6. Seawater Pumped Storage: A Technical Overview of Opportunities and Limitations - EPCM, fecha de acceso: enero 17, 2026, <https://epcmholdings.com/seawater-pumped-storage-a-technical-overview-of-opportunities-and-limitations/>
7. Pumped-storage hydroelectricity - Wikipedia, fecha de acceso: enero 17, 2026, https://en.wikipedia.org/wiki/Pumped-storage_hydroelectricity
8. Isla de Fuerteventura - CanariWiki - Gobierno de Canarias, fecha de acceso: enero 17, 2026, https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/wiki/index.php?title=Isla_de_Fuerteventura
9. Mapa topográfico Fuerteventura, altitud, relieve, fecha de acceso: enero 17, 2026, <https://es-es.topographic-map.com/map-jr2rr/Fuerteventura/>
10. Almacenamiento energético por bombeo: Pasado, Presente y Futuro., fecha de acceso: enero 17, 2026, <https://www.norvento.com/wp-content/uploads/2022/01/Articulo-Pumped-Energy-Storage-Past-Present-and-Future.pdf>
11. El MITECO lanza 90 millones en ayudas para proyectos innovadores de almacenamiento energético con bombeo reversible, fecha de acceso: enero 17, 2026, <https://www.miteco.gob.es/es/prensa/ultimas-noticias/2026/enero/el-miteco-lanza-90-millones-en-ayudas-para-proyectos-innovadores.html>
12. Conoce los proyectos financiados en la primera convocatoria de ayudas a proyectos innovadores de almacenamiento por bombeo reversible | Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia Gobierno de España., fecha de acceso: enero 17, 2026, <https://planderecuperacion.gob.es/noticias/conoce->

[proyectos-financiados-primera-convocatoria-proyectos-innovadores-almacenamiento-bombeo-reversible-perte-erha-prtr](#)