



Cuando la energía entra en el puerto. La transición energética como motor de la redefinición estratégica de los puertos

Durante siglos, los puertos han sido espacios donde confluyen mercancías, personas y se realizan intercambios económicos. Su historia está unida a la capacidad de conectar territorios, impulsar el comercio y favorecer el desarrollo de las ciudades que han crecido a su alrededor. En ese largo recorrido, la energía siempre estuvo presente, aunque casi exclusivamente como un recurso necesario para sostener la actividad portuaria. Hoy, esa realidad comienza a cambiar. La transición energética no modifica únicamente la forma de producir y consumir energía; también redefine el papel de determinadas infraestructuras estratégicas y, entre ellas, los puertos ocupan una posición singular. La energía deja de ser un servicio auxiliar y pasa progresivamente a incorporarse a su propuesta de valor, ampliando su función tradicional como nodos logísticos y convirtiéndolos progresivamente en plataformas capaces de integrar logística, energía, datos y transformación urbana.

La evolución de algunos de los principales puertos del mundo confirma que no se trata de un fenómeno local. Rotterdam y Amberes-Bruges avanzan en el despliegue de conexiones eléctricas en muelle y en la articulación de ecosistemas vinculados a las energías renovables y a los combustibles de bajas emisiones. Singapur combina su condición de gran centro marítimo con la experimentación tecnológica, la digitalización y la preparación de nuevas cadenas energéticas. Los Ángeles, pionero en el suministro eléctrico a buques atracados, muestra que la electrificación también exige modernizar redes e infraestructuras urbanas. Todos esos ejemplos comparten una tendencia: el puerto comienza a desempeñar una función activa dentro del sistema energético y puede convertir esa función en un elemento de diferenciación territorial.

Conviene distinguir esta transformación de la transición energética del transporte marítimo. La descarbonización de la navegación se orienta principalmente a sustituir los combustibles fósiles utilizados para la propulsión de los buques por alternativas con menores o nulas emisiones. La transformación energética de los

puertos responde a otra lógica. Su objetivo es dotarlo de capacidades para suministrar, integrar y gestionar servicios energéticos destinados a los buques durante su estancia, a las terminales, a la logística terrestre y al tejido industrial de su entorno. Ambas transiciones están relacionadas y se refuerzan mutuamente, pero son diferentes. La primera modifica la forma de navegar; la segunda, el modo en que el puerto crea valor y se relaciona con su ciudad y su hinterland.

España participa plenamente en esta evolución. El Marco Estratégico del Sistema Portuario de Interés General, aprobado en 2022 con horizonte 2030, ofrece una base especialmente fértil para interpretarla. Su relevancia no reside sólo en fijar objetivos ambientales o digitales, sino en proponer una concepción ampliada del puerto. Junto a las infraestructuras y los servicios tradicionales, el documento incorpora la «infoestructura» y la corriente de energía como planos estructurales de la actividad portuaria. Los puertos aparecen como enclaves idóneos para fomentar la electricidad de origen renovable y los combustibles alternativos porque concentran demanda procedente tanto del lado terrestre como del marítimo.

Leído desde una perspectiva estratégica, la principal aportación del Marco consiste en ampliar la propuesta de valor del puerto. No plantea simplemente incorporar tecnologías verdes a un modelo existente, sino transformar el propio modelo portuario. A su función tradicional como nodo logístico incorpora progresivamente nuevas capacidades vinculadas a la energía, la digitalización, la innovación, la gobernanza y la integración territorial. Su puerto objetivo es eficiente, conectado, inteligente, sostenible, seguro y transparente; un puerto capaz de optimizar simultáneamente flujos de carga, pasajeros, medios de transporte, datos, energía y otros recursos. Esta visión modifica la misión de las Autoridades Portuarias españolas. Además de planificar infraestructuras y ordenar servicios, deben actuar como líderes y facilitadores de una oferta integral, coordinar actores públicos y privados, promover innovación y construir alianzas con las ciudades. La transición energética exige, por tanto, nuevas capacidades de planificación, coordinación e inversión.

En ese marco, el Onshore Power Supply (OPS) adquiere un significado que trasciende su dimensión técnica. El sistema permite que, una vez atracado, el buque apague sus motores auxiliares y tome de tierra la electricidad necesaria para mantener sus servicios a bordo. No electrifica la propulsión durante la navegación, pero evita que el buque continúe quemando combustible en el muelle para generar

electricidad. Sus beneficios inmediatos son conocidos: disminuyen las emisiones, el ruido y las vibraciones en zonas próximas a barrios urbanos. Sin embargo, su sentido estratégico es más amplio. El OPS convierte al puerto en proveedor de un servicio energético avanzado y conecta físicamente el sistema marítimo con la red eléctrica terrestre.

El despliegue español muestra que esta transformación ha dejado de ser una expectativa. El análisis de instalaciones OPS existentes y futuras realizado por la Alianza Net-Zero Mar señala que la tecnología ha alcanzado madurez técnica y operativa, aunque persisten diferencias en la preparación de los puertos y de los buques. El Puerto de la Bahía de Cádiz constituye un ejemplo especialmente ilustrativo. La instalación, pionera en España para el tráfico de cruceros, ha sido desarrollada junto con Endesa y representa mucho más que una conexión eléctrica en el muelle. Como destacó Teófila Martínez, Presidenta de la Autoridad Portuaria de la Bahía de Cádiz, se integra en una estrategia de modernización que mejora la relación con la ciudad y refuerza el posicionamiento del puerto. El proyecto demuestra que la visión del Marco Estratégico empieza a materializarse en servicios concretos y visibles para navieras, pasajeros y ciudadanos.

La perspectiva energética aportada por Rafael Sánchez Durán permite, además, identificar el principal límite de esta evolución. El reto no consiste únicamente en adquirir convertidores, tender cables o adaptar atraques. La electrificación requiere potencia disponible, nuevas acometidas, subestaciones, sistemas de control y capacidad suficiente en las redes de transporte y distribución. La presentación realizada en La Rábida estimaba que el despliegue del OPS en los puertos españoles podría exigir alrededor de 800 MW adicionales hasta 2030, además de una inversión cercana a 500 millones de euros en infraestructuras específicas. Estas magnitudes muestran que el OPS es una decisión de sistema. Exige anticipar demanda, coordinar calendarios de inversión y evitar que la falta de capacidad de red se convierta en el verdadero cuello de botella.

Esta cuestión resulta especialmente relevante en un sistema eléctrico como el español, donde la capacidad de generación renovable ha crecido con rapidez y aparecen cada vez más horas de precios muy bajos o incluso negativos. El desafío ya no es solo producir electricidad limpia, sino crear demanda flexible capaz de aprovecharla sin comprometer la seguridad del suministro. Los puertos pueden contribuir a esa función mediante OPS, autoconsumo, almacenamiento,

electrificación de equipos, gestión inteligente de cargas y coordinación con actividades industriales próximas. Desde esta perspectiva, la red se convierte en la infraestructura crítica que conecta la generación renovable con los nuevos usos. La ventaja portuaria dependerá tanto de la calidad de sus accesos marítimos y terrestres como de su capacidad de acceso eléctrico.

Reducir la transición energética en los puertos al OPS sería, no obstante, insuficiente. El suministro desde tierra es la primera manifestación visible de un proceso más amplio. Tras él aparecen la electrificación de grúas y vehículos, la producción y suministro de combustibles alternativos, las comunidades energéticas, las baterías, la recuperación de energía, los sistemas digitales de previsión y las plataformas capaces de coordinar en tiempo real generación, consumo y almacenamiento. El puerto del futuro deberá comportarse como integrador de servicios energéticos y espacio de encuentro entre actores públicos y privados.

La dimensión urbana de esta transformación es igualmente importante. En muchos puertos, los buques permanecen atracados cerca de áreas residenciales y turísticas; por ello, la reducción de emisiones locales, ruido y vibraciones produce beneficios directos y perceptibles. El OPS puede contribuir a reconstruir la confianza entre puerto y ciudad al demostrar que la actividad marítima es compatible con una mayor calidad de vida. Pero la relación va más allá de la mitigación de impactos. Un puerto con infraestructuras energéticas robustas y avanzadas puede atraer inversiones industriales, facilitar proyectos renovables, apoyar la descarbonización de la movilidad terrestre y participar en estrategias urbanas de resiliencia. La transformación energética se convierte así también en transformación urbana.

El caso español revela, en definitiva, que la transición energética está impulsando una auténtica transición portuaria. Durante décadas, la posición de un puerto dependió principalmente de su localización, de la conectividad de sus líneas marítimas, de sus accesos terrestres y de su eficiencia operativa. En la próxima década dependerá también de su capacidad de articular energía, datos, innovación y territorio dentro de una propuesta de valor coherente. El Marco Estratégico de 2022 anticipó esa evolución al situar la corriente de energía junto a las corrientes de carga, pasajeros e información. El OPS constituye la primera manifestación visible de ese cambio, pero no su destino final.

Cuando la energía entra en el puerto no cambia únicamente la forma de abastecer

de electricidad a los buques atracados; cambia la misión del puerto y, con ella, su capacidad para crear valor económico, ambiental y territorial para las ciudades y regiones a las que sirve.

For centuries, ports have been places where goods, people and economic exchanges converge. Their history has been shaped by their ability to connect territories, foster trade and support the development of the cities that have grown around them. Throughout this long history, energy has always been present, although almost exclusively as a resource required to sustain port operations. Today, however, this reality is beginning to change. The energy transition is not only transforming the way energy is produced and consumed; it is also redefining the role of certain strategic infrastructures, among which ports occupy a unique position. Energy is no longer merely an auxiliary service but is progressively becoming part of the port's value proposition, extending its traditional role as a logistics hub and transforming it into a platform capable of integrating logistics, energy, data and urban transformation.

The evolution of several of the world's leading ports confirms that this is far from being a local phenomenon. Rotterdam and Antwerp-Bruges are expanding shore-side power connections while developing ecosystems based on renewable energy and low-carbon fuels. Singapore combines its position as a global maritime hub with technological experimentation, digitalisation and the development of new energy supply chains. Los Angeles, a pioneer in Onshore Power Supply (OPS), demonstrates that port electrification also requires substantial investment in electricity networks and urban infrastructure. Despite their different contexts, these ports share a common trend: they are assuming an increasingly active role within the energy system and transforming that role into a source of territorial competitiveness.

At this point, it is important to distinguish this process from the energy transition taking place in maritime transport. The decarbonisation of shipping primarily seeks to replace fossil fuels used for vessel propulsion with low- or zero-emission alternatives. The energy transformation of ports follows a different logic. Its objective is to equip ports with the capabilities required to supply, integrate and manage energy services for vessels while alongside port terminals, inland logistics and the surrounding industrial fabric. These two transitions are closely related and mutually reinforcing, yet they are not the same. The first changes the way ships

navigate; the second transforms the way ports create value and interact with their cities and hinterlands.

Spain is fully engaged in this transformation. The Strategic Framework for the Spanish Port System of General Interest, approved in 2022 with a horizon extending to 2030, provides an especially valuable lens through which to interpret it. Its significance lies not merely in setting environmental or digital objectives, but in proposing an expanded conception of the port itself. Alongside traditional infrastructure and services, the Framework introduces both the ‘infostructure’ and the flow of energy as structural dimensions of port activity. Ports are therefore recognised as ideal locations for fostering renewable electricity generation and alternative fuels, since they concentrate demand from both maritime and land-based transport systems.

From a strategic management perspective, the Framework’s most significant contribution is that it broadens the port’s value proposition. Rather than simply incorporating green technologies into an existing model, it redefines the model itself. Beyond its traditional function as a logistics hub, the port progressively acquires new capabilities related to energy, digitalisation, innovation, governance and territorial integration. The vision promoted by the Framework is that of a port which is efficient, connected, smart, sustainable, safe and transparent; a port capable of simultaneously optimising flows of cargo, passengers, transport modes, data, energy and other critical resources.

This perspective also reshapes the mission of Spanish Port Authorities. Their role is no longer confined to planning infrastructure and regulating port services. Increasingly, they are expected to act as orchestrators of complex ecosystems: coordinating public and private stakeholders, fostering innovation, facilitating investment and building stronger partnerships with cities and surrounding territories. In this sense, the energy transition is not simply an environmental challenge; it requires the development of new strategic capabilities in planning, coordination and long-term governance.

Within this framework, Onshore Power Supply (OPS) acquires a significance that goes well beyond its technical dimension. Once a vessel is berthed, OPS enables it to switch off its auxiliary engines and obtain the electricity required for onboard services directly from the onshore grid. It does not electrify propulsion while the

vessel is at sea; rather, it eliminates the need to continue burning fuel while alongside. Its immediate environmental benefits are well known: lower emissions, reduced noise and fewer vibrations in urban areas adjacent to ports. Yet its strategic importance is far greater. OPS transforms the port into a provider of advanced energy services and establishes a physical interface between the maritime transport system and the terrestrial electricity network.

The Spanish experience demonstrates that this transformation is no longer a future aspiration. According to the latest assessment carried out by the Net-Zero Mar Alliance, OPS technology has already reached a high level of technical and operational maturity, although significant differences remain in the readiness of both ports and vessels.

The Port of the Bay of Cádiz provides one of the clearest illustrations of this evolution. Its pioneering OPS installation for cruise traffic, developed in partnership with Endesa, represents far more than the deployment of a shore-side electrical connection. As emphasised by Teófila Martínez Saiz, President of the Port Authority of the Bay of Cádiz, the project forms part of a broader strategy aimed at modernising the port, strengthening its relationship with the city and reinforcing its competitive positioning. In this respect, Cádiz demonstrates how the vision set out in the Strategic Framework is beginning to materialise through tangible services that create value for shipping companies, passengers and citizens alike.

The energy perspective introduced by Rafael Sánchez Durán, General Director of Endesa for Andalusia, Extremadura, Ceuta and Melilla, helps identify what may become the principal constraint on this transition. The challenge does not lie solely in acquiring converters, installing cables or adapting berths. Large-scale electrification also requires sufficient available power capacity, new grid connections, substations, control systems and robust transmission and distribution networks.

The estimates presented during the La Rábida Summer Course suggested that the deployment of OPS throughout the Spanish port system could require approximately 800 MW of additional electrical capacity by 2030, together with investments of around €500 million in dedicated infrastructure. These figures highlight an essential point: OPS should not be understood merely as a port investment, but as a system-wide strategic decision. Its successful implementation requires long-term demand forecasting, coordinated investment schedules and close cooperation between port authorities, electricity network operators, energy

companies and public administrations, so that grid capacity does not become the principal bottleneck in the energy transition.

This challenge is particularly relevant within the Spanish electricity system, where renewable generation has expanded rapidly and periods of very low – or even negative – electricity prices are becoming increasingly frequent. The key issue is therefore no longer simply producing clean electricity, but creating sufficiently flexible demand capable of absorbing renewable generation without compromising system reliability.

Ports are uniquely positioned to contribute to this objective through OPS, on-site renewable generation, energy storage, the electrification of port equipment, smart load management and closer coordination with neighbouring industrial activities. From this perspective, the electricity grid becomes the critical infrastructure linking renewable energy production with new patterns of demand. Future port competitiveness will therefore depend not only on the quality of maritime and inland transport connections, but also on access to reliable and adequately dimensioned electrical infrastructure.

Reducing the energy transformation of ports to the deployment of Onshore Power Supply (OPS) would therefore provide only a partial understanding of the ongoing transition. The port of the future will not simply consume or distribute electricity. It will evolve into an integrated energy platform where renewable generation, storage systems, alternative fuels, smart grids, digital technologies and flexible demand management converge within a single operational ecosystem. Energy will cease to be merely a supporting resource and will become one of the port's core strategic capabilities.

The implications of this transformation extend far beyond the energy sector itself. Lower atmospheric emissions and reduced noise contribute directly to improving environmental quality and to strengthening the relationship between ports and the cities that surround them. At the same time, the availability of advanced energy services increases the attractiveness of ports for industrial investment, logistics activities and new business models associated with the decarbonised economy. The energy transition therefore reinforces not only environmental sustainability but also territorial competitiveness and urban integration.

From this perspective, the transformation currently taking place in Spanish ports

should not be interpreted as an isolated technological process. Rather, it represents a profound strategic evolution that expands the traditional mission of ports and redefines the value they create for society. Ports are becoming platforms where logistics, energy, digitalisation and governance converge, generating synergies that were scarcely imaginable only a decade ago.

Ultimately, the Spanish experience illustrates how the energy transition is driving a genuine port transition. For decades, the competitive position of a port depended primarily on its geographical location, maritime connectivity, hinterland accessibility and operational efficiency. Over the coming decade, however, competitiveness will increasingly depend on the ability to integrate energy, data, innovation and territory into a coherent value proposition. The Strategic Framework for the Spanish Port System of General Interest anticipated this evolution by recognising energy flows alongside the traditional flows of cargo, passengers and information. OPS is the first visible manifestation of this transformation, but it is by no means its final destination.

When energy enters the port, what changes is not merely the way electricity is supplied to berthed vessels. What changes is the very mission of the port and, with it, its capacity to create economic, environmental and territorial value for the cities and regions it serves.

IMAGEN INICIAL | *El OPS en el Muelle de Alfonso XIII del Puerto de Cádiz. (© Autoridad Portuaria de la Bahía de Cádiz).*

HEAD IMAGE | *The OPS at the Alfonso XIII Dock in the Port of Cadiz. (© Port Authority of Cadiz Bay).*



NOTA

NOTE

[1] Este artículo desarrolla algunas de las reflexiones surgidas en el Curso de Verano *“Puertos comprometidos con sus ciudades: transición energética, digitalización y transformación urbana”*, organizado por RETE y la Universidad Internacional de Andalucía (UNIA) y coordinado por la Cátedra Puerto de Sevilla de la Universidad de Sevilla, celebrado en La Rábida (Huelva, España) en julio de 2026. El diálogo entre autoridades portuarias, empresas energéticas, expertos del sector y universidad enriqueció el análisis, y en la sesión sobre *“La respuesta de los Puertos ante la nueva demanda energética”*, las aportaciones de Teófila Martínez Saiz, Presidenta de la Autoridad Portuaria de la Bahía de Cádiz, y de Rafael Sánchez Durán, Director General de Endesa en Andalucía, Extremadura, Ceuta y Melilla han sido especialmente útiles para la redacción de este documento.

[1] This article builds upon the reflections developed during the Summer Course Ports Committed to Their Cities: Energy Transition, Digitalisation and Urban Transformation, jointly organised by RETE and the International University of Andalusia (UNIA) and coordinated by the Port of Seville Chair at the University of Seville, held in La Rábida (Huelva, Spain) in July 2026. The dialogue between port authorities, energy companies, academic experts and representatives of public institutions enriched the ideas presented here. In particular, the contributions of Teófila Martínez Saiz, President of the Port Authority of the Bay of Cádiz, and Rafael Sánchez Durán, General Manager of Endesa for Andalusia, Extremadura, Ceuta and Melilla, provided valuable insights for the development of this contribution.

REFERENCIAS

REFERENCES

Alianza Net-Zero Mar, & Ghenova. (2026). *Actualización del análisis y mapeado de instalaciones OPS existentes y futuras en los puertos del sistema portuario español – 2025*.

International Energy Agency. (2025). *World Energy Outlook 2025*.

International Maritime Organization. (2023). *2023 IMO Strategy on Reduction of GHG Emissions from Ships*.

Monitor Deloitte. (2025). *Puertos verdes: la ruta hacia el liderazgo marítimo sostenible*.

Puertos del Estado. (2022). *Marco Estratégico del Sistema Portuario de Interés General*.

Sánchez Durán, R. (2026). *La respuesta de los puertos ante la nueva demanda energética* [Presentazione]. Curso de Verano de La Rábida, Spagna.