

Visión estratégica de **FUTURED**



Fuente: Futured

QUÉ ES **FUTURED**

En España, la *Plataforma Tecnológica Española de Redes Eléctricas FUTURED* nace con la vocación de integrar a todos los agentes implicados en el sector eléctrico para definir e impulsar estrategias a nivel nacional que permitan la consolidación de una red mucho más avanzada, capaz de dar respuesta a los retos del futuro.

FUTURED fue consolidada en octubre de 2005 como un lugar de encuentro y diálogo, un foro común para posibilitar un mejor conocimiento mutuo entre los organismos y entidades que la conforman, identificar posibles oportunidades de colaboración conjunta, definir una visión compartida y, en su caso, defender una postura común ante sus públicos objetivos (sociedad, administraciones nacionales y europeas, etc.).

La política energética europea (y muy especialmente — por razones de geoestrategia energética —, la política energética española) posee dos objetivos fundamentales: la reducción drástica de la dependencia energética del exterior y la reducción sostenida del impacto medioambiental ocasionado por las infraestructuras de los sistemas eléctricos.

Las estrategias fundamentales que deben fomentarse para lograr los objetivos mencionados consisten en el ahorro y el uso racional de la energía, la utilización de sistemas eléctricos más eficaces y un mayor aprovechamiento de los recursos autóctonos.

INTRODUCCIÓN

Las redes de transporte y de distribución se han construido para suministrar, de forma segura y eficaz, la



energía generada en escasas y predecibles fuentes, situadas geoestratégicamente para dar servicio a millones de personas en todo el territorio. Sin embargo, este paradigma está cambiando debido a la incorporación de nuevas y diversas fuentes de energía distribuidas en función de la fuente —y no de la demanda— y de nuevos requerimientos de demanda tanto en el sector industrial como en el sector residencial, derivados de la revolución digital actual.

El resultado es la red eléctrica del año 2025, una red capaz de satisfacer y garantizar necesidades eléctricas de todos los usuarios de una forma eficaz, firme, fiable y sostenible.

Para conseguirlo, **FUTURED** deberá incorporar potentes desarrollos tecnológicos tanto en software como en hardware y en aplicación de nuevos materiales, identificando las principales líneas tecnológicas a impulsar:

- Sistemas de información y comunicación
- Previsión y optimización
- Electrónica de potencia
- Materiales y sensores
- Distribución activa



En este contexto **FUTURED** se fija los siguientes objetivos:

- 1) Colaborar con las empresas del sector eléctrico español para que puedan desarrollar nuevos productos y servicios basados en la tecnología y la innovación.
- 2) Cooperar con los organismos competentes en el desarrollo de un marco regulatorio eléctrico español.
- 3) Reforzar la cooperación en I+D entre las compañías eléctricas, sus proveedores y los Centros de Investigación y la Universidad.
- 4) Colaborar con las instituciones en los planes de formación y difusión de las buenas prácticas para el uso racional y sostenible de la energía eléctrica.

OBJETIVOS ESTRATÉGICOS DEL SECTOR ELÉCTRICO ESPAÑOL

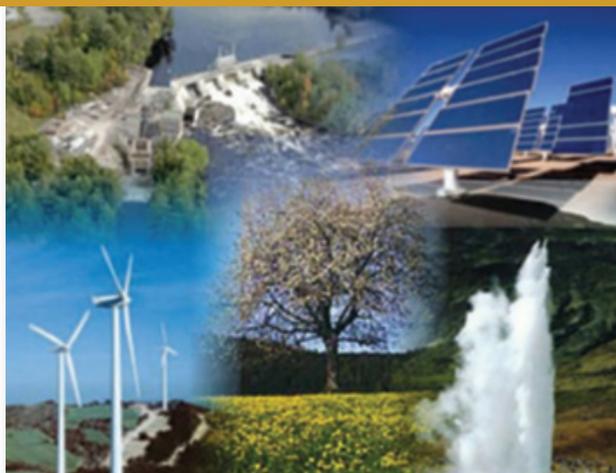
- 1) Desarrollar infraestructuras de transporte y de distribución más eficientes y sólidas, que dispongan de funcionalidades operativas más avanzadas, que permitan el movimiento de mayores volúmenes de energía, que propicien el ahorro de energía y que tengan menos pérdidas y costes menores.

Resulta fundamental convertir la demanda en un agente económico de carácter elástico para que las variaciones de precio afecten a los consumidores y no exista mercado únicamente del lado de la generación.

- 2) Garantizar operaciones seguras, fiables y flexibles con todos los recursos disponibles del sistema eléctrico, potenciando el papel activo de todos los agentes en dicho sistema.
- 3) Asegurar un suministro energético con unos niveles de fiabilidad, calidad y costo adecuados para las demandas de la sociedad futura, tanto en el ámbito industrial como en el sector de servicios y en los usuarios residenciales.
- 4) Facilitar una integración efectiva de las energías renovables, de tal manera que coexistan eficazmente con plantas de generación centralizada, sin menoscabo en la estabilidad del sistema y en la seguridad del suministro. Así España podrá tener la estructura energética óptima, de acuerdo con las necesidades del país y respetando al máximo el medio ambiente.
- 5) Posibilitar la integración interactiva de consumidores y de nuevos agentes suministradores de energía y servicios, de forma que una mayor flexibilidad en el consumo de energía eléctrica pueda derivar en beneficios económicos a la vez que en nuevas oportunidades para la gestión de la red por el resto de agentes.
- 6) Lograr un transporte y una distribución de energía más respetuosos con el medio ambiente integrando los criterios de reducción de impacto ambiental y de desarrollo sostenible en los planes de infraestructuras así como en el diseño y en la implantación de éstas.
- 7) Desarrollar una red de transporte y de distribución capaz de constituir una plataforma para la prestación de servicios avanzados e innovadores a los usuarios, en términos de bienestar y calidad de vida.
- 8) Promover un marco regulatorio que permita un desarrollo armónico de los objetivos citados dentro del sector eléctrico.

DEPENDENCIA ENERGÉTICA

La creciente necesidad de una disminución drástica de la dependencia energética exterior conduce a la obligación de utilizar óptimamente las fuentes y los recursos



energéticos autóctonos. En este contexto, las líneas y redes futuras deberán integrar multitud de pequeñas explotaciones energéticas con fuentes renovables, geográficamente dispersas, estratégicamente ubicadas y asociadas a otros sistemas de generación y consumo distribuidos.

Para atenuar el carácter aleatorio —principal inconveniente de las fuentes renovables—, resultará fundamental la función integradora de las líneas de interconexión entre los sistemas de generación con fuentes renovables, los otros sistemas de generación, almacenamiento energético y centros de consumos geográficamente cercanos.

Estas redes integradoras deberán dotarse de sistemas de captación y tratamiento de datos, además de aplicar algoritmos de gestión y sistemas de operación y control muy distintos de los utilizados en los sistemas convencionales de generación y transporte.

CRECIMIENTO DE LA DEMANDA

En las próximas décadas, la incidencia de la electricidad en el consumo energético total en los países de la OCDE pasará del 24%, en 1970, al 40% en 2020. Además, la actividad industrial y económica —transportes, telecomunicaciones, finanzas, etc.— estará progresivamente gobernado por complejos y sensibles sistemas electrónicos e informáticos dependientes de una

energía eléctrica con una alta fiabilidad y calidad de suministro. En resumen, la red eléctrica deberá atender una demanda de electricidad creciente —en cantidad— y con niveles de calidad superiores a los actuales, para responder a las futuras necesidades de la economía.

Aunque actualmente se habla de «generación distribuida», quizás es más correcto hablar en términos de «recursos energéticos distribuidos». Resulta fundamental convertir la demanda en un agente económico de carácter elástico para que las variaciones de precio afecten a los consumidores y no exista mercado únicamente del lado de la generación.

SATURACIÓN DE REDES

Tanto desde la Administración como desde la ciudadanía, cada vez surgen más condicionantes para la ampliación de las redes de transporte y de distribución —fundamentalmente, nuevas líneas y subestaciones eléctricas— por el impacto medioambiental y estético que éstas provocan. Unido a la creciente demanda ya expuesta, este hecho conduce a las redes eléctricas a una progresiva saturación que magnifica las repercusiones de los posibles incidentes.

IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

La sensibilización social sobre la ecología y el rechazo a las agresiones medioambientales constituyen otro factor que condiciona, de forma decisiva, el desarrollo del escenario energético, en general, y el de las infraestructuras de líneas y redes, en particular. En este sentido, debe garantizarse el respeto por el medio ambiente en todos los procesos, como principio básico de actuación, siguiendo la máxima del desarrollo sostenible en la línea de los acuerdos de la cumbre de Río de Janeiro de 1992 y del protocolo de Kyoto, que entró en vigor en 2004.

Como consecuencia de los factores anteriores, la característica distintiva fundamental de las futuras redes eléctricas será la flexibilidad: deberán ser capaces de enfrentarse eficazmente a diferentes escenarios energéticos.

Además de esta característica esencial, se vislumbra otra serie de matices que distinguirán las futuras redes de transporte y de distribución eléctrica de las actuales. Se enuncian a continuación:

- Suministrarán energía eléctrica de alta calidad y fiabilidad.
- Servirán de soporte para ofrecer un amplio catálogo de servicios inteligentes a los usuarios.
- Soportarán una alta penetración de la generación distribuida y de las energías renovables.
- Funcionarán como medio de distribución de las transacciones realizadas en el mercado.

De acuerdo con las tendencias, en las próximas décadas se dispondrá de una red de transporte y de distribución con

una gestión altamente compleja —unificada y controlada digitalmente para soportar grandes cantidades de energía con precisión y fiabilidad—, con un número exponencialmente creciente de transacciones comerciales —no sólo entre las empresas operadoras, sino también con los clientes—. Por buscar una analogía, la red eléctrica se convertirá en una especie de Internet de electrones; una especie de «lugar» donde los compradores —usuarios finales y comercializadores— y los vendedores —generadores— de electricidad se encuentran para desarrollar sus transacciones. Cuanto más ágil, flexible, potente e interconectada sea esta red, más fácilmente se desarrollarán estas transacciones en un mercado libre.

FUTURED: LA VISIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO A PARTIR DEL AÑO 2025

FUTURED, la red eléctrica del 2025, proporcionará la infraestructura de transporte y de distribución de energía eléctrica que satisfará de forma eficaz, firme, fiable y sostenible las necesidades eléctricas de todos sus usuarios, incorporando los avances tecnológicos necesarios.

FUTURED se construirá progresivamente sobre la infraestructura eléctrica existente. Los tipos de equipamiento que el sistema utiliza para el suministro eléctrico actual —líneas, subestaciones y transformadores— evolucionarán y se adaptarán con la incorporación de nuevas tecnologías: así incrementarán la eficiencia, la calidad y la seguridad de los sistemas existentes y permitirán la evolución hacia una nueva arquitectura para la red eléctrica en las zonas con mayor requerimiento de generación y de demanda. El resultado será una mejora en la eficacia de la energía suministrada y en las operaciones de mercado, y una red de alta calidad.

FUTURED estará automatizada: monitorizará y posibilitará el control de los nodos y de los clientes necesarios para permitir un flujo de electricidad e información bidireccional entre los distintos nudos de la red. Su inteligencia distribuida, unida a las comunicaciones avanzadas y a una gran automatización, permitirá realizar operaciones de mercado en tiempo casi real, optimizando la oferta y la demanda de energía eléctrica, así como trasladar la información de estado a los distintos actores de la red —tales como consumidores activos, distribuidores y generadores—.

Para *FUTURED*, las nuevas tecnologías de medición en el consumidor final deben contemplar la dualidad futura del mismo —como consumidor y como generador—: se asegura así que el consumidor se incorpora al modelo energético como sujeto activo. Asimismo, el equipo de medida, o similar, deberá garantizar la implantación de modelos de eficiencia energética capaces de fomentar el uso racional de las energías en los puntos de consumo.

Los desarrollos tecnológicos en superconductividad y los nuevos materiales conductores permitirán gestionar de

forma más eficiente el transporte y la distribución de la energía a zonas urbanas y con gran crecimiento de demanda, con menores pérdidas y aprovechando los trazados de líneas ya existentes.



Así, las redes de *FUTURED* podrán estar mallasadas a distintos niveles, con sistemas de generación y consumo distribuidos, en baja, media y alta tensión y conectadas con la red europea y con Marruecos a través de múltiples caminos (Pirineos, mares, etc.); por primera vez, podrá borrarse la singularidad táctica de España como «isla eléctrica».

FUTURED se estructurará alrededor de cuatro elementos principales:

- 1) Una red de transporte fuertemente mallasada, soportada en gran medida por centrales avanzadas de generación e interconectada con Europa y África (Francia. Portugal. Marruecos, etc.).
- 2) Una red de distribución capaz de permitir la interconexión y la coexistencia de arquitecturas avanzadas, como microrredes, con las actuales, así como favorecer un flujo eléctrico bidireccional entre la red y los recursos distribuidos (generación, almacenamiento y consumo).
- 3) Redes virtuales formadas por agregación de generaciones locales y microrredes.
- 4) Una infraestructura de operación y de control capaz de garantizar la gestión integrada y segura de todo el sistema eléctrico.

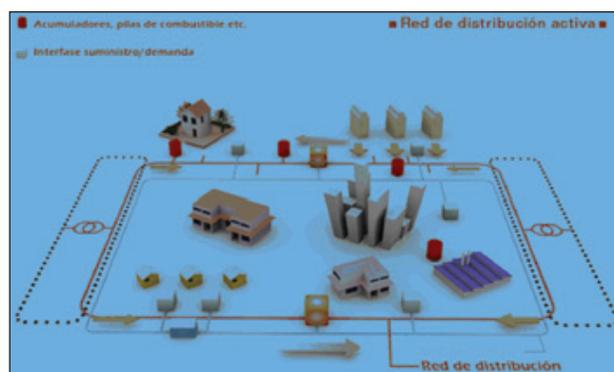
RED DE TRANSPORTE

La malla eléctrica de transporte permitirá expandir la distribución de electricidad desde:

- Una generación eficiente en grandes centrales y un número creciente de otras fuentes, que permita servir a los clientes de forma no discriminada.
- Un sistema más eficiente, capaz de considerar las ventajas de un clima diferente —debido a la gran

diversidad del mismo a escala nacional—, que incluye la gestión por parte de la demanda.

Este sistema mallasado estará compuesto por una gran variedad de tecnologías con controladores, convertidores y reguladores de alta potencia, y líneas subterráneas en corriente continua. Los controladores, FACTS, cables superconductores de muy baja impedancia y transformadores que operen en el entorno síncrono de corriente alterna estarán integrados en sistemas que funcionen en el entorno asíncrono de la corriente continua, mediante la utilización de dispositivos y convertidores en bajo y media tensión. Las transmisiones a gran distancia podrían efectuarse en corriente continua en media y alta tensión, lo que permitiría unir regiones adyacentes asíncronas aplicando a su vez las tecnologías de la información, comunicaciones y control para realizar operaciones en tiempo real. Los sistemas superconductores reducirán las pérdidas de las líneas, asegurarán la estabilidad de la tensión y expandirán la capacidad de transporte y de distribución de energía a áreas urbanas de alta densidad con un impacto ambiental mínimo.



RED DE DISTRIBUCIÓN

La red de distribución contará con nuevos materiales, técnicas y procedimientos para reducir pérdidas —tanto en líneas como en transformadores—, aumentará la capacidad de transmisión —especialmente, mediante materiales superconductores— y prolongará la vida útil de las instalaciones. La red también dispondrá de una monitorización más frecuente y más precisa (tiempo real), así como de protecciones —limitadores superconductores de intensidad— capaces de soportar mayores intensidades de cortocircuito y de técnicas más sofisticadas de mantenimiento predictivo. Por supuesto, estará compuesta por elementos que supongan menor impacto en el medio ambiente.

En la red de distribución de 2025, el flujo de electricidad será bidireccional: circulará desde los recursos y los consumos distribuidos hacia los niveles jerárquicos superiores —o viceversa, dependiendo de las condiciones de demanda y de suministro—. El intercambio de

información y la monitorización de la red en tiempo real permitirá a los mercados energéticos procesar las transacciones instantáneamente. Los consumidores podrán recabar diseños de los suministradores de electricidad, según sus necesidades de energía —incluyendo costes, impacto medioambiental y niveles de fiabilidad y de calidad de suministro—.

Se integrarán eficientemente arquitecturas avanzadas de las microrredes —definibles, de manera general, como redes de baja tensión a las que se conectan generadores distribuidos, sistemas de almacenamiento local y cargas controlables— en la red de distribución. Gestionadas de manera global, el operador de la red de distribución podrá percibir las como una entidad única.

REDES VIRTUALES

En la eléctrica virtual —o mercado de energía virtual—, se adopta la estructura de un modelo similar a Internet, así como su información y su capacidad de venta, más que cualquier otro hardware. La energía es comprada y dirigida a los puntos de agregación, donde el suministrador determina si procede de un generador convencional, de energías renovables o de elementos de almacenamiento. Así, nuevas fuentes sustituyen gradualmente a otras ya existentes.

La «virtual utility» es un concepto que persigue independizar la conexión física —asociada al distribuidor— de la energía que fluye —asociada al comercializador—. Tomado literalmente, este concepto resulta quizás utópico, pero señala el camino de la evolución del sector energético. En esta evolución, Internet constituirá un elemento clave, capaz de facilitar las comunicaciones entre todos los agentes que participen en la materialización de este concepto, soportando las transacciones necesarias para el funcionamiento de la «utility» virtual.

INFRAESTRUCTURA DE OPERACIÓN Y CONTROL

Los agentes que participen en este sistema dispondrán de tecnologías de control avanzado, capaces de combinar la inteligencia distribuida con los más modernos algoritmos de control de sistemas complejos. Esta infraestructura, basada en la incorporación de las tecnologías de la información y de las comunicaciones como médula del sistema eléctrico, dotará a los agentes de un papel activo en la operación integral del sistema eléctrico. Por tanto, estos sistemas combinarán una excelencia tecnológica, que garantice la solidez del sistema, con aquellos mecanismos de mercado capaces de garantizar, a su vez, la competitividad.

Toda la operación estará orientada a máxima estabilidad del mismo —incluyendo los niveles alta fiabilidad, seguridad y capacidad de autorrecuperación—.

BENEFICIOS POTENCIALES

Existen múltiples formas mediante las cuales *FUTURED*, en el horizonte 2025, beneficiará a la economía, al medio ambiente, a la seguridad y a la ciudadanía española.

1. Usuarios y consumidores de energía eléctrica

Los consumidores podrán acceder a más servicios y opciones de valor añadido: como el acceso a precios en tiempo real, esto les permitirá escoger mucho mejor sus compraventas de energía.

2. Regulador y agencias oficiales

La finalidad del regulador y de las agencias gubernamentales (IDAE, etc.) es asegurar la eficiencia y la transparencia en el funcionamiento del sector eléctrico. Esta finalidad mejorará puesto que, además del impacto positivo en el resto de agentes, se mejorará la eficiencia del sector eléctrico en general. Para la eficacia del sector, también se necesitará de la participación de las agencias gubernamentales, como máximos responsables a la hora de implantar los cambios normativos y regulatorios.

3. Operadores de redes eléctricas

Los operadores se beneficiarán de las posibilidades de las nuevas redes de cara a una operación más efectiva. Este beneficio aumentaría los niveles de fiabilidad y de calidad de las redes, así como su rendimiento económico y un aumento de la seguridad de sus operarios.

La necesidad de realizar inversiones que flexibilicen las redes de transporte y de distribución —elementos FACTS, de almacenamiento, etc.— supone un reto importante. Para abordarlo, se requieren marcos regulatorios estables y estructuras de mercados capaces de garantizar la recuperación de las inversiones.

4. Comercializadores y agregadores

Previsiblemente, la implantación de nuevas redes facilitará las posibilidades en lo que respecta a la realización de transacciones de energía eléctrica en toda España. Los agentes podrán acceder a más mercados de energía y operación.

5. Empresas de suministro de energía

Estas empresas se beneficiarían de un mejor aprovechamiento de sus recursos para cubrir las necesidades de sus clientes: por tanto, sus beneficios en la compra de la energía requerida aumentarían.

Para poder disfrutar de estos beneficios, deben diseñarse nuevos productos y servicios ajustados a las necesidades de los clientes.

6. Generadores

Como resultado de su integración en redes eléctricas más complejas, los generadores podrán ampliar su

La «virtual utility» es un concepto que persigue independizar la conexión física de la energía que fluye

«catalogo» de productos —de producción de electricidad centralizada— con la utilización de otros recursos energéticos distribuidos.

7. Suministradores de productos de tecnología

El despliegue de las nuevas redes implicará el desarrollo, la transferencia y la implantación de nuevas tecnologías y modelos de negocio. En este sentido, los fabricantes de equipos representarán un elemento clave: se beneficiarán de la venta de nuevos productos tecnológicos capaces de garantizar la integración de todos los recursos energéticos centralizados y distribuidos a través de redes de libre acceso, basadas en las infraestructuras ya existentes y en la instalación de nuevos elementos.

8. Investigadores

Los grupos de investigación poseen un papel clave puesto que sin investigación, no se obtiene desarrollo. Será necesaria una cooperación mucho más cercana e intensa entre universidades, centros de investigación y el resto de actores (empresas de energía, transportistas y distribuidores, reguladores, agregadores, fabricantes de equipos, etc.) no sólo para el desarrollo de nuevas tecnologías sino para su difusión en los foros adecuados.

SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN (TIC)

La inteligencia distribuida, el establecimiento de estándares y la necesidad de responder tanto a la interoperabilidad entre los distintos sistemas y equipos como al procesamiento masivo de datos impulsarán el desarrollo de la futura arquitectura de las comunicaciones, determinando cómo deben controlarse y cómo deben operarse este tipo de sistemas.

Deben de ser autorreconfigurables pues se automonitoriza y se corrige en tiempo real con el fin de permitir un flujo constante de energía de alta calidad. Pueden detectar las anomalías y contrarrestarlas, o reconfigurar los flujos para aislar cualquier defecto antes de que se pueda propagar.

También deben de ser proactivos, gracias a la inteligencia distribuida de los equipos, que permite tener una información anticipada de las necesidades de mantenimiento o de la gestión de la vida útil de los propios equipos.

PREVISIÓN Y OPTIMIZACIÓN

Estos modelos deberán cubrir las funciones de un diseño regulado —planificación, operación y control del sistema— y simular diferentes alcances temporales —largo, medio y corto plazo—, considerando las relaciones tanto institucionales y organizativas como económicas y físicas entre los agentes implicados. A continuación, se exponen algunos de los retos para el desarrollo de estos modelos:

- La dimensión de los sistemas, con numerosos elementos activos.
- La capacidad de gestión y el tratamiento de un volumen muy elevado de información.
- La lógica distribuida y descentralizada, basada en agentes inteligentes —con funcionalidad local— pero integrada, con el mantenimiento de la eficiencia y de la seguridad del sistema en su conjunto.
- La integración de los diferentes recursos energéticos así como la interacción, la dependencia y la vulnerabilidad de las distintas redes de suministro —electricidad y gas— y de comunicaciones.
- Las diferentes formas de modelado y de simulación de los agentes y del sistema, ligados a los distintos problemas a resolver: diseño de tarifas y precios, planificación de inversiones, simulación de mercados e interacción con las redes, operación y control, seguridad y estabilidad, monitorización y gestión de la vida de las instalaciones.

DISTRIBUCIÓN ACTIVA

La aleatoriedad de los sistemas de generación con energías renovables y la imposibilidad de adaptación a la evolución de la demanda serán compensadas con las nuevas tecnologías —mediante técnicas de integración entre diversos sistemas de generación, almacenamiento y dosificación energética—. La aplicación de técnicas de almacenamiento directo de energía eléctrica por procesos electroquímicos supondrá una verdadera revolución en el escenario energético.

MATERIALES Y SENSORES

El alcance de las prestaciones de las redes del futuro dependerá, en gran medida, del desarrollo de los superconductores de alta temperatura que revolucionarán el sistema eléctrico y aumentará su fiabilidad y eficiencia; además, reducirá el empleo de combustible, las emisiones contaminantes y la superficie de terreno utilizado.

Las tecnologías basadas en superconductores de alta temperatura se utilizarán en generadores, cables, transformadores, motores y dispositivos de almacenamiento, así como en todos aquellos equipos que proporcionen una mayor flexibilidad al sistema (por ejemplo, los limitadores de corriente de falta).