

## RESUMEN

En la actualidad, existe una creciente necesidad a nivel global de incrementar la producción de electricidad, elemento clave de las economías modernas, a partir de fuentes de energía renovable. Este fenómeno, conocido como “transición energética”, pretende cambiar el modelo actual basado en combustibles fósiles por un modelo cien por cien renovable. Para llevarlo a cabo, es importante tener en cuenta que la mayoría de los recursos de generación renovables no son gestionables y presentan una fuerte variabilidad en su producción de energía difícilmente predecible, lo que hace necesario que el sistema eléctrico tenga que ser más flexible para poder operarse de forma segura. Por otro lado, en los últimos años, las tecnologías de la información y la comunicación han experimentado una rápida evolución como consecuencia del proceso de digitalización y de los continuos desarrollos en este campo, lo que ha permitido a otros sectores, como el sector eléctrico, evolucionar hacia nuevos modelos de funcionamiento más avanzados como las denominadas “redes inteligentes”. Todos estos cambios hacen que la flexibilidad de la demanda, conocida como la capacidad de un consumidor de modificar su forma de consumir energía en función de una señal externa, pueda ofrecerse como un recurso valioso a los operadores del sistema eléctrico. De esta forma, los consumidores más activos tienen una oportunidad para reducir su coste energético, pudiendo ser más competitivos y ayudando a la vez a facilitar la transición energética.

La presente tesis doctoral tiene como objetivo general el desarrollo de una metodología y de las herramientas de apoyo necesarias que permitan fundamentalmente plantear soluciones destinadas a la resolución de las barreras más importantes en relación con la participación de los recursos de demanda en la operación del sistema eléctrico. Adicionalmente, permiten determinar la estrategia óptima de participación de grandes y medianos consumidores de energía eléctrica en productos y mercados en los que los recursos flexibles puedan ser económicamente competitivos y técnicamente fiables. Este objetivo general se ha abordado mediante el cumplimiento de cuatro objetivos específicos, los cuales se han traducido en la realización de un conjunto de modelos, metodologías y herramientas que dan cumplimiento a cada uno de ellos.

En este sentido, la tesis se ha dividido en cuatro desarrollos interrelacionados a partir de sus resultados. En primer lugar, se ha propuesto una novedosa arquitectura conceptual del sistema eléctrico para integrar los futuros mercados de electricidad,

destinada a establecer un marco de referencia más adecuado para la explotación de los recursos energéticos distribuidos y de demanda. En segundo lugar, se ha elaborado una metodología para la estandarización y validación de los recursos flexibles que pueden ofrecer los consumidores, y que podría servir como base para la creación de un proceso de certificación de productos de demanda. En tercer lugar, se ha desarrollado una primera herramienta de planificación a medio plazo que, partiendo de la caracterización y evaluación técnico-económica de los recursos flexibles obtenida con la metodología anterior, permite ayudar a los propios consumidores a evaluar la rentabilidad asociada a las diferentes estrategias de participación en un mercado de operación específico utilizando sus procesos de consumo flexibles. Por último, se ha llevado a cabo una segunda herramienta destinada a optimizar la programación de la operación para el día siguiente de los recursos de demanda de un determinado consumidor participando en un mercado previamente seleccionado a partir de los resultados de la herramienta anterior y, por tanto, ofreciéndole en definitiva el apoyo técnico y las herramientas necesarias para maximizar el beneficio asociado a dicha participación.

Las metodologías y herramientas desarrolladas en esta tesis han sido validadas mediante su aplicación a un caso de estudio compuesto por tres consumidores industriales pertenecientes a segmentos con una elevada replicabilidad en Europa. Estos consumidores son una industria papelera, una industria del sector cárnico y un centro logístico de producto refrigerado y congelado.

Los resultados obtenidos en esta tesis permiten afirmar que se ha dado un paso relevante dentro de la investigación en este campo para ayudar a la implantación de sistemas de energía eléctrica sostenibles mediante una participación más activa y dinámica de los recursos de la demanda.