

Cómo los consumidores pueden contribuir a una transición energética justa

David Robinson

David Robinson & Associates

1. Introducción

La transición energética está cambiando las condiciones económicas y tecnológicas del sector eléctrico. Donde antes los consumidores eran pasivos, ahora tienen la oportunidad de ser activos y de crear sistemas de energía distribuida que podrían competir con el sistema eléctrico tradicional y complementarlo. Este artículo explica los cambios y cómo los consumidores, de forma individual o colectiva, podrían contribuir a una transición justa y beneficiarse de su participación. La atención se centra en los consumidores residenciales, así como en los comerciales.

El documento consta de tres partes, además de esta introducción y una conclusión. La sección 2 ofrece una visión general de la estructura cambiante del sector eléctrico, lo que abre la puerta a un mayor papel que desempeñará el lado de la demanda, es decir los consumidores. La sección 3 identifica, desde la perspectiva del sistema eléctrico, cinco formas en que los consumidores contribuyen a la transición energética. En la sección 4 se examina, desde la perspectiva de los consumidores y de la comunidad local, el interés y potencial de estos de participar en el sistema. Distinguimos entre las oportunidades con la legislación vigente en España como con la legislación prevista.

2. Panorama de la evolución del sector eléctrico: nuevas condiciones económicas y tecnológicas¹

Aunque hay grandes incertidumbres sobre el futuro sector eléctrico, ya tenemos indicios claros sobre la dirección del cambio, basado en las nuevas condiciones tecnológicas y económicas del sector. Cuando nos referimos al futuro, estamos pensando en cambios cada vez más evidentes en el presente, como se resume en la Figura 1.

Figura 1. Cambios del sector eléctrico

	AHORA	FUTURO
Estructura de costes	Mayoría variable	Mayoría fija (capital)
Estructura generación	Centralizada	Descentralizada
Precios	kWh	?
Planificación y operación	Oferta flexible para coincidir con la demanda	Demanda flexible para coincidir con la oferta
Control y despacho	Desde el centro	Desde todo el sistema (internet)
Papel de la demanda	Pasiva	Interactiva
Papel de las redes	Conducto neutro	Jugador inteligente

Fuente: Ariño et al., 2020.

Estructura de costes. La generación actual depende en gran parte de costes variables, como los combustibles fósiles. En el futuro, la generación renovable tendrá principalmente costes fijos (de capital) y costes variables casi nulos. Con una alta penetración de renovables, esta estructura de costes hace inviable recuperar la inversión únicamente a través del mercado diario, cuyos precios reflejan los costes variables mínimos de las renovables.

Estructura de la generación. El sector eléctrico, hoy centralizado con grandes centrales alejadas del consumo, no siempre fue así. Originalmente, se organizaba a nivel local. La centralización surgió por razones económicas (economías de escala y alcance) y para mejorar la seguridad de suministro. Aunque siguen existiendo motivos para mantener la integración física y centrales alejadas, el futuro apunta a una mayor descentralización, con recursos distribuidos y autoconsumo, regresando a un modelo *más* local. Este cambio impulsa la competencia y requiere ajustar el marco regulatorio para equilibrar generación centralizada y descentralizada.

Precios. La estructura de precios finales en muchos sistemas eléctricos está basada en el volumen consumido (p/kWh). En el futuro, es probable que haya diferentes estructuras de precios, tal y como existen en el sector de las telecomunicaciones, por ejemplo, una cuota mensual fija que permita un consumo sin límites, o un precio variable que difiera según las

¹ Basado en Ariño et al., 2020.

condiciones del mercado mayorista. No obstante, existe mucha incertidumbre sobre los nuevos modelos comerciales que se van a desarrollar.

Planificación y operación. Actualmente, la planificación y operación asumen una generación firme y flexible para responder a una demanda incierta. En el futuro, será al revés: la generación será mayoritariamente inflexible, mientras que la demanda aportará flexibilidad al sistema. Los consumidores podrán usar esta flexibilidad para reducir su factura y los costes del sistema. Los mercados deberán adaptarse para incentivar la flexibilidad del lado de la demanda.

El control y el despacho ahora están ahora controlados desde el centro (por el Operador del Sistema) y en el futuro, internet y la digitalización permitirán la descentralización del sistema eléctrico. Esto podría cambiar de forma sustancial la gobernanza del sector, dando a la demanda (los consumidores en su conjunto) una influencia relevante sobre la seguridad de suministro y la mezcla de recursos energéticos, dos temas que hasta ahora han sido controlados por el gobierno y el Operador del Sistema.

Papel de la demanda. Actualmente, la demanda es pasiva, pero en el futuro será interactiva gracias a incentivos y herramientas, como la gestión de electricidad almacenada en baterías de vehículos eléctricos. El gran reto será desarrollar modelos de negocio, mercados, tecnologías y regulaciones que motiven la participación de los consumidores. Los agregadores de demanda y las comunidades energéticas jugarán un papel clave, mientras la tecnología simplificará la participación del consumidor.

Papel de las redes. La red va a pasar de ser un conducto neutro a ser un actor inteligente, que compite con otras fuentes energéticas. Además, la red va a tener que adaptarse a un sistema con volatilidad tanto en el lado de la oferta como en el lado de la demanda. En este nuevo contexto, puede ser importante que el Operador del Sistema –que elige entre diferentes fuentes de energía y de flexibilidad– sea independiente del dueño de la red para evitar incompatibilidades.

3. El nuevo papel del consumidor, desde la perspectiva del sistema eléctrico

El uso de combustibles fósiles en los sectores de la energía eléctrica, el transporte y la industria son los responsables de la mayor parte de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Los datos de la Agencia Internacional de la Energía (AIE) sugieren que, de las emisiones totales de CO₂ de 37 Gt en 2023, la electricidad representa alrededor del 40 % de las emisiones mundiales de CO₂ (especialmente del carbón)² y el transporte y calefacción representa cada uno 23 % (ambos por productos petrolíferos). El reto principal de la transición es de descarbonizar el consumo de estos tres sectores. La generación de energía a partir de

² Disponible en: <https://www.iea.org/reports/co2-emissions-in-2023/emissions-grew-in-2023-but-clean-energy-is-limiting-the-growth>; <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-energy-related-co2-emissions-by-sector>. Hemos utilizado las cifras de emisiones totales de 2023 de la AIE y hemos asumido que el desglose del uso final es similar al del informe de 2020 de la AIE.

fuentes renovables, notablemente eólica y solar, será el principal medio para descarbonizar el sector eléctrico, y la electricidad descarbonizada será el principal vector energético para reducir las emisiones de GEI actualmente atribuibles a los sectores de transporte, calefacción e industria.

Con esta perspectiva, la participación de los consumidores energéticos tiene el potencial de contribuir a la transición energética de, al menos, cinco maneras.

3.1. Generación distribuida (Autoconsumo)

El más reciente Plan Nacional de Energía (PNIEC) de España³ prevé que la electricidad renovable represente el 81 % de la generación eléctrica en 2030 y que el porcentaje de renovables sobre energía final es 48 %. También prevé que 19 GW de la capacidad solar fotovoltaica proyectada de 76 GW provendrán del autoconsumo. Se puede cuestionar el realismo del plan (en 2023 hubo menos de 7 GW de autoconsumo solar y una reducción en la inversión comparada con 2022⁴), pero no la dirección de cambio.

El autoconsumo sustituye a la generación de origen fósil, reduciendo así las emisiones de carbono. También contribuye a reducir los precios mayoristas de la electricidad al reducir la demanda en el mercado mayorista. Potencialmente reduce los costes de la red (pérdidas) si la generación se encuentra en zonas donde hay un déficit de generación en comparación con la demanda. Sin embargo, la generación distribuida puede aumentar las pérdidas de la red si hay un excedente de generación. Pueden obtenerse más detalles del autoconsumo en el artículo anterior de Pérez Bravo y Gómez San Román.

3.2. Electrificación

La segunda contribución de los consumidores activos es la sustitución de los combustibles fósiles mediante la electrificación de la calefacción, el transporte y la industria. Como muestra la Figura 2, la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA) pronostica que el uso de combustibles fósiles en el consumo total de energía final caerá del 63 % en 2020 al 12 % en 2050 y que el uso directo de la electricidad aumentará del 22 % al 51 % durante el mismo período.⁵ La previsión del PNIEC es que la demanda eléctrica en España aumente un 34 % en 2030 respecto a 2019. De nuevo, se puede discutir las cifras (España está muy retrasado en el despliegue de los vehículos eléctricos⁶), pero no la dirección de cambio a favor de la electrificación.

³ Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/energia/estrategia-normativa/pniec-23-30.html>

⁴ Disponible en: <https://www.reuters.com/sustainability/climate-energy/rooftop-solar-outlook-dims-spain-amid-lower-energy-prices-2024-05-28/>

⁵ Disponible en: <https://www.irena.org/Publications/2023/Jun/World-Energy-Transitions-Outlook-2023>

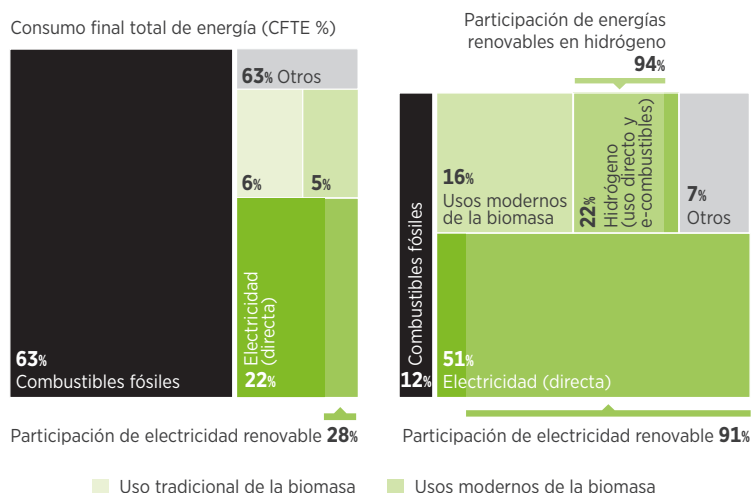
⁶ El PNIEC establece como objetivo alcanzar 5,5 millones de vehículos eléctricos (VE) en circulación en 2030. En 2023, había unos 400.000 VE en circulación. En ese año, solo el 12 % de los vehículos vendidos eran electrificados, mientras que la media europea se encuentra en un 21 %.

La electrificación no solo baja las emisiones, sino que además reduce la demanda total de energía y su coste porque la electricidad es más eficiente para convertir la energía en producción útil en comparación con los sistemas basados en combustibles fósiles. Por ejemplo, los vehículos eléctricos (EV) convierten entre el 60 y el 80 % de su energía en movimiento, mientras que los vehículos convencionales con motor de combustión interna (ICE) convierten solo entre el 20 y el 30 %, y la mayor parte de la energía se pierde en forma de calor. Como resultado, los vehículos eléctricos pueden alcanzar las mismas distancias de viaje con mucha menos energía, lo que reduce el consumo total de energía. Del mismo modo, las bombas de calor son mucho más eficientes que los sistemas de calefacción de combustibles fósiles. Utilizan la electricidad para transferir calor en lugar de generarlo, entregando de 2 a 4 veces la energía que consumen. Por el contrario, los hornos de gas o petróleo funcionan con una eficiencia del 70-90 %, perdiendo una parte de la energía durante la combustión. Al sustituir las tecnologías menos eficientes por alternativas eléctricas, la electrificación reduce la demanda de energía al tiempo que mantiene el mismo nivel de servicio, lo que respalda un futuro energético más sostenible. La eficiencia superior de la electricidad se ilustra en la Figura 2, que compara las necesidades energéticas mundiales en 2020 y 2050 en el marco del IRENA 2050 (escenario de 1,5 °C).

Figura 2.

Desglose del consumo total de energía final por vector energético entre 2020 y 2050 en el Escenario 1,5 °C

Fuente: *Transiciones energéticas mundiales: Perspectivas 2023* (IRENA).



3.3. Flexibilidad

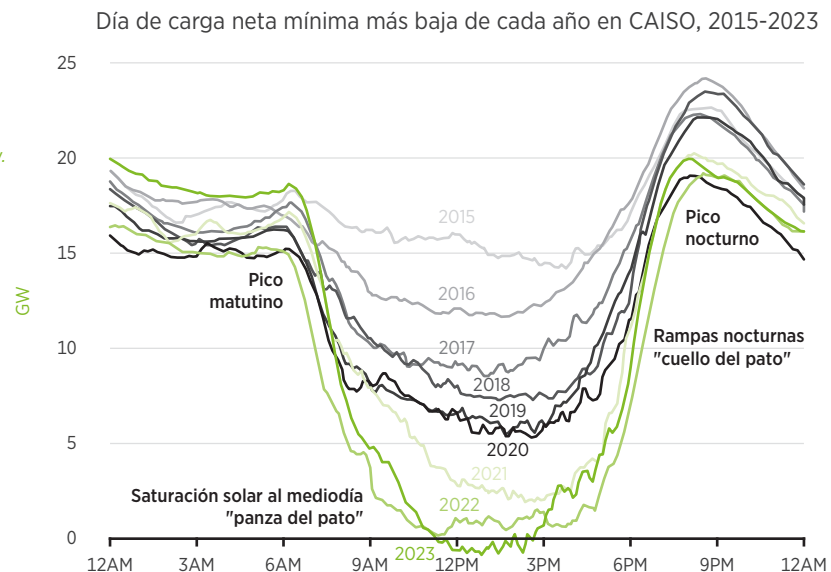
La tercera contribución potencial de los consumidores es proporcionar flexibilidad al sistema energético, especialmente para gestionar la intermitencia de la energía renovable. Los sistemas eléctricos siempre necesitan que la demanda sea igual a la oferta. Cuando son desiguales, el sistema experimenta desequilibrios que pueden causar inestabilidad de frecuencia y voltaje. Los desequilibrios prolongados pueden provocar interrupciones generalizadas, daños en la infraestructura y pérdidas económicas. Para mantener la estabilidad, los sistemas eléctricos requieren flexibilidad para equilibrar la oferta y la demanda.

Debido a la penetración de las energías renovables, la necesidad de flexibilidad está cambiando para gestionar la intermitencia. Por ejemplo, ya estamos observando la «curva de pato» de la demanda neta eléctrica a lo largo del día. La «curva del pato» en la Figura 3 describe cómo cambia la demanda de electricidad de California con el uso de energía solar. Durante el día, los paneles solares producen una gran cantidad de electricidad, lo que reduce la necesidad de energía tradicional («la barriga»). Pero cuando el sol se pone y la energía solar disminuye, a partir del anochecer, la demanda se dispara bruscamente («el cuello»). Este patrón pone de manifiesto el reto de equilibrar la oferta y la demanda de energía, haciendo hincapié en la necesidad de soluciones como las baterías y mayor consumo para absorber la electricidad renovable durante las horas de máxima sol, y para reducir demanda y descargar baterías por la tarde. España está empezando a experimentar una curva de pato.

Figura 3.

La curva del pato de California alcanza mínimos históricos

Fuente: TCAISO, @BPBartholomew.



Si bien las demandas de flexibilidad están creciendo y cambiando, la descarbonización está llevando al cierre de la generación basada en combustibles fósiles, que ha sido la principal fuente de flexibilidad en la mayoría de los sistemas eléctricos. Estos dos factores han llevado a un mayor interés en aprovechar la flexibilidad del lado de la demanda (DSF) de los recursos de energía distribuida (DER) propiedad de los consumidores, incluida la generación, el almacenamiento fija, los vehículos eléctricos, las bombas de calor y otros aparatos eléctricos, todo ello detrás de los medidores de los consumidores.

Afortunadamente, la escala potencial de DSF es sustancial. Un informe de la Comisión Europea estimó un total de 164 GW de flexibilidad al alza (reducción de la demanda) y 130 GW de flexibilidad a la baja (aumento de la demanda) en 2030 en la UE, como se ilustra en la Figura 4. Este nivel de flexibilidad representa el 22 % de la demanda al alza y el 17 % de la demanda a la baja, dada la estimación de 752 GW de demanda máxima en los países miembros de la UE-

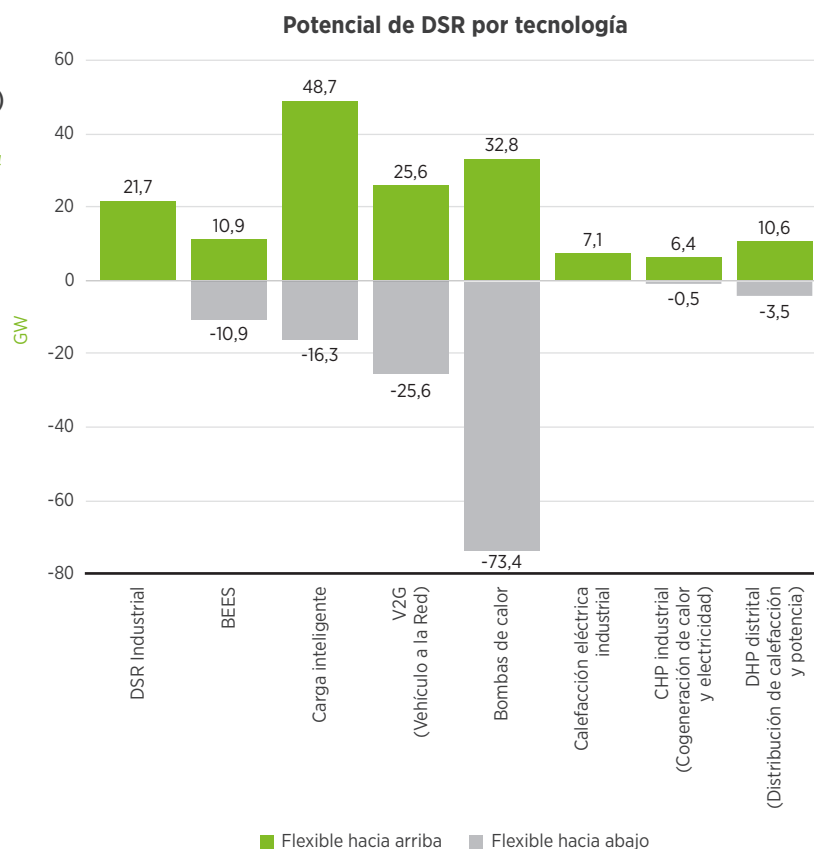
27 en 2030. Según el estudio, más del 70 % de la flexibilidad DSF ascendente y más del 95 % de la flexibilidad DSF descendente podrían cubrirse con aparatos eléctricos distribuidos en edificios, como vehículos eléctricos, bombas de calor y baterías detrás del medidor para 2030.

El estudio estimó los beneficios para 2030 de la reducción de los costes mayoristas, la reducción de las energías renovables y la reducción de las emisiones, así como los beneficios para la seguridad del suministro y la red de distribución. El despliegue completo de DSF beneficiaría directamente a los consumidores con activos flexibles e indirectamente beneficiaría a todos los consumidores a través de menores costes de electricidad y red y menores emisiones. Para 2030 en la UE, el estudio estima un beneficio directo de 71.000 millones de euros al año y un beneficio indirecto de más de 300.000 millones de euros al año.

Figura 4.

Potencial de flexibilidad de la demanda y potencia (DSR) en la UE en 2030

Fuente: elaboración propia basada en Comisión Europea (2023), Documento de trabajo de los servicios de la Comisión – Reforma del diseño del mercado de la electricidad. Estrasburgo, Comisión Europea.



Hay dos tipos de DSF:

- *El DSF implícito* implica que los consumidores responden a señales de precios o tarifas, por ejemplo, cargando su vehículo eléctrico cuando los precios son bajos. Esto requiere un cambio activo de la demanda o el uso de sistemas de gestión digital que respondan automáticamente a ciertos desencadenantes, por ejemplo, la intensidad de carbono o los precios.

- *El DSF explícito* implica la venta de flexibilidad en los mercados de electricidad o al gestor del sistema, ya sea directamente como consumidor o a través de un agregador, un comercializador o una comunidad energética. Allí donde está permitido, lo que todavía no es el caso en España, el DSF explícito está creciendo por varias razones, entre ellas la reducción de costes eléctricos para los consumidores, la reducción de las emisiones de carbono y la facilidad de proporcionar flexibilidad cuando se hace de forma remota. Además, bajar las emisiones de carbono a menudo se alinea con los compromisos personales y corporativos.

En ambos casos, DSF depende en gran parte de los recursos energéticos distribuidos (RED). Frecuentemente estos recursos pueden ofrecerse a costes más bajos que las alternativas centralizadas, como el almacenamiento de energía eléctrica a gran escala y los centros de generación fósil gestionable.⁷ Esta ventaja de costes se explica por el hecho de que la mayoría de los RED son adquiridos por los consumidores para fines distintos de la prestación de servicios de flexibilidad al sector eléctrico, por lo que el coste incremental de la prestación de estos servicios al sistema suele ser mucho menor que el coste de los equipos instalados exclusivamente para dar flexibilidad al sistema eléctrico. La implicación es que la participación de la flexibilidad del lado de la demanda (implícita o explícita) puede bajar el coste del sistema beneficiando directamente a los consumidores que ofrecen su flexibilidad e indirectamente a todos los consumidores por la reducción de costes y precios.

3.4. Seguridad del sistema, resiliencia y reducción de los costes de red

Una cuarta contribución de los consumidores es que los RED y el DSF serán cada vez más importantes para reducir el coste de la seguridad y la resiliencia del sistema. En primer lugar, la resiliencia del sistema aumenta con el desarrollo de DER, por ejemplo, en micro-redes y comunidades energéticas, porque estos recursos distribuidos proporcionan una alternativa local a los recursos del sistema eléctrico central. Cuando hay problemas en el sistema, que podrían ocurrir debido a eventos climáticos extremos o cortes de generación no planificados, los recursos de energía distribuida pueden ayudar a satisfacer las necesidades de emergencia a nivel local, aprovechando la energía renovable, las baterías y el DSF.

En segundo lugar, el sistema local puede ayudar a reiniciar el sistema central, evitando la necesidad de tener capacidad adicional en el sistema central.⁸

En tercer lugar, pueden producirse apagones significativos y/o picos de precios cuando hay una escasez temporal de capacidad de la red. La planificación tradicional de la red sugiere

⁷ Disponible en: <https://www.brattle.com/insights-events/publications/real-reliability-the-value-of-virtual-power/>. Esta discusión no afecta a la cobertura de necesidades de flexibilidad de largo plazo por recursos renovables, como almacenamiento estacional.

⁸ Para obtener más información sobre el reinicio de una red a partir de recursos de energía distribuida, consulte el informe de progreso del proyecto, reinicio distribuido de National Grid: restauración de energía para mañana, diciembre de 2019. Disponible en: <https://www.nationalgrideso.com/document/159801/download>

aumentar la inversión en *hardware* de red, como líneas eléctricas y subestaciones, para resistir eventos climáticos extremos. Sin embargo, esto podría aumentar significativamente los costes de la red. Esto ha llevado a un nuevo enfoque para la planificación: en lugar de agregar más «acero en el suelo», los operadores de la red deberían considerar alternativas «inalámbricas», es decir, formas más inteligentes de gestionar la congestión de la red. En este contexto, el DSF es una herramienta importante, pero su adopción requiere incentivos adecuados para los operadores de la red.⁹

3.5. Beneficios económicos y sociales que refuerzan el apoyo político a una transición justa

La quinta contribución de los consumidores tiene que ver con otros beneficios tanto económicos como sociales y políticos.

La transición energética es a menudo criticada por ser una política de la clase media que ignora el impacto económico negativo que tiene en muchas regiones y personas. Ciertamente, hay razones políticas para garantizar que la transición sea «justa»; de lo contrario, el apoyo a la transición energética se convertirá en indiferencia u oposición activa.

La participación de los consumidores ofrece la posibilidad de que los ciudadanos se beneficien de la transición energética, al reducir los costes para los participantes activos y, al reducir los costes del sistema, para todos los ciudadanos. También ofrece la oportunidad de tomar el control, individual o colectivamente, sobre la energía producida y consumida y de no depender del sistema y las empresas eléctricas tradicionales.

La transición puede y debe crear oportunidades de empleos decentes, apoyo para los trabajadores y las comunidades afectados y un acceso a energía limpia y asequible para todos. También puede y debe contribuir al desarrollo de nuevas tecnologías y negocios, con mercados globales y locales.

4. Perspectiva del consumidor y la comunidad local

La sección anterior se centró en por qué, desde la perspectiva del sistema, la participación de los consumidores en la transición energética es beneficiosa. Todos los beneficios son potenciales y dependerán fundamentalmente de si los consumidores estaban interesados en participar y tienen los incentivos para participar de una manera que los beneficie a ellos y al sistema (y todos los consumidores). En esta sección, exploramos dos cuestiones en el contexto español y desde la perspectiva del consumidor:

⁹ Disponible en: <https://www.energy-uk.org.uk/wp-content/uploads/2024/05/Energy-UK-NIC-Distribution-Network-Consultation-Response-May-2024.pdf>

- Los incentivos económicos para los consumidores de invertir en las actividades relevantes (autoconsumo, almacenamiento, electrificación y flexibilidad), y oportunidades comerciales que surgen, con la legislación actual y la legislación anticipada.
- Otros beneficios económicos y sociales de la transición energética cuando se ve desde una perspectiva colectiva de consumidores, en particular una Comunidad Energética, y de los futuros negocios que apoyan a los consumidores activos.

4.1. Incentivos económicos con la legislación actual

La legislación actual apoya el autoconsumo individual (AC) y colectivo (ACC), incluyendo a las Comunidades Energéticas (asuntos cubiertos ya en otro artículo), e incentiva la DSF implícita. No permite todavía la DSF explícita y limita varias actividades de las Comunidades Energéticas.

4.1.1 DSF implícito

En España, los pequeños consumidores no tienen acceso a los mercados todavía. Pero tienen incentivos de ejercer la DSF implícita. Muchos consumidores no van a querer responder a precios que difieren según el momento. En este caso, pagarán una prima de riesgo al comercializador que les ofrece un precio plano para la energía consumida.

No obstante, los consumidores pueden bajar su factura de la luz a través de la flexibilidad implícita. Las condiciones básicas ya existen: precios horarios para las 24 horas del mercado mayorista, o tarifas que cobran por tramos horarios, y una medición «inteligente» que refleja el consumo horario. El objetivo principal sería consumir o almacenar energía en horas de precios más bajos y reducir en lo posible el consumo en horas de precios más altos.

Por ejemplo, un consumidor, con o sin autoconsumo, podría comprar electricidad para almacenarla en una batería en las horas de precios bajos (que normalmente coinciden con mayor producción de energía fotovoltaica), y consumir la electricidad almacenada en horas de precios más altos (que normalmente coinciden con energías fósiles). Con otros dispositivos eléctricos, hay oportunidades de optimizar el consumo, por ejemplo, cargando el vehículo eléctrico o poniendo la lavadora en horas de precios bajos. Estos ajustes de la demanda pueden hacerse de forma directa en el momento por el consumidor o por sistemas informáticos que lo hacen automáticamente. Describimos algunos ejemplos para ilustrar esta idea.

Caso Octopus – Tarifa Ágil (Gran Bretaña)

Existen ofertas de precios horarios en España. El PVPC¹⁰ es una tarifa regulada para pequeños consumidores y Próxima Energía¹¹ es una empresa con precios horarios en el mercado libre. Aunque son interesantes, es más interesante estudiar la tarifa *Octopus Agile* en Gran Bretaña, un ejemplo más desarrollado de una compañía activa en España. Ofrece una idea de lo que es posible ahora pero todavía no tan desarrollada en España. La tarifa Agile ajusta las tarifas de electricidad cada 30 minutos en función de los precios del mercado mayorista de electricidad establecidos en el mercado diario, lo que anima a los consumidores a cambiar su consumo de energía a horas valle más baratas. También incluye los precios «plunge»: cuando los precios de mercado son negativos, se le puede pagar al consumidor por consumir. Al alinear los costes de electricidad con las condiciones del mercado cada 30 minutos, la tarifa no sólo ayuda a los consumidores a ahorrar dinero, sino que también apoya la estabilidad de la red y una mayor dependencia de la energía renovable. Para participar, los clientes necesitan un contador inteligente, que permita el seguimiento del consumo en tiempo real y facilite una facturación precisa basada en los cambios de precios cada media hora.

Para ponérselo fácil a los consumidores, Octopus y otros comercializadores automatizan los cambios en el consumo integrándose con plataformas como IFTTT (*If This Then That*) y ofreciendo una API abierta para usuarios expertos en tecnología. Estas herramientas permiten a los clientes configurar automatizaciones para dispositivos domésticos inteligentes, como cargadores de vehículos eléctricos, sistemas de calefacción o electrodomésticos, para que funcionen durante los períodos de electricidad más baratos. Al vincular los datos de precios en tiempo real con la automatización, Octopus permite que los consumidores puedan optimizar su uso de energía sin esfuerzo manual, con el ahorro de costes y los beneficios ambientales.

Caso optimización de recursos en comunidades energéticas (España)

Las comunidades energéticas incluyen modelos comerciales basado en el ACC, como por ejemplo las comunidades de Iberdrola, Endesa, Repsol y EdP. También incluyen comunidades controlados por los miembros, por ejemplo, Sapiens Energía¹² y Som Energía¹³. Ambos modelos pueden disfrutar de la tecnología digital para optimizar el ACC y otros recursos distribuidos. Podrían invertir en baterías, la carga de vehículos eléctricos, la calefacción eléctrica y la optimización de todos estos recursos, utilizando plataformas digitales para consumir cuando las renovables están disponibles y minimizando las compras del sistema cuando sus costes son mayores de los costes de la comunidad. Algunas empresas especializadas podrían ofrecer

¹⁰ PVPC es el Precio Variable de Pequeño Consumidor. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/energia/energia-electrica/electricidad/contratacion-suministro/precio-voluntario.html>

¹¹ Disponible en: <https://proximaenergia.com/>

¹² Disponible en: <https://sapiensenergia.es/>

¹³ Disponible en: <https://www.somenergia.coop/es/>

servicios de *Software-As-A-Service* (SaaS), para la asignación de la energía producida a los diferentes miembros de la comunidad, mediante coeficientes de reparto optimizados, e incluso aumentando el aprovechamiento de la energía generada mediante la gestión de los recursos flexibles disponibles en la comunidad. Por ejemplo, Lumenaza¹⁴ tiene experiencia de este tipo.

Aparte de ayudar en bajar los costes de los consumidores finales, es importante reconocer que las baterías y otros recursos distribuidos en las comunidades energéticas pueden reforzar la seguridad de suministro a nivel local y bajar el coste de mantener la seguridad del sistema en su conjunto, al reducir las necesidades de inversiones en redes, en generación y en almacenamiento a gran escala. Ante el crecimiento de la frecuencia y severidad de los eventos climatológicos extremos (como Filomena), sería cada vez más interesante ofrecer estos servicios distribuida y flexible que pueden contribuir a reforzar la seguridad del sistema.

4.2. Incentivos económicos en virtud de la futura legislación española

Aparte de un crecimiento continuo de la DSF implícita, se espera en los próximos años la posibilidad de poder vender la DSF «explícita» en los mercados eléctricos, o directamente o con la ayuda de un intermediario (p.ej., un agregador independiente, un comercializador o una comunidad energética) aprovechando los recursos energéticos distribuidos. Son cuatro los cambios legislativos relevantes:

- Acceso a todos los mercados eléctricos para consumidores y sus representantes.
- La creación de nuevos mercados.
- Cambios en la regulación de los operadores de red.
- Nuevos derechos para las Comunidades Energéticas (CER y CCE).

4.2.1 Acceso para los consumidores a los mercados eléctricos. Algunos ejemplos

Con arreglo a la legislación de la UE, todos los consumidores podrán participar en todos los mercados de electricidad, ya sea directamente o a través de intermediarios, incluidos los agregadores independientes, los comercializadores y las comunidades energéticas. La DSF explícita aún no es una realidad todavía en España, pero sí en algunos mercados en otros Estados miembros de la UE, así como en Gran Bretaña, Estados Unidos y Australia, entre otros países. Esto abre la puerta a un rol más poderoso para los consumidores. En España, la legislación para regular la agregación explícita está en trámites. A continuación, para ofrecer una idea de lo que será posible en España, se presentan algunos estudios de casos breves de DSF explícito en otros países.

¹⁴ Disponible en: <https://www.lumenaza.de/en/home/>

Caso NESO¹⁵ - Servicio de Flexibilidad de la Demanda (DSF explícito)

El Servicio de Flexibilidad de Demanda (SFD) del Operador del Sistema Eléctrico Nacional (NESO) británico incentiva a hogares y empresas a reducir el consumo eléctrico en picos de demanda. En 2022, 1.6 millones de consumidores participaron, y en 2023-24, 2.6 millones participaron. Para participar, es necesario tener medidores inteligentes que registran el consumo cada 30 minutos. Los participantes se inscriben a través de comercializadores o agregadores que les notifican sobre eventos programados, generalmente en picos nocturnos. Reducen su consumo desplazando actividades fuera de estos horarios y reciben pagos de hasta £3 por kWh ahorrado. La participación es voluntaria y sin penalizaciones.

En general, el SFD no solo ha apoyado los objetivos operativos de la gestión de la red, sino que también ha servido como modelo para involucrar a los ciudadanos en la transición energética. Al alinear los incentivos individuales con las necesidades del sistema, ha fortalecido la conexión entre las acciones de los consumidores y los resultados energéticos sostenibles, fomentando un sentido de responsabilidad compartida y apoyo para el futuro de la energía limpia. Para 2024-25, el SFD dejará de ser un servicio con trato especial. Será un servicio que compite con otras fuentes de flexibilidad (baterías, generación y otras fuentes de flexibilidad de la demanda) en los mercados de balance y capacidad.

Caso Voltalis¹⁶ - Agregador Independiente que gestiona DSF explícito (Francia)

La Directiva (UE) 2019/944 define la función de los «agregadores independientes», entidades que combinan el consumo, generación y almacenamiento de electricidad de muchos consumidores para venderlo en mercados, y no suministran electricidad a los consumidores. Es decir, solo gestionan el DSF explícito para su venta en mercados.

Un ejemplo destacado es Voltalis, que ofrece dispositivos inteligentes para gestionar en tiempo real el consumo energético, reduciendo el uso no esencial en horas de picos de demanda. Estos dispositivos, instalados sin coste al consumidor, ayudan a los participantes a ahorrar en sus facturas sin afectar sus rutinas.

Este modelo destaca el potencial de los agregadores para reducir costes del sistema, beneficiar a todos los usuarios y fomentar mayor participación pública en la transición energética. Empresas como Voltalis y otros agregadores en Europa promueven la innovación y accesibilidad, fortaleciendo un sistema energético más flexible y sostenible.

¹⁵ Disponible en: <https://www.neso.energy/industry-information/balancing-services/demand-flexibility-service/demand-flexibility-service-explained>

¹⁶ Disponible en: <https://www.voltalis.com/>

4.2.2 Nuevos mercados. Experiencia británica

España está cerca de introducir un mercado de capacidad, cuyo objetivo será garantizar que haya suficiente recurso energético firme y flexible para hacer frente a los períodos de cortes de las renovables, especialmente para períodos que pueden extenderse desde varias horas hasta semanas o incluso temporadas. Este mercado estará abierto a DSF explícito, así como al almacenamiento y generación. Por lo tanto, será un nuevo mercado en el que los consumidores podrán vender su flexibilidad, directamente o a través de intermediarios.

España también está considerando la introducción de mercados locales para facilitar la gestión de las redes de distribución. En estos mercados, los consumidores y los intermediarios podrían vender su flexibilidad, optimizando el uso de recursos y fomentando una mayor eficiencia.

La experiencia de Gran Bretaña ofrece modelos relevantes a considerar para implementar mercados de capacidad y mercados locales en España, adaptándolos al contexto específico del país.

Caso Mercado de Capacidad (DSF explícita)

En Gran Bretaña, hay dos mercados de capacidad, organizados como subastas: T-1 para el año siguiente y T-4 para períodos de quince años que comienzan 4 años después de la subasta. En ambos, los consumidores participan. DSF fue el tercer mayor proveedor de capacidad en la última subasta T-1 y proporcionó más de 1 GW de capacidad en la última subasta T-4.

También es muy probable que España cree un mercado local para ayudar a gestionar la congestión en la red de distribución. Es probable que estos sean gestionados por OMIE, el operador del mercado. Sin embargo, es interesante ver cómo se ha desarrollado este mercado en GB a través de la creación de plataformas privadas que conectan al operador del sistema con proveedores de flexibilidad.

Caso Mercados Locales – Piclo¹⁷ (DSF explícito)

En GB, los operadores de sistema de distribución (DSO) tienen incentivos para minimizar el coste de redes. Eso, además de decisiones de regulador Ofgem, ha motivado la creación de mercados al nivel local en donde el DSO compra flexibilidad. Es de especial interés el caso de Piclo, una empresa privada que crea y gestión plataformas para la compraventa de flexibilidad.

Piclo creó y opera un mercado digital, Piclo Flex, que conecta a los operadores del sistema con proveedores de recursos energéticos flexibles. Esta plataforma permite a los operadores del sistema adquirir servicios de flexibilidad de diversas fuentes, incluida la DSF para gestionar

¹⁷ Disponible en: <https://www.piclo.energy/>

la congestión de la red y equilibrar la oferta y la demanda. Al facilitar estas transacciones, Piclo Flex mejora la confiabilidad de la red y apoya la integración de fuentes de energía renovables.

Para los consumidores, participar en el mercado de flexibilidad de Piclo ofrece incentivos financieros para ajustar su uso de energía durante los períodos pico o en respuesta a las necesidades de la red. Esta participación no solo proporciona ahorro de costes, sino que también permite a los consumidores contribuir activamente a la gestión de la red. Al involucrar a los consumidores en la flexibilidad del lado de la demanda, Piclo fomenta una mayor participación pública y apoyo a las prácticas energéticas sostenibles.

4.2.3 Nuevos incentivos regulatorios para los operadores de sistemas en España

Para que los mercados locales funcionen, necesitan un comprador de la flexibilidad. Los gestores de redes de distribución (GRD) deben contar con incentivos para minimizar los costes de gestión de sus redes y considerar la flexibilidad de terceros como una opción. El enfoque regulatorio actual los anima a confiar en soluciones de red, incluida la construcción de nueva capacidad de red y la modernización de la red existente. A menudo, esta puede ser la solución más económica. Sin embargo, es probable que se introducirán regulaciones que alienten a los operadores del sistema a considerar alternativas que impliquen una provisión competitiva de flexibilidad por parte de los consumidores finales, comercializadores y agregadores.

4.2.4 Nueva legislación para las Comunidades Energéticas

Dentro de poco, habrá nueva legislación para las comunidades energéticas en España. Según el Proyecto del Real Decreto¹⁸, las comunidades de energía renovable (CER) y las comunidades ciudadanas de energía (CCE), tienen como objetivo promover la participación local en la transición energética, fomentando beneficios ambientales, sociales y económicos para sus miembros, más que generar una rentabilidad financiera. Las CER se centran exclusivamente en proyectos de energía renovable, priorizando la generación, consumo, almacenamiento y eficiencia energética impulsados por la comunidad dentro de límites locales definidos. Por su parte, las CCE adoptan un enfoque más amplio al incluir actividades relacionadas con energías (eléctricas) renovables y no renovables, como la carga de vehículos eléctricos y los servicios de agregación, sin restricciones geográficas estrictas para la membresía.

Tanto las CER como las CCE cuentan con reconocimiento legal para participar en los mercados energéticos en igualdad de condiciones con otros actores del mercado. Tienen derecho a generar, consumir, almacenar y vender energía (DSF explícita), así como a acceder a sistemas y mercados energéticos sin discriminación. Además, los miembros se benefician de la propiedad colectiva, el poder de toma de decisiones y las ventajas compartidas derivadas de las actividades energéticas. Las CER deben limitar la participación a quienes se encuentren

¹⁸ Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/energia/participacion/2023-y-anteriores/detalle-participacion-publica-k-595.html>

cerca de sus proyectos, asegurando beneficios locales, mientras que las CCE pueden operar en áreas más amplias, permitiendo una participación más flexible. Estos derechos buscan empoderar a las comunidades, mejorar la democracia energética y contribuir a los objetivos de energía renovable de España.

4.3. Beneficios sociales y comerciales. El caso de *Som Energía*

Como se discutió en la sección 2, los beneficios de la participación de los consumidores van mucho más allá de que los consumidores ahorren dinero. Incluyen la creación de nuevas oportunidades comerciales y puestos de trabajo, nuevos modelos de colaboración y opciones para los consumidores que buscan controlar la energía que consumen y depender lo menos posible de los combustibles fósiles y del sistema eléctrico existente. Quizás lo más importante es que la participación de los consumidores ayuda a fortalecer el apoyo político a una transición energética justa.

Caso Som Energía¹⁹

La experiencia de las comunidades energéticas controladas por sus miembros (CER y CCE) es especialmente importante en este sentido. Se han formado muchas comunidades energéticas con los objetivos generales de promover las energías renovables, fomentar la gobernanza democrática y apoyar a la comunidad local. Som Energía es uno de ellos. Fue fundada en 2010 en España como una cooperativa dedicada a proporcionar energía renovable y promover un sistema energético justo y sostenible. Comenzó con un pequeño grupo de personas apasionadas por la transición energética y se ha convertido en una organización destacada que ahora involucra a miles de miembros. La cooperativa tiene como objetivo hacer que la energía renovable sea accesible para todos, al tiempo que fomenta la participación de la comunidad y la responsabilidad ambiental. Cuenta con 86.000 socios/as, gestiona 118.000 contratos y dispone de una quincena de plantas de generación de energías renovables, y su objetivo final es no tener que comprar la energía que comercializa en el mercado mayorista.

La situación de excepcionalidad causada por la covid-19 y el estado de alarma provocó cambios a muchos niveles. Som Energía introdujo varias medidas durante la crisis de la covid-19 para apoyar a sus miembros, incluyendo la posibilidad de aplazar pagos y la suspensión de cortes de electricidad por impago. La cooperativa también ofreció opciones de suspensión temporal de contratos o modificación de tarifas, especialmente para empresas y autónomos. Estos ajustes, como reducir la potencia contratada o cambiar a tarifas horarias, no tiene coste adicional.²⁰

¹⁹ Disponible en: <https://www.somenergia.coop/es/>

²⁰ Disponible en: <https://blog.somenergia.coop/som-energia/2020/04/medidas-especiales-durante-el-estado-de-alarma-por-la-covid-19/>

El apoyo social de los miembros hacia Som Energia se refleja en la capacidad de captar capital de forma voluntaria de sus miembros. A finales de 2021, cuando los precios de la electricidad empezaban a subir con fuerza, recaudó 13 millones de euros para apoyar el aumento de costes e impuestos.²¹

Oportunidades comerciales

La transición energética presenta importantes oportunidades para que las pequeñas y medianas empresas (pymes) innoven y creen valor en los mercados emergentes. Un área clave es la energía como servicio, donde las empresas pueden ofrecer soluciones como el monitoreo de energía, el control automatizado de dispositivos y la optimización del uso de energía en función de los precios en tiempo real o la demanda de la red. Las pymes también pueden desarrollar y vender dispositivos habilitados para el internet, incluidos termostatos inteligentes, cargadores de vehículos eléctricos y electrodomésticos conectados, que permiten a los consumidores y a las empresas administrar el consumo de energía de manera más efectiva. Estas tecnologías permiten la flexibilidad del lado de la demanda (DSF), lo que permite a las pymes proporcionar servicios personalizados que reducen los costes y mejoran la eficiencia energética para sus clientes.

Otra vía prometedora son los servicios de agregación y las iniciativas energéticas colectivas. Las pymes pueden actuar como intermediarias, agrupando recursos de los consumidores y las empresas para participar en los mercados eléctricos, como los programas de respuesta a la demanda o los servicios de balance de la red. Además, las pymes pueden apoyar la formación y el funcionamiento de comunidades energéticas ofreciendo servicios de gestión de proyectos, asesoramiento y experiencia técnica para proyectos compartidos de autoconsumo y almacenamiento. Estas funciones permiten a las pymes contribuir a un futuro energético sostenible, al tiempo que desbloquean nuevas fuentes de ingresos y refuerzan su posición competitiva.

Estas oportunidades comerciales tienen potencial de crecer no solo en España sino al nivel europeo y global.

5. Conclusión

El sector eléctrico está experimentando un cambio fundamental causado por la profunda penetración de las energías renovables, la electrificación, la digitalización y la descentralización del sector. Esto ha creado una necesidad cada vez mayor de participación por parte de los consumidores, individual y colectivamente, en la transición energética.

Con la legislación española actual, ya existen incentivos para que los consumidores de electricidad en España sean activos en el autoconsumo y la flexibilidad implícita de la demanda.

²¹ Disponible en: <https://elperiodicodelaenergia.com/som-energia-capt-aportaciones-socios-capital/>; <https://blog.somenergia.coop/som-energia/2021/10/abrimos-de-nuevo-las-aportaciones-voluntarias-al-capital-social-2/>

Sin embargo, la futura legislación debe motivar una mayor participación de los consumidores, invitar a la implantación de nuevos modelos empresariales y sociales y crear oportunidades comerciales para apoyar a los consumidores activos y una transición energética justa.

Referencias bibliográficas

Ariño, G. (2020): Ariño, G.; Iñigo del Guayo y David Robinson, «Los Retos del Futuro: Análisis de los temas clave del funcionamiento del sector eléctrico en la transición energética», Libro Segundo; en *La transición energética en el sector eléctrico. Líneas de evolución del sistema, de las empresas, de la regulación y de los mercados*; Publicaciones Deusto, 2020.