

CAPÍTULO XXI

Estado de la energía solar fotovoltaica y las comunidades energéticas en España. Propuesta metodológica y algunos datos concluyentes*

M.ª Celia López-Penabad

*Profesora titular del Departamento de Economía Financiera y
Contabilidad.
Universidade de Santiago de Compostela*

Ana Iglesias-Casal

*Profesora titular del Departamento de Economía Cuantitativa.
Universidade de Santiago de Compostela*

Lucía Rey-Ares

*Profesora ayudante doctora del Departamento de Economía
Financiera y Contabilidad.
Universidade de Santiago de Compostela*

Diego Quiñoy-Peña

*Investigador del Área de Ecosistemas Urbanos e Industria.
Centro Tecnológico EnergyLab*

*. Este trabajo se ha realizado en el marco del proyecto de investigación "Transición energética y entidades locales" (PID2022-141071OB-C21), financiado con una ayuda de la convocatoria "Proyectos de Generación de Conocimiento 2022", del Programa Estatal para Impulsar la Investigación Científico-Técnica y su Transferencia, en el marco del *Plan Estatal de Investigación Científica, Técnica y de Innovación 2021-2023*.

SUMARIO. 1. Introducción. 2. Contexto histórico y marco normativo de la energía solar fotovoltaica en España. 3. Desarrollo de las comunidades energéticas en España. 4. Análisis descriptivo de los datos. 5. Propuesta metodológica. 6. Conclusiones. 7. Bibliografía.

1. Introducción

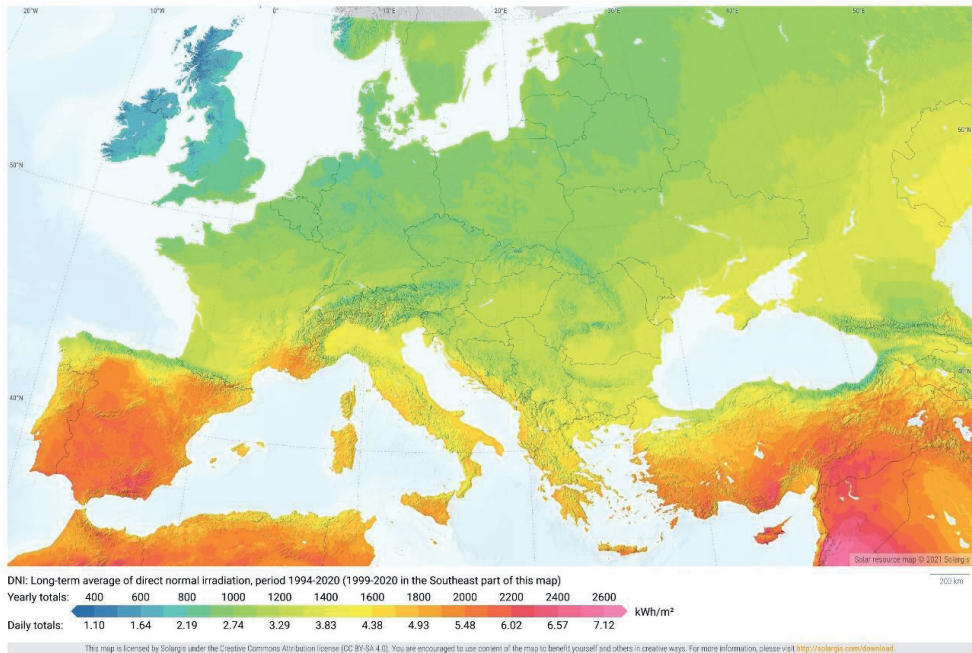
Hasta principios del siglo XXI, el mercado energético español ha estado caracterizado por una fuerte dependencia de las energías fósiles, principalmente del petróleo, el gas, el carbón y la energía nuclear, mientras que las energías renovables apenas representaban alrededor del 5 % del consumo energético global (Cárabe, 2015). Esta marcada dependencia de terceros países para el abastecimiento energético, junto con la falta de sostenibilidad y los graves perjuicios medioambientales asociados, tales como altas emisiones de gases de efecto invernadero, hacían evidente la necesidad de un cambio.

Durante las dos primeras décadas del presente siglo, la generación de energía a partir de fuentes renovables ha adquirido una importancia notable en España. Con el objetivo de mitigar el cambio climático y reducir la dependencia de los combustibles fósiles, así como de cumplir con las directrices de la Unión Europea, España ha apostado de forma decidida por estas energías. Dentro de las energías renovables destacan, por potencia instalada y distribución territorial, la energía eólica, la solar fotovoltaica y la solar termoeléctrica (Espejo-Marín y Aparicio-Guerrero, 2020a), cuyo desarrollo se ha visto favorecido por la existencia de un marco normativo y económico favorable para su implantación. En líneas generales, los Gobiernos europeos han respaldado este desarrollo con una política energética que ha privilegiado a las energías renovables sobre las convencionales, otorgando incentivos económicos (Frolova-Ignatieva *et al.*, 2014; Prados, 2010).

España, que históricamente ha disfrutado de abundante radicación solar y es el país de Europa con mayor irradiación media al año (Figura 1), ha experimentado un notable crecimiento en la producción de la energía solar fotovoltaica, llegando a ser un país pionero a nivel mundial en la implantación de esta fuente de energía. Como señalan Mérida-Rodríguez *et al.* (2015), en 2008 España se convirtió en el país con la mayor capacidad instalada de energía solar fotovoltaica, representando aproximadamente el 45 % del total mundial; y hacia finales de ese año, su capacidad total instalada llegó a alcanzar los 3300 MW, situándose solo por detrás de Alemania. Posteriormente, la irrupción de la crisis económico-financiera, y sus consecuencias, y el desarrollo de nuevas regulaciones frenaron este crecimiento de forma

drástica, experimentando la posición de España un retroceso considerable en el ranking a nivel mundial (Mérida-Rodríguez *et al.*, 2015).

Figura 1. Mapa de la irradiación solar directa normal en Europa



Fuente: Solar resource map © 2018 Solargis (Solargis, 2024).

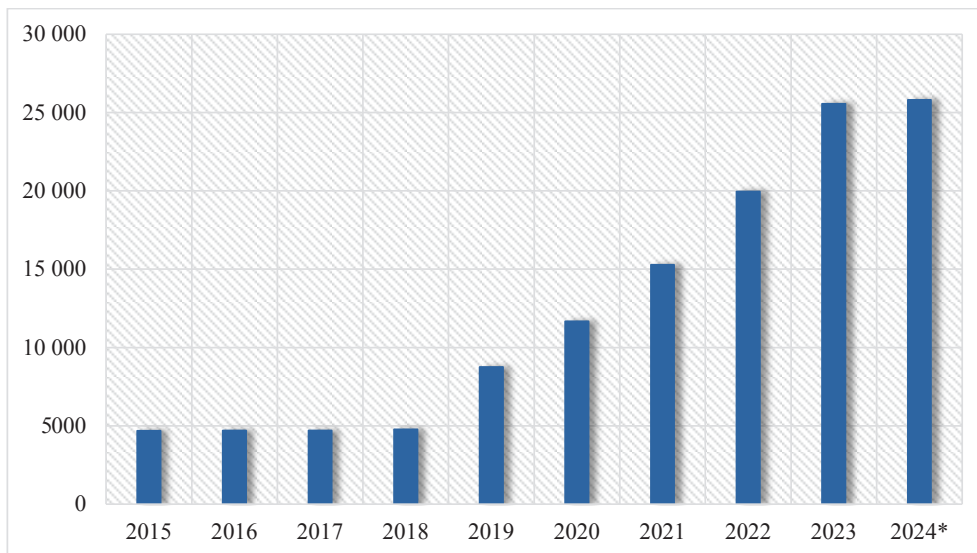
Esta fase de estancamiento se extendió a lo largo de aproximadamente una década, hasta el año 2018. Desde entonces, la energía solar fotovoltaica se encuentra en una fase de expansión, experimentando un nuevo “boom” histórico (Figura 2). De hecho, la potencia solar instalada en España en el año 2023 (nótese que las cifras de 2024 solo recogen datos del primer trimestre) ha llegado a quintuplicar las cifras de 2018.

Como señalan Espejo-Marín y Aparicio-Guerrero (2020a), en España se constata un renovado interés por esta tecnología, tanto para la generación en plantas de gran escala como para el autoconsumo. En este sentido, el autoconsumo ha experimentado un crecimiento notable, con un aumento del 108 % en 2022 con respecto al año anterior, impulsado en parte por la industria (DPV Energy, 2024).

En este contexto, este capítulo tiene un triple objetivo. En primer lugar, abordar el análisis de la evolución de la producción de energía solar foto-

voltaica en España, paralelamente al análisis del marco normativo que ha impulsado, o frenado, su desarrollo. Para ello, se destacan las principales políticas y medidas implementadas para fomentar la adopción de esta tecnología, así como los desafíos y oportunidades que ha enfrentado el sector. En segundo lugar, incluir una propuesta metodológica que permita evaluar el impacto de tres de los principales cambios normativos que han afectado al sector; concretamente, el *Real Decreto 1578/2008*, el *Real Decreto-ley 9/2013* y el *Real Decreto-ley 15/2018*. Y, en tercer lugar, analizar el desarrollo de las comunidades energéticas (CC. EE.) en España, porque la transición energética demanda un cambio no solo en el modelo de producción de electricidad, sino también en el modelo de consumo, y las CC. EE. podrían jugar un papel clave.

Figura 2. Potencia solar fotovoltaica instalada en España en MW (2015-2024)



Nota: *Datos provisionales.

Fuente: Red Eléctrica (2024c).

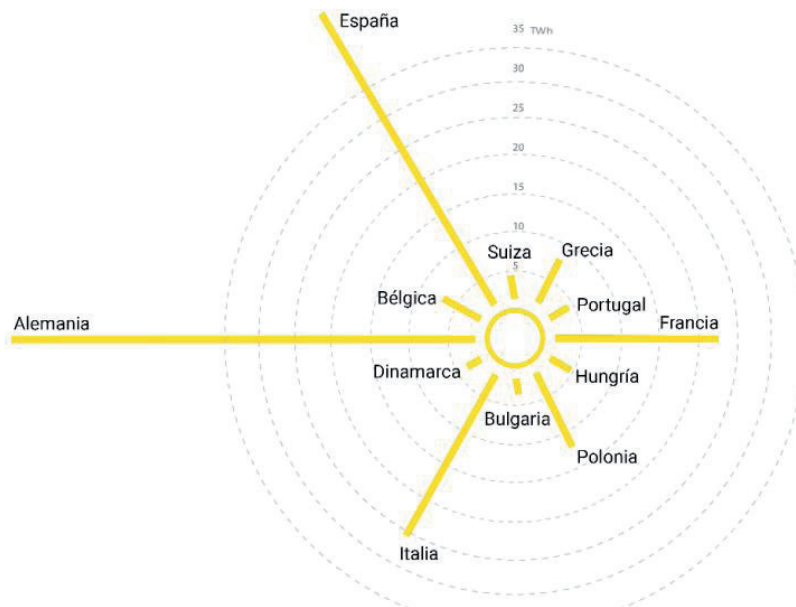
Tras esta introducción, el capítulo continúa, en la segunda sección, con la contextualización histórica y normativa del sector fotovoltaico en España, y en la tercera con el análisis de las CC. EE. La cuarta sección se reserva para el análisis descriptivo de los datos, centrándose en la evolución de la generación de energía solar fotovoltaica en España desde comienzos del siglo XXI hasta la

actualidad. La quinta sección resume la propuesta metodológica a través de un modelo de diferencias en diferencias y, finalmente, la sexta sección concluye con la síntesis de las principales conclusiones y limitaciones del estudio.

2. Contexto histórico y marco normativo de la energía solar fotovoltaica en España

En los últimos años, Europa ha apostado de forma decidida por la energía procedente de fuentes renovables, con el objetivo de reducir la dependencia energética de terceros países y encaminarse en el largo plazo hacia la descarbonización de su economía. No en vano, en el año 2023, en el conjunto de países que conforman la Red Europea de Gestores de Redes de Transporte de Electricidad (ENTSO-E), la participación de la energía procedente de fuentes renovables sobre el total de la generación eléctrica ha alcanzado el 45,2 % de la energía producida (Red Eléctrica, 2024a). Entre las energías renovables, la energía solar es aquella que ha experimentado un mayor crecimiento en los últimos años.

Figura 3. Ranking de países europeos en cuanto a producción de energía solar (2023)



Fuente: Red Eléctrica (2024a).

En 2023, España mantenía la segunda posición a nivel europeo en cuanto a energía fotovoltaica generada, solo por detrás de Alemania (Figura 3). España ya había sido pionera a nivel mundial en la implantación de la energía solar fotovoltaica entre los años 2007 y 2008 (Mérida-Rodríguez *et al.*, 2015), pero desde entonces hasta la actualidad, la evolución de esta energía ha sido dispar y su desarrollo ha estado condicionado, en gran medida, por el marco legal imperante (Esteban-Amaro *et al.*, 2022). Desde finales del siglo XX dos leyes del sector eléctrico y diferentes reales decretos han regulado la generación de energía solar fotovoltaica en el territorio español.

España comenzó a utilizar la energía solar fotovoltaica en el año 1984, con la instalación de la primera central fotovoltaica conectada a red; la única durante casi diez años, hasta que en 1993 surgieron otros proyectos. Aunque como señala Mir (2012), no sería hasta la aprobación de la *Ley del Sector Eléctrico (54/1997)* cuando tuvo lugar el inicio de la política de apoyo a la generación solar en España. Un año más tarde, el *Real Decreto 2818/1998*, de 23 de diciembre, que desarrollaba la ley anterior, establecía un régimen especial para los sistemas de energía renovable, ofreciendo primas a la producción por encima de los precios de mercado, con el pago de una tarifa o prima por kWh, y animando a las instalaciones fotovoltaicas a compartir puntos de conexión a la red, aun teniendo diferentes titulares. Con ello, se extendieron las plantas de pequeña potencia, denominadas “huertos solares”, que, por una parte, garantizaban la obtención de la máxima retribución, y, por otra, favorecían el aprovechamiento de las economías de escala (De la Hoz *et al.*, 2010).

El *Plan de Energías Renovables 2000-2010*, aprobado por Acuerdo del Consejo de Ministros de España el 26 de agosto de 2005, estimaba que en 2010 un 12,1 % del consumo de energía primaria sería abastecido por energías renovables; objetivo que se mantuvo tras la revisión del plan para el período 2005-2010 (IDAE, 2005). En ese período, concretamente en el año 2006, se alcanza un hito importante, como señalan Mérida-Rodríguez *et al.* (2015), con la inclusión de la energía fotovoltaica en el Código Técnico de la Edificación (CTE), obligando así a instalar sistemas fotovoltaicos en grandes edificios con importantes niveles de consumo de energía.

No obstante, hasta el año 2007, el desarrollo del mercado fotovoltaico en España había sido muy limitado, aunque la normativa vigente permitió establecer las bases para su posterior desarrollo. No fue hasta la promulgación del *Real Decreto 436/2004* y, especialmente, del *Real Decreto 661/2007*, en mayo de 2007, cuando el Gobierno español hizo una apuesta firme para favorecer el desarrollo de esta energía, al extender la prima a plantas de media y gran escala. Se establece entonces un marco legal que

traía consigo, como señalan Cárabe (2015) y Mir (2012), la eliminación de dudas respecto a la retribución de las plantas fotovoltaicas, fijando unas tarifas de inyección a la red bien delimitadas, unas reglas claras de actualización de estas y una garantía temporal de largo plazo, eliminando así posibles incertidumbres y permitiendo a los inversores estimar el plazo de recuperación de su inversión inicial y los posibles beneficios que obtendrían (Mérida-Rodríguez *et al.*, 2015). Esto motivó que entre los años 2007 y 2008 se produjese un incremento de hasta un 500 % en la potencia solar fotovoltaica instalada. En palabras de Cárabe (2015), “se habían generado las condiciones para una fiebre del oro fotovoltaica (en España)”.

Este crecimiento estuvo motivado por una diversidad de factores, como señalan Cárabe (2015) y Espejo-Marín y Aparicio-Guerrero (2020b). Entre estos factores destacan la disponibilidad de una alta irradiación solar; un marco legislativo favorable, que permitía construir grandes instalaciones compartidas por una diversidad de pequeños propietarios que compartían servicios; el abaratamiento de costes de los materiales y su mayor eficiencia, lo que suponía una buena oportunidad de negocio; la facilidad y disponibilidad de crédito; la aparición de los primeros síntomas de la crisis económica, que favorecía la búsqueda de productos financieros alternativos por parte de algunos inversores; la presencia de industrias capaces de proveer gran parte del equipamiento necesario para la construcción de plantas solares, así como el tipo de cambio del euro con respecto al dólar favorable a la importación de módulos fotovoltaicos. En definitiva, el crecimiento exponencial de la energía solar no fue debido únicamente a un proceso de planificación deliberado, sino también a condiciones económicas favorables (Mérida-Rodríguez *et al.*, 2015).

Ante este contexto favorable, España llegó a situarse en el año 2008 entre los países con mayor potencia fotovoltaica instalada a nivel mundial. En esas fechas, la mayor parte del crecimiento de esa potencia se debía a plantas de energía solar fotovoltaica y no a instalaciones en cubiertas o tejados, que en 2008 apenas representaban el 2,2 % (ASIF, 2009), frente a cifras del 40 % en países como Alemania (Mérida-Rodríguez *et al.*, 2015).

Además de la normativa nacional, diferentes regulaciones y normativas fueron surgiendo a nivel regional. El grado de complejidad legal de estas normativas parece, según De la Hoz *et al.* (2013), estar altamente vinculado con la ratio de implementación de sistemas de energía fotovoltaica.

El *Real Decreto 661/2007* establecía que el marco normativo sería revisado en el año 2010 o bien al alcanzar un determinado volumen de potencia instalada. El crecimiento sin parangón que experimentó la energía solar

fotovoltaica en España, junto con la creciente preocupación por el déficit tarifario (esto es, la diferencia entre el elevado coste del sistema energético y el relativamente bajo nivel de ingresos que generaba), motivó que en 2008 se publicase un nuevo real decreto: el *Real Decreto 1578/2008*. Esta normativa no solo supuso la reducción de las tarifas de inyección a la red, sino también la limitación de la potencia instalada, con un sistema de registro de preasignación, que sumaba más trámites burocráticos. Además, se otorgaba un diferente trato, por primera vez, a las instalaciones de campo (plantas fotovoltaicas) frente a aquellas sobre cubiertas o tejados. Estas últimas, que hasta entonces habían sido casi anecdóticas, como antes se ha referido, pasarían a recibir un trato prioritario y primas más elevadas.

Este nuevo marco legal supuso un importante freno en el desarrollo de la energía solar fotovoltaica en España, pero, según Cárabe (2015), no parece haber sido el único factor que lo habría motivado. Entre otros factores se señalan posibles prácticas de *dumping*, que redujeron los precios de venta internacionales, así como presiones por parte del *lobby* de las compañías eléctricas, que solicitaban al Gobierno la reducción o eliminación retroactiva de las primas o el establecimiento de altos peajes al uso de la red eléctrica, para así frenar el desarrollo de una industria cada vez más competitiva y fácil de instalar.

En este contexto, en el que la Gran Recesión del siglo XXI se recrudecía, se desarrollaron nuevas normativas que contrajeron, aún más, los incentivos económicos para las instalaciones fotovoltaicas. Así, el *Real Decreto 1565/2010*, de 19 de noviembre, suprimió, para las plantas fotovoltaicas instaladas según el *Real Decreto 661/2007*, la tarifa regulada posterior a los veinticinco años; el *Real Decreto-ley 14/2010*, de 23 de diciembre, estableció un límite al número de horas de funcionamiento de las plantas fotovoltaicas que recibían primas; y el *Real Decreto-ley 1/2012*, de 27 de enero, terminó por suprimir los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica, incluyendo aquellas que utilizasen fuentes de energía renovable. Solo un año más tarde, el *Real Decreto-ley 2/2013*, de 1 de febrero, introdujo nuevas reducciones en el sistema de primas a las instalaciones fotovoltaicas.

El sector reaccionó a estas normativas, siendo especialmente activa la respuesta de los fondos de inversión, que habían pasado a controlar una parte importante de los parques fotovoltaicos (Mir, 2012). Sin duda, el marco legal y el consiguiente recorte del gasto público tuvieron graves efectos sobre un sector que había alcanzado cierto éxito internacional, como reconocen Mérida-Rodríguez *et al.* (2015).

El *Real Decreto-ley 9/2013*, de 12 de julio, derogó el *Real Decreto 661/2007*, de 25 de mayo, por el que se regulaba la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial y el *Real Decreto 1578/2008*, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del *Real Decreto 661/2007*. Las drásticas modificaciones sufridas a partir del *Real Decreto-ley 9/2013* por el régimen retributivo especial para la generación de electricidad con fuentes de energía renovables supusieron una reducción sustancial de la retribución adicional a los proyectos renovables.

Diferentes normativas, a nivel nacional o comunitario, además de las citadas, afectaron al sector de energía solar fotovoltaica. Es importante destacar la *Ley 24/2013*, de 26 de diciembre, *del Sector Eléctrico*, que introduce la definición de autoconsumo de energía eléctrica, como “el consumo por parte de uno o varios consumidores de energía eléctrica proveniente de instalaciones de producción próximas a las de consumo y asociadas a los mismos”, distinguiendo entre dos modalidades: suministro con autoconsumo sin excedentes y suministro con autoconsumo con excedentes (artículo 9.1).

Previamente a esta ley, el *Real Decreto 1699/2011*, de 8 de diciembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión, además de apostar por la simplificación administrativa, ya avanzaba “la futura y próxima regulación del suministro de la energía eléctrica producida en el interior de la red de un consumidor para su propio consumo que incentivará el autoconsumo”. E incluso antes, la *Ley del Sector Eléctrico (54/1997)* hacía ya referencia a “auto-productores de energía eléctrica, que son aquellas personas físicas o jurídicas que generen electricidad fundamentalmente para su propio uso”.

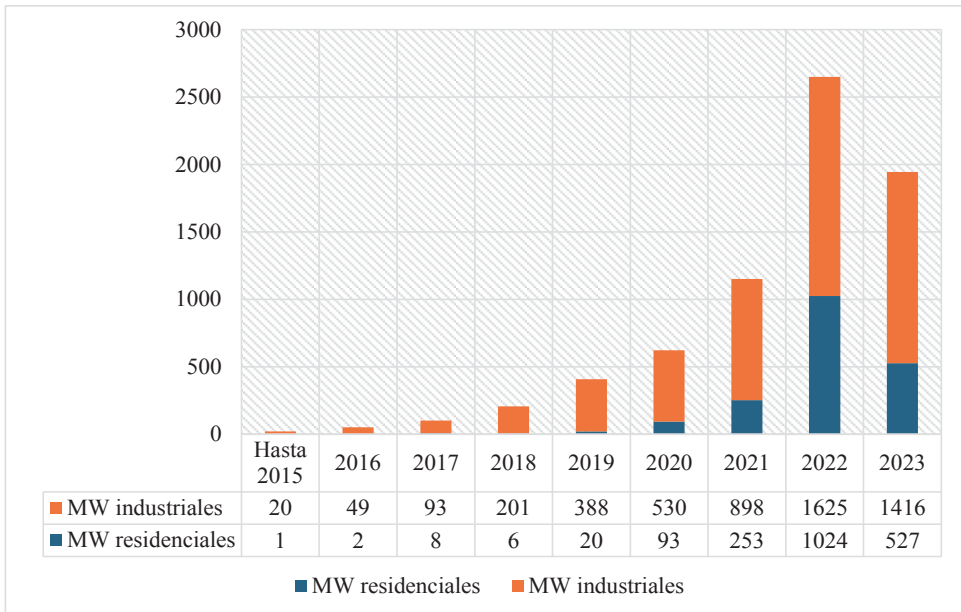
También reseñable es el *Real Decreto 900/2015*, de 9 de octubre, que regula las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo. Esta normativa trajo como principal novedad en el sector de energía fotovoltaica el establecimiento de un cargo transitorio por energía consumida; esto es, un cargo aplicado a la energía generada a través del uso de instalaciones fotovoltaicas, lo que coloquialmente se conocía como “impuesto al sol”. Exentas de este cargo estaban, entre otras, las instalaciones de autoconsumo fotovoltaico aislado, las de menos de 10 kW de potencia en BT, o las ubicadas en Canarias, Ceuta y Melilla.

No obstante, este controvertido cargo fue derogado tres años más tarde, con la promulgación del *Real Decreto-ley 15/2018*, de 5 de octubre. Al año

siguiente, el Gobierno español aprobaba también el *Real Decreto 244/2019*, de 5 de abril, que incide nuevamente en las condiciones del autoconsumo de energía eléctrica, en aras de fomentar el desarrollo del sector fotovoltaico a través del autoconsumo, incluyendo entre sus modificaciones más importantes las siguientes: simplificación de trámites burocráticos al eliminar la obligatoriedad de solicitar permisos a las compañías eléctricas cuando las instalaciones tengan una potencia inferior a 10 kW o estén aisladas, eliminación del contador de generación en instalaciones fotovoltaicas sin vertido, aprobación de la compensación y venta de excedentes energéticos de autoconsumo, o aprobación del autoconsumo colectivo (entendido como la posibilidad de que varias personas compartan una instalación fotovoltaica).

No en vano, parece que la promulgación de diferentes normativas encaminadas a favorecer el autoconsumo ha dado sus frutos, como se refleja en la Figura 4. Desde el año 2018 en adelante, la potencia anual instalada de autoconsumo fotovoltaico ha aumentado a un ritmo medio por encima del 90 % anualmente. En el año 2022, se instalaron en España un total de 2649 MW de autoconsumo fotovoltaico, de los cuales un 38,65 % (1024 MW) correspondía a instalaciones residenciales y un 61,34 % (1625 MW) a instalaciones industriales (APPA, 2023).

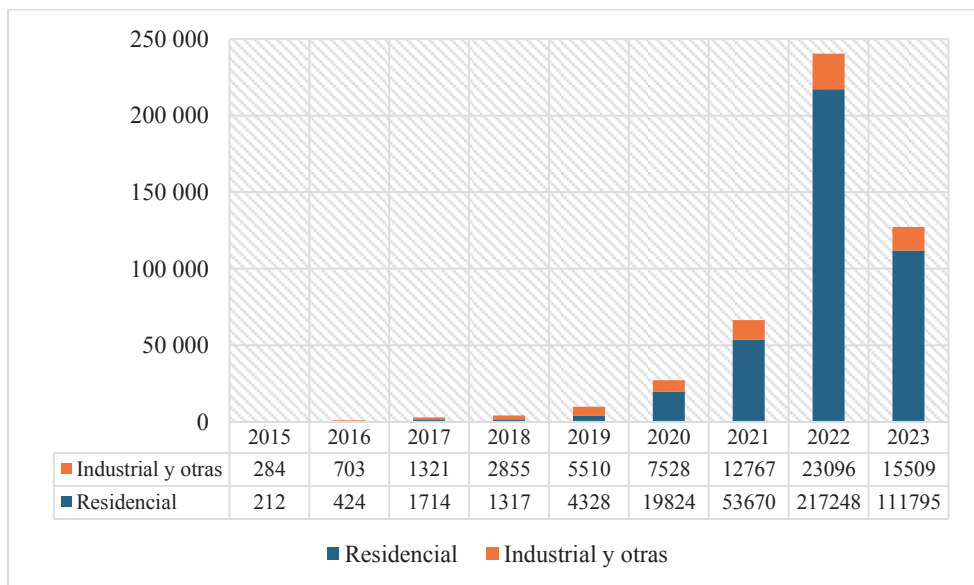
Figura 4. Evolución de la potencia instalada de autoconsumo en España en MW (2015-2023)



Fuente: APPA (2023).

A este crecimiento han contribuido tanto factores de carácter estructural como coyuntural, como se recoge en el informe de APPA (2023). Entre los primeros están el abaratamiento de costes de la tecnología solar fotovoltaica y la simplificación de trámites burocráticos; y entre los segundos, el efecto tractor de los fondos europeos *NextGeneration*, así como los altos precios y la alta volatilidad del mercado eléctrico, que han motivado un importante crecimiento del autoconsumo residencial. Como refleja la Figura 5, el número de instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo instaladas en España en el año 2022 aumentó exponencialmente respecto al año anterior; incremento que se cifra en un 304,78 %. Una vez desaparecidos los condicionantes de este incremento exponencial, en 2023 la potencia instalada de autoconsumo fotovoltaico inicia un cambio de tendencia motivado por la caída de los precios de la energía, la reducción del poder adquisitivo de las familias debido a la inflación y el agotamiento de las ayudas de los Fondos de Recuperación. Como consecuencia de ello, en la primera mitad de 2024, la instalación de paneles fotovoltaicos ha descendido un 26 % con respecto al mismo periodo de 2023; tendencia difícil de revertir mientras no se potencie su instalación con otro tipo de medidas como incentivos fiscales, reducción en plazos de tramitación e incluso modificaciones en la estructura de las tarifas.

Figura 5. Número de instalaciones anuales en España (2015-2023)



Fuente: APPA (2023).

3. Desarrollo de las comunidades energéticas en España

Una vez presentado el marco normativo desde la óptica de su posible efecto impulsor o dinamizador de la generación de energía fotovoltaica, el siguiente eslabón en materia de autoconsumo son las CC. EE., que constituyen el objeto de estudio en este libro y cuyo desarrollo en nuestro país será analizado en este tercer epígrafe del capítulo.

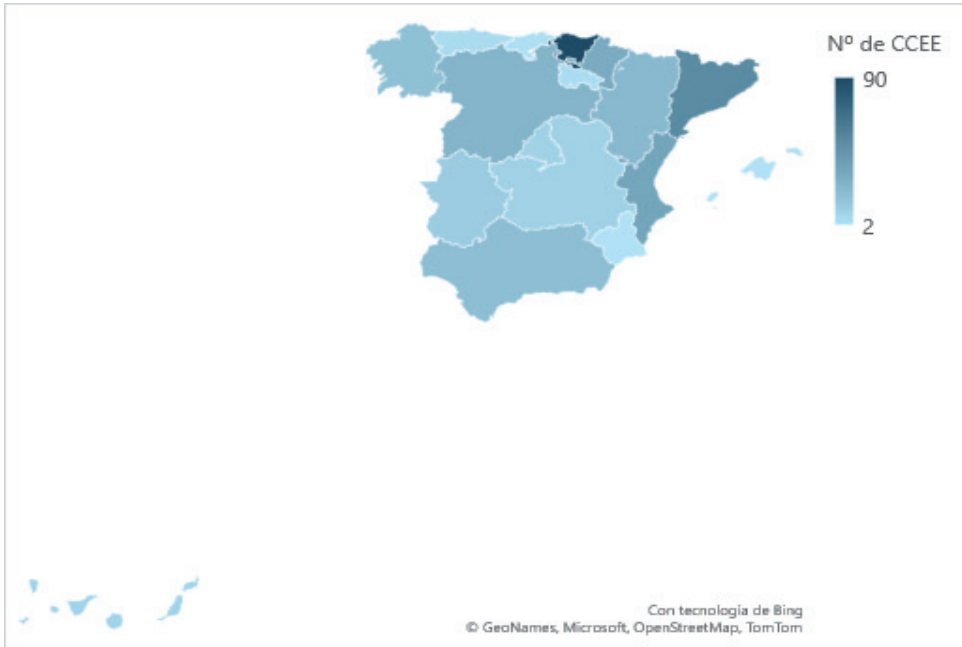
El autoconsumo es una de las principales palancas para poder lograr los objetivos de potencia instalada renovable que la *Hoja de Ruta del Autoconsumo*, aprobada por el Gobierno en 2021, fija en 9 GW de potencia instalada en 2023, dentro de la Medida 1.4 del *Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030* (PNIEC). El autoconsumo potencia la participación ciudadana en el proceso de transición energética, y las CC. EE. constituyen colectivos participados por consumidores, pequeñas y medianas empresas (pymes), cooperativas o entidades locales con actuaciones en ámbitos como las energías renovables, la eficiencia energética o la movilidad sostenible, de manera que los consumidores adquieren con ellas el rol de productores de su propia energía limpia.

En España no existe un registro administrativo que ofrezca datos oficiales sobre estas entidades, aunque está prevista su creación en el proyecto de real decreto por el que se desarrollan las figuras de las comunidades de energías renovables y las comunidades ciudadanas de energía, de 20 de abril de 2023 (MITECO, 2023). No obstante, en junio de 2024 se ha publicado el primer informe de indicadores del Observatorio de Comunidades Energéticas Energía Común; una iniciativa desarrollada por la Fundación Ecología y Desarrollo (ECODES), en colaboración con *Redeia*, operador global de infraestructuras esenciales de energía y telecomunicaciones, y el Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico. Se prevé que este informe se vaya actualizando anualmente, ofreciendo así un análisis evolutivo.

Los datos del informe ECODES (2024) revelan que España contaba en 2023 con un total de 353 CC. EE., lo que supone una media de 0,7 CC. EE. por cada 100 000 habitantes. La mayor parte de estas CC. EE. se concentran, como muestra la Figura 6, en el noreste peninsular.

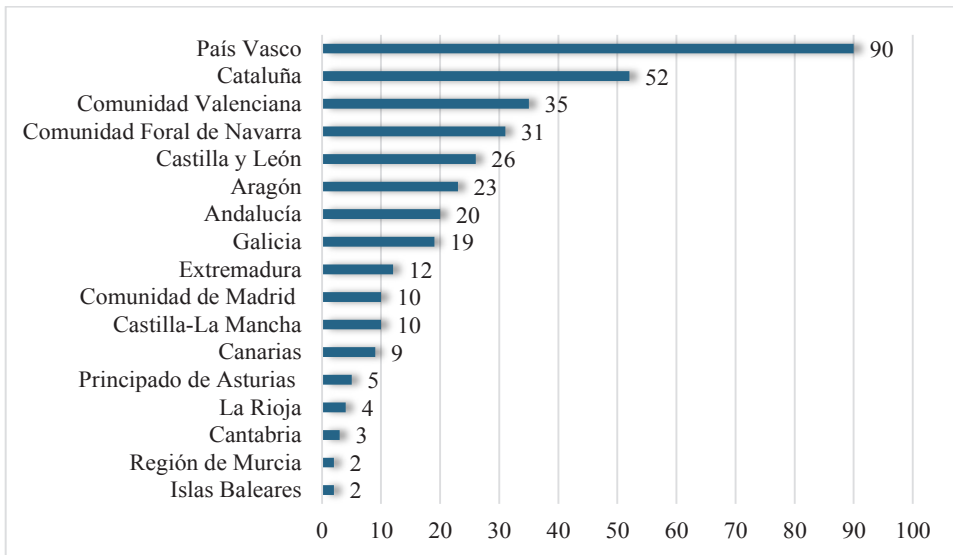
De hecho, solo Cataluña y País Vasco concentran el 40,23 % del total de CC. EE. del territorio nacional, con 142 CC. EE. (Figura 7). Les siguen, en orden de importancia, la Comunidad Valenciana (35 CC. EE.), la Comunidad Foral de Navarra (31), Castilla y León (26), Aragón (23) o Andalucía (20).

Figura 6. Distribución de las CC. EE. en el territorio nacional (2023)



Fuente: elaboración propia a partir de ECODES (2024).

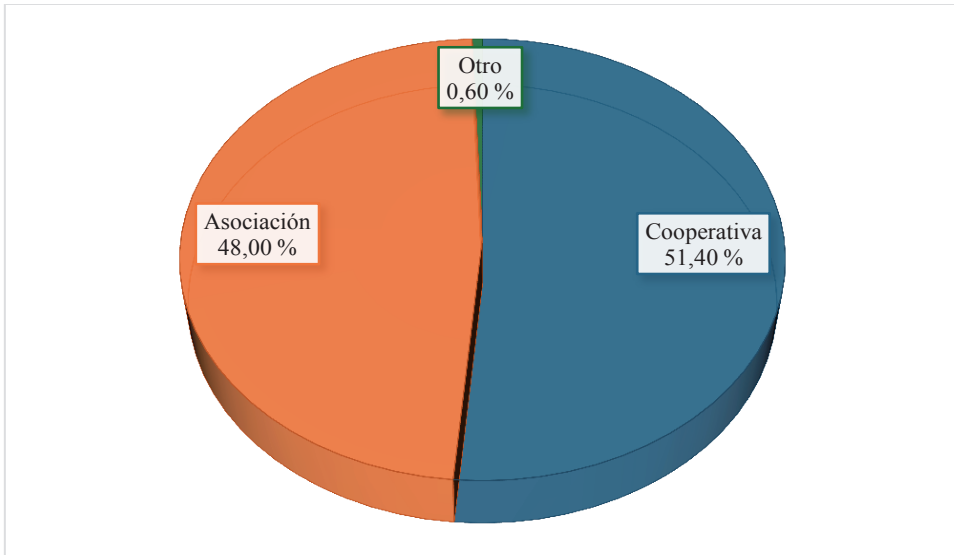
Figura 7. Número de CC. EE. por CC. AA. (2023)



Fuente: elaboración propia a partir de ECODES (2024).

La principal figura jurídica bajo la que se han constituido formalmente las CC. EE. en España es la de cooperativas (51,40 %), seguida de las asociaciones (48 %) y, en mucha menor medida, otras formas jurídicas (0,60 %), como muestra la Figura 8.

Figura 8. Figura jurídica de las CC. EE. en España (2023)



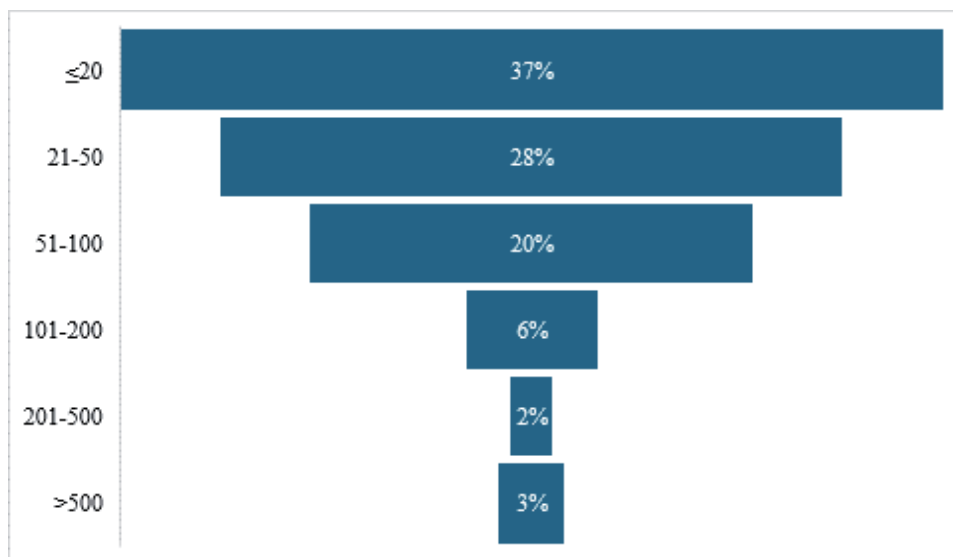
Fuente: elaboración propia a partir de ECODES (2024).

Se pueden distinguir cuatro posibles fases en el desarrollo de una comunidad energética; a saber: en estudio, en proceso, instalada y operativa. Entre las tres primeras fases puede transcurrir un corto período de tiempo, pero el tiempo que transcurre entre la tercera y la cuarta fase es mucho mayor. En España, la gran mayoría de las CC. EE. se encuentran en una fase todavía incipiente; de hecho, los datos de ECODES (2024) apuntan a que únicamente el 12 % de las CC. EE. tiene su primer proyecto energético ya operativo (ECODES, 2024). Muchas de las CC. EE. constituidas se encuentran en una primera fase de estudio y difusión entre posibles interesados, aunque las trabas burocráticas y los retrasos causados por diferentes distribuidoras y comercializadoras podrían ser otro de los motivos de su limitado desarrollo.

El estado incipiente de las CC. EE. hace que, en la mayor parte de casos, el número de socios con los que cuentan sea bajo (Figura 9). Más de la mitad

de CC. EE., concretamente un 65 %, cuenta con 50 o menos socios (un 37 % con 20 o menos).

Figura 9. Distribución de las CC. EE. en España en función del número de socios (2023)



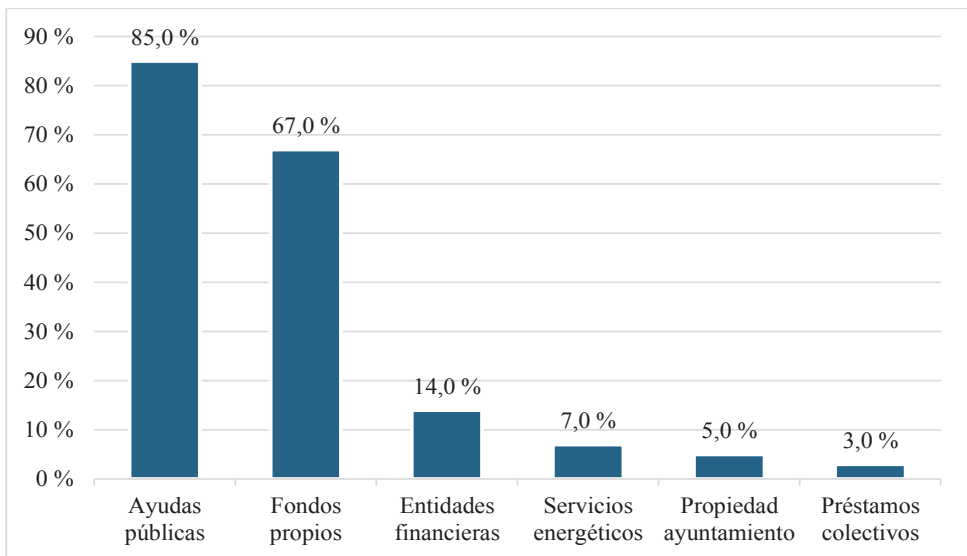
Fuente: elaboración propia a partir de ECODES (2024).

Las CC. EE. en España han utilizado una gran variedad de estrategias de financiación, que incluye desde financiación con recursos internos mediante la aportación de fondos propios por parte de los socios beneficiarios, hasta la búsqueda de recursos ajenos, procedentes de diversas fuentes como ayudas públicas, banca privada, banca ética o préstamos colectivos, como *crowdfunding* o *crowdlending*. La Figura 10 muestra las principales fuentes de financiación de las CC. EE., evidenciando que un 85 % de estas ha recibido algún tipo de ayuda pública para su constitución; y dentro de estas, un 24 % ha contado con el apoyo del Programa Implementa en la primera o segunda convocatoria (ECODES, 2024). La financiación con cargo a fondos propios, o aportaciones de socios, está también generalizada, siendo utilizada por un 67 % de las CC. EE., mientras que las restantes fuentes de financiación están menos extendidas.

Aproximadamente 85 CC. EE. en España, un 24 %, han sido beneficiarias del Programa Implementa en su primera o segunda convocatoria. El

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDEA) ha creado una base de datos con la intención de recabar datos básicos, de forma voluntaria, de las CC. EE. beneficiarias de los programas de ayuda CE Implementa. Esta base de datos registra un total de 67 CC. EE. vinculadas a 340 proyectos, de los cuales 221 se encuentran en municipios de reto demográfico. Sin duda, las ayudas convocadas por el IDAE durante los años 2022 y 2023 han tenido gran relevancia en el desarrollo de estos proyectos. Según datos de la propia institución, se han concedido más de 70,97 millones de euros destinados a un total de 128 proyectos.

Figura 10. Fuentes de financiación de las CC. EE. en España (2023)



Fuente: elaboración propia a partir de ECODES (2024).

La Tabla 1 muestra un resumen de todos los proyectos existentes, en función del tipo de actuación y de la capacidad instalada. Es también importante destacar las ayudas concedidas por el IDAE para la creación de oficinas de atención ciudadana para impulsar la creación de nuevas CC. EE. proporcionando formación, asesoría y acompañamiento en todo el proceso de constitución de este tipo de entidades. Estas ayudas se cifran en 19,49 millones de euros, beneficiando a 77 proyectos.

Tabla 1. Resumen de todos los proyectos de CC. EE.

	N.º proyectos	Capacidad instalada/ Número	Unidades
EE. RR. eléctricas	291	67 479	kW
Puntos de carga de vehículos eléctricos	76	236	Unidades
Sistemas de almacenamiento	13	6932	kWh
Vehículos eléctricos	11	24	Unidades
EE. RR. térmicas	5	2800	kW

Fuente: IDAE (2024).

En la Unión Europea, las directivas establecen un marco regulador que delega a los Estados miembros la tarea de detallar el régimen legal para mercados energéticos innovadores, como las CC. EE. Estas comunidades fueron propuestas por la Comisión Europea en 2016 para centrar la transición energética en la ciudadanía y en las entidades locales. A pesar de estar parcialmente integradas en la legislación nacional a través de varios decretos, España aún no cuenta con una normativa completa que regule exhaustivamente estas figuras, lo que hace necesario desarrollar un marco legal adecuado que permita cumplir con los objetivos de las directivas europeas.

El incompleto marco jurídico, donde todavía existen palpables indefiniciones y lagunas legislativas, dificulta sin duda el desarrollo de estas entidades que, a pesar de esta desorientación, han logrado un número elevado de proyectos de CC. EE. sin duda potenciado por las importantes ayudas concedidas. Prueba de ello es el nacimiento de proyectos en las diputaciones provinciales en donde se han concedido ayudas (entre otras, la Diputación de Cáceres, la Diputación de Alicante, la Diputación de Zaragoza o la Diputación de Guipúzcoa).

Tanto los poderes públicos como las instituciones financieras privadas están proponiendo acciones concretas para hacer realidad la transición energética, pero se necesita seguir avanzando en un marco jurídico y legal favorable, ágil y sin trabas burocráticas.

4. Análisis descriptivo de los datos

Con el objetivo de realizar una propuesta metodológica que permita evaluar el impacto de las principales políticas y medidas implementadas para

fomentar la generación de energía fotovoltaica en España, se analizan los datos de generación fotovoltaica y del conjunto del *mix* energético, que han sido extraídos de la página web de Red Eléctrica. Disponemos de series mensuales desde enero de 2007 hasta diciembre de 2023.

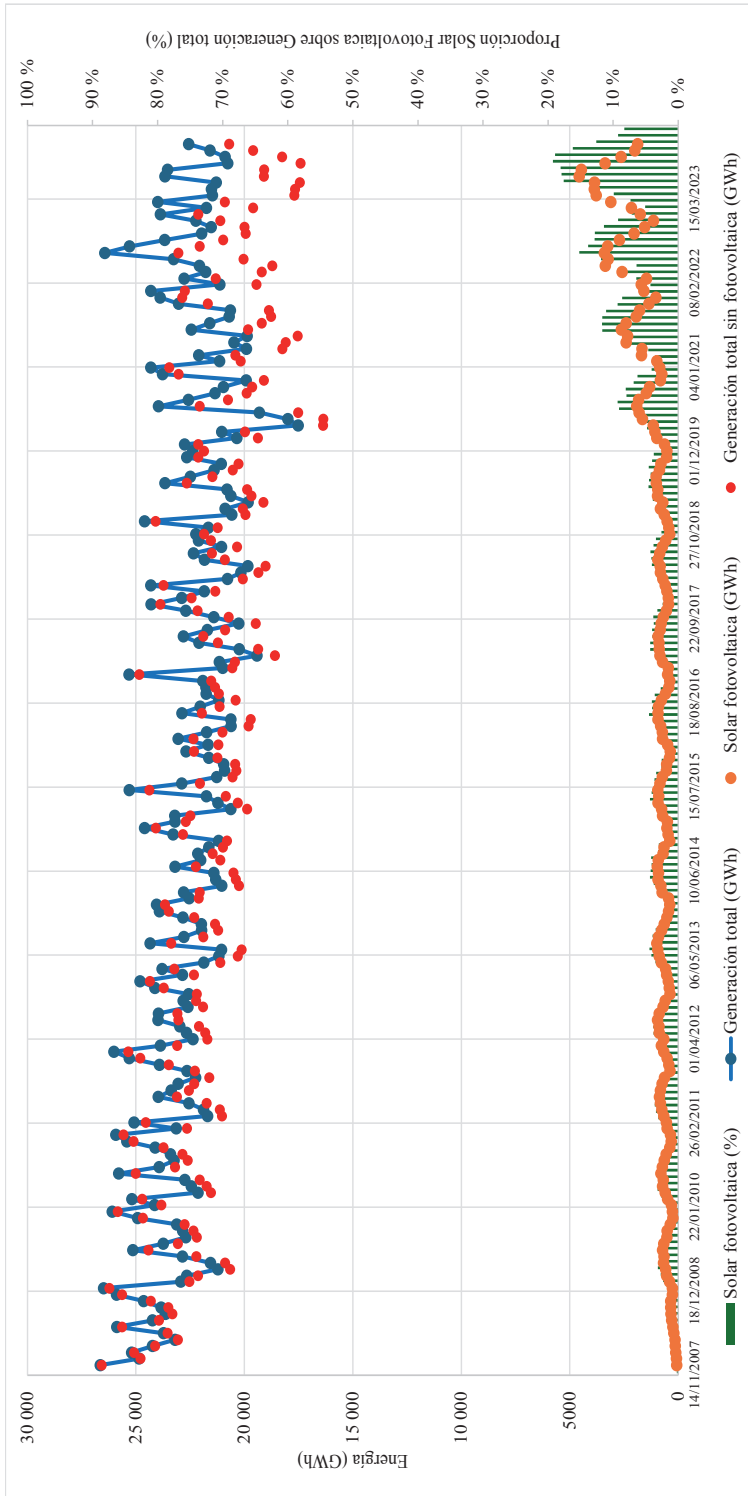
La generación total de energía presenta un valor medio de 22 576,85 GWh, con un mínimo de 17 508,18 y un máximo de 26 630,03, y con una tendencia lateral ligeramente descendente hasta abril de 2020, momento en el que se inicia un cambio en la tendencia, que pasa a ser alcista con pequeña inclinación. Este repunte en la generación total coincide con una explosión de la generación fotovoltaica, tal y como se refleja en la Figura 11 (serie de puntos naranja). En esta figura se muestra también el perfil de la generación total excluyendo la generación fotovoltaica, cuya evolución es lateral y ligeramente descendente, tendencia que continúa hasta 2023.

La generación solar fotovoltaica muestra una clara tendencia alcista con una inclinación poco pronunciada hasta finales de 2019, pero a partir de ahí el repunte es extraordinario, reflejando un sostenido avance que se multiplica en los últimos años. A partir de 2009 se muestra claramente el carácter cíclico de esta energía, cuyo pico de producción se repite todos los años durante los meses de mayor radiación solar: junio, julio y agosto. Durante el año 2008 la mayor producción alcanzada en los meses de verano no aparece reflejada, posiblemente porque el elevado número de instalaciones realizadas durante ese tiempo desfigura el efecto de la mayor radiación solar.

Acompañando a esta evolución temporal, la Figura 12 resume, a través de una línea temporal, los principales desarrollos normativos relativos a la generación de energía solar fotovoltaica; cambios normativos que han sido previamente analizados en la segunda sección de este capítulo. En la parte superior del eje temporal, en color verde, se encuentran aquellos reales decretos (RD) o reales decretos-leyes (RDL) con un efecto que consideramos positivo sobre el desarrollo de la energía solar fotovoltaica. La altura de la línea pretende aproximar la intensidad del impacto. De igual forma, en la parte inferior de la línea temporal, en color rojo, se recogen aquellas otras normativas que, de alguna manera, dificultaron o frenaron la expansión de esta energía renovable.

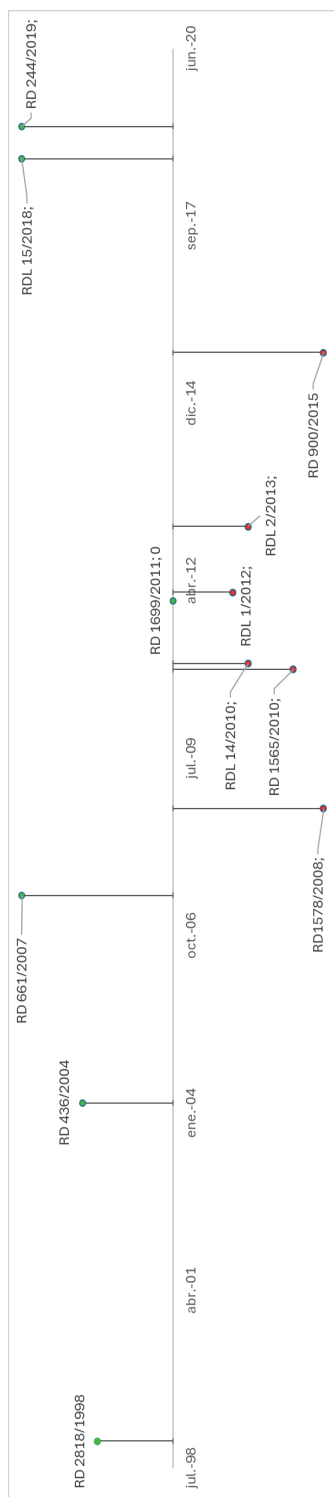
Como consecuencia del perfil de los datos analizados y de las diferentes normativas aplicadas a la producción de energía fotovoltaica, hemos dividido la serie de datos en varios subperiodos; concretamente, los delimitados por el *Real Decreto 1578/2008*, el *Real Decreto-ley 9/2013* y el *Real Decreto-ley 15/2018*, tal y como se describe detalladamente en la siguiente sección de este capítulo.

Figura 11. Evolución de la generación de energía fotovoltaica y mix energético en España (2007-2023)



Fuente: Red Eléctrica (2024b, 2024c).

Figura 12. Puntos de inflexión en la normativa y producción de energía fotovoltaica en España



Nota: RD=Real Decreto, RDL=Real Decreto-ley.
Fuente: Elaboración propia.

5. Propuesta metodológica

El modelo econométrico de diferencias en diferencias (DiD) permite evaluar el impacto de las políticas públicas. En concreto, en este caso, y a la vista del análisis del marco normativo y la evolución del perfil de generación de energía fotovoltaica, se pone el foco en la evaluación empírica de las políticas públicas relativas a la generación de energía solar fotovoltaica, estableciendo tres momentos de corte. El primer punto de inflexión viene determinado por el *Real Decreto 1578/2008*, que no solo redujo las tarifas de inyección a la red, sino que también impuso limitaciones en la potencia instalada; y el segundo punto, por el *Real Decreto-ley 9/2013*, que recortó sustancialmente la retribución adicional a los proyectos renovables. El tercer punto de corte viene fijado por el *Real Decreto-ley 15/2018*, que persiguió acelerar la transición hacia una economía descarbonizada con un marco regulatorio justo para consumidores, empresas y todos los demás agentes, y supuso la derogación parcial del *Real Decreto 900/2015*, que imponía el abono de peajes de acceso a las redes de transporte y distribución al autoconsumo. Esto ha supuesto que la energía autoconsumida de origen renovable quede exenta de todo tipo de cargas y peajes, además de la simplificación administrativa y técnica para instalaciones de pequeña potencia; cambio este que refuerza el compromiso por energías limpias frente al impacto del cambio climático.

Para realizar la evaluación del posible impacto de estas tres normativas hemos dividido la muestra de datos en tres submuestras. La primera submuestra abarca el periodo comprendido desde enero de 2007 hasta junio de 2012, y con ella evaluaremos el impacto del *Real Decreto 1578/2008*. La segunda contiene datos desde julio de 2012 hasta septiembre de 2017, y en este período se estudiará el efecto del *Real Decreto-ley 9/2013*. La tercera submuestra comprende desde octubre de 2017 hasta diciembre de 2023, y para este periodo se analizará la implantación del *Real Decreto-ley 15/2018*.

Mediante el modelo DiD examinamos si la reducción de tarifas de inyección a la red y la eliminación de cargas y peajes a la generación de energía fotovoltaica han influido en la concienciación climática de los consumidores, a través del análisis de las diferencias entre la generación de energía total, excluida la solar fotovoltaica, para todo el período.

El cambio de normativa divide la generación de energía en dos grandes grupos:

- Grupo de control: Es la generación de energía que no se ve afectada por la norma.

- Grupo de tratamiento: Es la generación de energía que sí se ve afectada por la norma.

Además, necesitamos disponer de al menos dos periodos de tiempo, uno anterior a la implantación de la política o norma y otro posterior. Con base en estas segregaciones, habrá un total de cuatro grupos:

- Grupo de control antes del cambio.
- Grupo de control después del cambio.
- Grupo de tratamiento antes del cambio.
- Grupo de tratamiento después del cambio.

Denotemos por C el grupo de control y T el grupo de tratamiento. Definimos una variable dicotómica, dT , que toma valor 1 si la observación pertenece al grupo de tratamiento y 0 en caso contrario (esto es, si pertenece al grupo de control). Se introduce además otra variable dicotómica, $d2$, que es igual a 1 si corresponde al segundo periodo de tiempo (después de la regulación) y 0 si corresponde al primer periodo (antes de la regulación).

Este modelo estima el efecto de un cambio en una política comparando los cambios en el grupo de tratamiento con los cambios en el grupo de control. El estimador de diferencias en diferencias básico es $\Delta Y_T - \Delta Y_C$, donde ΔY_T es el cambio en la variable dependiente para el grupo de tratamiento y ΔY_C es el cambio en la variable dependiente para el grupo de control.

La estimación DiD se puede realizar aplicando Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) al siguiente modelo:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 dT_i + \beta_2 d2_t + \beta_3 (dT_i \times d2_t) + \varepsilon_{it} \quad [1]$$

$dT_i \times d2_t$ es una interacción de variables que indica si la unidad i es de tratamiento y $Post\ t$, es decir, que la observación ocurre postratamiento. La variable de interacción es igual a 1 para las unidades tratadas en el periodo postratamiento e igual a cero para las restantes observaciones. El parámetro más interesante es β_3 , que indica el efecto del tratamiento; esto es, este parámetro proporciona información de cómo la normativa sobre autoconsumo de energías renovables impacta en la generación de energía, tanto en el total de energía (excluida la solar) como en la solar fotovoltaica. Por esta razón, el estimador β_3 se relaciona con el supuesto de tendencias paralelas (Blundell y Dias, 2009), ya que, si no es estadísticamente significativo, la tendencia sería igual para el grupo de control y el de tratamiento; y diferente en caso contrario.

La Tabla 2 muestra los resultados de la estimación de la regresión de diferencias en diferencias de la ecuación [1]. Los datos evidencian que las diferencias de generación de energía entre el grupo de tratamiento (generación de energía solar fotovoltaica) y el grupo de control (generación de energía total excluida la solar) son negativas y significativas al nivel del 1 %. Lo mismo sucede con las estimaciones de las diferencias en la generación de energía antes y después de la aplicación de la norma; son negativas y estadísticamente significativas.

Asimismo, nuestra evidencia del análisis DiD para la energía indica que el crecimiento en la generación de energía fotovoltaica es mayor que en la energía total (excluida la fotovoltaica), después de la aplicación de las normativas de 2008, 2013 y 2018.

Tabla 2. Estimaciones de diferencias en diferencias del impacto de la normativa en la generación de energía solar fotovoltaica

	<i>Real Decreto 1578/2008</i>	<i>Real Decreto-ley 9/2013</i>	<i>Real Decreto-ley 15/2018</i>
Variable	Energía	Energía	Energía
Constante	24215,72***	22292,34***	21277,52***
	(108,65)	(82,33)	(52,00)
dT	-24129,27***	-21627,54***	-20607,29***
	(-76,55)	(-56,48)	(-35,61)
d2	-1095,03***	--878,25***	-1130,62***
	(-4,10)	(-2,92)	(-2,53)
dTxd2	1563,41***	907,38***	2240,58***
	(4,14)	(2,13)	(3,54)
R ²	0,99	0,99	0,97

Nota: Los estadísticos t se muestran entre paréntesis. *** hace referencia a un nivel de significatividad estadística del 1 %.

En lo que respecta al efecto del *Real Decreto-ley 9/2013* en la producción de energía fotovoltaica y en el *mix* energético, el valor positivo del coeficiente estimado asociado a la interacción *dTxd2* (907,37) nos muestra que las diferencias en la producción de ambas energías se incrementan después de la aplicación de la normativa. El parámetro estimado (-878,25) y la suma de los parámetros estimados (-878,25+907,38=29,13) capturan las diferencias en la variable dependiente en los períodos anterior y posterior a la aplicación del *Real Decreto-ley 9/2013* para el *mix* de energía y la foto-

voltaica, respectivamente. Los resultados evidencian que el efecto de esta normativa es de un estancamiento en la producción de energía fotovoltaica.

La aprobación de esta normativa se produce en un contexto de caída significativa de la demanda, incremento en la producción eléctrica procedente de fuentes de energía renovables primadas y reducción de los precios en el mercado debida a una delicada situación económica internacional, lo que condujo a la promulgación de un nuevo sistema de remuneración de la electricidad debido al déficit tarifario en España. La evidencia obtenida de una reducción de la producción en el *mix* de energía, en el período posterior a la aplicación del Real Decreto-ley, está en línea con la capacidad de planificar la cantidad producida por parte de fuentes de energía no renovables ante caídas significativas de la demanda.

Aunque el efecto de la primera y segunda normativa se esperase negativo, el crecimiento de la energía fotovoltaica fue mayor que el de las demás energías, lo cual pone de manifiesto el elevado potencial de esta fuente de energía que, a pesar de las limitaciones normativas, consiguió ser protagonista del cambio energético.

6. Conclusiones

El cambio climático representa uno de los principales retos del siglo XXI. En la actualidad, se está configurando un nuevo paradigma económico que busca integrar el crecimiento con la sostenibilidad, priorizando los criterios sociales. En este contexto, la transición energética se vuelve esencial y requiere de acciones tanto por parte del sector público como del privado, con un enfoque en la descarbonización y el fomento del autoconsumo colectivo.

Durante las dos primeras décadas del presente siglo, la generación de energía a partir de fuentes renovables ha adquirido una importancia notable en España. Con el objetivo de mitigar el cambio climático, reducir la dependencia de los combustibles fósiles y cumplir con las directrices de la Unión Europea, España ha apostado decididamente por estas energías. Dentro de las energías renovables, destacan, por su potencia instalada y distribución territorial, la energía eólica, la solar fotovoltaica y la solar termoeléctrica. Entre ellas, la solar fotovoltaica es el pilar de la mayoría de las instalaciones de generación de energía para autoconsumo. El incremento de la producción de esta energía renovable se deriva fundamentalmente de la mejora en sus características técnicas y su mayor eficiencia, la reducción de sus costes, la facilidad de instalación y la abundante radiación solar existente en España.

El presente capítulo realiza un análisis de la evolución de la producción de energía solar fotovoltaica en España a la par que se estudian las principales políticas públicas que le han afectado o afectan, destacando los principales desafíos y retos a los que se ha enfrentado el sector. El papel de las comunidades energéticas en este proceso ha sido transformador, proveyendo un marco en el cual los ciudadanos no solo consumen energía de manera más sostenible, sino que también participan activamente en su producción y gestión. A pesar de las limitaciones legales y burocráticas que aún enfrentan, estas comunidades han mostrado un potencial considerable para moldear el futuro energético de España, haciendo un uso más eficiente de los recursos locales y fomentando una mayor independencia energética. Asimismo, este capítulo propone, en la parte empírica, un modelo económico de diferencias en diferencias para evaluar los efectos de tres normativas concretas (el *Real Decreto 1578/2008*, el *Real Decreto-ley 9/2013* y el *Real Decreto-ley 15/2018*) en términos de generación de energía fotovoltaica y de *mix* total de energía en España.

El inicio de la política de apoyo a la generación solar se puede situar en el año 1998, momento en el que se extendieron los “huertos solares”. Pero no fue hasta el año 2008, con el mayor desarrollo normativo, cuando España se convirtió en el país con la mayor capacidad instalada de energía solar fotovoltaica, representando aproximadamente el 45 % del total mundial; y situándose, hacia finales de ese año, solo por detrás de Alemania en capacidad total instalada. Posteriormente, la crisis económico-financiera y sus consecuencias, junto con el desarrollo de nuevas regulaciones, frenaron este crecimiento de forma drástica, experimentando España un retroceso considerable en el *ranking* mundial. Reseñable es el cargo por energía consumida introducido en 2015, popularmente conocido como “impuesto al sol”, cuya eliminación en el año 2018 puso fin a la fase de estancamiento que duró aproximadamente una década. Desde entonces, la energía solar fotovoltaica experimentó un nuevo “boom” que la ha llevado a un máximo histórico en 2022, con un posterior cambio de tendencia debido a la desaparición o al agotamiento de los factores que impulsaron su desarrollo. La normativa referente al autoconsumo también ha dado sus frutos, impulsando en 2022 el acumulado de instalaciones de autoconsumo hasta los 4564 GWh (APPA, 2023). No obstante, la reciente bajada en los precios de la energía, la reducción del poder adquisitivo de las familias y el agotamiento de las ayudas de los fondos de recuperación hacen necesarias nuevas medidas impulsoras de instalaciones fotovoltaicas.

El análisis empírico pone de manifiesto el impacto significativo del *Real Decreto 1578/2008*, el *Real Decreto-ley 9/2013* y el *Real Decreto-ley 15/2018*

en la generación de energía fotovoltaica y en el *mix* de energía (excluyendo la fotovoltaica), en los períodos posteriores a cada desarrollo; corroborando de esta manera la importancia de las políticas públicas en el avance de la generación energética fotovoltaica y, en definitiva, en la confirmación de la energía solar como fuente de energía renovable y con un elevado potencial en nuestro país. Es destacable que, aunque el efecto sobre la energía fotovoltaica de la primera y segunda normativa se esperase negativo, su crecimiento fue superior al del *mix* de energía, revelando el potencial desarrollo de esta energía renovable a pesar de normativas adversas que redujeron considerablemente su expansión.

A lo largo de este capítulo se ha puesto de manifiesto el poder del marco normativo como impulsor en la generación de energía fotovoltaica. En nuestra opinión, es de vital importancia la puesta en marcha del siguiente eslabón en materia de autoconsumo y de comunidades energéticas, construyendo un entorno favorable que permita su desarrollo. Para ello es necesario completar su marco jurídico, donde todavía existen palpables indefiniciones y lagunas legislativas. Tanto los poderes públicos como las instituciones financieras privadas están proponiendo acciones concretas para hacer realidad la transición energética, pero se necesita seguir avanzando en un marco jurídico y legal favorable, ágil y sin trabas burocráticas.

Entre las principales limitaciones de nuestro trabajo y que al mismo tiempo guiarán trabajos futuros, debemos poner de manifiesto que sería deseable haber analizado el impacto de las políticas públicas en materia de autoconsumo energético y, en definitiva, evaluar el impacto de las comunidades de energía local. Sin embargo, lamentablemente, la ausencia de datos de series de autoconsumo nos impide, por el momento, abordar el análisis de este tema. Este capítulo no ha pretendido realizar un análisis exhaustivo de la normativa desde una perspectiva jurídica, sino ofrecer una panorámica de las principales regulaciones para, desde una aproximación empírica a través de un modelo de diferencias en diferencias, analizar su posible impacto en la generación de energía solar. Futuras ampliaciones de este capítulo podrían llevar a cabo un análisis más profuso de la regulación en este ámbito.

7. Bibliografía

Asociación de Empresas de Energías Renovables -APPA- (2023). *Informe Anual del Autoconsumo Fotovoltaico 2022*. Disponible en <https://www.>

- appa.es/wp-content/uploads/2023/02/Informe-Anual-Autoconsumo-Fotovoltaico-2022.pdf.
- Asociación de la Industria Fotovoltaica -ASIF- (2009). *Hacia la consolidación de la energía solar fotovoltaica en España: Informe anual 2009*. Madrid: ASIF.
- Blundell, R. W. y Dias, M. C. (2009). Alternative Approaches to Evaluation in Empirical Microeconomics. *Journal of Human Resources*, 44 (3), 565-640. Disponible en <http://www.jstor.org/stable/20648911>.
- Cárabe, J. (2015). La energía solar fotovoltaica en España: Presente y futuro. *Vértices. La revista del CIEMAT*, 23, 27-30.
- De la Hoz, J., Boix, O., Martín, H., Martins, B. y Graells, M. (2010). Promotion of grid-connected photovoltaic systems in Spain: Performance analysis of the period 1998–2008. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14 (9), 2547-2563. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.07.059>.
- De la Hoz, J., Martín, H., Martins, B., Matas, J. y Miret, J. (2013). Evaluating the impact of the administrative procedure and the landscape policy on grid connected PV systems (GCPVS) on-floor in Spain in the period 2004–2008: to which extent a limiting factor? *Energy Policy*, 63, 147-167. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.08.056>.
- DPV Energy. (2024). “Boom” histórico de la energía fotovoltaica en España en 2022, Octubre 2023. Disponible en <https://dpvenergy.com/boom-historico-de-la-energia-fotovoltaica-en-espana/>.
- ECODES. (2024). *Observatorio Nacional de Comunidades Energéticas. Informe de indicadores 2023*. Disponible en https://www.energiacomun.org/ficheros/publicaciones/240612_informe_indicadores_2023_energia_comun.pdf.
- Espejo-Marín, C. y Aparicio-Guerrero, A. E. (2020a). La Producción de Electricidad con Energía Solar Fotovoltaica en España en el Siglo XXI. *Revista de Estudios Andaluces*, 39, 66-93. Disponible en <https://doi.org/10.12795/rea.2020.i39.04>.
- (2020b). Orto y Ocaso de la Industria de Fabricación de Módulos Fotovoltaicos en España. *Lurralde: Investigación y espacio*, 43, 393-438.
- Esteban-Amaro, R., Lengua-Lengua, I. y Estellés-Miguel, S. (2022). Ayer y hoy de la energía fotovoltaica en España. *INNODOCT 2022. International Conference on Innovation, Documentation and Education* (Valencia, 2-7 noviembre 2022). Disponible en <https://doi.org/10.4995/INN2022.2022.15780>.
- Frolova-Ignatieva, M., Espejo-Marín, C., Baraja-Rodríguez, E. y Prados Velasco, M.ª J. (2014). Paisajes emergentes de las energías renovables en España. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 66, 223-252. Disponible en <https://doi.org/10.21138/bage.1788>.

- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía -IDAE- (2005). *Plan de Energías Renovables en España 2005–2010*. Madrid: IDAE.
- (2024). *Visor de Comunidades Energéticas*. Disponible en <https://informesweb.idae.es/visorccee/>.
- Mérida-Rodríguez, M., Reyes-Corredera, S., Pardo-García, S. y Zayas-Fernández, B. (2015). Solar Photovoltaic Power in Spain. En M. Frolova, M.^a J. Prados y A. Nadaï (eds.). *Renewable Energies and European Landscapes*. Dordrecht, Países Bajos: Springer. Disponible en https://doi.org/10.1007/978-94-017-9843-3_4.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico -MITECO- (2023). *Proyecto de Real Decreto por el que se desarrollan las figuras de las Comunidades de Energías Renovables y las Comunidades Ciudadanas de Energía*. Disponible en https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/energia/files-1/_layouts/15/Proyecto%20de%20Real%20Decreto-61313.pdf.
- Mir, P. (2012). La regulación fotovoltaica y solar termoeléctrica en España. *Cuadernos Económicos de ICE*, 1 (83), 185-205. Disponible en <https://doi.org/10.32796/cice.2012.83.6039>.
- Prados, M.^a J. (2010). Renewable energy policy and landscape management in Andalusia, Spain: The facts. *Energy Policy*, 38 (11), 6900–6909. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.07.005>.
- Red Eléctrica. (2024a). *Informe del Sistema Eléctrico 2023. Marzo 2024*. Disponible en https://www.sistemaelectrico-ree.es/sites/default/files/2024-03/ISE_2023.pdf.
- (2024b). *Estructura de generación por tecnologías*. Disponible en <https://www.ree.es/es/datos/generacion>.
 - (2024c). *Potencia instalada (MW)*. Disponible en: <https://www.ree.es/es/datos/generacion/potencia-instalada>.
- Solargis. (2024). *Mapa de recursos solares de Europa*. Disponible en <https://solargis.com/es/maps-and-gis-data/download/europe>.