



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Viabilidad de las Comunidades Energéticas en Aragón: Oportunidades para la Transición Energética Local

Viability of Energy Communities in Aragón: Opportunities for the Local
Energy Transition

Autor:

Jaime Martes Paco

Director:

Samuel Esteban Rodríguez

Facultad de Filosofía y Letras

Grado en Geografía y Ordenación del Territorio

Año académico 2025/2026

Resumen

Este trabajo analiza la viabilidad técnica y económica de implementar proyectos de Comunidades de Energía Renovable (CER) en todos los municipios de Aragón, buscando avanzar hacia la transición energética y luchar contra el cambio climático. Mediante el estudio de parámetros como el consumo eléctrico medio por hogar, el precio de la energía, la superficie disponible en tejados residenciales y el coste de instalación de paneles solares, se analiza la capacidad de cada municipio para autoabastecerse energéticamente. Los resultados indican que la implementación de CER es viable aprovechando las deducciones fiscales que ofrece la administración. Finalmente llegamos a la conclusión de que las CER no solo permiten un ahorro económico significativo y una mayor independencia energética, sino que también contribuyen a reducir emisiones de CO₂ y a revitalizar territorios afectados por la despoblación, consolidándose como una herramienta estratégica en la transición hacia un modelo energético más justo y sostenible.

Palabras clave: comunidades energéticas; comunidad de energía renovable; transición energética; autoconsumo colectivo; dependencia energética; viabilidad económica; Aragón.

Abstract

This study analyzes the technical and economic viability of implementing Renewable Energy Community (REC) projects in all municipalities of Aragón, aiming to advance the energy transition and combat climate change. By examining parameters such as average household electricity consumption, energy prices, available rooftop space on residential buildings, and the cost of solar panel installation, the capacity of each municipality to achieve energy self-sufficiency is assessed. The results indicate that the implementation of RECs is viable by taking advantage of the tax deductions offered by the government. The study concludes that RECs not only enable significant economic savings and greater energy independence but also contribute to reducing CO₂ emissions and revitalizing areas affected by depopulation, positioning themselves as a strategic tool in the transition towards a fairer and more sustainable energy model.

Key words: energy communities; renewable energy community; energy transition; collective self-consumption; energy dependence; economic viability; Aragón.

ÍNDICE

1	Introducción	5
	Hipótesis y objetivos.....	6
2	Marco teórico	6
	Tecnología fotovoltaica y transición energética	6
	Las comunidades energéticas.....	8
	Finalidades.....	8
	Normativa que regula las CE.....	8
	Beneficios	10
	Tipos de comunidades energéticas	10
	Comunidad de Energía Renovable.....	10
	Comunidad Ciudadana de Energía.....	11
	Diferencias entre CER y CCE	11
	Elementos sociales y geográficos	11
	Fuentes de energía utilizadas	12
	Integración con otros actores.....	12
	Desafíos de la transición energética	13
	Ayudas	13
	Deducciones	15
3	Metodología	16
	Cuantificación de la superficie de placas necesaria para cubrir la demanda	16
	Consumo.....	16
	Producción.....	17
	Localización y superficies disponibles.....	18
	Estimación de la superficie de placas necesaria	18
	Viabilidad económica y ambiental de la instalación.....	19
	Valoración económica	19

	Subvenciones.....	19
	Valoración medioambiental	19
4	Resultados	20
	Superficie disponible en Aragón y capacidad máxima de placas (datos básicos o físicos).....	20
	Datos básicos del total de Aragón	20
	Valoración económica y medioambiental de la instalación de las CE	21
	Costes de instalación y beneficio sin ayudas públicas	21
	Coste real teniendo en cuenta las deducciones y sus beneficios	23
	Beneficios a nivel estatal: medioambiente y recursos económicos	24
5	Discusión y Conclusiones	25
	Alcance y limitaciones del trabajo	25
	Reflexiones finales del análisis	25
6	Bibliografía.....	27

1 Introducción

España es un país que posee fuentes de energía no renovables. Entre ellas destacan el carbón, como la más abundante, el petróleo y el gas natural, en menor medida. Pese a esto, las fuentes de energía no renovables de las que dispone España no son suficientes para autoabastecer el consumo del país. (Azcue, 2024). Es por ello, que más del 70% de las fuentes de energía no renovable se importan de terceros países, ajenos a la Unión Europea (Vargas, 2023).

Europa es un continente muy dependiente de energía producida en terceros países. Esta transición energética es importante para lograr la independencia energética de España y dejar de ser suministrados por países que no pertenezcan a la Unión Europea (UE), que pueden generar presiones e influencias geopolíticas sobre nuestros intereses. Para poner de relieve el interés de este asunto de la seguridad y defensa, hay que señalar el acontecimiento ocurrido el día 28 de abril de 2025, en el que hubo un corte de luz generalizado en gran parte de la Península Ibérica, el cual se podría haber evitado o, por lo menos, minimizado su impacto, si la red de generación de energía eléctrica para autoconsumo se encontrara más desarrollada en nuestro país. Esta infraestructura debería ser de producción endógena, que fomentara los procesos participativos *bottom-up* en la ciudadanía y que estableciera un *know-how* que dinamizara el territorio e hiciera de España o la región de Aragón un referente a nivel internacional en la producción de energía eléctrica para autoconsumo a través de fuentes renovables.

Además de lo anterior, el cambio climático es uno de los retos más complejos que enfrenta la humanidad en este siglo (Dávila y Olcina, 2025). El agotamiento de recursos y la degradación de ecosistemas ha llevado a una situación en la que es clave tomar acción para revertirla. Uno de los elementos fundamentales en la lucha contra el cambio climático es la transición desde las fuentes de energía no renovables hacia el uso de las energías renovables. Este cambio, además de ser clave en grandes consumidores de energía como las empresas multinacionales, es necesario que se produzca en la ciudadanía. Es por esto por lo que en los últimos años ha surgido el concepto de las comunidades energéticas, buscando la transición energética y facilitar el acceso a la energía procedente de fuentes renovables a la ciudadanía.

El concepto de comunidad energética ha sido definido por la Unión Europea con la Directiva (UE) 2018/2001 sobre energías renovables (RED II). Este organismo interpreta las comunidades energéticas como una forma de organizar de forma colectiva, esencialmente con impulso ciudadano, actividades energéticas muy variadas y que pueden incluir la generación, el

almacenamiento y el consumo de electricidad y otras actividades, como la recarga de vehículos eléctricos, la operación de sistemas energéticos o la gestión activa de los excedentes de energía en el mercado. (Méndez Sánchez y Gómez Fernández, 2022). Las comunidades energéticas tienen la capacidad de dinamizar los espacios rurales y contribuir como una herramienta para la lucha contra la despoblación, actuando como un estímulo social a través de la creación de actividad económica de forma directa e indirecta (Martínez, 2025).

Hipótesis y objetivos

La hipótesis de este trabajo es que los municipios de Aragón podrían autoabastecerse de energía simplemente instalando placas solares en los tejados de edificios residenciales. Para ello, se ha evaluado si las comunidades energéticas son suficientemente rentables desde un punto de vista económico y medioambiental para los consumidores y el estado. Esto se ha hecho teniendo en cuenta el consumo, los costes de instalación y las subvenciones; y se ha cuantificado la superficie de tejados en edificios residenciales de la que dispone cada localidad, se ha calculado la cantidad de placas necesaria para cubrir el consumo con la producción potencial y se ha evaluado la posibilidad de autoabastecerse con la superficie disponible. A partir de ello, finalmente, se ha analizado el beneficio que reportaría a España a través de la reducción de la huella de carbono y las consecuencias que esto tendría para el país en el marco de la Unión Europea. A continuación, se desarrolla un marco teórico en el que se detallan aspectos clave para entender el estudio realizado.

2 Marco teórico

Tecnología fotovoltaica y transición energética

El sol ha sido una fuente de energía vital para la supervivencia de la humanidad y cuyo recurso se ha aprovechado siempre para calentar o encender objetos. Fue en 1883 cuando se desarrolló el primer panel solar producido con selenio y revestido de pan de oro, por Charls Fritts, la cual tenía una eficiencia del 1 o el 2% produciendo muy poca energía. Desde entonces esta tecnología ha avanzado consiguiendo con diferentes avances tecnológicos aumentar su eficiencia y productividad y ampliando su ámbito de aplicación, comenzando con el uso en satélites e incluyéndose posteriormente en faros, sistemas de telecomunicaciones y finalmente en viviendas. Uno de los factores clave, además del aumento de la productividad de los paneles, es la reducción de sus costes, convirtiéndose actualmente en una de las energías más competitivas del mercado (Morillas, 2024).

La transición energética, de acuerdo con el Pacto Verde Europeo (Reglamento UE 2021/1119), busca reducir al máximo el consumo de fuentes de energía no renovables, como el carbón, gas o el petróleo, entre otros, en pro de un consumo de energía encabezado por las fuentes de energía renovables, como pueden ser la eólica, solar o hidráulica, logrando un sistema más sostenible económica y medioambientalmente. Esta transición energética es algo costosa dado que implica cambiar un sistema fuertemente arraigado en nuestra sociedad, en la que predomina el consumo de energía procedente de fuentes no renovables.

Uno de los beneficios a contemplar en esta transición energética es la reducción de la huella de carbono. La huella de carbono, según el MITECO (2024), se define como “la totalidad de gases de efecto invernadero emitidos por efecto directo o indirecto por un individuo, organización, evento o producto”. Estos Gases de Efecto Invernadero (GEI) juegan un papel importante en la política de lucha contra el cambio climático de la Unión Europea. La UE busca reducir en un 55% la emisión de GEI para 2030 y llegar a ser un continente neutro en emisiones para 2050 (Reglamento UE 2021/1119).

La UE, para tratar de alcanzar la transición, puso en marcha a principios de los 2000 el mecanismo de los derechos de emisión, el *EU Emissions Trading System* (EU ETS). Estos regulan las emisiones de los sectores, creando un mercado y buscando que el que contamine pague, incentivando así a reducir las emisiones de GEI entre los diferentes sectores industriales y países miembros. Así mismo se ha creado un sistema de financiación basado en la taxonomía verde europea, que permite conocer a los inversores de todo el mundo como avanzan sus inversiones medioambientales (Reglamento UE, 2020/852).

A partir de 2027 se va a ampliar el ámbito de aplicación del mecanismo incluyendo en la ecuación al sector residencial, el comercio minorista y el transporte por carretera, entre otros (EU ETS 2). Además de la herramienta del mercado de derechos de emisión, existe el Reglamento de Reparto del Esfuerzo (RRE) por el que los países se comprometen a reducir sus emisiones de carbono a la atmósfera. Es en este mecanismo en el que adquiere un importante papel el consumo de energía en las viviendas y las emisiones de carbono de estas, puesto que, según el Consejo Europeo (2025), los edificios son los responsables del 40% de la energía consumida y del 36% de las emisiones directas e indirectas de GEI relacionadas con la energía.

Las comunidades energéticas

Finalidades

La finalidad de las comunidades energéticas es la de contribuir a reestructurar el sistema energético y convertirlo en un sistema más sostenible, con cero emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y una huella medioambiental muy baja o nula. Además, a través de estas, la población puede asociarse para hacer frente a la inversión conjuntamente (Méndez Sánchez *et al.* 2022).

La directiva donde se establece el concepto de CE en 2001 se ha traspuesto a nuestro marco jurídico nacional, la Ley 24/2013, del Sector Eléctrico, pero han sido impulsadas de manera más específica mediante normativas posteriores, como el Real Decreto 244/2019 y el Real Decreto-ley 23/2020, entre otros.

Normativa que regula las CE

Para analizar la normativa hemos dividido la misma en dos apartados, las normas que regulan el funcionamiento y sientan las bases de las CE y, por otro lado, las normas que establecen las bases para el acceso a las ayudas y subvenciones para la creación de CE. En primer lugar, en la figura 1, encontramos las reglas que sientan las bases de las CE, en las que se crea un marco jurídico y económico que permite a las CE generar, compartir y vender energía renovable, que establecen los límites de las CE e instan a la ciudadanía a implicarse en la transición energética.

Norma (BOE)	Ámbito / Tipo	Principales disposiciones
Real Decreto 244/2019, de 5 de abril	Autoconsumo eléctrico	Regula el autoconsumo colectivo; permite compartir energía generada (cubiertas, instalaciones cercanas); introduce la compensación simplificada de excedentes.
Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio	Energías renovables / reactivación económica	Facilita integración de renovables y comunidades energéticas; permite a ciudadanos, PYMES y entidades locales generar, consumir, almacenar y vender energía; marco para autoconsumo compartido y acceso a red.
Ley 7/2021, de Cambio Climático y Transición Energética	Cambio climático / transición energética	Promueve participación ciudadana en el modelo energético; refuerza comunidades energéticas en

			descarbonización y democratización de la energía.
Real Decreto-Ley 20/2022, de 27 de diciembre	Medidas económicas y sociales / autoconsumo		Aumenta a 2000 m la distancia máxima entre socio y fuente de producción de energía eléctrica.
Proyecto de Real Decreto (abril 2023)	Desarrollo normativo de comunidades energéticas		Propuesta de regulación de comunidades energéticas; marco para desarrollo y competencia en igualdad con actores tradicionales.
Real Decreto-Ley 5/2023, de 28 de junio	Medidas económicas / transposición normativa UE		Introduce las definiciones de Comunidad de Energía Renovable y Comunidad Ciudadana de Energía.

Figura 1: Normativa que regula el funcionamiento de las CE. Elaboración propia.

Por otro lado, encontramos en la figura 2, las leyes que establecen las ayudas y subvenciones a las que puede acceder la sociedad para facilitar la creación de Comunidades Energéticas democratizando el acceso a la energía.

Norma (BOE)	Ámbito / Tipo	Principales disposiciones
Orden TED/1446/2021, de 22 de diciembre	Subvenciones / ayudas (Programa CE Implementa)	Establece bases reguladoras de ayudas a proyectos piloto singulares; define conceptos como “comunidad energética”, “participación abierta”, “participación voluntaria”.
Orden TED/764/2024, de 22 de julio	Subvenciones / ayudas (Programa CE Implementa)	Establece bases reguladoras del nuevo programa de subvenciones; redefine conceptos como “comunidad energética” y “participación abierta”; ayudas financiadas por la UE (Next Generation EU).

Figura 2: Normativa que regula las ayudas y subvenciones a las CE. Elaboración propia.

Beneficios

Desde otra óptica, las comunidades energéticas van a suponer un beneficio económico para los socios que, pese a estas no tener ánimo de lucro, ahorrarán reduciendo su factura de la luz, así como otros beneficios medioambientales y sociales (González Ríos, 2020). Por otro lado, con la implantación de energías renovables se reduciría la dependencia energética que España tiene con los países exportadores de fuentes de energía no renovable de fuera de la Unión Europea, como Arabia Saudí, Nigeria, Catar o Argelia. (Balteanu y Viani, 2023). En última instancia, las comunidades energéticas facilitarían esa transición energética con un sistema basado mayoritariamente en la energía procedente de fuentes renovables, teniendo en cuenta el aumento de los costes de otro tipo de energías no renovables que han incrementado a raíz de conflictos bélicos y de la pandemia por COVID-19 (Lara Ortiz, 2025).

Tipos de comunidades energéticas

En la normativa se prevén dos tipos de CE: la Comunidad Ciudadana de Energía (CCE) y la Comunidad de Energía Renovable (CER); se describen ambas a continuación.

Comunidad de Energía Renovable

Según Méndez Sánchez *et al.* (2022), la primera vez que la legislación europea recogió una definición oficial de comunidad energética fue a través de la Directiva 2018/2001, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables. En esta directiva se recoge el concepto de comunidad de energías renovables (CER), que se define en el artículo 2.16 de la directiva como:

«una entidad jurídica

- a) que, con arreglo al Derecho nacional aplicable, se base en la participación abierta y voluntaria, sea autónoma y esté efectivamente controlada por socios o miembros que están situados en las proximidades de los proyectos de energías renovables que sean propiedad de dicha entidad jurídica y que esta haya desarrollado;
- b) cuyos socios o miembros sean personas físicas, pymes o autoridades locales, incluidos los municipios;
- c) cuya finalidad primordial sea proporcionar beneficios medioambientales, económicos o sociales a sus socios o miembros o a las zonas locales donde opera, en lugar de ganancias financieras».

Comunidad Ciudadana de Energía

Posteriormente se aprobó la Directiva 2019/944 sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad. En esta directiva se introduce un segundo concepto de comunidad energética: la comunidad ciudadana de energía (CCE), que se definen en el artículo 2.11 de la directiva como

«una entidad jurídica que:

- a) se basa en la participación voluntaria y abierta, y cuyo control efectivo lo ejercen socios o miembros que sean personas físicas, autoridades locales, incluidos los municipios, o pequeñas empresas,
- b) cuyo objetivo principal consiste en ofrecer beneficios medioambientales, económicos o sociales a sus miembros o socios o a la localidad en la que desarrolla su actividad, más que generar una rentabilidad financiera, y
- c) participa en la generación, incluida la procedente de fuentes renovables, la distribución, el suministro, el consumo, la agregación, el almacenamiento de energía, la prestación de servicios de eficiencia energética o, la prestación de servicios de recarga para vehículos eléctricos o de otros servicios energéticos a sus miembros o socios».

Diferencias entre CER y CCE

Hay tres aspectos significativos que diferencian los dos tipos de comunidades energéticas: se basan en elementos sociales y geográficos, fuentes de energía utilizadas, integración con otros actores.

Elementos sociales y geográficos

“Las CER requieren una proximidad entre las personas socias de la comunidad energéticas y los proyectos de energías renovables, pero en el caso de las CCE se abre la puerta a que haya una distancia indeterminada entre ambos.” (Méndez Sánchez *et al.*, 2022). Se considera que los socios o miembros de una comunidad de energía renovable están situados en las proximidades de la zona de producción cuando el proyecto se desarrolla en un municipio de menos de 5000 habitantes y los miembros o socios son propietarios de inmuebles, tienen su residencia habitual o son titulares de un punto de suministro en el municipio donde se localiza la comunidad, así como los municipios directamente colindantes con este, siempre que la población no supere los 50000 habitantes y que entre el conjunto de los municipios no superen los 50000 habitantes. (Lara Ortiz, 2025). Cuando las comunidades se ubiquen en municipios de más de 5001 habitantes y menos de 50000, se considerará que los socios o miembros se encuentran en las proximidades del proyecto cuando estas sean propietarias de un inmueble, tengan su residencia habitual en el municipio o sean titulares de un punto de suministro en el municipio donde se halla la CER. (Lara Ortiz, 2025).

Cuando se traten de comunidades energéticas implantadas en municipios de más de 50000 habitantes, se considerará situados en las proximidades a las personas que sean propietarias de bienes inmuebles, tengan su residencia habitual o sean titulares de un punto de suministro en un radio de cinco kilómetros a la redonda del punto donde se desarrolla el primer proyecto finalizado de la CER. (Lara Ortiz, 2025) Todo esto, lo podemos ver explicado de una forma más simple y gráfica en la figura 3.

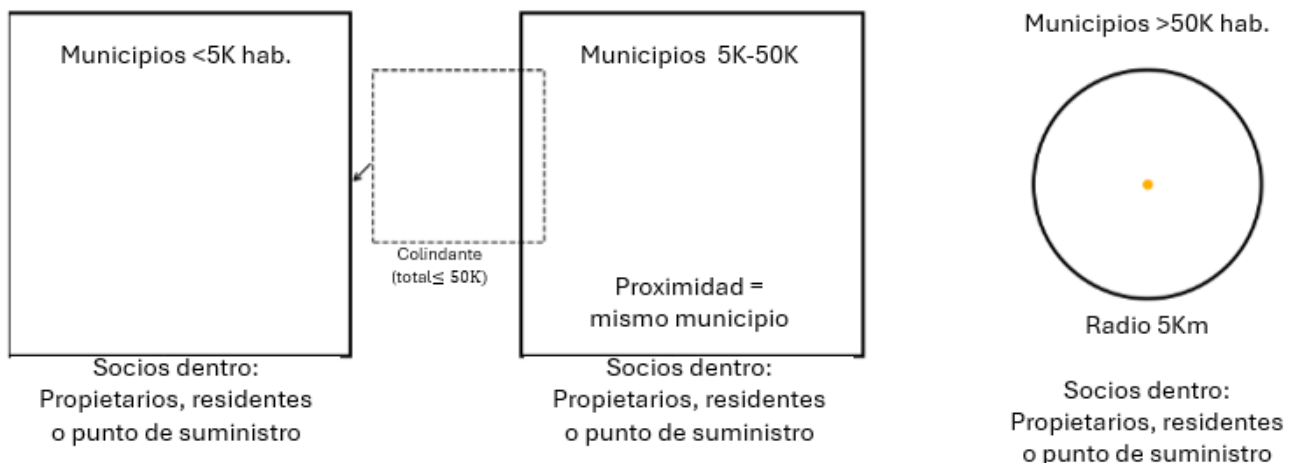


Figura 3: Diagrama explicativo del condicionante de proximidad de las CER. Elaboración propia.

Fuentes de energía utilizadas

Según Méndez Sánchez *et al.* (2022), las CER están centradas en fuentes de energía renovables, mientras que las CCE pueden utilizar cualquier fuente de energía, aunque esta no sea una fuente de energía renovable. Además, las CCE son menos restrictivas en tanto que pueden incorporar vectores energéticos (electricidad, calor y frío), al contrario que las CER, que se centran en la electrificación del consumo.

Integración con otros actores

Como cita Méndez Sánchez *et al.* (2022), la definición de las CCE permite la posibilidad de realizar actividades o proveer servicios a lo largo de la cadena de valor del sistema eléctrico, lo cual no se excluye para las CER. Esto quiere decir que las comunidades energéticas no solo pueden generar beneficios para el consumo eléctrico, sino que también pueden ser actores activos en el mercado eléctrico. Además, las CCE permiten la participación de agentes de gran tamaño del sistema energético, siempre que los socios continúen siendo los gestores de la comunidad energética.

Desafíos de la transición energética

“Las comunidades energéticas presentan como problema los propios de las instituciones democráticas, es difícil poner de acuerdo personas con intereses y objetivos dispares, por lo que será imprescindible que el legislador (tanto la UE como el Ministerio de Transición Ecológica) establezcan un marco claro y al mismo tiempo flexible para que las comunidades energéticas puedan ser una realidad.” (Blanco Silva, 2023). Esta forma de organizar está alineada con la transición energética y el paso a las energías renovables, la descentralización progresiva de los recursos energéticos, un papel protagonista y activo de los consumidores de energía y un conjunto de actividades innovadoras relacionadas con la agregación de energía, la gestión conjunta de activos en nombre de los consumidores, etc. (Méndez Sánchez *et al.*, 2022).

Ayudas

Para acelerar transición desde las instituciones se promueven ayudas e incentivos fiscales a los proyectos que reduzcan el consumo de energías no renovables. Existen varias subvenciones que tanto autonómicas, a nivel de la Diputación General de Aragón, como procedentes de fondos europeos y estatales; por ejemplo, las ayudas del programa CE Implementa, desarrollado por el Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético (IDAE) y financiado por los fondos Next Generation de la Unión Europea. Este programa tiene como finalidad impulsar y fomentar la figura de las comunidades energéticas, ya sean CER o CCE según lo establecido en el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, en el que se destacan las comunidades energéticas como actores clave para la transición energética, otorgando a estas asociaciones la capacidad financiera necesaria para desarrollar sus proyectos de instalaciones fotovoltaicas para autoconsumo apostando por la participación social en el sector energético. Además, se considera que el impulso de las comunidades energéticas en el medio rural puede ser una herramienta clave para su desarrollo (IDAE, 2024).

El programa CE Implementa, para la sexta convocatoria, cuenta con 90.000.000 de euros para financiar proyectos de energías renovables eléctricas, energías renovables térmicas, eficiencia energética o movilidad sostenible. Cabe destacar que sólo se puede hacer una solicitud por comunidad energética y que se exige una inversión mínima de 1 millón de euros para acceder a esta subvención, por lo que está dirigida a grandes proyectos de comunidades energéticas. También hay que tener en cuenta que, para facilitar la financiación de estos proyectos, el 80% de la ayuda concedida se podrá anticipar a la sociedad beneficiaria (IDAE, 2024). Finalmente, para la tipología de proyecto que nos interesa en este trabajo, las actuaciones de energías renovables eléctricas,

según se establece en la Orden TED/1446/2021, de 22 de diciembre, por la que se aprueban las bases reguladoras para la concesión de ayudas del programa de incentivos a proyectos piloto singulares de comunidades energéticas (Programa CE Implementa), en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, la cuantía máxima a percibir sería del 60% de los costes del proyecto.

Otra de las ayudas a las que se podría acceder para financiar estos proyectos de CER son las que otorga el Fondo Social para el Clima (FSC) de la Unión Europea, que son gestionados por cada país miembro. Este fondo, previsto para el periodo 2026 – 2032, contará, según informa El País (2025), con unos 65.000 millones de euros, de los cuales 9.000 millones irán destinados a España. Estas ayudas podrán destinarse a actuaciones estructurales como la rehabilitación energética de viviendas, la electrificación del transporte por carretera y la mejora de la movilidad sostenible, el acceso a energías renovables o la sustitución de sistemas de calefacción contaminantes por bombas de calor, entre otros (El País, 2025). Para poder acceder a estas ayudas, todos los países de la Unión Europea deberán crear un Plan Social para el Clima, que deberá estar aprobado a finales de 2025 para poder poner en marcha las ayudas a principios de 2026. Esta puede ser una buena oportunidad para corregir desigualdades estructurales, reforzar la resiliencia social y acelerar la transición ecológica, mejorando la calidad de vida de los ciudadanos y reduciendo la pobreza energética. Dado que España es uno de los países de la UE con mayor porcentaje de población en riesgo de pobreza energética, estos fondos cobran una gran importancia.

Por otro lado, encontramos ayudas gestionadas por el Gobierno de Aragón ligadas al autoconsumo, almacenamiento y sistemas térmicos con fuentes de energía renovables. Estas ayudas se separan en programas, entre los cuales sería el programa el 4 en el que encontraríamos las ayudas ligadas al autoconsumo y almacenamiento en el sector residencial. Como se especifica en la página web de Gobierno de Aragón, estas ayudas se dirigen, entre otros, a las comunidades de energías renovables y las comunidades ciudadanas de energía, según definición de la Directiva 2018/2001 (Gobierno de Aragón, 2025). En estas ayudas, la subvención máxima a percibir se corresponderá con los 5 primeros MW de potencia instalada. Se permitirá la instalación superior a esa potencia, pero no se podrá percibir ayuda por la potencia superior a los 5 primeros MW (Gobierno de Aragón, 2025).

Por último, otra de las ayudas a las que se puede acceder para financiar los proyectos de comunidades energéticas son las financiadas por los Fondos FEDER, que son gestionadas por el Gobierno de Aragón. En el Programa de Aragón FEDER 2021-2027 (2022) no se especifican las ayudas que pueden recibir estas comunidades energéticas, sin embargo, se mencionan los objetivos

de estos fondos, viendo como las comunidades energéticas se pueden beneficiar directa e indirectamente. (Gobierno de España, 2022)

Uno de los objetivos es la Transición Digital e Inteligente, que busca desarrollar y mejorar las capacidades e innovación, así como asimilar tecnologías avanzadas. En base a esto se promueven acciones como el desarrollo de soluciones tecnológicas aplicables a comunidades energéticas como plataformas de participación ciudadana en proyectos de energía renovable (Gobierno de España, 2022).

Como se nombra en el Programa de Aragón FEDER 2021-2027, el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030 establece para alcanzar los objetivos de descarbonización un fuerte desarrollo de las energías renovables, para así alcanzar en 2030 que un 42% de la demanda final del sistema de energía y un 74% de la producción en el sistema eléctrico, provenga de fuentes de energía renovable (Programa de Aragón FEDER 2021-2027, 2022). Es por ello por lo que uno de los objetivos de estos fondos es financiar la instalación de proyectos renovables de autoconsumo compartido como impulso de la cooperación socio-empresarial (comunidades energéticas) (Gobierno de España, 2022). Estas ayudas se complementan con el resto de las disposiciones de RD 477/2021 sobre Programas de incentivos para la ejecución de instalaciones ligadas al autoconsumo y al almacenamiento.

Deducciones

Al igual que las ayudas que ofrece el gobierno, encontramos numerosas deducciones e incentivos fiscales para la instalación de plantas fotovoltaicas, a las que se podría acceder para el desarrollo de las CER.

En el Impuesto sobre la renta de las personas físicas (IRPF) existe una deducción por obras para la mejora en el consumo de energía primaria no renovable (Agencia Tributaria, 2025). En nuestro caso, aplicaría esta deducción dado que se exigen una reducción de al menos un 30% en el indicador de consumo de energía primaria no renovable, y nuestras comunidades energéticas reducirían en un 100% el uso de energías no renovables. El porcentaje de deducción que podríamos aplicar es de un 40%, con un máximo de 7500 euros por instalación.

Adicionalmente, existen deducciones por las obras realizadas en edificios de uso predominantemente residencial, con la reducción de un 30% como mínimo del uso de energía primaria no renovable, el porcentaje deducible ascendería hasta el 60%, con una base máxima anual de 5.000 euros. Las cantidades satisfechas no deducidas por exceder la base máxima anual de

deducción se podrán deducir con el mismo límite en los siguientes cuatro ejercicios, sin que la base total de la deducción exceda de 15.000 euros (Agencia Tributaria, 2025).

3 Metodología

El presente trabajo se ha realizado para valorar si los municipios de Aragón podrían autoabastecerse de energía utilizando placas fotovoltaicas en sus tejados y albergar una CER, que es la base de la hipótesis que nos hemos planteado. Se ha evaluado si las comunidades energéticas son suficientemente rentables desde un punto de vista económico y medioambiental para los consumidores y el estado teniendo en cuenta el consumo, los costes de instalación y las subvenciones, y se ha cuantificado la superficie de tejados en edificios de viviendas de la que dispone cada localidad, se ha calculado la cantidad de placas necesaria para cubrir el consumo con la producción potencial y se ha evaluado la posibilidad de autoabastecerse con la superficie disponible. A continuación, se detalla las fuentes de datos y los procedimientos de cálculo que se han utilizado, agrupadas en base a si se trata de elementos relacionados con el consumo, la producción o la localización de las superficies de tejado disponibles. La determinación de la viabilidad de una instalación se ha llevado a cabo considerando la valoración económica de la instalación, las subvenciones disponibles y su valoración medioambiental.

Cuantificación de la superficie de placas necesaria para cubrir la demanda

Consumo

En primer lugar, uno de los aspectos relevantes para tener en cuenta era el precio de la luz. Es por ello, que hemos consultado en OMIE, operador de mercado eléctrico designado a la Península Ibérica, la evolución del precio de la luz en España desde enero de 2024 hasta enero de 2025, viendo así la evolución de este y cuál podría ser la tendencia a seguir.

Una vez conocido el precio de la luz, nos informamos sobre el consumo medio de luz por hogar al año, información obtenida del IDAE. De este modo, conociendo el número de hogares que hay en cada municipio a través del censo de población y vivienda del 2011 proporcionado por el IAEST, se podría hacer una estimación de cuál sería el consumo medio aproximado de cada municipio y poder calcular cuánta potencia debería generar para cubrir los gastos.

Para ello, se multiplicó el número de hogares que encontramos en cada localidad por el valor de consumo medio por hogar que nos proporciona el IDAE, el cual es de 3487 kWh. Con ello, conocimos el consumo por municipio al año.

Producción

A continuación, consultamos a un técnico en instalaciones eléctricas cuál podría ser el modelo de placa solar elegido para la instalación. También puso a nuestra disposición un estudio que había realizado para una instalación de placas solares en el entorno de Zaragoza. Conociendo los datos de generación de las placas solares, el número de placas instaladas y el precio de la instalación, se ha extrapolado esa información para calcular el precio de instalación según el número de placas y la generación de cada una de ellas de forma aproximada.

Al decidir el tipo de placa que usaríamos nos informamos, con la ficha técnica del modelo de placa, sobre sus dimensiones (figura 4) para calcular cuántas placas podríamos instalar en cada municipio y hacer un cálculo estimado de cuál sería la potencia que se podría generar.

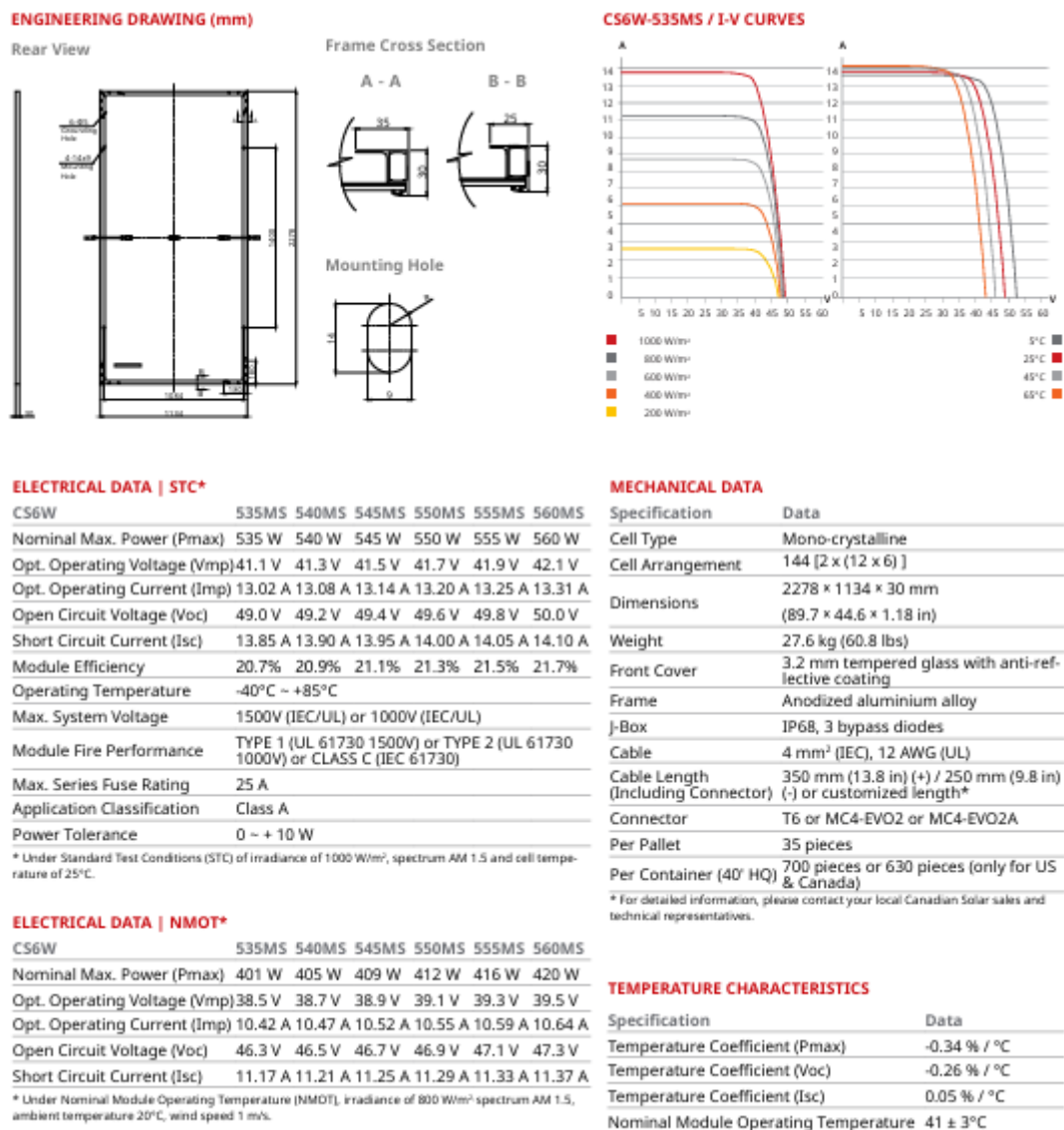


Figura 4: Ficha técnica del modelo de placa solar elegido. Fuente: CanadianSolar.

Localización y superficies disponibles

Otro aspecto muy relevante para nuestro estudio era dónde se iban a instalar las placas solares. Hay un gran número de instalaciones de plantas fotovoltaicas de gran tamaño ubicadas por el territorio aragonés, ocupando principalmente suelo agrícola. En nuestro caso, nos hemos decantado por ubicar las mismas sobre los tejados de los edificios de uso residencial, pues consideramos que sería la mejor opción para las CER dado que exigen una cercanía de los consumidores respecto de las placas solares. Además, de este modo, no habría que cambiar el uso del suelo de estos espacios y no se llevaría a cabo un cambio tan significativo en el paisaje de Aragón.

Para obtener la información de superficie de edificaciones con uso residencial hemos acudido a la información del SIOSE de Alta Resolución. En esta base de datos, que hemos descargado para todo Aragón, hemos identificado el uso del suelo mayoritario en cada parcela. Así hemos conseguido tener una base de datos geoespacial de todas las parcelas de uso residencial de cada municipio de Aragón.

Posteriormente, se ha calculado la superficie de tejado de las fincas de uso residencial. Para ello se ha medido la superficie de la edificación. Esta información se ha complementado con el Modelo Digital de Superficies (MDS) que proporciona el Instituto Geográfico Nacional, que representa las alturas de los edificios. Utilizar el MDS permite trabajar con una información más detallada de la superficie, dado que posibilita hacer el cálculo de la superficie real edificada tridimensional, considerando la inclinación de cada tejado. Esto se ha hecho, considerando, además, el tamaño del píxel del ráster con el que se ha trabajado, que es de 2,5 metros; de esta forma, hemos calculado la superficie real contando con la inclinación, para ello hemos usado la siguiente fórmula:

$$\text{Superficie disponible} = \sqrt{\left(1 + \frac{\text{Pendiente Edificios}}{100}\right)^2} \times 2,5^2$$

Estimación de la superficie de placas necesaria

Para saber el número exacto de placas que serían necesarias para cubrir las necesidades energéticas de cada municipio se ha dividido el consumo anual de cada municipio entre la productividad potencial de cada placa por año. Una vez conocido el número de placas necesarias para que cada municipio pueda cubrir su demanda lo hemos comparado con la cantidad de placas que puede albergar cada municipio según el espacio de instalación disponible.

Viabilidad económica y ambiental de la instalación

Valoración económica

Otro de los factores importantes a tener en cuenta es el precio aproximado de la instalación. Con los datos ofrecidos por el técnico estimamos el precio de la instalación según el número de placas. Así, multiplicando el número de placas necesarias para cubrir el consumo de cada municipio, calculado en base al número de hogares del mismo y los datos del consumo medio del hogar que nos proporciona el IDAE, por el coste por unidad de placa, se ha calculado de forma estimada el coste del proyecto fotovoltaico de cada municipio de Aragón.

Posteriormente, con el precio calculado para cada comunidad energética se ha estimado el precio por año en un periodo de 5 años, que sería el tiempo que, según el técnico en instalaciones fotovoltaicas, se tardaría en amortizar la instalación. Con este valor, después se han calculado los valores de viabilidad. En primer lugar, con la diferencia entre el precio de la energía consumida por cada municipio y el precio de la instalación se ha calculado el beneficio anual sin ayudas. Después, se ha calculado el coste de las CER teniendo en cuenta una deducción del 40%, obteniendo así el precio que pagaría cada CER y el precio que tendría que pagar la sociedad por el precio deducido. Por último, se ha restado el precio de la energía consumida anualmente por cada municipio y el coste de las CER con la deducción del 40%, obteniendo así los valores de beneficio real.

Subvenciones

Una vez analizadas las posibilidades de acceder a ayudas y subvenciones que nos ofrece la administración para tener un mayor acceso a la transición energética, en el presente trabajo hemos analizado cuál sería el coste teniendo en cuenta únicamente la deducción del coste de los proyectos del 40% mencionado anteriormente. Esta decisión se ha tomado en base a que no conocemos con certeza con las ayudas que podría recibir cada proyecto dada la singularidad de cada uno de ellos.

Valoración medioambiental

Finalmente, se ha analizado la repercusión medioambiental que tendría la instalación de CER en Aragón. Para ello, hemos calculado la cantidad de CO₂ que se dejaría de emitir a la atmósfera en base a los datos aportados por el portal ecodes.org, el cual valora que, en base al consumo medio por hogar, cada hogar emite 1429,67 kg de CO₂ a la atmósfera. En base a estos datos, y multiplicando por el número de hogares, se ha calculado la cifra de CO₂ que dejaría de emitir Aragón si se diera una transición energética en todos los hogares de la Comunidad Autónoma. Además, se ha valorado el impacto político que tendría esta medida en España dentro del marco de la Unión Europea.

4 Resultados

Superficie disponible en Aragón y capacidad máxima de placas (datos básicos o físicos)

Datos básicos del total de Aragón

Aragón, como vemos en la figura 5, es una Comunidad Autónoma con 1.351.591 habitantes los cuales se reparten en 538.870 hogares. Estos, según el consumo medio del hogar, el cual es de 3.487 kWh, consumirían un total de 1.879.041.290 kWh al año. Por otro lado, la superficie de tejados en edificios residenciales en los que se podrían instalar placas solares es de 28.521.026,7 m², que tendrían una capacidad para albergar 11.040.745 placas solares del modelo que hemos elegido para el estudio. Estas, según los datos aportados por el técnico en instalaciones fotovoltaicas, generarían un total de 9.719.342.194 kWh al año, es decir unas cinco veces la potencia consumida por los hogares de Aragón. Esto deja ver que el potencial de generación fotovoltaica en los edificios de Aragón es bastante alto por la superficie de la que se dispone. No obstante, dado que el objetivo del trabajo es crear CER para cubrir el consumo de los municipios, vemos que las placas necesarias para ello serían un total de 2.134.508, que son un número alto, pero, aun así, muy inferior al del total de placas que se podrían instalar en los tejados de edificios residenciales en Aragón.

Habitantes	Hogares	Sup. Disponible m ²	Placas potenciales	Generación anual	Consumo anual	Placas necesarias
1.351.591	538.870	28.521.026,7	11.040.745	9.719.342.194	1.879.041.290	2.134.508

Figura 5: Datos básicos del análisis a escala de Aragón. Elaboración propia.

Como vemos en la figura 6, la distribución de estas placas se haría en base al número de hogares que cada localidad alberga, siendo mayor la concentración de placas contra más hogares haya. Así pues, las zonas más despobladas necesitarían una menor cantidad de placas que las áreas como el Valle del Ebro o las capitales de provincia y grandes cabeceras comarcales. Cabe señalar que, como se ilustra en la figura 6, tras comparar el tamaño de las placas necesarias y la superficie disponible en los municipios para instalar placas solares, en las localidades de Ansó, Aragüés del Puerto, Bielsa, Borau, Los Fayos, Gistaín y Plan no se podrían instalar las placas necesarias para cubrir la demanda energética, no pudiendo reducir así su consumo de energías no renovables a 0 y teniendo que buscar energías renovables alternativas a la fotovoltaica. Estos municipios además destacan por ubicarse en la zona Norte del Pirineo, lo cual nos hace reflexionar si la arquitectura tradicional del entorno podría ser un factor determinante para la instalación de placas solares en los tejados de edificios residenciales.

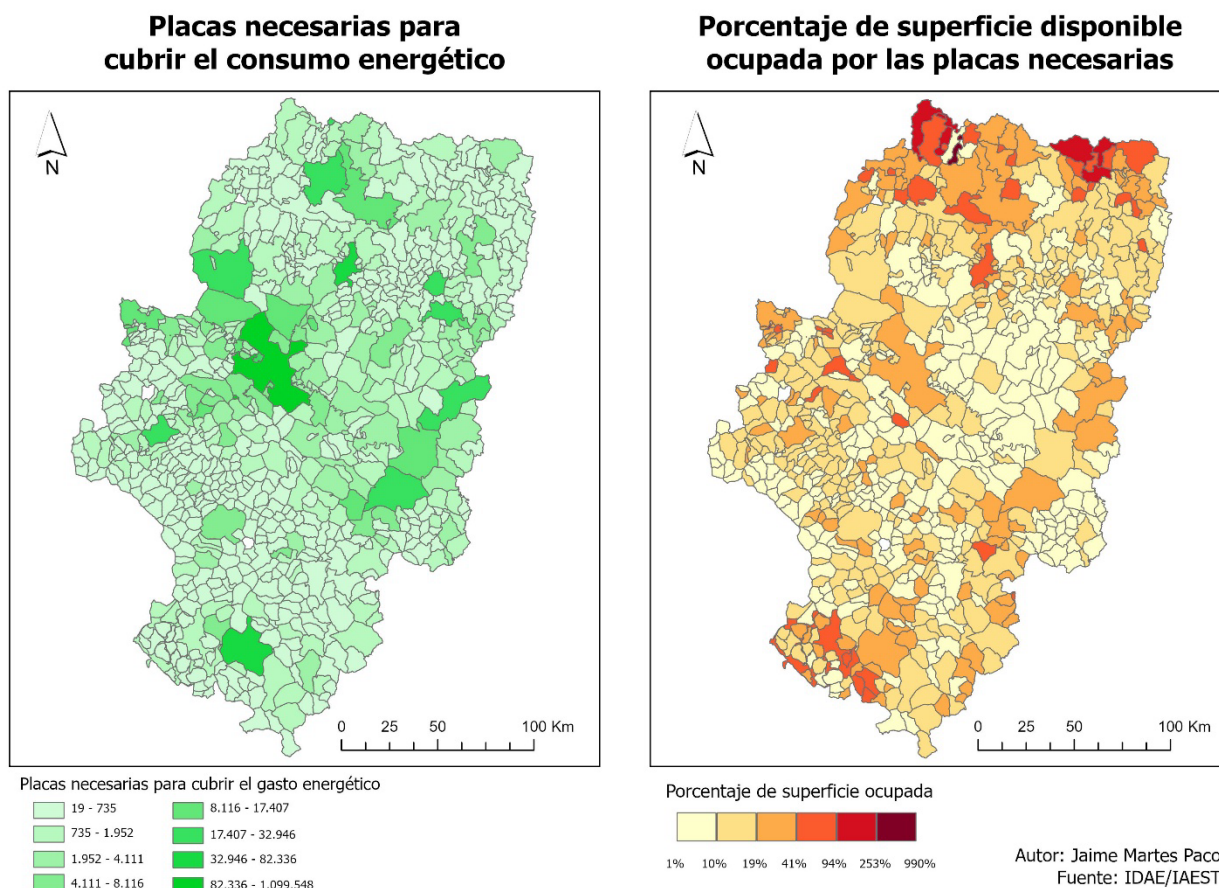


Figura 6: Distribución de las placas necesarias para cubrir el consumo de los hogares de Aragón y porcentaje de la superficie disponible que ocuparían las mismas. Elaboración propia

Valoración económica y medioambiental de la instalación de las CE

Costes de instalación y beneficio sin ayudas públicas

Los proyectos de Comunidad de Energía Renovable no son baratos, pues la tecnología empleada y los costes de producción e instalación son elevados. Calculando en base a los precios del proyecto modelo facilitado por el técnico en instalaciones fotovoltaicas, el precio por unidad de placa ascendería a unos 620 euros aproximadamente. Esto pues, supone que contra más grande sea el municipio, más placas serán necesarias para cubrir el consumo eléctrico estimado de cada municipio, calculado en base a la información de consumo medio del hogar anual que facilita el IDAE; y, por tanto, mayor será el coste del proyecto de Comunidad de Energía Renovable. Como se puede apreciar en la figura 7, la mayoría de los municipios tendrían un coste anual, a la hora de amortizar la CER en cinco años, menor de 50.000 euros, dado que la mayoría de los municipios de Aragón son de pequeño tamaño y no requieren de tantas placas y por tanto de una gran inversión. Sin embargo, en el intervalo de más de 500.000 euros encontraríamos a las tres capitales provinciales, por su capacidad de aglomerar población.

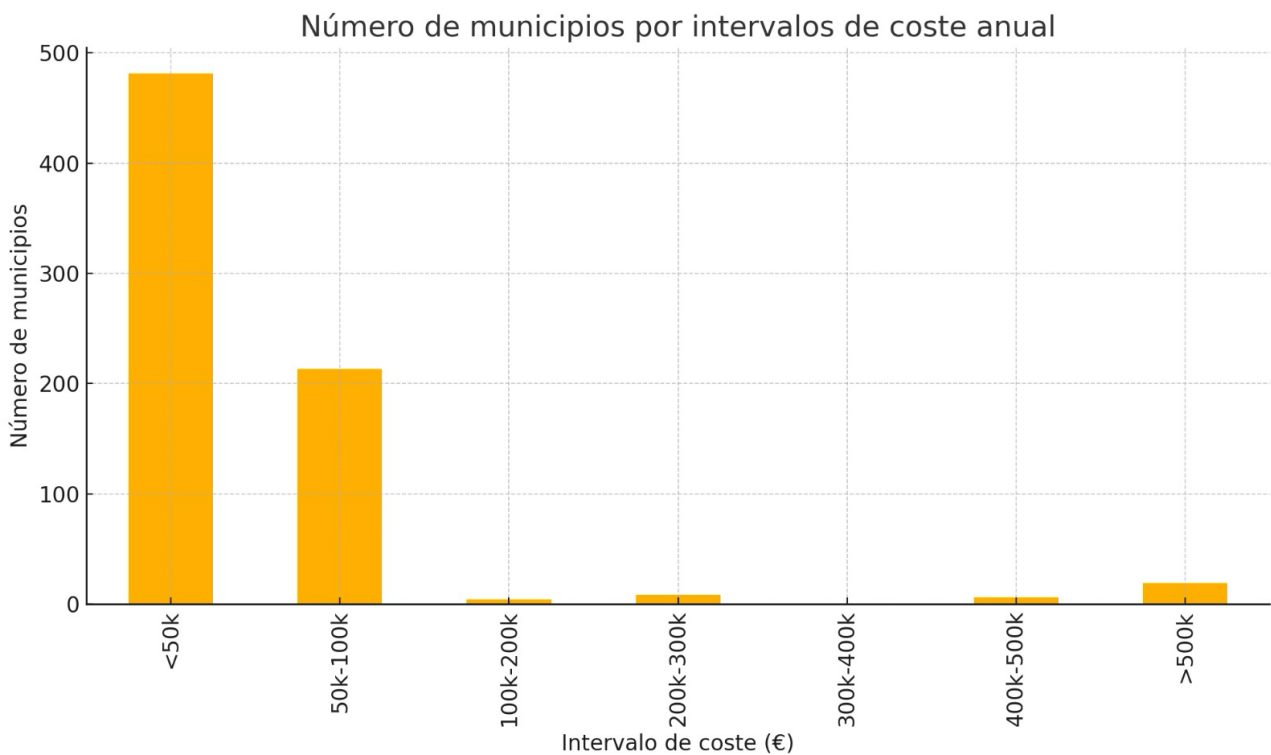


Figura 7: Gráfica del reparto de municipios en base al coste de las CER en Aragón. Elaboración propia

El precio a pagar por hogar durante cinco años sería de 491 euros, un precio que, según el portal *SotySolar* (2025), sería de unos 3.500 euros en las viviendas con menor consumo. Por tanto, el beneficio de la Comunidad de Energía Renovable frente a la instalación fotovoltaica de autoconsumo por cuenta propia sería de unos 1.000 euros a favor de la CER. Cabe destacar que durante estos cinco años en los que se paga los costes de la CER, si el consumo eléctrico continúa según la media actual, el precio de la factura de la luz sería 0 y, en el momento en el que se ha pagado el 100% de los costes del proyecto fotovoltaico, el ahorro en el consumo de la luz sería del 100%, aumentando así la renta disponible de la población.

Como vemos en la figura 8, en todo Aragón se haría una inversión de 264.386.928 euros cada año. Por tanto, si restamos el precio de la energía consumida anualmente en Aragón y el coste total de todos los proyectos de CER en la Comunidad, habría durante estos cinco años unas pérdidas de 82.702.426 euros, las cuales, a primera vista son bastante altas, y que por municipio serían de una media de 113.136 euros. Estos valores medios, no obstante, son estimativos, pues como hemos visto anteriormente, la mayoría de los municipios tendrían un coste anual de la CER menor a los 50.000 euros, lo cual generaría un déficit mucho menor a esa media que se muestra, aunque sin obtener un beneficio positivo.

	Consumo anual	Precio consumo anual	Coste anual de la CER	Beneficio anual sin ayudas
Media	2.570.507 kWh	248.542 €	361.678 €	-113.136 €
Aragón	1.879.041.290 kWh	181.684.502 €	264.386.928 €	-82.702.426 €

Figura 8: Costes de instalación y consumos medios en las localidades de Aragón y totales a escala de la Comunidad Autónoma sin ayudas ni deducciones. Elaboración propia.

Coste real teniendo en cuenta las deducciones y sus beneficios

El coste mencionado anteriormente sería el total de la suma a pagar para desarrollar los proyectos de CER, pero el importe final a pagar por los hogares sería menor. En el contexto actual que se vive en el mundo, especialmente en Europa, donde la concienciación por el cambio climático cada vez es mayor, se está tratando de acelerar la transición energética mediante ayudas y deducciones fiscales que se apoyan de los fondos públicos para su financiación.

Teniendo en cuenta esta deducción, vemos un descenso del coste significativo, haciendo más asequible aún la inversión. En este caso, los hogares pasarían de pagar 491 euros al año durante 5 años, a pagar 294 euros al año, lo cual es un coste asequible para muchos hogares. Además, como vemos en la figura 9, el coste total de las CER en Aragón, teniendo en cuenta la deducción del 40%, sería de 158.632.157 euros, un coste mucho más asequible para la población. No obstante, este coste que se ahorraría la población recaería sobre la administración, que a través de los fondos públicos que aporta la sociedad con sus impuestos, pagaría 105.754.771 euros. Así pues, restando el precio del consumo anual y el coste teniendo en cuenta la deducción del 40%, encontraríamos un beneficio total para la población de Aragón de 23.052.345 euros, siendo de una media de 31.535 euros por localidad.

	Consumo anual	Precio consumo anual	Coste anual con deducción 40%	Coste para la administración	Beneficio anual con deducción
Media	2.570.507	248.542 €	217.007 €	144.671 €	31.535 €
Aragón	1.879.041.290	181.684.502, €	158.632.157 €	105.754.771 €	23.052.345 €

Figura 9: Costes para la sociedad con ayudas, coste para la administración (sociedad) y beneficios económicos. Elaboración propia.

Beneficios a nivel estatal: medioambiente y recursos económicos

Como he comentado anteriormente, en cuanto a la deducción de los costes de los proyectos de CER, el coste que no pagaría la población recaería sobre los fondos de la administración y, por tanto, sobre la sociedad en su conjunto. La cuantía que se pagaría por parte del Estado en este caso, sumando el 40% deducido en los proyectos de todos los municipios de Aragón, sería de 105.754.772 euros. Este coste, comparado con las cifras monetarias que se invierten por parte del gobierno, las cuales ascienden a miles de millones de euros, no supone un coste elevado para los Presupuestos Generales del Estado. Estos proyectos de comunidades energéticas suponen una inversión para el país a largo plazo que reportaría múltiples beneficios sociales, económicos y medioambientales.

La huella de carbono se reduciría notablemente, ya que cada hogar, con un consumo medio de 3478 kWh al año, emite 1429,67 kg de CO₂ a la atmósfera y esta se reduciría a 0 en los hogares adscritos a las CER. Esto, teniendo en cuenta que, según el portal web Reccessary (2025), el precio medio en el mercado del EU ETS de la tonelada de CO₂ emitido durante el mes de mayo de 2025 ha sido de 70,38 euros, nos daría un valor de 100,62 euros de CO₂ emitidos por hogar. Por tanto, como se muestra en la figura 10, teniendo en cuenta estos datos, al reducir a 0 la huella de carbono con la instalación de CER en todas las localidades de la Comunidad Autónoma para cubrir el consumo eléctrico, se estaría ahorrando un total de 54.221.239 euros en el mercado EU ETS, y una media de ahorro por municipio de 74.174 euros. Dejando a un lado el valor económico de la huella de carbono, hablando en valores simplemente medioambientales con esta propuesta el total de Aragón estaría reduciendo aproximadamente 770.406.928 Kg de CO₂ emitidos a la atmósfera provenientes del consumo eléctrico en el hogar, lo cual supondría una media de 1.053.908 Kg de CO₂ por municipio.

	Precio de la huella de Carbono que se ahorra	Huella de Carbono que se reduce	Coste de la independencia energética
Media	74.174 €	1.053.908	-38.961 €
Aragón	54.221.239 €	770.406.928	-28.481.186 €

Figura 10: Precio y cantidad de huella de Carbono que se reduce y coste de la independencia energética en Aragón. Elaboración propia.

5 Discusión y Conclusiones

Alcance y limitaciones del trabajo

Teniendo en cuenta lo positivo de este trabajo, no hay que olvidar las limitaciones que se han tenido del mismo. En primer lugar, hay que tener en cuenta que la escala de trabajo es muy amplia, incluyendo 731 municipios que son los que conforman Aragón. Esta escala hace que el trabajo no pueda ser tan preciso por la falta de medios y tiempo. Es por ello, que el estudio no puede ser tan preciso como si se hiciera para un solo municipio. Esta escala afecta a aspectos como el espacio disponible para ubicar las placas solares, que con una escala menor sería mucho más preciso y acertado; o el consumo de energía de los municipios, en el que se podría haber individualizado cada municipio en lugar de escoger un valor medio para todos. Además, al haber utilizado los mismos valores de consumo para cada municipio y haber utilizado este valor para calcular el número de placas necesarias, hemos obtenido los mismos precios por hogar para todos los municipios de Aragón.

Por último, además de la escala, otro aspecto que cabría valorar en un trabajo de mayor profundidad sería la huella de carbono real de estas CER, dado que únicamente hemos analizado la emisión de carbono que se reduciría con el uso de energías renovables, olvidándonos de la huella de carbono que genera todo el proceso productivo de las CER y su hipotético desmantelamiento y reciclado.

Reflexiones finales del análisis

Tras analizar los resultados obtenidos en el presente trabajo se llega a la conclusión de que la hipótesis planteada en un primer momento no se cumple. Esta dice que los municipios de Aragón podrían autoabastecerse de energía simplemente instalando placas solares en los tejados de edificios residenciales. Tras el análisis hemos podido verificar que esto no es cierto, pues, aunque la gran mayoría de los municipios podrían albergar el número de placas solares necesarias para cubrir su demanda energética, hay siete de ellos, que localizamos en el Pirineo aragonés, los cuales no disponen del espacio suficiente en los tejados de edificios residenciales para instalar tal cantidad de paneles fotovoltaicos.

Sin embargo, La implantación de Comunidades de Energía Renovable en el resto de los municipios de Aragón es viable tanto económica como técnicamente, especialmente si se aprovechan las deducciones fiscales que ofrece el Estado para este tipo de instalaciones, reduciendo significativamente el precio. Así pues, se calcula un precio por hogar y año, a pagar durante 5 años, de alrededor de 491 €, que bajaría con ayudas aproximadamente a 294 €, lo cual significa un ahorro

considerable frente a las instalaciones individuales. Además, una vez pasados los cinco años la instalación estaría amortizada y el ahorro en la factura de la luz sería total, consiguiendo un aumento de la renta disponible de los ciudadanos.

Hay que tener en cuenta que este precio deducido del coste se pagaría por parte de la sociedad y del Estado español, pero que implicaría un paso hacia adelante en la independencia energética. Debemos plantearnos entonces cuánto estaríamos dispuestos a pagar por esa libertad energética y por dejar de estar bajo la influencia geopolítica de los Estados que controlan y suministran al resto del mundo de energía.

Otro elemento relevante que se deduce con este estudio es que la transición energética que se propone con la implantación de CER en las localidades de Aragón tendría un impacto muy positivo en la política medioambiental de España, reduciendo así sus emisiones de CO₂ y cumpliendo el RRE que firmó como parte de la Unión Europea y su Objetivo 55. Así pues, el cumplimiento del RRE traería ventajas como mayor acceso a fondos europeos, mejor posicionamiento a la hora de recibir financiación para posibles proyectos y el atractivo de inversión extranjera responsable medioambientalmente.

Finalmente, la implementación de las CER no solo permitiría un acceso equitativo a la energía renovable y la transición energética, sino que también representa una inversión socialmente rentable, dado que fomenta la sostenibilidad, la reducción de emisión de CO₂ a la atmósfera, promueve la autosuficiencia energética e impulsa el desarrollo local de los territorios afectados por la pobreza energética y la despoblación.

6 Bibliografía

Agencia Tributaria. (21 de marzo de 2025). 9.8.2. *Por las obras realizadas para la mejora en el consumo de energía primaria no renovable*. En *Manual de ayuda para la presentación del IRPF 2024*.

Recuperado de https://sede.agenciatributaria.gob.es/Sede/ayuda/manuales-videos-folletos/manuales-ayuda-presentacion/irpf-2024/9-cumplimentacion-irpf-anexos/9_8-deducccion-obras-mejora-eficiencia-viviendas/9_8_2-obras-realizadas-mejora-consumo-energia.html

Agencia Tributaria. (19 de marzo de 2025). 9.8.3. *Por las obras realizadas en edificios de uso predominantemente residencial*. En *Manual de ayuda para la presentación del IRPF 2024*.

Recuperado de https://sede.agenciatributaria.gob.es/Sede/ayuda/manuales-videos-folletos/manuales-ayuda-presentacion/irpf-2024/9-cumplimentacion-irpf-anexos/9_8-deducccion-obras-mejora-eficiencia-viviendas/9_8_3-obras-realizadas-edificios-uso-predominantemente.html

Azcue Abelló, I. (2024). *Situación y solución para la dependencia energética de España* (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).

Balteanu, I., & Viani, F. (2023). La dependencia energética de la Unión Europea y de España. *Boletín Económico*, (2023/T3).

Carbon Price (29 de mayo de 2025). En *Reccesary*. Recuperado el 22 de junio de 2025 de https://www.reccesary.com/en/carbon_price

Dávila Cabanillas, N., & Olcina, J. (2025). Cambio climático y planificación territorial: análisis y propuesta a partir del estudio comparado entre el País Vasco y la Comunidad Valenciana.

ETS 2 (s.f.). En *Comisión Europea*. Recuperado el 3 de junio de 2025 de https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/ets2-buildings-road-transport-and-additional-sectors_en

Gobierno de Aragón. (2025). *Programa 4: Instalaciones de autoconsumo renovable en el sector residencial, administraciones públicas y tercer sector, con o sin almacenamiento*. Recuperado el 28 de mayo de 2025, de <https://www.aragon.es/tramitador/-/tramite/ayudas-ligadas-al-autoconsumo-almacenamiento-y-sistemas-termicos-con-fuentes-de-energia-renovable-renovables/programa-4-instalaciones-de-autoconsumo-renovable-en-el-sector-residencial-y-aapp-y-tercer-sector-con-o-sin-almacenamiento>

Gobierno de España, Ministerio de Hacienda y Función Pública. (2022). *Programa Aragón FEDER 2021-2027* (Versión 1.2). https://www.fondoseuropeos.hacienda.gob.es/sitios/dgfc/es-ES/ipr/fcp2020/P2127/PF/Documents/Programa_Aragon.pdf

González-Ríos, I. (2020). Las "Comunidades energéticas locales": un nuevo desafío para las entidades locales.

Granda, C. C., & SANTANA, Y. C. (2024). El prometedor futuro de las comunidades energéticas. *Bit*, (233), 20-23.

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). (26 de julio de 2024). *Sexta convocatoria del nuevo programa de incentivos a proyectos piloto singulares de comunidades energéticas (Programa CE IMPLEMENTA)*. Sede electrónica del IDAE. Recuperado de <https://sede.idae.gob.es/tramites-servicios/sexta-convocatoria-del-nuevo-programa-de-incentivos-proyectos-piloto-singulares>

Martín, J. F. (21 de mayo de 2025). *¿Qué son los fondos del Plan Social para el Clima que España debe presentar?* El País. Recuperado de <https://elpais.com/clima-y-medio-ambiente/2025-05-21/que-son-los-fondos-del-plan-social-para-el-clima-que-espana-debe-presentar.html>

Martínez, I. M. (2025). Las cooperativas como herramienta para la transición ecológica justa en la España rural: las comunidades energéticas. *Boletín de la Asociación Internacional de Derecho Cooperativo*, (66), 103-134.

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2024). *Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora*. Gobierno de España. https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia_huella_carbono_tcm30-479093.pdf

Mitov, V., Hemmerling, U. (2021). Reglamento de reparto del esfuerzo (RRE): Propuesta de Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo por el que se modifica el Reglamento (UE) 2018/842 sobre reducciones anuales vinculantes de las emisiones de gases de efecto invernadero por parte de los Estados miembros entre 2021 y 2030 que contribuyan a la acción por el clima, con objeto de cumplir los compromisos contraídos en el marco del Acuerdo de París.

Morillas, F. (2024, 2 de septiembre). *Historia del panel solar: ¿cómo nació y cuál ha sido su evolución?* Extraído el 20 de junio de 2025 desde <https://solfy.net/autoconsumo/placas-solares/historia-del-panel-solar-como-nacio-y-cual-ha-sido-su-evolucion/>

Objetivo 55 (17 de marzo de 2025). En *Consejo Europeo, Consejo de la Unión Europea*. Recuperado el 3 de junio de 2025 de <https://www.consilium.europa.eu/es/policies/fit-for-55/#0>

Ortiz, M. L. L. (2025). Las comunidades energéticas locales como agentes clave para la transición energética. *Revista Digital de Derecho Administrativo*, (33), 11-44.

Parlamento Europeo (2020). REGLAMENTO (UE) 2020/852 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 18 de junio de 2020 relativo al establecimiento de un marco para facilitar las inversiones sostenibles y por el que se modifica el Reglamento (UE) 2019/2088

Parlamento Europeo (2021). REGLAMENTO (UE) 2021/1119 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 30 de junio de 2021 o por el que se establece el marco para lograr la neutralidad climática y se modifican los Reglamentos (CE) n. 401/2009 y (UE) 2018/1999 («Legislación europea sobre el clima»)

Precio placas solares [2025] (5 de mayo de 2025). En *Sotysolar*. Recuperado el 27 de mayo de 2025 de <https://sotysolar.es/placas-solares/instalacion/precio>

Sánchez, J. M., & Gómez, J. F. (2022). *Comunidades energéticas: casos de estudio*. Orkestra-Instituto Vasco de Competitividad.

SENDA. (24 de octubre 2024). *Marco normativo y regulatorio de comunidades energéticas*. <https://www.senda.green/marco-normativo-y-regulatorio-de-comunidades-energeticas/>
Consultado el 26 de mayo de 2025.

Vargas, A. A. (2023). Soberanía energética: de los combustibles a las materias primas. *Economía industrial*, (427), 113-123.